

MAURÍCIO MAGALHÃES DOMINGUES

**PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS E PRINCÍPIOS
ATIVOS PARA O MANEJO DO PSILÍDEO-DE-CONCHA DO EUCALIPTO**
Glycaspis brimblecombei (HEMIPTERA: APHALARIDAE)

Botucatu

2021

MAURÍCIO MAGALHÃES DOMINGUES

**PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGENICOS E PRINCÍPIOS
ATIVOS PARA O MANEJO DO PSILÍDEO-DE-CONCHA DO EUCALIPTO**
Glycaspis brimblecombei (HEMIPTERA: APHALARIDAE)

Dissertação apresentada à
Faculdade de Ciências Agrônômicas
da Unesp Campus de Botucatu,
como parte dos requisitos, para
obtenção do título de Mestre em
Proteção de Plantas.

Orientador: Carlos Frederico Wilcken

Botucatu

2021

D671p Domingues, Maurício Magalhães
Prospecção de fungos entomopatogênicos e princípios ativos para o manejo do psilídeo-de-concha do eucalipto *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) / Maurício Magalhães Domingues. -- Botucatu, 2021
68 p. : 2 v.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientador: Carlos Frederico Wilcken

1. Eucalipto - doenças e pragas. 2. Psilídeo (Inseto). 3. Controle biológico (Fungos). 4. Controle químico. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

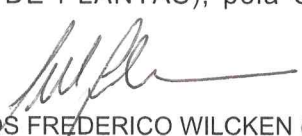
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS E PRINCÍPIOS
ATIVOS PARA O CONTROLE DO PSILÍDEO-DE-CONCHA DO EUCALIPTO
Glycaspis brimblecombei (HEMIPTERA: APHALARIDAE)

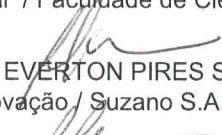
AUTOR: MAURÍCIO MAGALHÃES DOMINGUES

ORIENTADOR: CARLOS FREDERICO WILCKEN

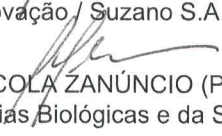
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(PROTEÇÃO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. CARLOS FREDERICO WILCKEN (Participação Virtual)
Proteção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP



Pesquisador Dr. EVERTON PIRES SOLIMAN (Participação Virtual)
Tecnologia e Inovação / Suzano S.A.



Prof. Dr. JOSÉ COLA ZANÚNCIO (Participação Virtual)
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde / Universidade Federal de Viçosa

Botucatu, 23 de fevereiro de 2021

Aos meus pais,
Sueli e Mauro,
dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Sueli e Mauro, meu irmão, Lucas, minha noiva, Marielle, e toda minha família que me apoiou em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Wilcken, pela orientação, ensinamentos e exemplo profissional.

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu e ao Programa de Pós-Graduação em Proteção de Plantas, e todos os docentes envolvidos na minha formação.

Ao Prof. Dr. José Cola Zanuncio e ao Dr. Everton P. Soliman pela disponibilidade em contribuir com o enriquecimento desse trabalho através de ensinamentos pertinentes.

Ao Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF) e todos os alunos de graduação, pós-graduação e as técnicas que me auxiliaram durante todo esse tempo.

Ao IPEF-PROTEF e empresas florestais pelo apoio financeiro em muitas etapas desse trabalho, em especial ao Coordenador Técnico do PROTEF, MSc. Luis Renato Junqueira.

Ao Julius Kühn-Institut, Centro Federal de Pesquisa de Plantas Cultivadas, Unidade de Controle Biológico (JKI-BI), Darmstadt, Alemanha, pela parceria.

A Corteva Brasil pelo fornecimento de produtos comerciais para os bioensaios.

Aos meus queridos amigos da República Abre-Lacre que são minha “família” em Botucatu e amigos para toda a vida.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram, torcendo por mim em todos os momentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Somente Deus é a minha proteção segura. Os problemas da vida nunca conseguirão me derrotar completamente”.

A BÍBLIA VIVA. Salmo 62:2. Ed. Mundo Cristão, 2000.

RESUMO

Cultivos de espécies do gênero *Eucalyptus* são importantes para a economia brasileira ocupando 6,97 milhões de hectares, mas pragas nativas e exóticas podem limitar a produtividade desses cultivos. O psíldeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), detectado no Brasil em 2003, se dispersou e causa danos, nesses cultivos, em todas as regiões do país. O controle biológico, com o parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) e fungos entomopatogênicos, destacando-se *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, e o químico com os acetamiprido e etofenproxi, são as principais estratégias de manejo dessa praga. A prospecção e identificação de isolados de fungos entomopatogênicos e testes com princípios químicos ativos podem aumentar as opções para o manejo integrado de pragas. O objetivo deste trabalho foi prospectar e isolar fungos entomopatogênicos, além de testar princípios químicos ativos com potencial para o manejo de *G. brimblecombei*. Os fungos foram prospectados de insetos encontrados no campo e de amostras de solo dos Estados de São Paulo e Paraná, Brasil, com a metodologia "Bait Method". Doze isolados, dos gêneros *Beauveria* e *Cordyceps*, foram pulverizados sobre ninfas de *G. brimblecombei* e comparados com os produtos comerciais Boveril®, Metarril® e Octane®. Para avaliar a mortalidade de *G. brimblecombei* e viabilidade de *P. bliteus* à inseticidas químicos foram testados os acetamiprido (50 e 100 g/ha), espinetoram (200 e 400 g/ha), etofenproxi (300 e 600 ml/ha), sulfoxaflor (200 e 400 ml/ha) e sulfoxaflor + lambda-cialotrina (150 e 300 ml/ha), além da testemunha, e pulverizados sobre mudas de eucalipto infestadas com *G. brimblecombei* e parasitadas por *P. bliteus* em casa-de-vegetação. A mortalidade de ninfas de *G. brimblecombei*, sete dias após a aplicação dos isolados fúngicos, foi maior que 80%. A mortalidade de indivíduos desta praga foi maior e a TL80 menor com os isolados LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 e LCBPF 67 (*C. fumosorosea*), provenientes de *Bemisia tabaci*, com 95% e 3,5 dias, respectivamente, três dias após aplicação dos mesmos. Fungos dos gêneros *Beauveria* e *Cordyceps* se desenvolveram sobre conchas de *G. brimblecombei* com maior mortalidade de ninfas desse inseto com conchas pelos isolados LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62 e pelos Boveril e Octane três dias da aplicação dos tratamentos. A mortalidade de *G. brimblecombei* foi maior e com menor TL80 aos dois dias após a pulverização com os princípios ativos sulfoxaflor + lambda-cialotrina. A mortalidade com os acetamiprido, sulfoxaflor e com sulfoxaflor + lambda-cialotrina foi maior que 80%, após seis dias da

aplicação das mesmas, e próxima a 100%, após 14 dias. Os espinetoram, na dose de 200 g/ha, e o sulfoxaflor + lambda-cialotrina, na de 300 ml/ha, foram levemente nocivos e os demais princípios ativos e formulações inócuos ao parasitoide *P. bliteus*. Os isolados de *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* e *M. anisopliae*, obtidos de amostras de solo e de insetos em São Paulo e Paraná, tem potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, com destaque para os LCBPF 11, LCBPF 12 e LCBPF 63, provenientes de *B. tabaci* sendo esse o primeiro relato de patogenicidade de *C. cateniannulata* e *C. javanica* para *G. brimblecombei*, e confirma relatos de, normalmente, os isolados serem mais patogênicos para indivíduos da mesma ordem daquela do qual foi isolado. A presença da concha facilitou o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, podendo servir como fonte de inóculo e acelerando a mortalidade de ninfas de *G. brimblecombei*. Os princípios químicos ativos acetamiprido, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambda-cialotrina tem potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, com destaque para sulfoxaflor + lambda-cialotrina. Os princípios químicos ativos acetamiprido, etofenproxi e sulfoxaflor são inócuos, e espinetoram e sulfoxaflor + lambda-cialotrina levemente nocivos à viabilidade de *P. bliteus*.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*. Controle biológico. *Cordyceps* sp. Inseticidas. *Metarhizium* sp. *Eucalyptus*.

ABSTRACT

Cultivations of species of the genus *Eucalyptus* are important for the Brazilian economy occupying 6.97 million hectares, but native and exotic pests can limit the productivity of these crops. The red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), detected in Brazil in 2003, dispersed and causes damage, in these crops, in all regions of the country. Biological control, with the parasitoid *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) and entomopathogenic fungi, especially *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, and the chemist with acetamiprid and etophenproxy, are the main strategies for the management of this pest. The prospecting and identification of entomopathogenic fungi isolates and tests with active chemical principles can increase the options for integrated pest management. The objective of this work was to prospect and isolate entomopathogenic fungi, in addition to testing active chemical principles with potential for the management of *G. brimblecombei*. The fungi were prospected for insects found in the field and soil samples from the states of São Paulo and Paraná, Brazil, using the "Bait Method" methodology. Twelve isolates, from the genera *Beauveria* and *Cordyceps*, were sprayed on nymphs of *G. brimblecombei* and compared with the commercial products Boveril®, Metarril® and Octane®. To assess the mortality of *G. brimblecombei* and the viability of *P. bliteus* to chemical insecticides, acetamiprid (50 and 100 g/ha), espinetoram (200 and 400 g/ha), etophenproxy (300 and 600 ml/ha), sulfoxaflor (200 and 400 ml/ha) and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin (150 and 300 ml/ha), in addition to the control, were sprayed on *Eucalyptus* seedlings infested with *G. brimblecombei* and parasitized by *P. bliteus* in the greenhouse. The mortality of nymphs of *G. brimblecombei*, seven days after the application of the fungal isolates, was greater than 80%. The mortality of individuals of this pest was higher and the TL80 lower with the isolates LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 and LCBPF 67 (*C. fumosorosea*), from *Bemisia tabaci*, with 95% and 3.5 days, respectively, three days after application. Fungi of the genera *Beauveria* and *Cordyceps* developed on lerps of *G. brimblecombei* with higher mortality of nymphs of this insect with lerps by the isolates LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62 and by Boveril and Octane three days after the application of the treatments. The mortality of *G. brimblecombei* was higher and with lower TL80 at two days after spraying with the active ingredients sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin. Mortality with acetamiprid, sulfoxaflor and sulfoxaflor + lambda-

cyhalothrin was greater than 80%, after six days of application, and close to 100%, after 14 days. Espinetoram, at a dose of 200 g/ha, and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin, at a dose of 300 ml/ha, were slightly harmful and the other active ingredients and formulations harmless to the parasitoid *P. bliteus*. The isolates of *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* and *M. anisopliae*, obtained from soil and insect samples in São Paulo and Paraná, have potential for the management of *G. brimblecombei*, with emphasis on the LCBPF 11, LCBPF 12 and LCBPF 63, from *B. tabaci*, this being the first report of pathogenicity of *C. cateniannulata* and *C. javanica* for *G. brimblecombei*, and confirms reports that, normally, the isolates are more pathogenic for individuals of the same order from which it was isolated. The presence of the lerp facilitated the development of entomopathogenic fungi, being able to serve as a source of inoculum and accelerating the mortality of *G. brimblecombei* nymphs. The active chemical principles acetamiprid, sulfoxaflor and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin have potential for the management of *G. brimblecombei*, with emphasis on sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin. The active chemical principles acetamiprid, etophenproxy and sulfoxaflor are harmless, and espinetoram and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin slightly harmful to the viability of *P. bliteus*.

Key words: *Beauveria bassiana*. Biological control. *Cordyceps* sp. Insecticides. *Metarhizium* sp. *Eucalyptus*.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	17
 CAPÍTULO 1– PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA MANEJO DO PSILÍDEO-DE-CONCHA DO EUCALIPTO <i>Glycaspis brimblecombei</i> (HEMIPTERA: APHALARIDAE).....	 19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
1.1 INTRODUÇÃO.....	22
1.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	22
1.2.1 Local de estudo.....	22
1.2.2 Criação de <i>Glycaspis brimblecombei</i> (Hemiptera: Aphalaridae).....	23
1.2.3 Criação de <i>Tenebrio molitor</i> (Coleoptera: Tenebrionidae).....	23
1.2.4 Prospecção de isolados de fungos entomopatogênicos.....	23
1.2.5 Identificação dos isolados.....	25
1.2.5.1 Caracterização morfológica.....	25
1.2.5.2 Identificação molecular.....	25
1.2.6 Viabilidade dos isolados.....	26
1.2.7 Patogenicidade dos isolados a <i>Glycaspis brimblecombei</i> (Hemiptera: Aphalaridae).....	27
1.3 RESULTADOS.....	29
1.3.1 Isolamento e identificação de isolados entomopatogênicos.....	29
1.3.2 Viabilidade dos conídios.....	30
1.3.3 Patogenicidade dos isolados ao psilídeo-de-concha (<i>Glycaspis brimblecombei</i>).....	31
1.4 DISCUSSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	41
 CAPÍTULO 2- MORTALIDADE DE <i>Glycaspis brimblecombei</i> (HEMIPTERA: APHALARIDAE) E VIABILIDADE DO PARASITOIDE <i>Psyllaephagus bliteus</i> (HYMENOPTERA:	

	ENCYRTIDAE) COM DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS.....	46
	RESUMO.....	46
	ABSTRACT.....	47
2.1	INTRODUÇÃO.....	48
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.2.1	Infestação das mudas.....	49
2.2.2	Bioensaio preliminar.....	51
2.2.3	Efeito de inseticidas químicos em ninfas de <i>Glycaspis brimblecombei</i> (Hemiptera: Aphalaridae).....	53
2.2.4	Viabilidade do parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) com os diferentes princípios ativos	54
2.3	RESULTADOS.....	55
2.3.1	Bioensaio preliminar.....	55
2.3.2	Mortalidade de ninfas de <i>Glycaspis brimblecombei</i> (Hemiptera: Aphalaridae) com os princípios ativos.....	57
2.3.3	Viabilidade do parasitoide <i>Psyllaephagus bliteus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) com os diferentes princípios ativos.....	60
2.4	DISCUSSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS.....	63
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
	REFERÊNCIAS.....	67

INTRODUÇÃO GERAL

A área de cultivos florestais no Brasil atingiu nove milhões de ha em 2019, com aumento de 2,4% em relação à 2018, com 77% dessa área ocupada por espécies do gênero *Eucalyptus* (IBÁ, 2020). Pragas nativas, como formigas cortadeiras, cupins e lagartas desfolhadoras, além de exóticas, podem reduzir a produtividade de cultivos de eucalipto (PAINE et al., 2011; MUCHALAK et al., 2020; SARMENTO et al., 2021).

O psílídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae) foi relatado no Brasil em 2003 em Mogi-Guaçu, São Paulo em plantios de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus tereticornis* e se dispersou pelo país, causando danos e reduzindo a produtividade dos cultivos de eucalipto (WILCKEN et al., 2015). Estruturas cônicas esbranquiçadas produzidas pelas ninfas desse inseto, chamadas de conchas, auxiliam na caracterização das infestações por essa praga (JERE et al., 2020). Danos por *G. brimblecombei* se devem ao hábito sugador desse inseto, que se alimenta da seiva nas folhas, e a severidade da infestação pode causar enrolamento e deformar o limbo foliar, super-brotamento, secamento de ponteiros e mortalidade de árvores (SANTOS et al., 2021).

O controle biológico, com o parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) (BERTI-FILHO et al., 2003), e fungos entomopatogênicos, destacando-se *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (DAL POGETTO et al., 2011a; DAL POGETTO et al., 2011b) e o químico, com os produtos registrados acetamiprido e o etofenproxi (AGROFIT, 2021) são as principais estratégias de manejo dessa praga.

Beauveria bassiana, *Metarhizium anisopliae* e fungos do gênero *Cordyceps* são utilizados no controle de insetos-praga em cultivos agrícola e florestal (SOLIMAN et al., 2019, TEDESCO et al., 2020, KHUN et al., 2021), incluindo a ordem Hemiptera (SANI et al., 2020; CORALLO et al., 2021). O término de sistemas de nomenclaturas duplas para fungos polimórficos tornou necessário unificar nomes de acordo com a filogenética da Cordycipitaceae. O nome genérico *Isaria*, utilizado para um grupo de táxons mudou para *Cordyceps* (KEPLER et al., 2017).

Os princípios químicos ativos espinetoram, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambdacialotrina e os registrados para *G. brimblecombei* estão disponíveis no mercado para o controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) (AGROFIT, 2021) e podem ser de interesse no manejo do psílídeo-de-concha. A

prospecção e identificação de isolados de fungos entomopatogênicos e testes com princípios químicos ativos eficientes contra pragas agrícolas e florestais podem complementar o manejo integrado de pragas. O objetivo deste trabalho foi prospectar e selecionar fungos entomopatogênicos, de ocorrência natural no solo, e testar princípios ativos químicos com potencial para o manejo de *Glycaspis brimblecombei*.

CAPÍTULO 1
PROSPECÇÃO DE FUNGOS ENTOMOPATOGÊNICOS PARA O MANEJO DO
PSILÍDEO-DE-CONCHA DO EUCALIPTO *Glycaspis brimblecombei* (HEMIPTERA:
APHALARIDAE)

Maurício Magalhães Domingues¹, Paula Leite dos Santos¹, Bianca Cristina Costa Gêa¹, Vanessa Rafaela de Carvalho¹, Fabrício Naka de Oliveira¹, Everton Pires Soliman², José Cola Zanuncio³, Carlos Frederico Wilcken¹

¹Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, R. José Barbosa de Barros, 1780, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil.

²Suzano Papel e Celulose/Tecnologia Florestal, Av. Dr. José Lembo, 1010, 18207-78 – Itapetininga, SP – Brasil.

³Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

A utilização de fungos entomopatogênicos contra pragas exóticas vem aumentando no setor florestal. O controle biológico do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), com o parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) e fungos entomopatogênicos, destacando-se *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae*, e o químico com os acetamiprido e etofenproxi, são as principais estratégias de manejo dessa praga. A prospecção e identificação de isolados de fungos entomopatogênicos podem complementar o manejo integrado de pragas. O objetivo deste trabalho foi prospectar e isolar fungos entomopatogênicos, com ocorrência natural no solo com potencial para o manejo de *G. brimblecombei*. Os fungos foram prospectados de adultos de *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) encontrados no campo e de amostras de solo de áreas de eucalipto, soja e de mata nativa nos Estados de São Paulo e Paraná, Brasil, com a metodologia “Bait Method”, com larvas de *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), com evidências de contaminação. Doze isolados, dos gêneros *Beauveria* e *Cordyceps*, foram selecionados para o bioensaio de patogenicidade e comparados com os produtos comerciais Boveril®, Metarril® e Octane®. Dez ninfas de *G. brimblecombei*, com ou sem conchas, foram colocadas por folha de *Eucalyptus* cortada e colocada sobre gel hidrorretentor no interior de placas de Petri. Os isolados dos fungos foram suspensos em solução com Tween 80 (0,1%) na concentração de $1,0 \times 10^8$ conídios/mL e pulverizados sobre as ninfas de *G. brimblecombei*. Cada repetição foi avaliada diariamente, por sete dias, e os insetos mortos transferidos para câmaras

úmidas. Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli's, e submetidos à análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com o software RStudio. A equação (r^2) foi estimada por linha de tendência polinomial ajustada, analisando graficamente o tempo letal para matar 80% da população (TL80) de *G. brimblecombei*. A mortalidade de indivíduos desta praga foi maior e a TL80 menor com os isolados LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 e LCBPF 67 (*C. fumosorosea*), provenientes de *Bemisia tabaci*, com 95% e 3,5 dias, respectivamente, três dias após aplicação dos mesmos. Fungos dos gêneros *Beauveria* e *Cordyceps* se desenvolveram sobre conchas de *G. brimblecombei* com maior mortalidade de ninfas desse inseto com conchas pelos isolados LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62 e pelos Boveril e Octane três dias da aplicação dos tratamentos. Os isolados de *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* e *M. anisopliae*, obtidos de amostras de solo e de insetos em São Paulo e Paraná, tem potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, com destaque para os LCBPF 11, LCBPF 12 e LCBPF 63, provenientes de *B. tabaci* sendo esse o primeiro relato de patogenicidade de *C. cateniannulata* e *C. javanica* para *G. brimblecombei*, e confirma relatos de, normalmente, os isolados serem mais patogênicos para indivíduos da mesma ordem daquela do qual foi isolado. A presença da concha facilitou o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, podendo servir como fonte de inóculo e acelerando a mortalidade de ninfas de *G. brimblecombei*.

Palavras-chave: *Beauveria bassiana*. *Bemisia tabaci*. Controle biológico. *Cordyceps* sp. *Metarhizium* sp. *Eucalyptus*.

ABSTRACT

The use of entomopathogenic fungi against exotic pests has been increasing in the forestry sector. The biological control of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), with the parasitoid *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) and entomopathogenic fungi, especially *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, and the chemist with acetamiprid and etofenprox, are the main management strategies for this pest. The prospecting and identification of entomopathogenic fungi isolates can complement the integrated pest management. The objective of this work was to prospect and isolate entomopathogenic fungi, naturally occurring in the soil with potential for the

management of *G. brimblecombei*. The fungi were prospected from adults of *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) found in the field and from soil samples from areas of eucalyptus, soybeans and native forest in the states of São Paulo and Paraná, Brazil, using the “Bait Method” methodology, with larvae of *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), with evidence of contamination. Twelve isolates, from the genera *Beauveria* and *Cordyceps*, were selected for the pathogenicity bioassay and compared with the commercial products Boveril®, Metarril® and Octane®. Ten nymphs of *G. brimblecombei*, with or without shells, were placed by a cut *Eucalyptus* leaf and placed on a hydroreetting gel inside Petri dishes. The fungi isolates were suspended in solution with Tween 80 (0.1%) at a concentration of 1.0×10^8 conidia / mL and sprayed on the nymphs of *G. brimblecombei*. Each repetition was evaluated daily, for seven days, and the dead insects were transferred to moist chambers. Mortality values were corrected by Schneider-Orelli's formula, and subjected to analysis of variance by the F test and their means compared by the Scott-Knott test ($p \leq 0.05$) with the RStudio software. The equation (r^2) was estimated by an adjusted polynomial trend line, graphically analyzing the lethal time to kill 80% of the population (TL80) of *G. brimblecombei*. The mortality of individuals of this pest was higher and the TL80 lower with the isolates LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 and LCBPF 67 (*C. fumosorosea*), from *Bemisia tabaci*, with 95% and 3.5 days, respectively, three days after application. Fungi of the genera *Beauveria* and *Cordyceps* developed on lerps of *G. brimblecombei* with higher mortality of nymphs of this insect with shells by the isolates LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62 and by Boveril and Octane three days after the application of the treatments. The isolates of *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* and *M. anisopliae*, obtained from soil and insect samples in São Paulo and Paraná, have potential for the management of *G. brimblecombei*, with emphasis on the LCBPF 11, LCBPF 12 and LCBPF 63, from *B. tabaci*, this being the first report of pathogenicity of *C. cateniannulata* and *C. javanica* for *G. brimblecombei*, and confirms reports that, normally, the isolates are more pathogenic for individuals of the same order from which it was isolated. The presence of the lerp facilitated the development of entomopathogenic fungi, being able to serve as a source of inoculum and accelerating the mortality of *G. brimblecombei* nymphs.

Key words: *Beauveria bassiana*. *Bemisia tabaci*. Biological control. *Cordyceps* sp. *Metarhizium* sp. *Eucalyptus*.

1.1 INTRODUÇÃO

Fungos são patógenos de largo espectro, usados no manejo de pragas, com vantagens sobre outros grupos de inimigos naturais, como forma de infecção oral, traqueal ou pelo tegumento, grande variabilidade genética e a permanência no ambiente (SHAH; PELL, 2003). A utilização de fungos entomopatogênicos contra pragas exóticas vem aumentando no setor florestal com estudos sobre epizootias e produtos comerciais com resultados satisfatórios (DAL POGETTO et al., 2011a; DAL POGETTO et al., 2011b; SOLIMAN et al., 2019, TEDESCO et al, 2020).

Facilidade de produção, multiplicação, aplicação e dispersão no campo em condições ambientais adequadas são vantagens de fungos entomopatogênicos (MASCARIN; JARONSKI, 2016). O crescimento sobre a concha, composta por secreção açucarada e com condições adequadas para o desenvolvimento, facilita o uso de fungos entomopatogênicos no manejo do psíldeo-de-concha *G. brimblecombei* (DAL POGETTO et al., 2011b) e sua dispersão no campo. Fungos entomopatogênicos e inimigos naturais podem ser usados em conjunto ou individualmente para reduzir impactos em organismos não-alvo (ZIMMERMANN, 2007a; ZIMMERMANN, 2007b; DOMINGUES et al., 2020).

O manejo integrado de pragas deve usar diferentes táticas de controle com baixo impacto ambiental considerando as condições climáticas, idade do plantio, níveis de infestação e proximidades de áreas com restrição no manejo de pragas. O objetivo deste trabalho foi prospectar e selecionar isolados de fungos entomopatogênicos, de ocorrência natural no solo, e testar princípios químicos com potencial para o manejo de *G. brimblecombei*.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Local de estudo

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico de Pragas Florestais (LCBPF) do Departamento de Proteção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil, em sala e incubadoras tipo BOD a temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12h.

1.2.2 Criação de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

Glycaspis brimblecombei foi criado no LCBPF em sala com condições controladas de temperatura de 25 ± 2 °C, $60 \pm 10\%$ UR e fotoperíodo de 13 horas em mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e do clone 3025 (*E. grandis* x *E. camaldulensis*), altamente suscetíveis a essa praga, (WILCKEN et al., 2010).

As mudas de eucalipto foram acondicionadas em gaiolas padrão (40 cm x 45 cm x 80 cm) em vasos de 1L ou em tubetes “jumbo” (WILCKEN et al., 2010). Um total de 80 a 100 adultos de *G. brimblecombei* foi liberado por gaiola. As mudas da criação foram trocadas a cada ciclo do inseto e irrigadas, diariamente, com o auxílio de uma pisseta de 500 ml (WILCKEN, 2010).

1.2.3 Criação de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae)

O ciclo de *Tenebrio molitor* Linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae), presa mais utilizada na criação de inimigos naturais como percevejos predadores, parasitoides generalistas de pupas e para a prospecção de fungos entomopatogênicos, é de três a quatro meses a 28°C. Esse inseto foi alimentado com farelo de trigo, previamente, esterilizado e colocado até 2/3 da bandeja e trocado sempre que apresentasse aspecto de pó. Fatias de chuchu, cana ou batata foram utilizadas como complemento alimentar e fonte de líquido. A temperatura de criação foi de $28^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ em local com pouca luminosidade e baixa umidade relativa, favorecendo o desenvolvimento do inseto (RIBEIRO et al., 2018). As caixas de criação foram divididas em quatro grupos com larvas pequenas, médias, pupas e adultos desse inseto, respectivamente. Essas caixas foram verificadas, semanalmente, quando os insetos mortos foram removidos. Larvas e pupas, de *T. molitor*, foram separadas com peneiras. Larvas médias foram selecionadas para o bioensaio de prospecção de isolados entomopatogênicos.

1.2.4 Prospecção de isolados de fungos entomopatogênicos

Isolados entomopatogênicos foram prospectados em amostras de solo coletadas em cultivos de eucalipto, soja e em mata nativa dos Estados de Paraná e São Paulo (Tabela 1). Fungos foram, também, isolados em adultos de *B. tabaci* encontrados no campo com evidências de contaminação por esses microrganismos.

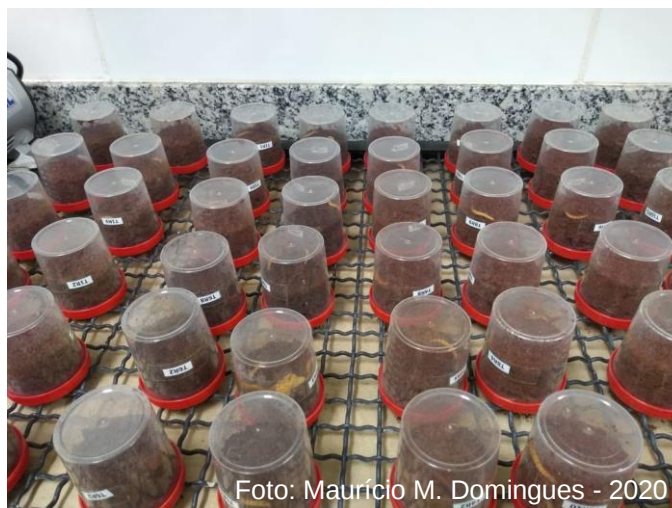
Tabela 1 - Cultivos (Cult.) de eucalipto (EU), soja (SO) e mata nativa (MA), municípios (Mun.), latitude, longitude e altitude (metros) dos pontos amostrais de coleta de solo nos estados (Est.) de São Paulo (SP) e Paraná (PR), no ano de 2020

Cult.	Mun., Est.	Latitude	Longitude	Altitude
EU	Agudos, SP	22° 32' 1-2"S	49° 2' 11-13" O	580-620
EU	Botucatu, SP	22° 48' 11,6-13,59"S	48° 25' 48,35-51,15" O	740-750
EU	Cruzeiro do Sul, PR	23° 1-2' 0,2-60" S	52° 07' 42,6-44,8" W	450
SO	Botucatu, SP	22° 48-50' 31-51" S	48° 25-26' 5-43" O	740-804
MA	Botucatu, SP	22° 50' 15-31" S	48° 25-26' 26-35" O	721-808
MA	Mandaguaçu, PR	23° 23' 5,8-8,5"S	52° 08' 43,4-44,7"W	544

Fungos entomopatogênicos foram isolados com a metodologia "Bait Method", a partir de larvas de *T. molitor* (ZIMMERMANN, 1986) em dez amostras de solo por área, coletado a 10 cm de profundidade em caminhamento em zig-zag na área estudada e levadas, separadamente, em caixa térmica, em condições frias, para o LCBPF.

As amostras de solo foram separadas em potes plásticos de 100 ml com furos na tampa para aeração e umedecidas, se necessário, até a capacidade de campo (UCC) de 40%, calculada com a fórmula: $UCC = [(Massa \text{ de solo } 100\% \text{ umidade} - massa \text{ de solo seco}) * 40 / 100]$, dentro da câmara de fluxo laminar com 10 repetições (potes plásticos de 100 mL) por amostra. Cinco larvas de *T. molitor* foram colocadas por pote, os quais foram armazenados em sala com temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12 h, invertidos nos cinco primeiros dias, devido ao fototropismo positivo das larvas de *T. molitor* para manter contato direto do inseto com o solo (Figura 1). A mortalidade de larvas de *T. molitor* foi avaliada a partir dos cinco primeiros dias, observando-se insetos com sinais ou sintomas de infecção por fungos. As larvas de *T. molitor*, da prospecção, e adultos de *Bemisia tabaci*, coletados em campo, foram desinfestados e mantidos em câmara úmida (pote plástico com tampa e um "rolete" de algodão, previamente, autoclavado e umedecido com água estéril), até a esporulação do fungo, cujos micélios foram transferidos para meio nutritivo BDA (batata-dextrose-água) e, assim, iniciado seu isolamento.

Figura 1 - Bioensaio de prospecção de fungos entomopatogênicos em amostras de solo coletadas em cultivos florestais e de soja e em áreas com mata nativa nos estados de Paraná e São Paulo, Brasil



Os fungos foram cultivados em placas de Petri com meio de cultura BDA, autoclavado a 121 °C e 1 atm por 20 minutos. Os micélios dos fungos foram separados, após sete dias de incubação em câmara tipo BOD em três placas de Petri por inseto morto, para identificação morfológica e molecular dos mesmos. Os fungos foram preservados em discos em glicerina 10% em refrigerador.

1.2.5 Identificação dos isolados

Os isolados foram identificados em nível de gênero por análise morfológica e de espécie por análise molecular.

1.2.5.1 Caracterização morfológica

Os isolados foram semeados em meio BDA e seus gêneros determinados a partir de chaves de identificação (DOMSCH et al., 1980; SAMSON et al., 1988) baseado na morfologia dos mesmos.

1.2.5.2 Identificação molecular

O DNA genômico dos fungos foi extraído do material raspado do meio de cultura em placas de Petri, com 100 µl de Chelex 10% e 10 µl de proteinase K (20 mg/ml) incubadas em bloco térmico por 100°C a 5 minutos. A reação de PCR, para amplificação da região ITS1-5.8S-ITS2 do rDNA, foi realizada em um volume total de

50 µL utilizando tampão da Taq DNA polimerase 1X, 1,5 mM de MgCl₂; 0,4 µM de cada primer ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'), 0,2 mM de dNTPs, e 0,2 U de Taq DNA polimerase e 25ng de DNA. Essa amplificação foi conduzida em termociclador programado para uma desnaturação inicial de 95°C por 5 min, seguida de 30 ciclos de desnaturação 95°C por 30s; anelamento a 62°C por 1min; extensão a 72 °C por 2 min e extensão final a 72°C por 5 min (XIONG et al, 2013). Os produtos das extrações de DNA e das reações de PCR (50 µL) foram visualizados por eletroforese em gel de agarose 1% e sob luz UV e fotodocumentador e aqueles de amplificação purificados por beads magnéticas e encaminhadas para IBTEC, UNESP/Botucatu para sequenciamento de Sanger.

1.2.6 Viabilidade dos isolados

A viabilidade dos isolados foi avaliada em 19 tratamentos compostos por doze isolados, três micoinseticidas comerciais e respectivas cepas, e testemunha (Tabelas 2 e 3). O número de conídios viáveis dos fungos, com potencial para infectar as ninfas de *G. brimblecombei*, foi determinado em teste de viabilidade dos mesmos após 14 dias de cultivo a 25 °C em meio Batata-Dextrose-Agar (BDA). Após este período, os conídios foram suspensos em Tween 80 a 0,05%, na diluição de 1x10⁶ conídios.mL⁻¹. A porcentagem de viabilidade dos conídios por isolado foi calculada a partir da contagem dos mesmos com tubo germinativo, 18 horas após em câmara de Neubauer. Os isolados com viabilidade acima de 90% foram utilizados no bioensaio (WRAIGHT et al., 2007).

Tabela 2 - Produtos comerciais (PC) e cepas de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* e *Cordyceps fumosorosea* utilizados no ensaio de viabilidade dos conídios e mortalidade de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

PC e cepas	Princípio ativo
Boveril® WP PL63*	<i>Beauveria bassiana</i>
PL63	<i>Beauveria bassiana</i>
Metarril® WP E9*	<i>Metarhizium anisopliae</i>
E9	<i>Metarhizium anisopliae</i>
Octane®*	<i>Cordyceps fumosorosea</i>
ESALQ-1296	<i>Cordyceps fumosorosea</i>
Testemunha	-

*Fabricante: Koppert do Brasil Holding Ltda.

1.2.7 Patogenicidade dos isolados a *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

A patogenicidade dos isolados dos fungos a *G. brimblecombei* foi avaliada em 19 tratamentos, doze isolados e três micoinseticidas comerciais e respectivas cepas (Tabelas 2 e 3). O material usado no bioensaio foi obtido de raspagem superficial do meio de cultura para a retirada dos conídios de colônias de fungos desenvolvidas por 14 dias no meio BDA, inclusive para os micoinseticidas comerciais. O material foi suspenso em Tween 80 (0,1%) e os conídios calibrados para a concentração de $1,0 \times 10^8$ conídios/mL em hemocitômetro com o auxílio de microscópio óptico. Um total de 125 µL da suspensão de conídios foi pulverizado com o auxílio de um aerógrafo DB134K (Fenghua Bida Machinery Manufacture Co., China) montado no topo de um tubo de cilindro de acrílico, com 25 cm de distância na pressão de trabalho de 10 PSI, sobre ninfas de *G. brimblecombei* com ou sem conchas (Figura 2). A testemunha teve, apenas, Tween 80 (0,1%). O equipamento foi lavado com álcool 70% e água destilada autoclavada entre cada aplicação.

Figura 2 - Aplicação da suspensão de conídios em ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) com ou sem conchas usando aerógrafo



Foto: Maurício M. Domingues - 2020

Dez ninfas de *G. brimblecombei* foram utilizadas por repetição em placa de Petri (90 x 15mm) com um total de 10 repetições. Um pedaço de, aproximadamente, cinco cm² foi retirado por folha do clone 433 (*E. urophylla* var. *platyphylla*) e colocada sobre gel hidrorretentor por repetição reduzindo a perda de turgescência e evitando a fuga de *G. brimblecombei* (Figura 3).

Figura 3 - Bioensaio de patogenicidade dos isolados de fungos sobre *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

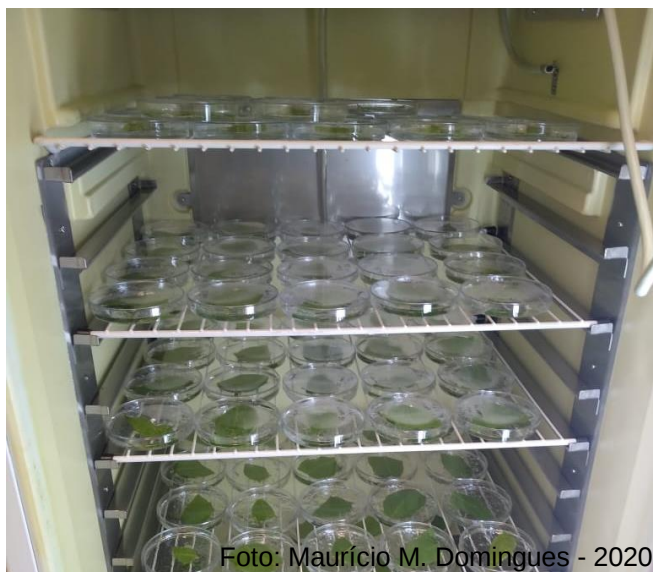


Foto: Maurício M. Domingues - 2020

Os isolados foram aplicados nos insetos em placas de Petri mantidas em incubadoras tipo BOD a temperatura de $25,0 \pm 1,0$ °C, umidade relativa de $83,0 \pm 2,0\%$ e fotoperíodo de 12 h. Cada repetição (uma placa de Petri) foi avaliada, diariamente, durante sete dias e os insetos mortos contados e transferidos para câmaras úmidas para estimular o desenvolvimento do fungo e comprovar a mortalidade do inseto. Os valores da mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Schneider-Orelli's (PÜNTENER; ZAHNER, 1981) e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com o software RStudio. A equação (r^2) foi estimada por linha de tendência polinomial ajustada, analisando graficamente o tempo letal para matar 80% da população (TL80) de *G. brimblecombei*.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Isolamento e identificação de isolados entomopatogênicos

Os fungos, após a identificação morfológica preliminar, foram agrupados nos gêneros *Aspergillus*, *Beauveria*, *Cordyceps*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis* e *Purpureocillium*. Sessenta e três fungos foram identificados e codificados de LCBPF01 a LCBPF63. Isolados dos gêneros *Beauveria*, *Cordyceps* e *Metarhizium* foram selecionados para identificação molecular, sendo identificados doze isolados (Tabela 3).

Tabela 3 - Código de identificação molecular (Código), espécies, hospedeiros (Hosp.), cultura (Cul.), local de coleta (L), cobertura (Cobert.), identidade (Ident.) e código de acesso GenBank (CA) dos isolados de fungos entomopatogênicos, dos gêneros *Cordyceps* (C.) e *Beauveria* (B.) coletados nas culturas (Cul.) de soja (SO), tomate (TO) e eucalipto (EU) em mata nativa (MN) em Botucatu (B), São Paulo e Mandaguaçu (M) e Cruzeiro do Sul (C), Paraná, Brasil

Código	Espécies	Hosp.	Cul.	L	Cobert.	Ident.	CA
LCBPF 11	<i>C. javanica</i>	<i>B. tabaci</i>	SO	B	100%	100%	MW138089
LCBPF 12	<i>C. fumosorosea</i>	<i>B. tabaci</i>	TO	B	100%	92%	MW138059
LCBPF 15	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW136142
LCBPF 17	<i>C. catenianulata</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW131688
LCBPF 19	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW136269
LCBPF 20	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW131666
LCBPF 23	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW136377
LCBPF 45	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	100%	MW131724
LCBPF 46	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	MA	B	100%	99%	MW136263
LCBPF 61	<i>Beauveria sp.</i>	<i>T. molitor</i>	MA	M	100%	99%	MW133785
LCBPF 62	<i>B. bassiana</i>	<i>T. molitor</i>	EU	C	99%	100%	MW133783
LCBPF 63	<i>C. fumosorosea</i>	<i>B. tabaci</i>	SO	B	100%	100%	MW137998

1.3.2 Viabilidade dos conídios

A viabilidade dos conídios dos isolados utilizados no bioensaio de patogenicidade a *G. brimblecombei* foi maior que 93% (Tabela 4).

Tabela 4 - Viabilidade (%) de conídios dos isolados cultivados em meio BDA e utilizados no bioensaio de patogenicidade a *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

Isolado	Espécie	Viabilidade (%)
LCBPF 11	<i>Cordyceps javanica</i>	97,63±0,65
LCBPF 12	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	98,65±0,51
LCBPF 15	<i>Beauveria bassiana</i>	95,77±1,48
LCBPF 17	<i>Cordyceps cateniannulata</i>	95,61±3,06
LCBPF 19	<i>Beauveria bassiana</i>	95,35±1,06
LCBPF 20	<i>Beauveria bassiana</i>	98,88±0,77
LCBPF 23	<i>Beauveria bassiana</i>	96,43±0,57
LCBPF 45	<i>Beauveria bassiana</i>	93,81±0,15
LCBPF 46	<i>Beauveria bassiana</i>	95,82±0,42
LCBPF 61	<i>Beauveria</i> sp.	93,60±1,20
LCBPF 62	<i>Beauveria bassiana</i>	94,70±0,72
LCBPF 63	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	99,04±0,13
E9	<i>Metarhizium anisopliae</i>	99,14±0,07
ESALQ 1296	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	98,36±0,12
PL63	<i>Beauveria bassiana</i>	94,79±1,48
Metarril	<i>Metarhizium anisopliae</i>	99,16±0,17
Octane	<i>Cordyceps fumosorosea</i>	98,34±0,31
Boveril	<i>Beauveria bassiana</i>	94,75±0,78

1.3.3 Patogenicidade dos isolados ao psílideo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

A mortalidade corrigida de ninfas de *G. brimblecombei*, sete dias após a aplicação de todos os fungos foi maior que 80% (Figuras 4, 5, 6 e 7).

A mortalidade de *G. brimblecombei* foi maior e a TL80 desse inseto menor com os isolados LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 e LCBPF 67 (*C. fumosorosea*), provenientes de *B. tabaci*, com 95% e TL80 de 3,5 dias, com ou sem concha, três dias após a aplicação desses fungos (Tabela 5 e 6, Figura 5).

As espécies *Beauveria bassiana* e *Cordyceps fumosorosea* se desenvolveram sobre a concha de *G. brimblecombei* (Figura 8) e a presença dos isolados LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62, Boveril e Octane sobre a mesma acelerou a mortalidade de ninfas, desse inseto, após três dias da aplicação dos tratamentos (Figuras 4, 6 e 8).

Tabela 5 - Número médio de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae), sem (S/) ou com (C/) conchas mortas pela aplicação dos diferentes isolados de fungos entomopatogênicos em dias na testemunha e nos isolados de fungos

Tratamentos	Média de ninfas mortas			
	S/	C/	S/	C/
	1 DAA*		3 DAA	
Testemunha	0,2±0,1A	0,0±0,0	0,6±0,3Aa	2,0±0,5Aa
LCBPF 11	0,0±0,0	0,0±0,0	9,4±0,4Ad	9,6±0,2Ac
LCBPF 12	0,0±0,0	0,0±0,0	10,0±0,0Ad	10,0±0,0Ac
LCBPF 15	0,0±0,0	0,0±0,0	4,0±1,2Ab	8,6±0,7Bbc
LCBPF 17	0,0±0,0	0,0±0,0	5,8±0,7Ab	6,4±0,7Ab
LCBPF 19	0,0±0,0	0,0±0,0	5,2±1,2Ab	7,4±0,6Ab
LCBPF 20	0,0±0,0	0,0±0,0	6,2±0,7Abc	8,0±0,6ABbc
LCBPF 23	0,0±0,0	0,0±0,0	8,0±0,7Acd	9,0±0,4Ac
LCBPF 45	0,0±0,0	0,0±0,0	6,2±0,7Abc	8,6±0,5ABc
LCBPF 46	0,0±0,0	0,2±0,1Aa	4,0±1,1Bb	6,2±0,9Bb
LCBPF 61	0,0±0,0	0,2±0,1Aa	5,4±0,4Bb	7,8±0,8BCbc
LCBPF 62	0,0±0,0	0,0±0,0	6,4±0,8Abc	9,0±0,4Bc
LCBPF 63	0,0±0,0	0,0±0,0	9,6±0,3Ad	10,0±0,0Ac
E9	0,0±0,0	0,6±0,4Aa	4,2±2,6ABab	8,6±1,4BCbc
Esalq	0,0±0,0	0,6±0,3Aa	8,0±0,2Bcd	9,2±0,3Bc
PI63	0,0±0,0	0,0±0,0	4,8±0,4Ab	8,2±0,6Bbc
Boveril	0,0±0,0	0,0±0,0	2,0±1,1Aa	8,6±0,5Bbc
Metarril	0,0±0,0	0,0±0,0	4,6±1,1Ab	6,4±0,9Ab
Octane	0,0±0,0	0,0±0,0	6,4±1,6Abc	4,2±1,7Aab
Tratamentos	5 DAA		7 DAA	
	S/	C/	S/	C/
	5 DAA		7 DAA	
Testemunha	1,8±0,3Aa	3,0±0,4ABa	3,5±0,4Ba	5,0±0,4Ba
LCBPF 11	10,0±0,0Ac	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab
LCBPF 12	10,0±0,0Ac	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab
LCBPF 15	9,4±0,3Bc	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 17	9,8±0,1Bc	9,8±0,6Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 19	10,0±0,0Bc	9,6±0,1Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 20	9,2±0,3Bc	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 23	10,0±0,0Ac	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab
LCBPF 45	8,0±0,9ABc	10,0±0,0Bb	9,2±0,3Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 46	9,4±0,2Cc	10,0±0,0Cb	10,0±0,0Cb	10,0±0,0Cb
LCBPF 61	9,8±0,1Cc	9,2±0,7Cb	10,0±0,0Cb	10,0±0,0Cb
LCBPF 62	9,8±0,1Bc	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
LCBPF 63	10,0±0,0Ac	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab	10,0±0,0Ab
E9	9,0±0,3Cc	9,6±0,3Cb	10,0±0,0Cb	10,0±0,0Cb
Esalq	9,8±0,1Bc	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
PI63	9,4±0,3Bc	9,8±0,1Bb	10,0±0,0Bb	10,0±0,0Bb
Boveril	7,4±0,4Bb	9,8±0,1Bb	9,4±0,3Bb	9,8±0,1Bb
Metarril	9,2±0,3Bc	9,2±0,3Bb	10,0±0,0Bb	9,8±0,1Bb
Octane	9,6±0,3Bc	9,6±0,2Bb	9,8±0,1Bb	10,0±0,0Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, por linha, ou minúscula, por coluna, não diferem pelo teste de Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 6 - Mortalidade corrigida acumulada (%) de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) sem (S/) ou com (C/) concha com os diferentes isolados de fungos entomopatogênicos corrigidos com base na mortalidade na testemunha e após a aplicação dos mesmos

Tratamentos	Mortalidade (%)			
	S/	C/	S/	C/
	1 DAA*		3 DAA	
LCBPF 11	0,00±0,00	0,00±0,00	93,64±4,24Ad	94,91±1,73Ad
LCBPF 12	0,00±0,00	0,00±0,00	100±0,00Ad	100±0,00Ad
LCBPF 15	0,00±0,00	0,00±0,00	40,05±12,08Ab	82,20±6,93Bd
LCBPF 17	0,00±0,00	0,00±0,00	55,49±6,85Abc	65,13±6,08Ac
LCBPF 19	0,00±0,00	0,00±0,00	47,79±12,33Abc	66,95±5,74Ac
LCBPF 20	0,00±0,00	0,00±0,00	59,73±9,69Abc	74,58±8,94Acd
LCBPF 23	0,00±0,00	0,00±0,00	78,80±6,71Acd	87,29±4,47Ad
LCBPF 45	0,00±0,00	0,00±0,00	58,77±7,08Ac	82,20±5,29Ad
LCBPF 46	0,00±0,00	2,00±1,41Aa	36,94±10,55Bb	51,24±9,53Bb
LCBPF 61	0,00±0,00	1,18±0,83Aa	51,25±4,79Bb	60,07±6,82Bbc
LCBPF 62	0,00±0,00	0,00±0,00	61,85±7,93Ac	87,29±4,47Bd
LCBPF 63	0,00±0,00	0,00±0,00	95,76±2,83Ad	100±0,00Ad
E9	0,00±0,00	5,00±3,54Aa	27,94±8,08Bab	68,86±8,28BCc
ESALQ1296	0,00±0,00	4,56±2,76Aa	78,80±2,24Bcd	89,83±3,46Bd
PI63	0,00±0,00	0,00±0,00	44,89±4,12Bb	58,38±7,79Bbc
Boveril	0,00±0,00	0,00±0,00	15,22±10,95Aa	70,89±8,88Bc
Metarril	0,00±0,00	0,00±0,00	42,77±10,86Ab	54,24±9,38Ab
Octane	0,00±0,00	0,00±0,00	27,37±10,60Aab	63,50±14,93Bc
Tratamentos	5 DAA		7 DAA	
	S/	C/	S/	C/
	5 DAA		7 DAA	
LCBPF 11	100±0,00Ab	100±0,00Ab	100±0,00Aa	100±0,00Aa
LCBPF 12	100±0,00Ab	100±0,00Ab	100±0,00Aa	100±0,00Aa
LCBPF 15	90,63±3,31Bb	100±0,00Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
LCBPF 17	97,55±1,41Bb	94,65±1,28Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
LCBPF 19	100±0,00Bb	94,12±1,41Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
LCBPF 20	97,55±2,00Bb	100±0,00Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
LCBPF 23	100±0,00Ab	100±0,00Ab	100±0,00Aa	100±0,00Aa
LCBPF 45	75,48±9,22Aba	100±0,00Cb	82,40±5,66Ca	100±0,00Ca
LCBPF 46	92,64±1,73Cb	100±0,00Cb	100±0,00Ca	100±0,00Ca
LCBPF 61	97,55±1,41Cb	94,12±1,41Cb	100±0,00Ca	100±0,00Ca
LCBPF 62	97,55±1,41Bb	100±0,00Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
LCBPF 63	100±0,00Ab	100±0,00Ab	100±0,00Aa	100±0,00Aa
E9	87,74±3,16Cb	72,85±4,35Ca	100±0,00Ca	100±0,00Ca
ESALQ1296	97,95±1,18Bb	100±0,00Bb	100±0,00Ba	100±0,00Ba
PI63	92,64±2,83Cb	96,53±0,83Cb	100±0,00Ca	100±0,00Ca
Boveril	68,12±4,24Ba	89,59±1,55Cb	86,80±2,83Ca	92,30±1,09Ca
Metarril	90,19±2,65Bb	90,47±3,46Bb	100±0,00Ba	90,50±1,41Ba
Octane	95,10±2,83Cb	88,23±1,73Cb	95,60±1,41Ca	100±0,00Ca

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, por linha, ou minúscula, por coluna, não diferem pelo teste de Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). *DAA: Dias após aplicação.

Figura 4 - Mortalidade corrigida acumulada de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) com (C/) ou sem (S/) concha, ao longo dos dias após a aplicação dos isolados de *Beauveria* sp., LCBPF 15, LCBPF 19, LCBPF 20, LCBPF 23, LCBPF 45, LCBPF 46, LCBPF 61 e LCBPF 62, com linha de tendência e simulação gráfica da TL estimada (tempo letal) capaz de provocar 80% de mortalidade

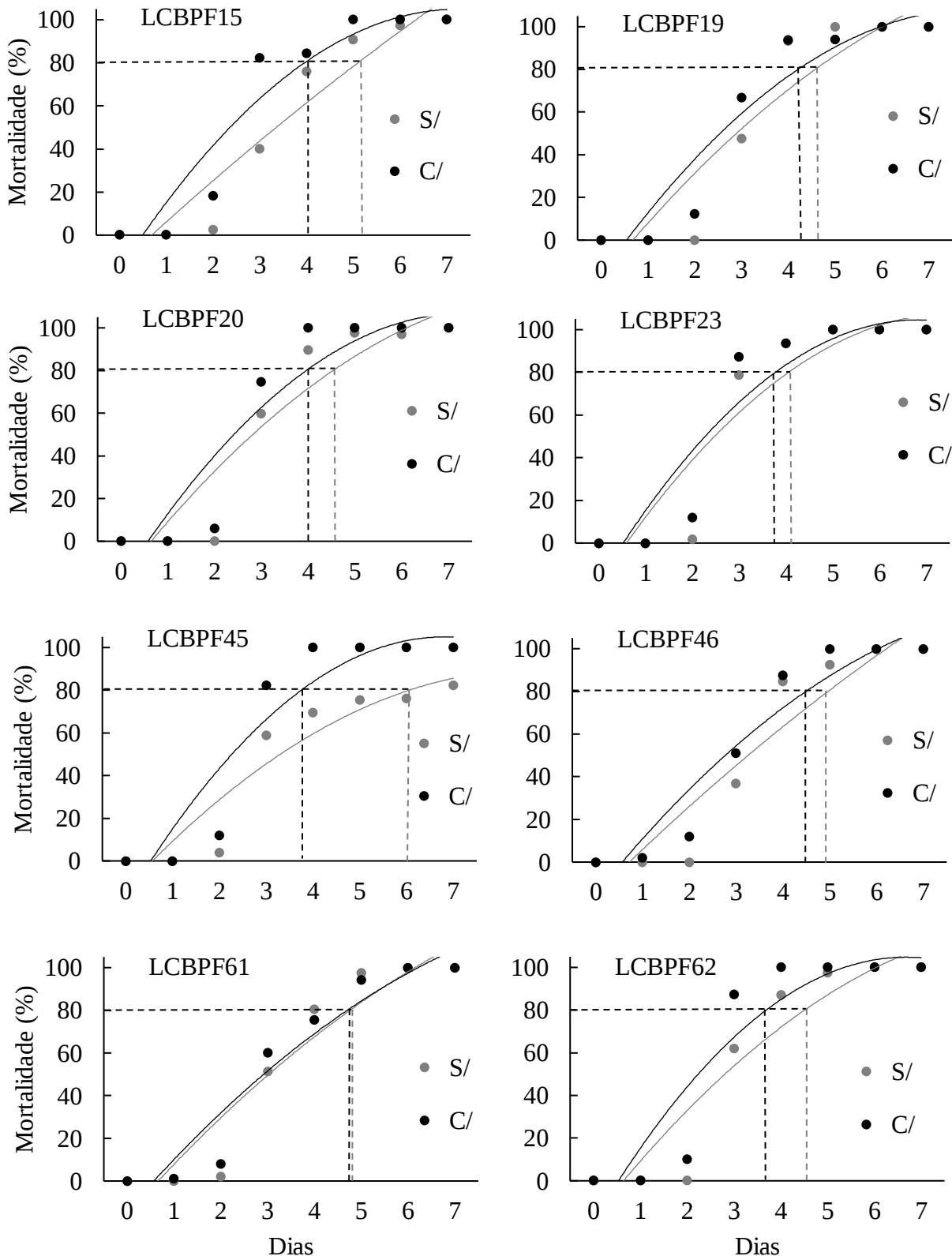


Figura 5 - Mortalidade corrigida acumulada das ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae), com (C/) ou sem (S/) concha, ao longo dos dias após a aplicação dos isolados de *Cordyceps* sp., LCBPF 11, LCBPF 12, LCBPF 17 e LCBPF 63, com linha de tendência e simulação gráfica da TL estimada (tempo letal) capaz de provocar 80% de mortalidade

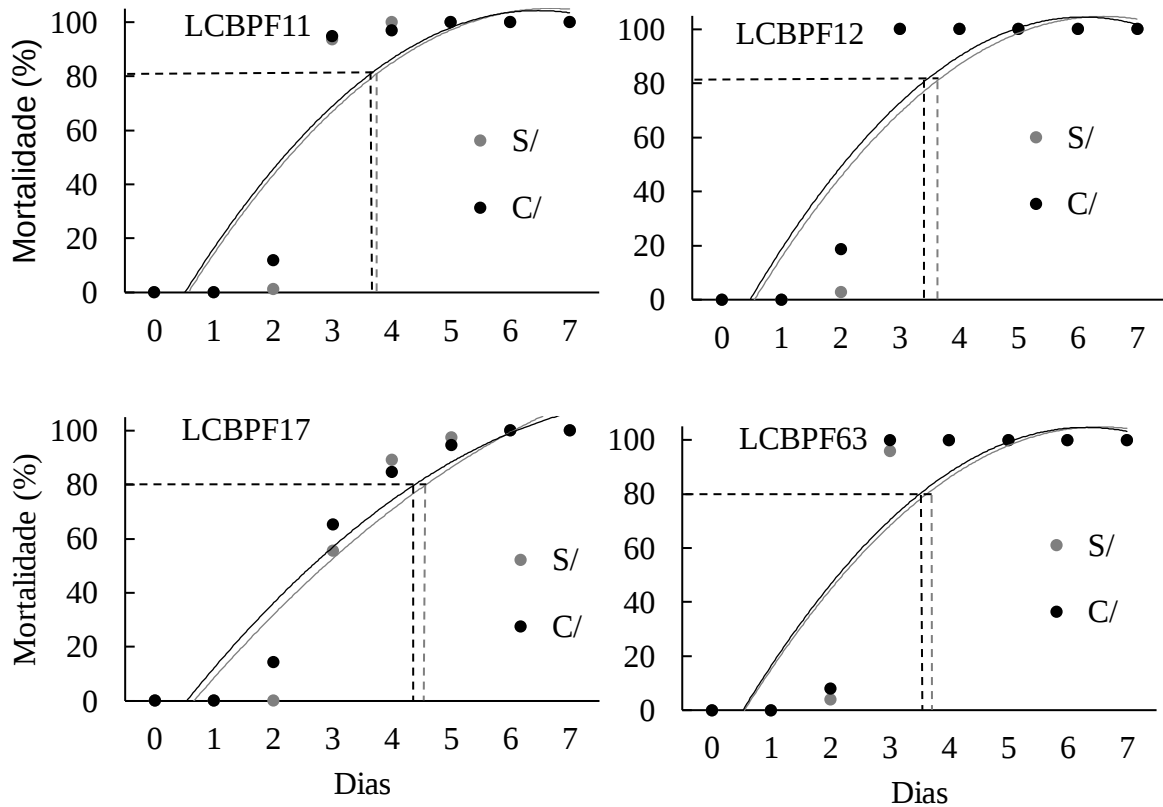


Figura 6 - Mortalidade corrigida acumulada das ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae), com (C/) e sem (S/) concha, ao longo dos dias após a aplicação dos produtos comerciais, Boveril®, Metarril® e Octane®, e respectivas cepas, PL63, E9 e ESALQ1296, com linha de tendência e simulação gráfica da TL estimada (tempo letal) capaz de provocar 80% de mortalidade

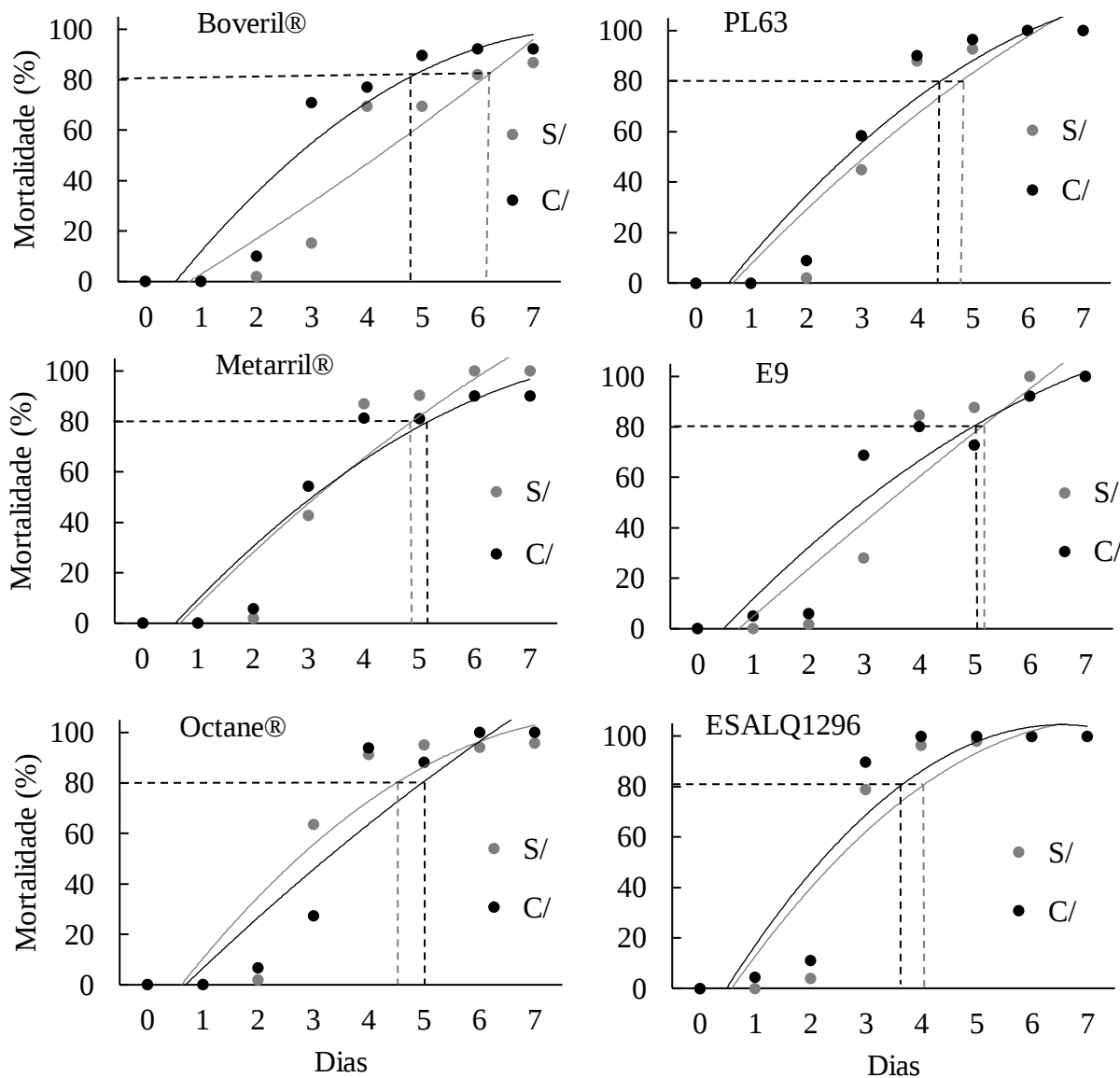


Figura 7 - Ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) infectadas por *Beauveria bassiana* (A), *Cordyceps cateniannulata* (B), *Cordyceps fumosorosea* (C), *Cordyceps javanica* (D) e *Metarhizium anisopliae* (E); Ninfa sadia (F)

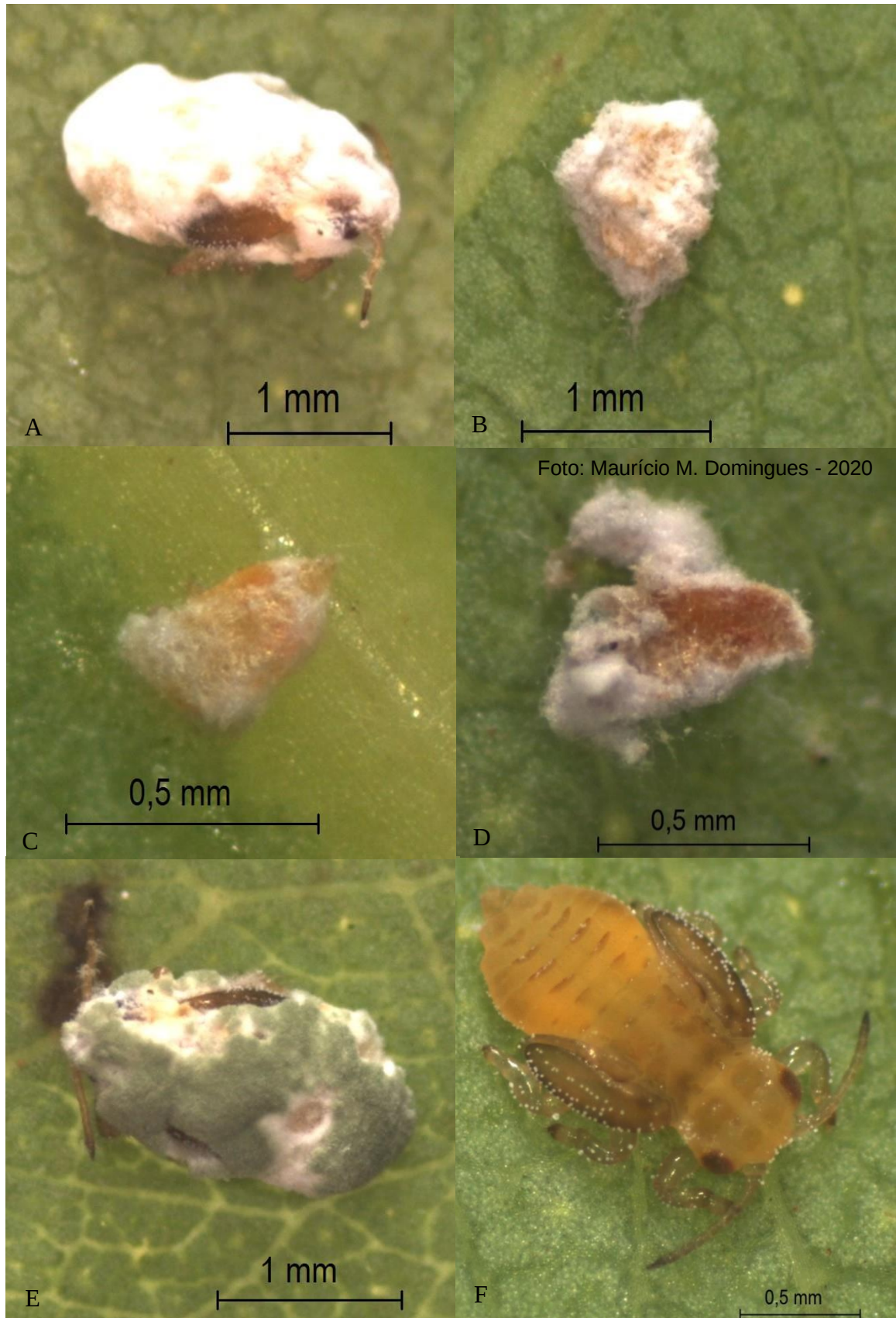
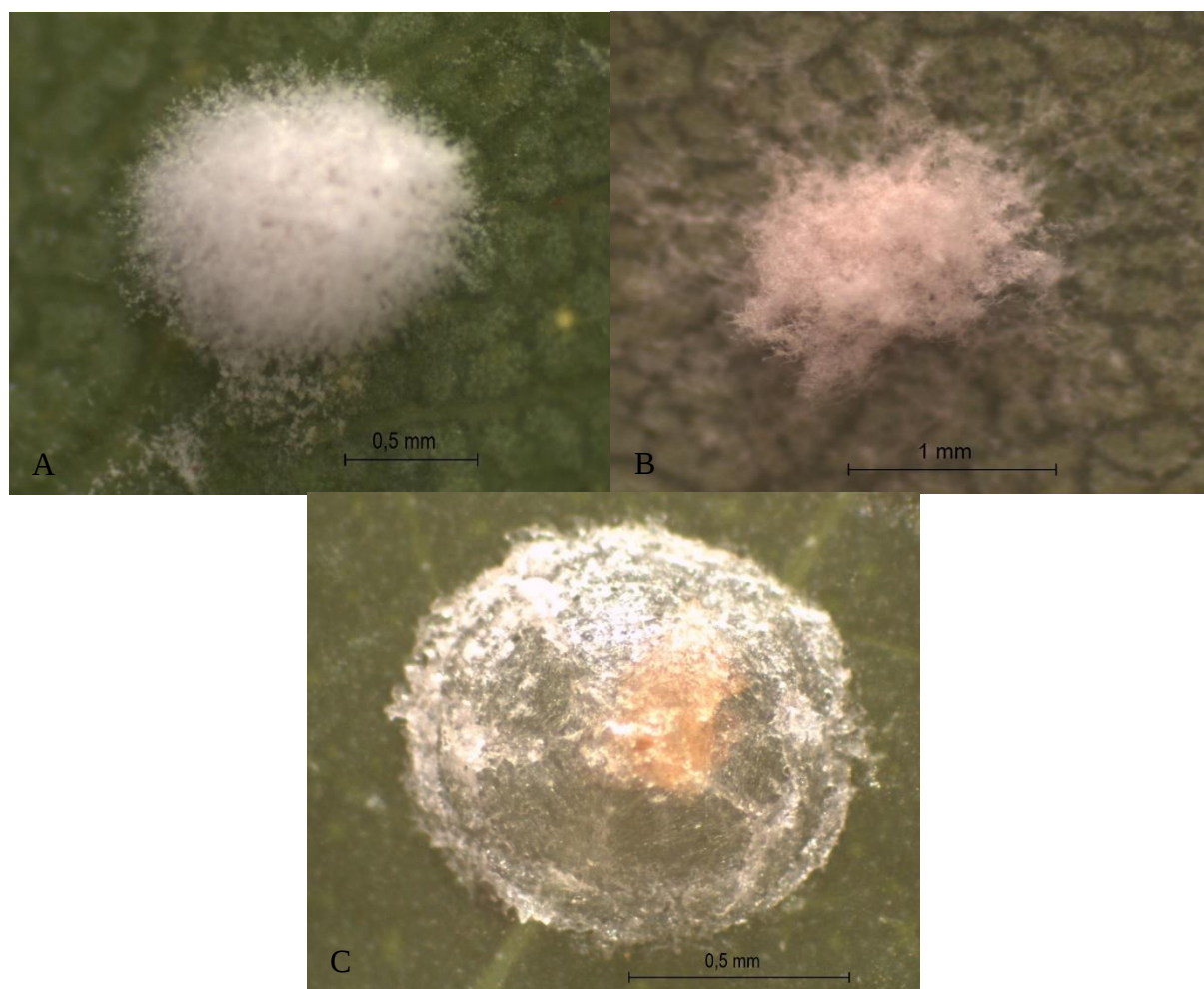


Figura 8 - Crescimento de *Beauveria bassiana* (A) e *Cordyceps fumosorosea* (B) sobre conchas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae); concha sem o crescimento de fungos (C)



1.4. DISCUSSÃO

A identificação dos gêneros *Aspergillus*, *Beauveria*, *Cordyceps*, *Fusarium*, *Metarhizium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis* e *Purpureocillium*, engloba fungos oportunistas, nematófagos, fitopatógenos, endofíticos e entomopatogênicos, que ocorrem, naturalmente, no Brasil (ROCHA; LUZ, 2011; CORALLO et al., 2019; MUSSI-DIAS, et al., 2020). O potencial entomopatogênico de *Fusarium*, *Paecilomyces* e *Purpureocillium* tem sido demonstrado, mas algumas espécies desse gênero infectam, apenas, indivíduos imunossuprimidos, causando hialohifomicose (ANTAS et al., 2012; RAGHAVAN et al., 2018; TUPAKI-SREEPURNA; KINDO, 2018). Espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium* produzem micotoxinas patogênicas a saúde humana (MENDONÇA et al., 2009), as de *Pestalotiopsis*, comumente, como

patógenos vegetais, algumas podendo infectar *Eucalyptus* spp. (MAHARACHCHIKUMBURA et al., 2014; MORALES-RODRÍGUEZ et al., 2019). A seleção dos isolados dos gêneros *Beauveria*, *Cordyceps* e *Metarhizium* para identificação molecular se deve ao fato de terem menores riscos à saúde humana e maior potencial entomopatogênico (ZIMMERMANN, 2007a; ZIMMERMANN, 2007b, ZIMMERMANN, 2008; CHEN et al., 2020).

A alta viabilidade dos conídios dos isolados é semelhante a observada para *B. bassiana*, *C. javanica* e *M. anisopliae*, acima de 92% (BAJA et al., 2020; CORALLO et al., 2021; MEMBANG et al., 2021), e indica que esses isolados podem ser disseminados e serem eficientes como micoinseticidas (ABATE et al., 2021).

A alta mortalidade de ninfas de *G. brimblecombei* após sete dias da aplicação dos isolados dos fungos *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* e *M. anisopliae* indica potencial dos mesmos para o manejo desse inseto, como observado para o uso de *B. bassiana* e *M. anisopliae*, com mortalidade de *G. brimblecombei*, acima de 90% (DAL POGETTO et al., 2011b), de *B. tabaci* após a aplicação de *B. bassiana*, *Cordyceps* sp. e *M. anisopliae* (SANI et al., 2020; BOAVENTURA et al., 2021); *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) após inoculação de *C. cateniannulata* (ZHOU et al., 2020) e de larvas de *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae) inoculadas com *C. javanica* (BAJA et al., 2020). A patogenicidade, desses fungos, se deve à produção de múltiplas micotoxinas, como bassianolida e beauvericina por *C. fumosorosea* e *B. bassiana* e destruxina por *M. anisopliae* (GARCÍA et al., 2020. QASIM et al., 2020; SABBOUR et al., 2020).

Os melhores resultados dos isolados LCBPF 11 (*C. javanica*), LCBPF 12 e LCBPF 67 (*C. fumosorosea*) podem estar relacionados à sua origem, ambos provenientes de *B. tabaci* da ordem Hemiptera, a mesma de *G. brimblecombei*. Isto é semelhante ao observado para *B. tabaci* com isolados de *Cordyceps* sp. provenientes de adultos desse inseto (SHAH et al, 2020; BOAVENTURA et al., 2021) e de isolados de *B. bassiana* e *M. anisopliae* obtidos de *Carabus nemoralis* Mueller (Coleoptera: Carabidae) contra *Sitophilus granarius* Linnaeus (Coleoptera: Curculionidae) (BATTA, 2018). O controle de *Hedypathes betulinus* Klug (Coleoptera: Cerambycidae) foi melhor com um isolado obtido dessa espécie, 100% de mortalidade e de 2,1% e 31,1% daqueles de hospedeiros da ordem Lepidoptera (LEITE et al., 2011), indicando alto

nível de patogenicidade de fungos para insetos da mesma ordem das quais foram isolados (XU et al., 1988).

O desenvolvimento dos isolados dos gêneros *Beauveria* e *Cordyceps* sobre as conchas de *G. brimblecombei*, com comportamento semelhante ao de fungos saprófitas, como a fumagina (*Capnodium* sp.) (JERE et al., 2020) e entomopatogênicos, *B. bassiana*, *M. anisopliae* e *L. longisporum* (DAL POGETTO, 2011a) está relacionado com a composição da concha, formada por monossacarídeo frutose e amido (FAAST et al., 2020). Isto indica que sua presença pode facilitar o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos em condições adequadas, como fonte de inóculo. A maior velocidade de mortalidade das ninfas com concha após três dias da aplicação dos isolados LCBPF 15, LCBPF 45, LCBPF 62, Boveril e Octane, pode estar relacionada ao crescimento dos mesmos sobre a concha, semelhante a associação do crescimento de fungos saprófitas (FLORIS et al., 2020) e a mortalidade de ninfas de *G. brimblecombei*, aumentando a umidade no interior da concha.

REFERÊNCIAS

- ABATE, B., WAKGARI, M., SORI, W. The efficacy of entomopathogenic fungi for antestia bugs (*Antetiopsis intircata*: Pentatomidea, Hemimptera) control. **American Journal of Biological and Environmental Statistics**, v. 7, n. 1, p. 9-18, 2021. DOI:10.11648/j.ajbes.20210701.12
- ANTAS, P.R.Z., BRITO, M.M.S., PEIXOTO, E., PONTE, C.G.G., BORBA, C.M. Neglected and emerging fungal infections: review of hyalohyphomycosis by *Paecilomyces lilacinus* focusing in disease burden, in vitro antifungal susceptibility and management. **Microbes and Infection**, v. 14, n. 1, p. 1-8, 2012. DOI:10.1016/j.micinf. 2011.08.004
- BAJA, F. POITEVIN, C.G., ARAUJO, E.S., MIRÁS-AVALOS, J.M., ZAWADNEAK, M.A., PIMENTEL, I.C. Infection of *Beauveria bassiana* and *Cordyceps javanica* on different immature stages of *Duponchelia fovealis* Zeller (Lepidoptera: Crambidae). **Crop Protection**, v. 138, n. 1, 105347, 2020. DOI:10.1016/j.cropro.2020.105347
- BATTA, Y.A. Efficacy of two species of entomopathogenic fungi against the stored-grain pest, *Sitophilus granarius* L. (Curculionidae: Coleoptera), via oral ingestion. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2018. DOI:10.1186/s4 1938-018-0048-x
- BOAVENTURA, H.A. QUINTELA, E.D., SANTOS, E.N., SILVA, J.F.A., HUMBER, R.A. Susceptibility of all nymphal stages of *Bemisia tabaci* Biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) to three brazilian isolates of *Cordyceps* sp. (Hypocreales: Cordycipitaceae) in a greenhouse under variable temperature and moisture conditions. **Neotropical Entomology**, v. 50, n. 1, p. 100-113, 2021. DOI:10.1007/s137 44-020-00823-5
- CHEN, B., SUN, Y., LUO, F., WANG, C. Bioactive metabolites and potential mycotoxins produced by *Cordyceps* fungi: a review of safety. **Toxins**, v. 12, n. 6, p. 410, 2020. DOI:10.3390/toxins12060410
- CORALLO, B. SIMETO, S., MARTÍNEZ, G., GÓMEZ, D., ABREO, E., ALTIER, N., LUPO, S. Entomopathogenic fungi naturally infecting the eucalypt bronze bug, *Thaumastocoris peregrinus* (Heteroptera: Thaumastocoridae), in Uruguay. **Journal of Applied Entomology**, v. 143, n. 5, p. 542-555, 2019. DOI:10.1111/jen.12624
- CORALLO, A.B., PECHI, E., BETTUCCI, L., TISCORNIA, S. Biological control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) by Entomopathogenic fungi and their side effects on natural enemies. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-9, 2021. DOI:10.1186/s41938-020-00358-2
- DAL POGETTO, M.H.F.A., WILCKEN, C.F., GIMENES, M.J., SOUZA CHRISTOVAM, R., PRADO, E.P. Control of red-gum lerp psyllid with formulated mycoinsecticides under semi-field conditions. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, n. 1-2, p. 85-91, 2011a. DOI:10.1017/S1742758411000166

DAL POGETTO, M.H.F.A., WILCKEN, C.F., CHRISTOVAM, R.S., PRADO, E.P., GIMENES, M.J. Effect of formulated entomopathogenic fungi on Red Gum Lerp Psyllid *Glycaspis brimblecombei*. **Research Journal of Forestry**, v. 5, n. 2, p. 99-106, 2011b. DOI:10.3923/rjf.2011.99.106

DOMINGUES, M.M., BECCHI, L.K., VELOZO, S.G.M., SOUZA, A.R., BARBOSA, L.R., SOARES, M.A., SERRÃO, J.E., ZANUNCIO, J.C., WILCKEN, C.F. Selectivity of mycoinsecticides and a pyrethroid to the egg parasitoid *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae). **Scientific Reports**, v.10, 14617, 2020. DOI:10.1038/s41598-020-71151-2

DOMSCH, K.H., GAMS, W., ANDERSON, T-H. **Compendium of soil fungi**. Academic Press, London. v. 1, 1264 p., 1980.

FAAST, R., CLARKE, P.A., TAYLOR, G.S., SALAGARAS, R.L., WEINSTEIN, P. Indigenous use of lerps in Australia: so much more than a sweet treat. **Journal of Ethnobiology**, v. 40, n. 3, p. 328-347, 2020. DOI:10.2993/0278-0771-40.3.328

FLORIS, I., PUSCEDDU, M., MANNU, R., BUFFA, F., QUARANTA, M., SATTA, A. Impact of sap-sucking insect pests (*Blastopsylla occidentalis* Taylor and *Glycaspis brimblecombei* Moore, Hemiptera: Psyllidae) on unifloral *Eucalyptus* honey. **Annals of Silvicultural Research**, v. 44, n. 2, p. 66-70, 2020. DOI:10.12899/asr-1848

GARCÍA, N.M.R., MARTÍNEZ, M.M., VILLEGAS-MENDOZA, J.M. Detección de bassianolida y beauvericina en cepas de *Beauveria bassiana* y su participación en la actividad patogénica hacia *Spodoptera* sp. **Biotecnia**, v. 22, n. 3, p. 93-99, 2020. DOI:10.18633/biotecnia.v22i3.1060

JERE, V., MHANGO, J., NJERA, D., JENYA, H. Infestation of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) on three *Eucalyptus* species in selected ecological zones in Malawi. **African Journal of Ecology**, v. 58, n. 2, p. 251-259, 2020. DOI:10.1111/aje.12686

LEITE, M.S.P., IEDE, E.T., PENTEADO, S.D.R.C., ZALESKI, S.R.M., CAMARGO, J.M.M., RIBEIRO, R.D. Seleção de isolados de fungos entomopatogênicos para o controle de *Hedypathes betulinus* e avaliação da persistência. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 619-628, 2011. DOI: 10.5380/rf.v41i3.24055

MAHARACHCHIKUMBURA, S.S.N., HYDE, K.D., GROENEWALD, J.Z., XU, J., CROUS, P.W. *Pestalotiopsis* revisited. **Studies in Mycology**, v. 79, n. 1, p. 121-186, 2014. DOI:10.1016/j.simyco.2014.09.005

MENDONÇA, M.B., HIDALGO, A.F., CHAVES, F.C.M. Isolamento e identificação de fungos com potencial patogênico para a saúde humana em material vegetal de uso medicinal comercializado em Manaus. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. S1208-1214, 2009. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/EventosX/Trabalhos/EV_3/A1950_T3043_Comp.pdf>. Acesso: 24/03/2021.

MASCARIN, G.M., JARONSKI, S.T. The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 32, n. 11, p. 177, 2016. DOI:10.1007/s11274-016-2131-3

MEMBANG, G., AMBANG, Z., MAHOT, H.C., KUATE, A.F., FIABOE, K.K.M., HANNA, R. Thermal response and horizontal transmission of cameroonian isolates of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*—Candidates for microbial controls of the banana root borer *Cosmopolites sordidus*. **Fungal Ecology**, v. 50, n.1, p. 101042, 2021. DOI:10.1016/j.funeco.2021.101042

MORALES-RODRÍGUEZ, C., DALLA VALLE, M., ALEANDRI, M., VANNINI, A. *Pestalotiopsis biciliata*, a new leaf pathogen of *Eucalyptus* spp. recorded in Italy. **Forest Pathology**, v. 49, n. 2, p. e12492, 2019. DOI:10.1111/efp.12492

MUSSI-DIAS, V., FREIRE, M.D.G.M., DOS SANTOS, A.V., MOREIRA, D.D.O., CAROLINO, A.T., SAMUELS, R.I. Screening of fungi isolated from the Brazilian Restinga for insecticidal activity. **Microbiology Research Journal International**, v. 30, n. 3, p. 48-63, 2020. DOI:10.9734/mrji/2020/v30i330204

PÜNTENER, W., ZAHNER, O. **Manual for field trials in plant protection**. 2 Ed., Basle: Ciba-Geigy Limited, Agricultural Division, 205 p., 1981.

QASIM, M., ISLAM, S. U., ISLAM, W., NOMAN, A., KHAN, K. A., HAFEEZ, M., HUSSAIN, D., DASH, C.K., BAMISILE, B.S., AKUTSE, K.S., RIZWAN, M., NISAR, M.S., JAN, S., WANG, L. Characterization of mycotoxins from entomopathogenic fungi (*Cordyceps fumosorosea*) and their toxic effects to the development of asian citrus psyllid reared on healthy and diseased citrus plants. **Toxicon**, v. 188, n. 1, p. 39 -47, 2020. DOI:10.1016/j.toxicon.2020.10.012

RAGHAVAN, R. CHITHRA, G., FERNANDEZ, S., SURYANARAYANA, B.S., SINGH, R. An unusual case of hyalohyphomycosis due to *Purpureocillium lilacinum* in a patient with myasthenia gravis. **Current Medical Mycology**, v. 4, n. 2, p. 36, 2018. DOI:10.18502/cmm.4.2.62

RIBEIRO, N., ABELHO, M., COSTA, R. A review of the scientific literature for optimal conditions for mass rearing *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Entomological Science**, v. 53, n. 4, p. 434-454, 2018. DOI:10.18474/JES17-67.1

ROCHA, L.F.N., LUZ, C. Activity of *Metarhizium* spp. and *Isaria* spp. from the Central Brazilian Cerrado against *Triatoma infestans* nymphs. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 105, n. 7, p. 417-419, 2011. DOI:10.1016/j.trstmh.2011.04.012

SABBOUR, M.M., SOLIEMAN, N.Y., ABDEL-RAHEEM, M.A. Influence of *Metarhizium anisopliae*-based Destruxin A-760 and Destruxin-A-724 on the sugar beet fly, *Pegomya mixta* Vill.(Diptera: Anthomyiidae). **Journal of Biopesticides**, v. 13, n. 1, p. 21-27, 2020. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fsr&AN=145272901&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso: 24/03/2021.

SAMSON, R.A., HARRY, C.E., LATGÉ, J.P. **Atlas of entomopathogenic fungi**, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 187 p., 1988.

SANI, I., ISMAIL, S. I., ABDULLAH, S., JALINAS, J., JAMIAN, S., SAAD, N. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with

special reference to biological control using entomopathogenic fungi. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 619, 2020. DOI:10.3390/insects11090619

SHAH, P.A., PELL, J.K. Entomopathogenic fungi as biological control agents. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 61, n. 5, p. 413-423, 2003. DOI:10.1007/s00253-003-1240-8

SHAH, R., AL-SADI, A.M., NASSER AL-SABAHI, J., AL-RAEESI, A.A., AL-RAWAHI, K.K.S., AL-RASHDI, A.S., AL-HINAI, S.F.M., VELAZHAHAN, R. Efficacy of an omani strain of *Cordyceps javanica* and its culture filtrate against whitefly (*Bemisia tabaci*) under laboratory conditions. **All Life**, v. 13, n. 1, p. 615-622, 2020. DOI:10.1080/26895293.2020.1835742

SOLIMAN, E.P., WILCKEN, C.F., FIRMINO, A.C., POGETTO, M.H.F.A.D., BARBOSA, L.R., ZANUNCIO, J.C. Susceptibility of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), a *Eucalyptus* pest, to entomopathogenic fungi. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 3, p. 255-260, 2019. DOI:10.1590/1678-992x-2017-0043

TEDESCO, F.G., LOZANO, E.R., MAZARO, S.M., ABATI, R., POTRICH, M. Potential of *Beauveria bassiana* formulations to control *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e969108097, 2020. DOI:10.33448/rsd-v9i10.8097.

TUPAKI-SREEPURNA, A., KINDO, A.J. *Fusarium*: The versatile pathogen. **Indian Journal of Medical Microbiology**, v. 36, n. 1, p. 8-17, 2018. DOI:10.4103/ijmm.IJMM_16_24

WILCKEN, C.F., SÁ, L.A.N., DAL POGETTO, M.H.F.A., COUTO, E.B., FERREIRA FILHO, P.J., FIRMINO-WINCKLER, D.C. Sistema de criação do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* e de seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus*. **Documentos Técnicos IPEF**, v. 2, n. 2, p. 1–23, 2010. Disponível em: <<https://www.ipef.br/publicacoes/doctecnicos/dt002.pdf>>. Acesso: 20/03/2021.

WRAIGHT S., INGLIS D.G., GOETTEL M.S. Fungi. In: LACEY, L.A., KAYA, H.K. **Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology**, Springer, 223–248p., 2007.

XIONG, Z.Q., YANG, Y.Y., ZHAO, N., WANG, Y. Diversity of endophytic fungi and screening of fungal paclitaxel producer from Anglojap yew, *Taxus x media*. **BMC Microbiology**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2013. DOI:10.1186/1471-2180-13-71

XU, Q. F. Some problems about study and application of *Beauveria bassiana* against agricultural and forest pests in China. In: LI, Y. W.; LI, Z. Z; LIANG, Z. Q., WU, Z. K; XU, Q. F. (Ed.). **Chinese society of mycology, study and application of entomogenous fungi in China**, Vol. 1. Academic Periodical Press, Beijing, 1–9 pp. 1988.

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 6, p. 553-596, 2007a. DOI:10.1080/09583150701309006

ZIMMERMANN, G. Review on safety of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 9, p. 879-920, 2007b. DOI: 10.1080/09583150701593963

ZIMMERMANN, G. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. **Biocontrol Science and Technology**, v. 18, n. 9, p. 865-901, 2008. DOI:10.1080/0958 3150802471812

ZIMMERMANN, G. The 'Galleria bait method' for detection of entomopathogenic fungi in soil. **Journal of Applied Entomology**, v. 102, n. 1-5, p. 213-215, 1986. DOI: 10.1111/j.1439-0418.1986.tb00912.x

ZHOU, Y.M., XIE, W., YE, J.Q., ZHANG, T., LI, D.Y., ZHI, J.R., ZOU, X. New potential strains for controlling *Spodoptera frugiperda* in China: *Cordyceps cateniannulata* and *Metarhizium rileyi*. **BioControl**, v. 65, n. 6, p. 663-672, 2020. DOI:10.1007/s10526-020-10035-w

CAPÍTULO 2

MORTALIDADE DE *Glycaspis brimblecombei* (HEMIPTERA: APHALARIDAE) E VIABILIDADE DO PARASITOIDE *Psyllaephagus bliteus* (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) COM DIFERENTES PRINCÍPIOS ATIVOS

Maurício Magalhães Domingues¹, Paula Leite dos Santos¹, Bianca Cristina Costa Gêa¹, Everton Pires Soliman², José Cola Zanuncio³, Carlos Frederico Wilcken¹

¹Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, R. José Barbosa de Barros, 1780, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil.

²Suzano Papel e Celulose/Tecnologia Florestal, Av. Dr. José Lembo, 1010, 18207-78 – Itapetininga, SP – Brasil.

³Departamento de Entomologia/BIOAGRO, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36570-900, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

RESUMO

O controle químico é uma das principais ferramentas dos programas de manejo de pragas. O manejo do psíldeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), se destaca com o controle biológico através do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) e fungos entomopatogênicos, e o químico com os acetamiprido e etofenproxi. O conhecimento da seletividade de químicos a inimigos naturais serve como base para o manejo integrado de pragas. O objetivo deste trabalho foi testar princípios químicos ativos com potencial para o manejo de *G. brimblecombei*. Para avaliar a mortalidade de *G. brimblecombei* e viabilidade de *P. bliteus* à inseticidas químicos os acetamiprido (50 e 100 g/ha), espinetoram (200 e 400 g/ha), etofenproxi (300 e 600 ml/ha), sulfoxaflor (200 e 400 ml/ha) e sulfoxaflor + lambda-cialotrina (150 e 300 ml/ha), além da testemunha, foram pulverizados sobre mudas de eucalipto infestadas com *G. brimblecombei* e parasitadas por *P. bliteus* em casa-de-vegetação. As conchas vazias e os insetos vivos ou mortos foram contados um dia antes (avaliação prévia) e após dois, quatro, seis, oito, 10, 12 e 14 dias da aplicação dos produtos, quando ninfas de *G. brimblecombei*, parasitadas por *P. bliteus*, foram, também, separadas para avaliação da viabilidade do parasitoide. Os valores de mortalidade foram corrigidos pela fórmula de Henderson-Tilton, e submetidos à análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott e de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software RStudio. A equação (r^2) foi estimada por linha de tendência polinomial ajustada, analisando graficamente o tempo letal para matar 80% da população (TL80) de *G. brimblecombei*. O percentual de redução da viabilidade de *P. bliteus* foi

calculado para classificar os produtos de acordo com as normas da International Organization for Biological Control (IOBC). A mortalidade de *G. brimblecombei* foi maior e com menor TL80 aos dois dias após a pulverização com os princípios ativos sulfoxaflor + lambda-cialotrina. A mortalidade com os acetamiprido, sulfoxaflor e com sulfoxaflor + lambda-cialotrina foi maior que 80%, após seis dias da aplicação das mesmas, e próxima a 100%, após 14 dias. Os espinetoram, na dose de 200 g/ha, e o sulfoxaflor + lambda-cialotrina, na de 300 ml/ha, foram levemente nocivos e os demais princípios ativos e formulações inócuos ao parasitoide *P. bliteus*. Os princípios químicos ativos acetamiprido, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambda-cialotrina tem potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, com destaque para sulfoxaflor + lambda-cialotrina. Os princípios químicos ativos acetamiprido, etofenproxi e sulfoxaflor são inócuos, e espinetoram e sulfoxaflor + lambda-cialotrina levemente nocivos à viabilidade de *P. bliteus*.

Palavras-chave: Acetamiprido. Controle químico. Inseticidas. Seletividade. Sulfoxaflor. *Eucalyptus*.

ABSTRACT

Chemical control is one of the main tools of pest management programs. The management of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae), stands out with biological control through the parasitoid *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) and entomopathogenic fungi, and the chemical with acetamiprid and etophenproxy. Knowledge of the selectivity of chemicals to natural enemies serves as a basis for integrated pest management. The objective of this work was to test active chemical principles with potential for the management of *G. brimblecombei*. To assess the mortality of *G. brimblecombei* and the viability of *P. bliteus* to chemical insecticides, acetamiprid (50 and 100 g/ha), espinetoram (200 and 400 g/ha), etophenproxy (300 and 600 ml/ha), sulfoxaflor (200 and 400 ml/ha) and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin (150 and 300 ml/ha), in addition to the control, were sprayed on eucalyptus seedlings infested with *G. brimblecombei* and parasitized by *P. bliteus* in the greenhouse. Empty lerps and live or dead insects were counted one day before (prior evaluation) and two, four, six, eight, 10, 12 and 14 days after application of the products, when *G. brimblecombei* nymphs, parasitized by *P. bliteus*, were also separated to evaluate the parasitoid viability. Mortality values were corrected by the Henderson-Tilton formula, and subjected to analysis of variance by the F test and their

means compared by the Scott-Knott and Tukey tests at 5% probability, using the RStudio software. The equation (r^2) was estimated by an adjusted polynomial trend line, graphically analyzing the lethal time to kill 80% of the population (TL80) of *G. brimblecombei*. The percentage of reduction in the viability of *P. bliteus* was calculated to classify the products according to the standards of the International Organization for Biological Control (IOBC). The mortality of *G. brimblecombei* was higher and with lower TL80 at two days after spraying with the active ingredients sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin. Mortality with acetamiprid, sulfoxaflor and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin was greater than 80%, after six days of application, and close to 100%, after 14 days. Espinetoram, at a dose of 200 g/ha, and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin, at a dose of 300 ml/ha, were slightly harmful and the other active ingredients and formulations harmless to the parasitoid *P. bliteus*. The active chemical principles acetamiprid, sulfoxaflor and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin have potential for the management of *G. brimblecombei*, with emphasis on sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin. The active chemical principles acetamipride, etophenproxy and sulfoxaflor are harmless, and spinox and sulfoxaflor + lambda-cyhalothrin slightly harmful to the viability of *P. bliteus*.

Key words: Acetamiprid. Chemical control. Insecticides. Selectivity. Sulfoxaflor. *Eucalyptus*.

2.1. INTRODUÇÃO

O controle químico reduz populações de organismos considerados pragas, por causarem danos a bens de consumo ou patrimônios humanos ou risco a saúde (PAPINI et al., 2014). Inseticidas podem matar ovos, larvas ou adultos (BATISTA NETO, et al., 2011; BIBBS et al., 2021) e o controle químico é o método mais utilizado por pequenos, médios e grandes produtores com ação rápida e eficiente, fácil utilização e retorno econômico (PAPINI et al., 2014).

O controle químico é uma das principais ferramentas dos programas de manejo de pragas, porém o uso incorreto, pode causar o desenvolvimento de populações resistentes de insetos, surgimento de novas pragas e ressurgência de outras com efeitos prejudiciais ao homem e outros animais, ao ambiente, além de elevar custos (PIMENTEL et al., 2006). Princípios químicos ativos podem causar efeitos deletérios em organismos não-alvo e comprometer o controle biológico natural ou aplicado (BUENO et al., 2017). Isto aumenta a importância de se desenvolver alternativas que

minimizem os efeitos adversos dos inseticidas sintéticos sobre o meio ambiente (PARRA, 2002). O conhecimento da seletividade de químicos a inimigos naturais serve como base para a escolha e utilização de produtos letais para pragas, e com baixo impacto aos seus inimigos naturais, sendo mais uma tática de manejo (RAKES, et al., 2021).

Acetamiprido e etofenproxi foram registrados para o controle de *Glycaspis brimblecombei*, e juntamente com espinetoram, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambda-cialotrina, estão disponíveis no mercado para o controle de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) (AGROFIT, 2021) e podem ser de interesse no manejo do psílídeo-de-concha. A interação desses compostos com inimigos naturais favorece o manejo integrado da praga. O objetivo foi avaliar a mortalidade de *G. brimblecombei* e a viabilidade do parasitoide *Psyllaephagus bliteus*, após exposição a diferentes inseticidas químicos.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Infestação das mudas

Cento e dez mudas do clone híbrido 3025 (*Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis*) com altura de 50 cm foram separadas e podadas, visando sua brotação. Essas mudas foram infestadas com *G. brimblecombei* e o parasitismo, de ninfas desse inseto, realizado por *P. bliteus* em casa de vegetação a partir da coleta de ramos infestados com ninfas dessa praga parasitadas ou não, os quais foram acondicionados em recipientes com água e dispersos na casa de vegetação com as mudas. Estas mudas foram irrigadas, manualmente, e os ramos infestados mantidos por 10 dias, visando a infestação das mesmas (Figura 1).

Figura 1 - Infestação das mudas do clone híbrido 3025 (*Eucalyptus grandis* x *camaldulensis*) (A) e aquelas infestadas (B) por *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em casa de vegetação



2.2.2 Bioensaio preliminar

A mortalidade de *G. brimblecombei* e a viabilidade de *P. bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae), devidas aos inseticidas, foram avaliadas em 11 tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Ingrediente ativo (IA), grupo químico (GQ), produto comercial (PC), doses e formulações (Form.) granulada dispersível (GD) e suspensão concentrada (SC) dos inseticidas para avaliar a mortalidade de *Glycaspis brimblecombei* e viabilidade de *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae)

IA	GQ	PC	Doses	Form.
Acetamiprido	Neonicotinoide	Mospilan®	50 e 100 g/ha	GD
Espinetoram	Espinosinas	Delegate®	200 e 400 g/ha	GD
Etofenproxi	Éter difenílico	Trebon®	300 e 600 ml/ha	SC
Sulfoxaflor	Sulfoxaminas	Closer®	200 e 400 ml/ha	SC
Sulfoxaflor + Lambda-cialotrina	Sulfoxaminas + piretroide	Expedition®	150 e 300 ml/ha	SC
Testemunha		-	-	-

A aplicação foi realizada em simulador estacionário de barra com ponta XR 11001 (Teejet), pressão de 1,9 bar e deslocamento de 7,5 km/h, com volume de calda de 50 L/ha (Figura 2).

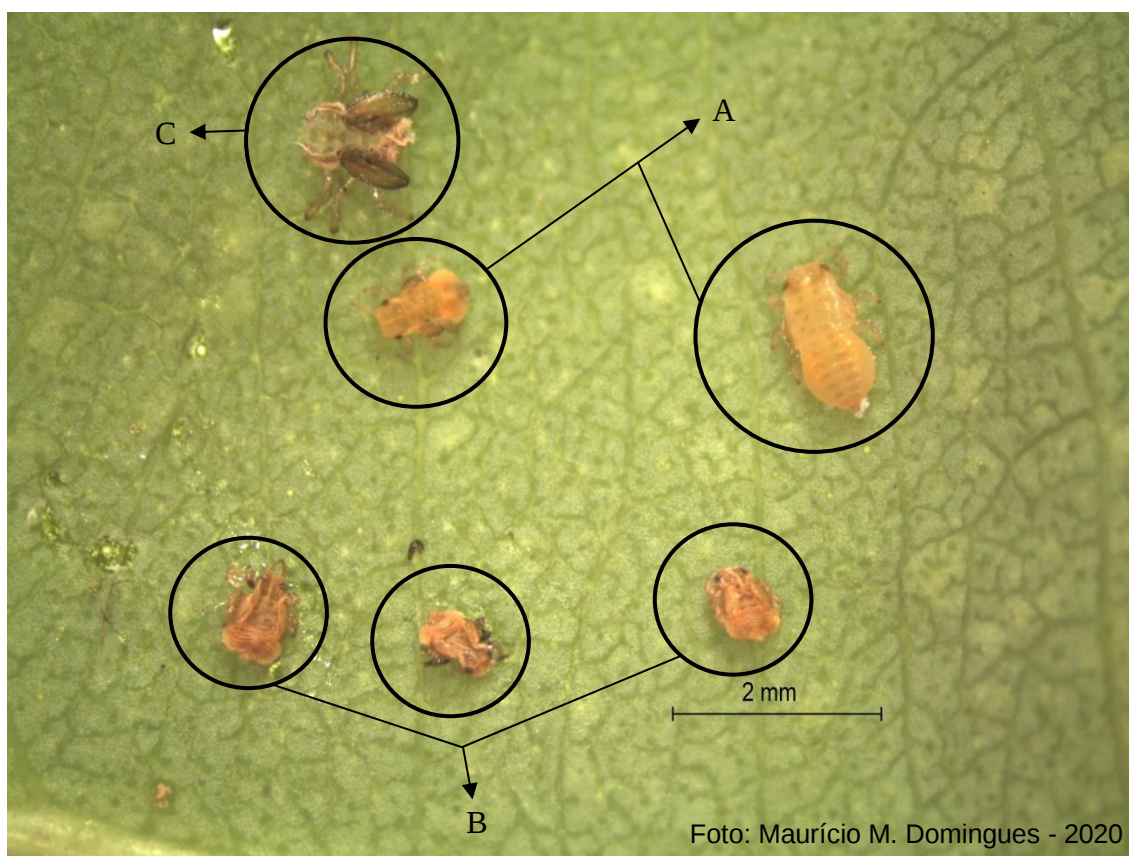
Figura 2 - Preparação das caldas inseticidas para aplicação no simulador de barra estacionária (A), aplicação dos tratamentos com o simulador de barra estacionária (B) e cobertura de aplicação dos produtos (C)



Foto: Maurício M. Domingues - 2020

O número de repetições foi de dez (cada uma com uma muda infestada) e as avaliações realizadas um dia antes (número de folhas e conchas) e aos dois, quatro, seis, oito e 10 dias após a aplicação dos produtos, quando os números de conchas vazias e os insetos vivos ou mortos foram contados em 12 folhas por repetição (três do ponteiro, três do terço médio e três da parte inferior das mudas) (Figura 3). Os valores da mortalidade acumulada foram corrigidos com o número de ninfas vivas nos tratamentos em relação ao tratamento testemunha (HENDERSON; TILTON, 1955) e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com o software RStudio.

Figura 3 - Avaliação de ninfas vivas (A) e mortas (B); exúvia (C) de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)



2.2.3 Efeito de inseticidas químicos em ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae)

A mortalidade de *G. brimblecombei* foi avaliada em 11 tratamentos (Tabela 1), com os inseticidas recebendo o adjuvante Silwet L-77 na dose de 0,03% v/v. Cento e

dez mudas do clone híbrido 433 (*Eucalyptus urophylla* var. *platyphylla*) com altura, aproximada, de 50 cm foram separadas e podadas, visando sua brotação. O número de conchas/planta de *G. brimblecombei* foi avaliado aos 15 dias da infestação das mudas e a aplicação dos tratamentos (Tabela 1). Essa aplicação foi realizada em simulador estacionário de barra com ponta XR 11001 (Teejet), pressão de 2,5 bar, deslocamento de 4,32 km/h e volume de calda de 100 L/ha.

Dez repetições (uma muda infestada cada) foram utilizadas e as avaliações realizadas um dia antes (contagem do número de folhas e conchas), e aos dois, quatro, seis, oito, 10, 12 e 14 dias após a aplicação dos produtos, com o mesmo método de avaliação do primeiro experimento. Os valores da mortalidade acumulada foram corrigidos com o número de ninfas vivas nos tratamentos em relação ao tratamento testemunha (HENDERSON; TILTON, 1955) e submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$) com o software RStudio.

2.2.4. Viabilidade do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) com os diferentes princípios ativos

Dez repetições (uma muda infestada cada) foram utilizadas e as avaliações realizadas um dia antes (número de folhas e conchas e taxa de parasitismo) [Taxa de parasitismo = $\frac{\text{Múmias (parasitadas + vazias)}}{\text{ninfas (sadias + parasitadas)}} \times 100$], e aos dois, quatro, seis, oito e 10 dias após a aplicação dos produtos em 12 folhas por repetição (três do ponteiro, três do terço médio e três da parte inferior das mudas) quando as ninfas de *G. brimblecombei* parasitadas por *P. bliteus* foram separadas e acondicionadas em placas de Petri em condições ideais para a emergência desse parasitoide (Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12 h).

O percentual de redução na viabilidade do parasitoide (%E) foi calculado com a equação: $\%E = (100 - \text{porcentagem média geral do tratamento com inseticida} / \text{porcentagem média geral do tratamento testemunha}) \times 100$ para classificar os produtos de acordo com as normas da IOBC: classe 1– inócuo ($E < 30\%$); classe 2– levemente nocivo ($30 \leq E \leq 79\%$); classe 3– moderadamente nocivo ($80 \leq E \leq 99\%$); classe 4– nocivo ($E > 99\%$) (HASSAN, 1992). O delineamento foi inteiramente casualizado, os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software R Studio.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Bioensaio preliminar

A mortalidade de *G. brimblecombei* foi baixa (<70%), mas com melhores resultados com os acetamiprido e sulfoxaflor, nas maiores doses, e o sulfoxaflor + lambda-cialotrina, em ambas as doses após 10 dias da pulverização (Tabela 2 e 3 e Figura 4).

Tabela 2 - Número médio de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) mortas por folha (média $\pm$ EP) com os princípios ativos (PA) acetamiprido (Ac.), espinetoram (Es.), etofenproxi (Et.), sulfoxaflor (Su.) e sulfoxaflor+lambda-cialotrina (Su.+lc) em diferentes doses (D), por dia após a pulverização dos tratamentos (Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12 h)

PA	D	Média de ninfas mortas				
		2 DAA*	4 DAA	6 DAA	8 DAA	10 DAA
Test.	-	0,04 $\pm$ 0,02Aa	0,04 $\pm$ 0,04Aa	0,04 $\pm$ 0,07Aa	0,08 $\pm$ 0,04Aa	0,16 $\pm$ 0,05Aa
Ac.	50	0,12 $\pm$ 0,03Aa	0,17 $\pm$ 0,03Aa	0,33 $\pm$ 0,19Aa	0,37 $\pm$ 0,07Aa	0,58 $\pm$ 0,08Aab
	100	0,27 $\pm$ 0,09Aa	0,58 $\pm$ 0,08Aab	0,58 $\pm$ 0,15Aab	0,62 $\pm$ 0,26Aab	1,15 $\pm$ 0,20Ab
Es.	200	0,38 $\pm$ 0,10Aa	0,58 $\pm$ 0,13Aab	0,92 $\pm$ 0,40ABbc	0,95 $\pm$ 0,22Bab	1,00 $\pm$ 0,18Bb
	400	0,25 $\pm$ 0,13Aa	0,54 $\pm$ 0,20Aa	0,69 $\pm$ 0,11ABb	0,83 $\pm$ 0,27Bab	1,06 $\pm$ 0,18Bb
Et.	300	0,19 $\pm$ 0,09Aa	0,37 $\pm$ 0,10Aa	0,42 $\pm$ 0,18Aa	0,57 $\pm$ 0,23Aab	0,79 $\pm$ 0,28Aab
	600	0,21 $\pm$ 0,03Aa	0,42 $\pm$ 0,16Aab	0,50 $\pm$ 0,34Aab	0,50 $\pm$ 0,29ABab	0,87 $\pm$ 0,10Bab
Su.	200	0,04 $\pm$ 0,08Aa	0,12 $\pm$ 0,08Aa	0,12 $\pm$ 0,04Aa	0,21 $\pm$ 0,08Aa	0,25 $\pm$ 0,07Aa
	400	0,04 $\pm$ 0,06Aa	0,12 $\pm$ 0,09Aa	0,42 $\pm$ 0,14Aa	0,43 $\pm$ 0,15Aa	1,06 $\pm$ 0,16Bb
Su.+lc	150	0,50 $\pm$ 0,18Aa	0,58 $\pm$ 0,32Aab	0,87 $\pm$ 0,22ABbc	1,25 $\pm$ 0,66BCb	2,92 $\pm$ 0,31Cc
	300	1,21 $\pm$ 0,70Ab	1,58 $\pm$ 0,62Ac	2,06 $\pm$ 1,01ABc	2,75 $\pm$ 0,27BCc	3,29 $\pm$ 0,42BCc

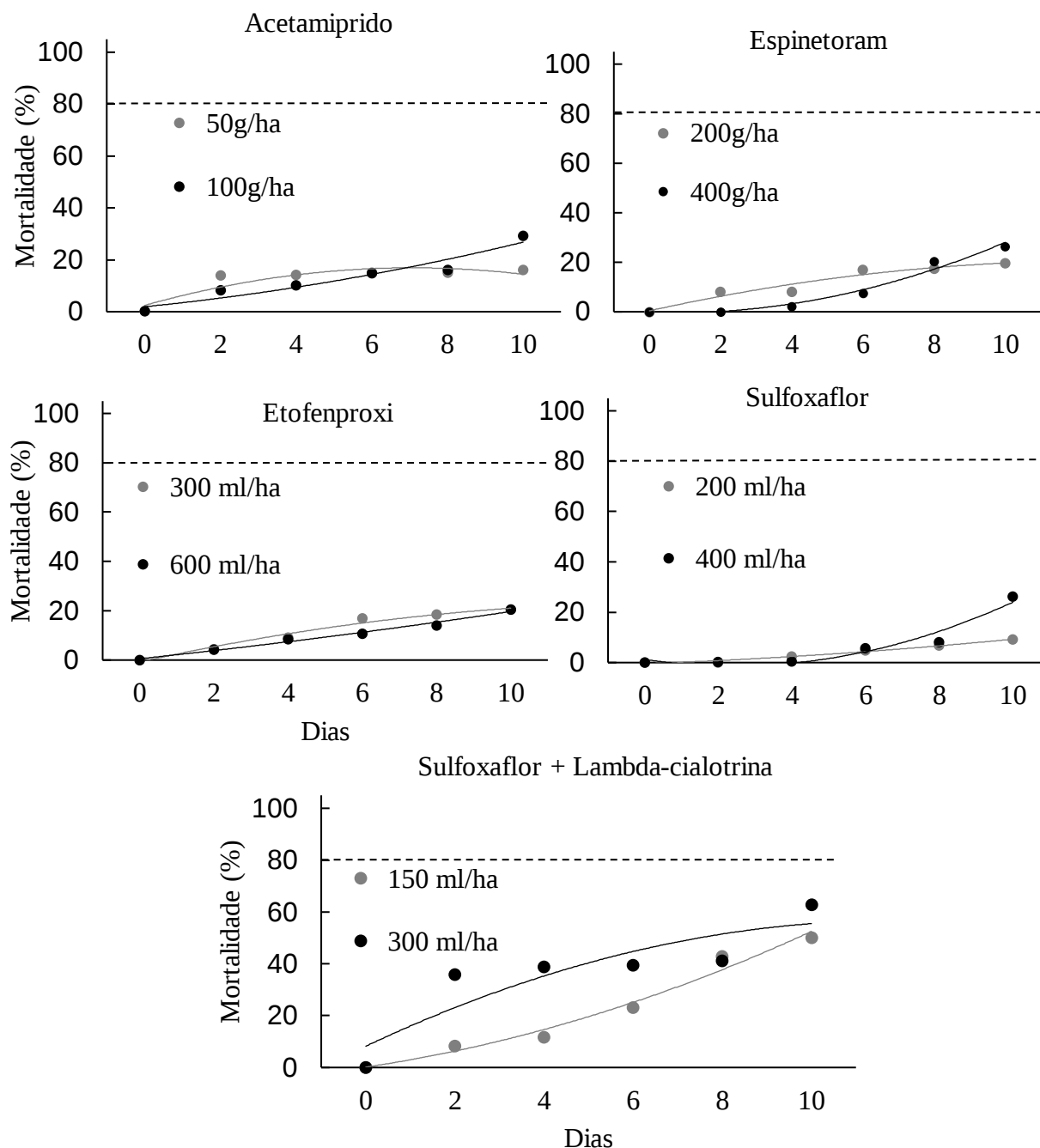
Médias seguidas de mesma letra maiúscula por linha ou minúscula por coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). * DAA: Dias após aplicação.

Tabela 3 - Mortalidade acumulada de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) (média $\pm$ EP) com os princípios ativos (PA) acetamiprido (Ac.), espinetoram (Es.), etofenproxi (Et.), sulfoxaflor (Su.) e sulfoxaflor+lambda-cialotrina (Su.+lc) em diferentes doses (D), por dia após a pulverização dos tratamentos (Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12 h)

PA	D	Mortalidade acumulada (%)				
		2 DAA*	4 DAA	6 DAA	8 DAA	10 DAA
Ac.	50	13,84 $\pm$ 4,2Aab	14,05 $\pm$ 2,1Aa	14,90 $\pm$ 7,1Aab	15,00 $\pm$ 4,5Aa	15,95 $\pm$ 8,7Aab
	100	8,07 $\pm$ 3,9Aa	10,09 $\pm$ 5,0Aab	14,67 $\pm$ 6,4Aa	15,91 $\pm$ 5,2ABab	29,20 $\pm$ 9,0Babc
Es.	200	8,04 $\pm$ 4,0Aa	8,14 $\pm$ 4,8Aabc	17,04 $\pm$ 5,0ABa	17,45 $\pm$ 6,9Bab	19,59 $\pm$ 6,4Bb
	400	0,10 $\pm$ 3,3Aa	2,34 $\pm$ 3,5Aa	7,56 $\pm$ 3,6A	20,52 $\pm$ 7,2Bab	26,51 $\pm$ 7,4Bab
Et.	300	4,53 $\pm$ 13,9Aab	9,12 $\pm$ 6,8Aab	15,93 $\pm$ 5,6ABa	18,53 $\pm$ 6,8Bab	20,49 $\pm$ 7,0Bab
	600	4,27 $\pm$ 6,6Aa	8,53 $\pm$ 4,7ABab	10,73 $\pm$ 5,3AB	14,06 $\pm$ 7,4ABab	20,52 $\pm$ 8,2Bab
Su.	200	0,00 $\pm$ 0,0	2,39 $\pm$ 3,9Aa	4,79 $\pm$ 3,6A	6,80 $\pm$ 5,4Aa	9,08 $\pm$ 4,3Aa
	400	0,25 $\pm$ 1,7Aa	0,45 $\pm$ 1,9Aa	5,62 $\pm$ 2,4A	7,98 $\pm$ 2,5Aa	26,20 $\pm$ 8,7Babc
Su.+lc	150	8,39 $\pm$ 7,9Aa	11,66 $\pm$ 8,8ABbc	23,22 $\pm$ 6,9Aa	43,00 $\pm$ 6,3BCb	50,21 $\pm$ 11,0Cabc
	300	35,79 $\pm$ 7,4Ab	38,97 $\pm$ 8,3Ac	39,53 $\pm$ 8,6ABb	41,14 $\pm$ 8,1Ab	62,92 $\pm$ 10,8Bc

Médias seguidas de mesma letra maiúscula por linha ou minúscula por coluna não diferem pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). * DAA: Dias após aplicação.

Figura 4 - Mortalidade acumulada corrigida de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae), por dia após a pulverização dos inseticidas, com linha de tendência e simulação gráfica da TL estimada (tempo letal) capaz de provocar 80% de mortalidade



2.3.2 Mortalidade de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) com os princípios ativos

A mortalidade de *G. brimblecombei* foi maior aos dois dias após a pulverização com os princípios ativos sulfoxaflor + lambda-cialotrina, nas doses de 150 e 300 ml/ha

que nos demais inseticidas, com 43,83 e 52,7%, respectivamente, com menor TL80, na maior dose, 4,9 dias, seguido da menor dose, com 6 dias (Tabela 5 e Figura 5).

A mortalidade, com os acetamiprido, a 100g/ha, sulfoxaflor a 400ml/ha e com o sulfoxaflor + lambda-cialotrina, em ambas doses, foi maior que 80%, após seis dias da aplicação das mesmas, e próxima a 100% com os princípios ativos acetamiprido e sulfoxaflor + lambda-cialotrina, em ambas doses, e o sulfoxaflor, na maior dose, após 14 dias após pulverização das mesmas (Tabela 4 e 5 e Figura 5).

Tabela 4 - Média de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) (média $\pm$ EP) mortas por folha, pelos princípios ativos (PA) acetamiprido (Ac.), espinetoram (Es.), etofenproxi (Et.), sulfoxaflor (Su.) e sulfoxaflor+lambda-cialotrina (Su.+lc) em diferentes doses (D) por dia após a pulverização dos mesmos

PA	D	Média ninfas mortas			
		2 DAA*	4 DAA	6 DAA	8 DAA
Test.	-	0,1 $\pm$ 0,1Aa	0,1 $\pm$ 0,1Aa	0,1 $\pm$ 0,1Aa	0,1 $\pm$ 0,1Aa
Ac.	50	0,4 $\pm$ 0,3Aa	0,6 $\pm$ 1,1Aa	1,1 $\pm$ 0,4Bb	2,3 $\pm$ 0,2Bb
	100	0,7 $\pm$ 0,3Aa	2,3 $\pm$ 0,5Bb	2,7 $\pm$ 0,5Bc	3,5 $\pm$ 0,6Bc
Es.	200	0,2 $\pm$ 0,1Aa	0,6 $\pm$ 0,3ABa	0,7 $\pm$ 0,2ABa	0,7 $\pm$ 0,2ABa
	400	0,4 $\pm$ 0,1Aa	0,6 $\pm$ 0,2Aa	0,8 $\pm$ 0,3ABab	1,2 $\pm$ 0,3ABb
Et.	300	0,1 $\pm$ 0,1Aa	0,5 $\pm$ 0,8Aa	1,0 $\pm$ 0,4Bb	1,1 $\pm$ 0,1Bb
	600	0,4 $\pm$ 0,3Aa	1,1 $\pm$ 0,5ABb	1,1 $\pm$ 0,5ABb	1,3 $\pm$ 0,5Bb
Su.	200	0,1 $\pm$ 0,1Aa	0,7 $\pm$ 0,3ABa	1,6 $\pm$ 0,5Bbc	2,2 $\pm$ 0,2BCb
	400	0,2 $\pm$ 0,1Aa	0,8 $\pm$ 0,2ABab	2,4 $\pm$ 0,4Bc	2,7 $\pm$ 0,5BCbc
Su.+lc	150	2,1 $\pm$ 0,5Ab	2,3 $\pm$ 0,4Ac	2,4 $\pm$ 0,5Abc	2,6 $\pm$ 0,5Abc
	300	2,5 $\pm$ 0,5Ab	3,8 $\pm$ 1,1Bc	6,0 $\pm$ 0,3Cd	6,5 $\pm$ 0,4Cd
		10 DAA	12 DAA	14 DAA	
Test.	-	0,2 $\pm$ 0,1Aa	0,2 $\pm$ 0,1Aa	0,2 $\pm$ 0,1Aa	
Ac.	50	2,5 $\pm$ 0,5Bbc	3,3 $\pm$ 2,3BCc	5,2 $\pm$ 1,3Cd	
	100	6,0 $\pm$ 0,9Cd	6,2 $\pm$ 1,0Cd	6,5 $\pm$ 0,8Cd	
Es.	200	1,1 $\pm$ 0,3ABb	1,2 $\pm$ 0,3Bb	1,4 $\pm$ 0,3Bb	
	400	1,4 $\pm$ 1,9ABb	1,5 $\pm$ 0,2Bb	1,8 $\pm$ 0,2Bbc	
Et.	300	1,4 $\pm$ 1,1Bb	1,4 $\pm$ 0,2Bb	1,8 $\pm$ 0,3Bbc	
	600	2,0 $\pm$ 1,2BCbc	2,1 $\pm$ 0,2Cbc	2,2 $\pm$ 0,2Cbc	
Su.	200	2,3 $\pm$ 1,3Cbc	2,5 $\pm$ 0,5Cbc	2,6 $\pm$ 0,3Cc	
	400	3,1 $\pm$ 1,9Cc	5,9 $\pm$ 0,8Dd	6,1 $\pm$ 0,5Dd	
Su.+lc	150	6,1 $\pm$ 0,3Bd	6,1 $\pm$ 0,4Bd	6,2 $\pm$ 0,6Bd	
	300	6,6 $\pm$ 0,5Cd	6,6 $\pm$ 0,6Cd	6,8 $\pm$ 0,3Cd	

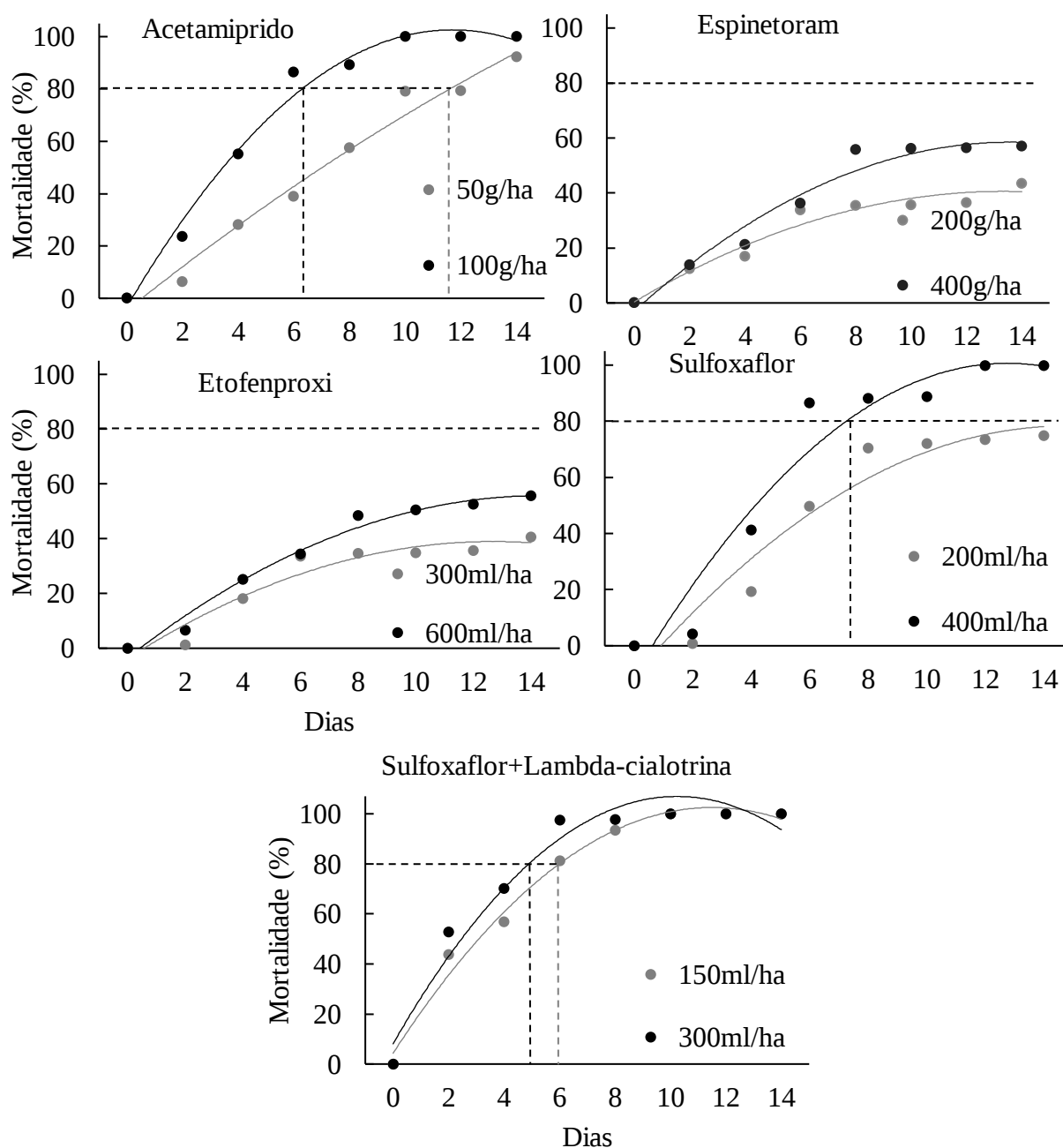
Médias seguidas por mesma letra maiúscula, por linha, ou minúscula, por coluna, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). *DAA: Dias após aplicação.

Tabela 5 - Mortalidade acumulada corrigida de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) (média $\pm$ EP) pelos princípios ativos (PA) acetamiprido (Ac.), espinetoram (Es.), etofenproxi (Et.), sulfoxaflor (Su.) e sulfoxaflor+lambda-cialotrina (Su.+lc) em diferentes doses (D) por dia após a pulverização dos mesmos

PA	D	Mortalidade acumulada (%)			
		2 DAA*	4 DAA	6 DAA	8 DAA
Ac.	50	6,38 $\pm$ 3,38Aab	28,19 $\pm$ 3,55Bab	38,90 $\pm$ 5,32BCa	57,45 $\pm$ 5,34CDab
	100	23,49 $\pm$ 6,87Ab	55,17 $\pm$ 1,77Bc	86,40 $\pm$ 4,82Cb	89,32 $\pm$ 6,01Cc
Es.	200	12,36 $\pm$ 4,17Aab	17,04 $\pm$ 6,54Aa	33,78 $\pm$ 6,98ABa	35,42 $\pm$ 5,01Ba
	400	13,91 $\pm$ 5,33Aab	21,23 $\pm$ 6,51Aab	36,21 $\pm$ 6,52ABa	55,78 $\pm$ 3,94Ba
Et.	300	1,25 $\pm$ 0,80Aa	18,11 $\pm$ 5,53ABab	33,53 $\pm$ 6,01BCa	34,63 $\pm$ 3,34Ca
	600	6,48 $\pm$ 3,25Aab	25,08 $\pm$ 6,05Aab	34,40 $\pm$ 6,01Ba	48,48 $\pm$ 3,29Ca
Su.	200	0,92 $\pm$ 0,73Aa	19,31 $\pm$ 5,81Aab	49,75 $\pm$ 6,55Ba	70,53 $\pm$ 7,96Cbc
	400	4,26 $\pm$ 1,58Aa	41,39 $\pm$ 4,26Bbc	86,57 $\pm$ 5,48Cb	88,32 $\pm$ 6,60Cc
Su. +lc	150	43,83 $\pm$ 6,07Ac	56,72 $\pm$ 6,54Acd	81,20 $\pm$ 6,66Bb	93,29 $\pm$ 4,98Bc
	300	52,70 $\pm$ 3,87Ac	70,09 $\pm$ 1,16Bd	97,50 $\pm$ 1,52Cb	97,73 $\pm$ 2,50Cc
		10 DAA	12 DAA	14 DAA	
Ac.	50	78,99 $\pm$ 8,58DEc	79,21 $\pm$ 6,31DEb	92,27 $\pm$ 3,93Ec	
	100	100,00 $\pm$ 0,00Cd	100,00 $\pm$ 0,00Cc	100,00 $\pm$ 0,00Cc	
Es.	200	35,65 $\pm$ 5,27Ba	36,40 $\pm$ 5,03Aba	43,38 $\pm$ 5,74ABa	
	400	56,28 $\pm$ 5,94Bab	56,37 $\pm$ 4,72Bab	56,93 $\pm$ 5,71Bab	
Et.	300	34,75 $\pm$ 6,10Ba	35,66 $\pm$ 3,77BCa	40,58 $\pm$ 7,73ABa	
	600	50,43 $\pm$ 6,21Cab	52,63 $\pm$ 6,56BCab	55,58 $\pm$ 0,05BCab	
Su.	200	72,10 $\pm$ 7,33BCbc	73,45 $\pm$ 7,34BCb	75,00 $\pm$ 6,87BCb	
	400	88,75 $\pm$ 6,92Ccd	100,00 $\pm$ 0,00Cc	100,00 $\pm$ 0,00Cc	
Su. +lc	150	100,00 $\pm$ 0,00Bd	100,00 $\pm$ 0,00Bc	100,00 $\pm$ 0,00Bc	
	300	100,00 $\pm$ 0,00Cd	100,00 $\pm$ 0,00Cc	100,00 $\pm$ 0,00Cc	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula, por linha, ou minúscula, por coluna, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$). *DAA: Dias após aplicação.

Figura 5 - Mortalidade acumulada corrigida de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) por dia após a pulverização dos inseticidas, com linha de tendência e simulação gráfica da TL estimada (tempo letal) capaz de provocar 80% de mortalidade



2.3.3 Viabilidade do parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) após aplicação dos princípios ativos

As taxas de parasitismo por *P. bliteus* foi de 35% nas mudas infestadas por *G. brimblecombei*. A viabilidade por *P. bliteus* foi semelhante com os diferentes inseticidas, mas a classificação IOBC indicou os princípios ativos espinetoram, na dose de 200g/ha, e sulfoxaflor + lambda-cialotrina, na de 300ml/ha, como levemente nocivos e os demais como inócuos à viabilidade desse parasitoide (Tabela 6).

Tabela 6 - Viabilidade (%) e razão sexual (média $\pm$ EP) de *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ninfas de *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) após a aplicação de diferentes inseticidas e doses (Temp.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, UR: $70 \pm 10\%$ e fotofase: 12 h)

Princípio ativo	Doses	Viabilidade	%E ¹	C ²	Razão sexual
Testemunha	-	59,82 $\pm$ 13,55a	0,00	1	0,56 $\pm$ 0,07a
Acetamiprido	50g/ha	58,06 $\pm$ 10,22a	2,96	1	0,47 $\pm$ 0,16a
	100g/ha	60,72 $\pm$ 9,92a	0,00	1	0,41 $\pm$ 0,13a
Espinetoram	200g/ha	41,79 $\pm$ 6,95a	30,16	2	0,59 $\pm$ 0,16a
	400g/ha	44,07 $\pm$ 9,52a	26,34	1	0,66 $\pm$ 0,09a
Etofenproxi	300 ml/ha	48,57 $\pm$ 10,96a	18,82	1	0,37 $\pm$ 0,13a
	600 ml/ha	45,20 $\pm$ 7,15a	24,45	1	0,36 $\pm$ 0,16a
Sulfoxaflor	200 ml/ha	62,50 $\pm$ 11,02a	0,00	1	0,59 $\pm$ 0,06a
	400 ml/ha	78,89 $\pm$ 13,19a	0,00	1	0,52 $\pm$ 0,10a
Sulfoxaflor+Lambda-cialotrina	150 ml/ha	64,33 $\pm$ 8,62a	0,00	1	0,55 $\pm$ 0,12a
	300 ml/ha	39,52 $\pm$ 7,76a	33,94	2	0,63 $\pm$ 0,10a

Médias seguidas de mesma letra minúscula por coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). ¹ %E: Redução na viabilidade do parasitoide. ² C= Classe 1 - inócuo ($E < 30\%$), classe 2 - levemente nocivo ($30\% \leq E \leq 79\%$), classe 3 - moderadamente nocivo ($80\% \leq E \leq 99\%$), classe 4 - nocivo ($E > 99\%$).

2.4. DISCUSSÃO

A baixa mortalidade no bioensaio preliminar está relacionada com a falta de adjuvante na calda inseticida, semelhante ao observado para *Euschistus heros* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae), com e sem a adição de Assist, Break ThruS240 e TA35 adjuvantes ao tiametoxam + lambda-cialotrina (MURARO et al., 2020), devido menores valores de tensão superficial e ângulo de contato nas folhas, maior cobertura

e melhora nas propriedades físico-químicas e na qualidade da aplicação (MELO et al., 2019), e indica que a adição de adjuvantes possui uma eficiência maior quanto ao inseticida aplicado sozinho. Os melhores resultados com os acetamiprido, sulfoxaflor e o sulfoxaflor + lambda-cialotrina após 10 dias da pulverização, indicam um potencial no manejo de *G. brimblecombei*, semelhante a aplicação de inseticidas sem adição de adjuvantes para *Lycorma delicatula* White (Hemiptera: Fulgoridae) (LEACH, 2021). O aumento da mortalidade do segundo bioensaio se deve também ao aumento no volume de calda, e diminuição da velocidade e pressão, resultando em uma maior cobertura de aplicação (SIEGEL et al., 2019).

A maior mortalidade, após dois dias da pulverização, e menor tempo letal com sulfoxaflor + lambda-cialotrina, semelhante ao relatado para *Plutella xylostella* Linnaeus (Lepidoptera: Plutellidae) e *Brevicoryne brassicae* Linnaeus (Hemiptera: Aphididae) após exposição a lambda-cialotrina (OGBONNA et al., 2021), está relacionado com o modo de ação dos piretroides que mantêm os canais de sódio das membranas dos neurônios abertos, levando à despolarização da membrana e distúrbios sinápticos (ZHU et al., 2020; PIECHOWICZ et al., 2021). Outro fator é o efeito sinérgico na mistura dos princípios químicos ativos, como observado para imidacloprido + lambda-cialotrina no controle de *Myzus persicae* Sulzer (Homoptera: Aphididae) (GRAILY-MORADI, et al., 2021), e indica um potencial da mistura de sulfoxaflor + lambda-cialotrina no manejo de *G. brimblecombei*.

A maior mortalidade com acetamiprido, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambda-cialotrina, após seis e 14 dias, semelhante a aplicação de sulfoxaflor e acetamiprido sobre *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Lividae) (RAJ BOINA et al., 2009; BRAR et al., 2017) e *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) (DARWISH et al., 2021), se deve ao modo de ação dos inseticidas, onde acetamiprido atua como agonistas dos receptores nicotínicos da acetilcolina (SONG et al., 2021) e sulfoxaflor como antagonista (SPARKS et al., 2013), e indica eficácia no manejo de insetos que se alimentam de seiva (BABCOCK et al., 2011).

A taxa de parasitismo por *P. bliteus* nas mudas infestadas por *G. brimblecombei* foi semelhante ao observado no campo em áreas com a liberação do parasitoide (FERREIRA FILHO et al., 2015; CUELLO et al., 2021). A não interferência dos acetamiprido, etofenproxi e sulfoxaflor na viabilidade de *P. bliteus*, semelhante ao

observado para sulfoxaflor na viabilidade de ovos de *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) e *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae) (BARBOSA et al., 2017), e a baixa nocividade de espinetoram e sulfoxaflor + lambda-cialotrina, pode estar relacionada com a proteção da concha e da ninfa de *G. brimblecombei* parasitada (DAANE et al., 2005) evitando o contato direto dos inseticidas sobre *P. bliteus*, e indica que os inseticidas tem impacto reduzido na viabilidade do parasitoide.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>, Acesso: 08/01/2021.
- BABCOCK, J.M., GERWICK, C.B., HUANG, J.X., LOSO, M.R., NAKAMURA, G., NOLTING, S.P., ROGERS, R.B., SPARKS, T.C., THOMAS, J., WATSON, G.B., ZHU, Y. Biological characterization of sulfoxaflor, a novel insecticide. **Pest management science**, v. 67, n. 3, p. 328-334, 2011. DOI:10.1002/ps.2069
- BARBOSA, P.R., MICHAUD, J.P., BAIN, C.L., TORRES, J.B. Toxicity of three aphicides to the generalist predators *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Orius insidiosus* (Hemiptera: Anthocoridae). **Ecotoxicology**, v. 26, n. 5, p. 589-599, 2017. DOI:10.1007/s10646-017-1792-5
- BATISTA NETO, O.A., SILVA, M.B., GARCIA, M.S., SILVA, A. Efeito de inseticidas reguladores de crescimento sobre ovos, lagartas e adultos de *Grapholita molesta* (Busck) (Lep.: Tortricidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 420-428, 2011. DOI: 10.1590/S0100-29452011005000068.
- BIBBS, C.S., KAUFMAN, P.E., XUE, R-D. Adulticidal efficacy and sublethal effects of metofluthrin in residual insecticide blends against wild *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). **Journal of Economic Entomology**, p. toaa321, 2021. DOI: 10.1093/jee/toaa321
- BRAR, G.S., MARTINI, X., STELINSKI, L.L. Lethal and sub-lethal effects of a novel sulfoximine insecticide, sulfoxaflor, against Asian citrus psyllid and its primary parasitoid under laboratory and field conditions. **International Journal of Pest Management**, v. 63, n. 4, p. 299-308, 2017. DOI:10.1080/09670874.2016.1258501
- BUENO, A.D.F., CARVALHO, G.A., SANTOS, A.C.D., SOSA-GÓMEZ, D.R., SILVA, D.M.D. Pesticide selectivity to natural enemies: challenges and constraints for research and field recommendation. **Ciência Rural**, v. 47, n. 6, p. 1-10, 2017. DOI:10.1590/0103-8478cr20160829.
- CUELLO, E.M., ANDORNO, A.V., HERNÁNDEZ, C.M., LÓPEZ, S.N. Phenology, parasitism and density dependence of *Psyllaephagus bliteus* on *Eucalyptus camaldulensis*. **Phytoparasitica**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2021. DOI:10.1007/s12600-020-00880-x
- DAANE, K.M., SIME, K.R., DAHLSTEN, D.L., ANDREWS JR, J.W., ZUPARKO, R.L. The biology of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae), a parasitoid of the red gum lerp psyllid (Hemiptera: Psylloidea). **Biological Control**, v. 32, n. 2, p. 228-235, 2005. DOI:10.1016/j.biocontrol.2004.09.015
- DARWISH, A., ATTIA, M.M.R., KHOZIMY, A.M.H. Effect of some integrated pest management elements on the population density of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) on tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.). **Alexandria Science Exchange Journal**, v. 42, n. 1, p. 57-68, 2021. DOI:10.21608/asejaiqjsae.2021.149092

FERREIRA FILHO, P.J., WILCKEN, C.F., LIMA, A.C.V., DE SÁ, L.A.N., DO CARMO, J.B., GUERREIRO, J.C., ZANUNCIO, J.C. Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 2, p. 151-157, 2015. DOI:10.1007/s12600-014-0440-3

GRAILY-MORADI, F., HEJAZI, M.J., ENAYATI, A.A., HAMISHEHKAR, H. Evaluation of co-nanoencapsulation process on the toxicity and biochemical metabolism of imidacloprid and lambda-cyhalothrin in *Myzus persicae* (Sulzer). **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, p. 101974, 2021. DOI:10.1016/j.bcab.2021.101974

HASSAN, S.A. Guidelines for testing the effects of pesticides on beneficial organisms: description of test methods. Bull. **OILB SROP/IOBC WPRS Bull.** v.15, n.3, p.186, 1992.

HENDERSON, C.F., TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brow wheat mite, **Journal of Economic Entomology**, v. 48, n. 1, p. 157-161, 1955. DOI: 10.1093/jee/48.2.157

LEACH, H. Evaluation of residual activity of insecticides for control of spotted lanternfly in grape, 2020. **Arthropod Management Tests**, v. 46, n. 1, p. tsaa123, 2021. DOI:10.1093/amt/tsaa123

MELO, A.A., HUNSCHE, M., GUEDES, J.V., HAHN, L., FELTRIN, N.M. Study of the effects of adjuvants associated with insecticides on the physicochemical properties of the spray solution and characterization of deposits on wheat and maize leaves under simulated rain. **Engenharia Agrícola**, v. 39, n. 3, p. 315-322, 2019. DOI:10.1590/1809-4430-eng.agric.v39n3p315-322/2019

MURARO, D.S., SWAROWSKY, A., LUCHESE, E.F., COCCO, P., CARVALHO, I.R., DE AGUIAR, A.C.M., CAYE, M., SZARESKEI, V.J., MELO, A.A. Influence of adjuvants in the association with insecticide in the control of *Euschistus heros* in soybean crop. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e4009119421, 2020. DOI:10.33448/rsd-v9i11.9421

OGBONNA, C.U., OKONKWO, N.J., NWANKWO, E.N., EZEMUOKA, L.C., ANORUE, C.O., IRIKANNU, K.C. *Carica papaya* seed oil extract in the management of insect pest of cabbage plant both in the laboratory and field. **International Journal of Entomology Research**, v. 6, n. 2, p. 12-21, 2021. Disponível em: <<http://www.entomologyjournals.com/archives/2021/vol6/issue2/6-2-11>>. Acesso: 02/04/2021.

PAPINI, S., ANDRÉA, M.M., LUCHINI, L.C. **Segurança Ambiental no Controle Químico de Pragas e Vetores**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2014. v. 1, 290p.

PARRA, J.R.P., BOTELHO, P.S.M., FERREIRA, B.S.C., BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil**. Parasitoides e Predadores. Ed. Manole, São Paulo, 2002. 635 p.

PIECHOWICZ, B., SUDOŁ, M., GRODZICKI, P., PODBIELSKA, M., SZPYRKA, E., ZWOLAK, A., POTOCKI, L. The dynamics of pyrethroid residues and Cyp P450 gene expression in insects depends on the circadian clock. **Environmental Research**, v. 194, n.1, p. 110701, 2021. DOI:10.1016/j.envres.2020.110701

PIMENTEL, L.C.F., CHAVES, C.R., FREIRE, L.A.A., AFONSO, J.C. O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 1138-1149, 2006. DOI:10.1590/S0100-40422006000500040

RAJ BOINA, D., ONAGBOLA, E.O., SALYANI, M., STELINSKI, L.L. Influence of posttreatment temperature on the toxicity of insecticides against *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 2, p. 685-691, 2009. DOI:10.1603/029.102.0229

RAKES, M., PASINI, R.A., MORAIS, M.C., ARAÚJO, M.B., PAZINI, J.B., SEIDEL, E.J., BERNARDI, D., GRÜTZMACHER, A.D. Pesticide selectivity to the parasitoid *Trichogramma pretiosum*: A pattern 10-year database and its implications for Integrated Pest Management. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 208, n. 111504, p. 1-8, 2021. DOI:10.1016/j.ecoenv.2020.111504

SIEGEL, J.P., STRMISKA, M.M., NIEDERHOLZER, F.J., GILES, D.K., WALSE, S.S. Evaluating insecticide coverage in almond and pistachio for control of navel orangeworm (*Amyelois transitella*) (Lepidoptera: Pyralidae). **Pest management science**, v. 75, n. 5, p. 1435-1442, 2019. DOI: 10.1002/ps.5265

SONG, Y., LI, L., LI, C., LU, Z., OUYANG, F., LIU, L., YU, Y., MEN, X. Comparative ecotoxicity of insecticides with different modes of action to *Osmia excavata* (Hymenoptera: Megachilidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 212, n. 1, p. 112015, 2021. DOI:10.1016/j.ecoenv.2021.112015

SPARKS, T.C., WATSON, G.B., LOSO, M.R., GENG, C., BABCOCK, J.M., THOMAS, J.D. Sulfoxaflor and the sulfoximine insecticides: chemistry, mode of action and basis for efficacy on resistant insects. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 107, n. 1, p. 1-7, 2013. DOI:10.1016/j.pestbp.2013.05.014

ZHU, Q., YANG, Y., ZHONG, Y., LAO, Z., O'NEILL, P., HONG, D., ZHANG, K., ZHAO, S. Synthesis, insecticidal activity, resistance, photodegradation and toxicity of pyrethroids (A review). **Chemosphere**, v. 254, n. 1, p. 126779, 2020. DOI:10.1016/j.chemosphere.2020.126779

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os isolados de *B. bassiana*, *C. cateniannulata*, *C. fumosorosea*, *C. javanica* e *M. anisopliae*, obtidos de amostras de solo e adultos de *B. tabaci* de São Paulo e Paraná, são de ocorrência natural com potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, especialmente os LCBPF 11, 12 e 63, provenientes de *B. tabaci*, sendo esse o primeiro relato de patogenicidade de *C. cateniannulata* e *C. javanica* para *G. brimblecombei*.

A patogenicidade de isolados fúngicos, obtidos de insetos de mesma ordem, é maior, facilitando a infecção e morte desses organismos. A presença da concha de *G. brimblecombei*, em condições adequadas de temperatura e umidade relativa, facilitou o desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, podendo servir como fonte de inóculo e acelerando a mortalidade de ninfas desse inseto.

Os princípios químicos ativos acetamiprido, sulfoxaflor e sulfoxaflor + lambda-cialotrina tem potencial para o manejo de *G. brimblecombei*, com destaque para sulfoxaflor + lambda-cialotrina.

Os princípios químicos ativos acetamiprido, etofenproxi e sulfoxaflor são inócuos, e espinetoram e sulfoxaflor + lambda-cialotrina levemente nocivos à viabilidade de *P. bliteus*.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Ministério da Agricultura. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso: 08/01/2021.
- BERTI FILHO, E.; COSTA, V.A.; ZUPARKO, R.L.; LASALLE, J. Occurrence of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) in Brazil. **Revista de Agricultura (Piracicaba)**, v. 78, n. 3, p. 304, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/102.100.100/194941?index=1>>. Acesso: 08/01/2021.
- CORALLO, A.B.; PECHI, E.; BETTUCCI, L.; TISCORNIA, S. Biological control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) by Entomopathogenic fungi and their side effects on natural enemies. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 1-9, 2021. DOI:10.1186/s41938-020-00358-2
- DAL POGETTO, M.H.F.A.; WILCKEN, C.F.; GIMENES, M.J.; CHRISTOVAM, R.S.; PRADO, E.P. Control of red-gum lerp psyllid with formulated mycoinsecticides under semi-field conditions. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, n. 1-2, p. 85-91, 2011a. DOI:10.1017/S1742758411000166
- DAL POGETTO, M.H.F.A.; WILCKEN, C.F.; CHRISTOVAM, R.S.; PRADO, E.P.; GIMENES, M.J. Effect of formulated entomopathogenic fungi on Red Gum Lerp Psyllid *Glycaspis brimblecombei*. **Research Journal of Forestry**, v. 5, n. 2, p. 99-106, 2011b. DOI:10.3923/rjf.2011.99.106
- INDUSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Relatório Anual 2020**. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-iba-2020.pdf>> Acesso: 27/10/2020.
- JERE, V.; MHANGO, J.; NJERA, D.; JENYA, H. Infestation of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) on three *Eucalyptus* species in selected ecological zones in Malawi. **African Journal of Ecology**, v. 58, n. 2, p. 251-259, 2020. DOI:10.1111/aje.12686
- KEPLER, R.M.; LUANGSA-ARD, J.J.; HYWEL-JONES, N.L.; QUANDT, C.A.; SUNG, G.H.; REHNER, S.A.; AIME, M.C.; HENKEL, T.W.; SANJUAN, T.; ZARE, R.; CHEN, M.; LI, Z.; ROSSMAN, A.Y.; SPATAFORA, J.W.; SHRESTHA, B. A phylogenetically-based nomenclature for Cordycipitaceae (Hypocreales). **IMA fungus**, v. 8, n. 2, p. 335-353, 2017. DOI:10.5598/ima fungus.2017.08.02.08
- KHUN, K.K.; ASH, G.J.; STEVENS, M.M.; HUWER, R.K.; WILSON, B.A. Transmission of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to adults of *Kuscheliorhynchus macadamiae* (Coleoptera: Curculionidae) from infected adults and conidiated cadavers. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 1-12, 2021. DOI:10.1038/s415 98-021-81647-0
- MUCHALAK, F.; LOUREIRO, E.S.; PESSOA, L.G.A. Comparative biology of *Helicoverpa armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) in *Eucalyptus* spp.

Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e729974627, 2020.
DOI:10.3344 8/rsd-v9i7.4627.

PAINE, T.D.; STEINBAUER, M.J.; LAWSON, S.A. Native and exotic pests of *Eucalyptus*: a worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 56, n.1, p. 181-201, 2011. DOI:10.1146/annurev-ento-120709-144817

SANI, I.; ISMAIL, S.I.; ABDULLAH, S.; JALINAS, J.; JAMIAN, S.; SAAD, N. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 619, 2020. DOI:10.3390/insects11090619

SANTOS, F.A.; CORREA, A.S.; NANINI, F.; NASCIMENTO, D.A.; JUNQUEIRA, L.R.; WILCKEN, C.F. Genetic diversity of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) and its parasitoid *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 3, p. 838-841, 2021.
DOI:10.1590/1519-6984.230486

SARMENTO, M.I.; PINTO, G.; ARAÚJO, W.L.; SILVA, R.C.; LIMA, C.H.O.; SOARES, A.M.; SARMENTO, R.A. Differential development times of galls induced by *Leptocybe invasa* (Hymenoptera: Eulophidae) reveal differences in susceptibility between two *Eucalyptus* clones. **Pest Management Science**, v. 77, n. 2, p. 1042-1051, 2021. DOI:10.1002/ps.6119

SOLIMAN, E.P.; WILCKEN, C.F.; FIRMINO, A.C.; POGETTO, M.H.F.A.D.; BARBOSA, L.R.; ZANUNCIO, J.C. Susceptibility of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), a *Eucalyptus* pest, to entomopathogenic fungi. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 3, p. 255-260, 2019. DOI:10.1590/1678-992x-2017-0043

TEDESCO, F.G.; LOZANO, E.R.; MAZARO, S.M.; ABATI, R.; POTRICH, M. Potential of *Beauveria bassiana* formulations to control *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, e969108097, 2020. DOI:10.33448/rsd-v9i10.8097.

WILCKEN, C.F.; FIRMINO-WILCKLER, D.C.; DAL POGETTO, M.H.F.A.; DIAS, T.K.R.; LIMA, A.C.V.; DE SÁ, L.A.N.; FERREIRA-FILHO, P.J. Psilídeo-de-concha-do-eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore. In: **Pragas introduzidas no Brasil insetos e ácaros**. Piracicaba. Fealq, p. 883-897, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Pj-Filho/publication/280807903_Red_Gum_Lerp_Psyllid_Glycaspis_brimblecombei_Moore/links/55d3a15908ae7fb244f58d41/Red-Gum-Lerp-Psyllid-Glycaspis-brimblecombei-Moore.pdf> Acesso: 24/03/2021.