



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

BRUNA DA SILVA SALVINO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE *Phaeditoma scabriventris* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E *Chrysocharis caribea* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE),
PARASITOIDES DE MOSCA-MINADORA (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

MOSSORÓ

2024

BRUNA DA SILVA SALVINO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE *Phaeditoma scabriventris* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E *Chrysocharis caribea* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE),
PARASITOIDES DE MOSCA-MINADORA (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Elton Lucio de Araujo, Prof. Dr.
Co-orientador: Rayane Sley Melo da Cunha
Me. Sc.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S185a Salvino, Bruna da Silva .
Associação entre *Phaeditoma scabriventris*
(Hymenoptera: Braconidae) e *Chrysocharis caribea*
(Hymenoptera: Eulophidae), parasitoides de mosca-
minadora (Diptera: Agromyzidae) / Bruna da Silva
Salvino. - 2024.
36 f. : il.

Orientador: Elton Lucio de Araujo.
Coorientadora: Rayane Sley Melo da Cunha.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2024.

1. Coexistência. 2. interação interespecífica.
3. parasitismo. 4. *L. sativae*. I. Araujo, Elton
Lucio de, orient. II. Cunha, Rayane Sley Melo da,
co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

BRUNA DA SILVA SALVINO

**ASSOCIAÇÃO ENTRE *Phaeditoma scabriventris* (HYMENOPTERA:
BRACONIDAE) E *Chrysocharis caribea* (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE),
PARASITOIDES DE MOSCA-MINADORA (DIPTERA: AGROMYZIDAE)**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Defendida em: 18/04/2024.

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

ELTON LUCIO DE ARAUJO

Data: 27/04/2024 15:57:52-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Elton Lucio de Araujo, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente



RAYANE SLEY MELO DA CUNHA

Data: 26/04/2024 15:29:41-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Rayane Sley Melo da Cunha, Me. (UFRPE)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



BENEDITO CHARLLES DAMASCENO NEVES

Data: 26/04/2024 15:44:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Benedito Charlles Damasceno Neves, Bel. (UFERSA)

Membro Examinador

*Ao meu querido avô João Trajano da Silva e
ao meu irmão Fco Tiago da Silva Salvino
(In Memoriam).*

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço a Deus por guiar a minha vida, pela força e sabedoria concedidas durante todo o percurso deste trabalho, iluminando meu caminho e fortalecendo minha determinação.

Aos meus pais Benedito Salvino e Raimunda Cecília (Dona Mundica), pelos conselhos, amor, cuidado e todo esforço para garantir que eu e meus irmãos sempre alcançássemos nossos sonhos.

Aos meus irmãos Claudiana, Glauciana, Jorge e Marcos, por todo apoio, companheirismo e amizade.

Às minhas avós Cecília e Albetiza Ângelo e aos meus avôs Joaquim Salvino e João Trajano, por serem meus exemplos de sabedoria, e por me ensinar agricultura desde culuminha.

Ao meu namorado Dudu, por todo carinho, atenção, paciência e apoio, por acreditar que tudo daria certo.

A toda minha família por ser meu refúgio e abrigo.

À minha comunidade Assentamento Valparaíso, por me inspirar e fazer acreditar em um futuro melhor.

Aos meus grandes amigos Domingos Junior e Maria Elisa, pelas aventuras, amizade, apoio e momentos compartilhados. Não seria possível passar por tudo isso sem vocês.

A todos meus professores, que contribuíram na minha formação, desde as professoras do fundamental no Assentamento Valparaíso, até os professores do IFCE Campus Tianguá e da UFERSA.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, por ter me proporcionado oportunidades de crescimento pessoal e profissional, contribuindo significativamente para minha formação.

Aos integrantes do Laboratório de Entomologia Aplicada que sempre ajudaram e somaram na minha trajetória acadêmica.

A Rayane Sley, pela humildade, confiança, parceria e disposição em sempre ajudar, e contribuir na minha formação como pessoa e pesquisadora.

Ao meu orientador Elton L. Araujo, pela colaboração nos trabalhos, orientação e disponibilidade.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade e por contribuir na melhoria deste trabalho.

E a todos aqueles que, mesmo indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar".

Josué 1:9

RESUMO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma cultura de importância econômica e social no Brasil, especialmente na região nordeste, onde o estado do Rio Grande do Norte se destaca como principal produtor e exportador. A presença de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae), é um desafio para os produtores, visto que danifica as folhas do meloeiro e reduz a qualidade dos frutos. Uma alternativa promissora dentro do manejo integrado dessa praga, é o controle biológico, diante da diversidade de inimigos naturais no agrossistema, com destaque para os parasitoides *Phaenodotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) e *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae). Geralmente, quando dois parasitoides exploram um hospedeiro comum simultaneamente, ocorrem interações entre eles, influenciando o biocontrole de uma praga. Neste estudo, foi investigado se a associação entre os parasitoides *P. scabriventris* e *C. caribea* aumenta o parasitismo sobre *L. sativae* em condições de laboratório. Os parasitoides foram avaliados em diferentes formas de exposição: isolado, sequencial e simultâneo, com relação ao parasitismo de larvas de segundo instar de *L. sativae*. Para a avaliação do parasitismo, foram feitas dissecações das pupas de *L. sativae* para observar a presença dos estágios imaturos dos parasitoides no interior do hospedeiro. Quando usado de forma isolada, o parasitismo de *P. scabriventris* foi maior do que de *C. caribea*. As formas de exposição dos parasitoides diferiram entre si quanto ao parasitismo total, sendo a exposição simultânea superior quando comparada às demais, com taxa de parasitismo total de $64,58 \pm 30,49$. Esses resultados demonstraram que houve efeito aditivo no parasitismo quando *P. scabriventris* e *C. caribea* foram utilizadas de forma simultânea no controle de *L. sativae*.

Palavras chave: Coexistência, interação interespecífica, parasitismo, *L. sativae*.

ABSTRACT

The melon tree (*Cucumis melo* L.) is a crop of economic and social importance in Brazil, especially in the Northeast region, where the state of Rio Grande do Norte stands out as the main producer and exporter. The presence of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) is a challenge for producers, as it damages the melon leaves and reduces the quality of the fruits. A promising alternative within the integrated management of this pest is biological control, given the diversity of natural enemies in the agrosystem, with emphasis on the parasitoids *Phaenotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) and *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae). Generally, when two parasitoids explore a common host simultaneously, interactions occur between them, influencing the biocontrol of a pest. In this study, it was investigated whether the association between the parasitoids *P. scabriventris* and *C. caribea* increases parasitism on *L. sativae* under laboratory conditions. The parasitoids were evaluated in different forms of exposure: isolated, sequential and simultaneous, in relation to the parasitism of second instar larvae of *L. sativae*. To evaluate parasitism, dissections of *L. sativae* pupae were carried out to observe the presence of immature parasitoids inside the host. When used alone, the parasitism of *P. scabriventris* was greater than that of *C. caribea*. The forms of parasitoid exposure differed from each other in terms of total parasitism, with simultaneous exposure being higher when compared to the others, with a total parasitism rate of $64,58 \pm 30,49$. These results demonstrated that there was an additive effect on parasitism when *P. scabriventris* and *C. caribea* were used simultaneously to control *L. sativae*.

Keywords: Coexistence, interspecific interaction, parasitism.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Bioecologia de <i>Liriomyza sativae</i>	14
2.2 <i>Chrysocharis caribea</i>	15
2.3 <i>Phaenodotoma scabriventris</i>	16
2.4 Parasitismo associado no controle de agromíídeos.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Local do experimento.....	19
3.2 Criação dos Insetos.....	19
3.2.1 Plantas Hospedeiras.....	19
3.2.2 <i>Liriomyza sativae</i>	19
3.2.3 <i>Phaenodotoma scabriventris</i> e <i>Chrysocharis caribea</i>	20
3.3 Parasitismo isolado e associado.....	21
3.4 Análise estatística.....	22
4 RESULTADOS.....	24
5 DISCUSSÃO.....	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
6 REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Dentre as principais pragas na cultura do meloeiro, a mosca-minadora *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) se destaca como uma importante praga na região do nordeste brasileiro (Nunes *et al.*, 2013). Durante o cultivo, as larvas consomem o mesófilo foliar, ocasionando a redução da capacidade fotossintética da planta, o que implica na diminuição no teor de sólidos solúveis totais dos frutos (°Brix) (Araujo *et al.*, 2007; Araujo *et al.*, 2013; Silva; Costa; Araujo, 2018).

O uso de inseticidas é um dos métodos de controle mais comum nas áreas de produção até o momento (Silva *et al.*, 2022), porém o uso indiscriminado contribui para surtos populacionais e desenvolvimento de resistência da praga (Parrella *et al.*, 1987; Araujo *et al.*, 2012). Para o controle químico da mosca-minadora, é indicado o uso de inseticidas voltados para o estágio larval, entretanto, o controle dessa praga é dificultada tanto pelo acesso dos inseticidas às larvas, devido ao seu desenvolvimento interno nas folhas das plantas hospedeiras, quanto a posterior formação de pupas no solo (Mujica; Kroschel, 2011).

Diante disso, o controle biológico é fundamental nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) para promover uma agricultura sustentável. Esse método de controle é considerado essencial para manter as pragas abaixo do nível de dano econômico, podendo ser usado de forma harmoniosa com outros métodos de controle (Parra *et al.*, 2021).

De modo geral, o meloeiro abriga uma diversidade de inimigos naturais, dentre eles, parasitoides de *L. sativae* (Guimarães *et al.*, 2008). Esses agentes de controle biológico desempenham um papel importante na regulação da população da praga hospedeira (Priyanka *et al.*, 2023).

Phaenodotoma scabriventris Nixon (Hymenoptera: Braconidae) e *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae), são endoparasitoides larvais, cenobiontes e solitários de dípteros agromizídeos (Boucek, 1977; Costa-Lima; Chagas; Parra, 2019). Esses himenópteros foram encontrados ocorrendo simultaneamente na região semiárida em cultivos de meloeiro parasitando larvas da mosca-minadora (Informação pessoal, Araujo, E. L.).

Em estudos realizados utilizando diferentes espécies de braconídeos e eulofídeos em conjunto no parasitismo de *Liriomyza* spp., foi observado efeito aditivo no parasitismo quando comparado com o uso isolado das espécies (Foba *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2023). No entanto, além de compreender a dinâmica das interações para a seleção de agentes de biocontrole eficazes, é necessário avaliar os potenciais impactos diretos do uso conjunto de inimigos naturais no controle de *L. sativae*.

Assim, é importante verificar se há compatibilidade entre esses agentes. Compreender as interações interespecíficas entre as espécies *P. scabriventris* e *C. caribea* sobre *L. sativae* se mostra necessário, pois pode influenciar diretamente no parasitismo dessa praga. Portanto, o presente estudo objetivou avaliar se a associação entre os parasitoides *P. scabriventris* e *C. caribea* aumenta o parasitismo sobre *L. sativae* em condições de laboratório.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Bioecologia de *Liriomyza sativae*

Os insetos agromizídeos podem ser encontrados em todo o mundo, e a mosca-minadora do gênero *Liriomyza* é encontrada na Europa e nas Américas, sendo as espécies *Liriomyza trifolii* (Burgess), *Liriomyza sativae* e *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae) consideradas nativas das Américas. Já as espécies como *Liriomyza bryoniae* (Kaltenbach) e *Liriomyza strigata* (Meigen) (Diptera: Agromyzidae) são nativas da Europa. As espécies nativas americanas têm causado grande preocupação por aumento de ocorrência em novas áreas e alto nível de polifagia (Spencer, 1973). O primeiro relato de explosão populacional da mosca-minadora *L. sativae* foi feito na Flórida em 1948, após isso, houve consequente aumento na sua distribuição nos Estados Unidos (Spencer, 1973).

Liriomyza spp. são fitófagas, atacam principalmente as folhas das plantas abrindo galerias no parênquima foliar (Weintraub *et al.*, 2017; Carrapelli *et al.*, 2018). A mosca-minadora é um inseto holometábolo, ou seja, passa por um processo de metamorfose completa no seu desenvolvimento, onde as fases de ovo e larva ocorrem dentro do mesófilo foliar, o estágio pupal no solo e adulto tem vida livre (Vega, 2003).

O tamanho desses insetos varia entre 1 e 3 mm, com fêmeas geralmente maiores que os machos, sendo diferenciadas pela presença da bainha do ovipositor. Em geral, os ovos têm coloração esbranquiçada e translúcida, onde o tamanho pode variar entre espécies com medidas de 0,25 mm x 0,10 mm a 0,28 mm x 0,15 mm (Guimarães *et al.*, 2008).

Na espécie de *Liriomyza pictella* Thorns (Diptera: Agromyzidae), os machos e fêmeas acasalam várias vezes para a produção máxima de ovos (Oatman; Michelbacher, 1958). O acasalamento da maior parte das espécies do gênero ocorre nas primeiras horas da manhã após a emergência, dentro das primeiras 24 horas (Dimetry, 1971; Parrella *et al.*, 1983; Parrella *et al.*, 1999). A oviposição pode ocorrer nas face superior e inferior das folhas, sendo predominante a postura na parte adaxial na espécie *L. sativae* em estudos com feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (Costa-Lima *et al.*, 2010).

O estágio larval das moscas-minadoras tem três instares (Spencer, 1973) que se diferenciam nos tamanhos do aparelho bucal (Costa-Lima *et al.*, 2009). Segundo Araujo *et al.* (2013), a duração dos estágios imaturos de *L. sativae* a 25°C são de $2,7 \pm 0,01$ dias na fase de ovo, $4,1 \pm 0,03$ dias na fase larval, $9,1 \pm 0,03$ dias na fase de pupa, totalizando $15,9 \pm 0,04$ dias de desenvolvimento entre a oviposição e a formação da mosca adulta. Ainda segundo o

mesmo autor, as fêmeas têm maior tempo de vida do que os machos da mesma espécie, sendo a longevidade adulta média de $19,3 \pm 1,09$ dias para as fêmeas e $16,2 \pm 0,96$ para os machos.

Liriomyza spp. são polípagos, se alimentam de plantas de diferentes famílias. No Brasil, as principais famílias hospedeiras são Fabaceae, Cucurbitaceae e Solanaceae. Dentre essas, destaca-se o melão no semiárido nordestino (Araujo *et al.*, 2013), assim como cebola (Ramalho; Moreira 1979), feijão (Costa-Lima *et al.*, 2009) e batata (Bueno *et al.*, 2007).

O ataque da mosca-minadora no meloeiro causa danos significativos à cultura, afetando principalmente seus processos fisiológicos (taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e concentração interna de CO₂), sendo a alteração desses processos um dos principais fatores responsáveis pela redução da produtividade e qualidade dos frutos, principalmente pelo menor acúmulo de sólidos solúveis totais (Costa *et al.*, 2017).

2.2 *Chrysocharis caribea*

Chrysocharis caribea Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide de minadores agromizídeos como *L. huidobrensis*, *L. munda* Frick (Diptera: Agromyzidae) e *L. sativae* (Murphy; Lasalle, 1999) em culturas como tomate, pepino, repolho e feijão (Boucek, 1977).

Além dos agromizídeos, atuam no controle de insetos das famílias Heterarthrine, Tenthredinidae e Curculionidae (Noyes, 2019). Quanto ao hábito de exploração, podem ser idiobiontes ou cenobiontes (Askew; Shaw, 1979), e geralmente apresentam de três a cinco instares larvais (Noyes, 2019).

Os eulofídeos são encontrados em diferentes tipos de habitats do mundo e são conhecidos por desempenhar papel importante em programas de biocontrole (Noyes, 2019; Kang; Hu, *et al.*, 2023). Atualmente esta família inclui 297 gêneros e 4.472 espécies distribuídas em 4 subfamílias: Euderinae, Eulophinae, Entedoninae e Tetrastichinae (Noyes, 2019).

Alguns exemplos de destaque em programas de controle biológico são as espécies europeias *Chrysocharis laricinellae* (Ratzeburg) (Hymenoptera: Eulophidae), controlando *Coleophora laricella* (Hubner) (Lepidoptera: Coleophoridae) e *Dahlbominus fuscipennis* (Zetterstedt) (Hymenoptera: Eulophidae), sobre *Diprionidae* spp. (Hymenoptera: Tenthredinoidea) em pinheiros na América do Norte (Bobb, 1965).

Entre as espécies já descritas na região neotropical, pode-se citar: *Chrysocharis flacilla* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. huidobrensis*, *Chrysocharis ignota*

(Hansson) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. sativae*, (Hymenoptera: Eulophidae), *Chrysocharis vonones* (Walker) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. sativae*, *Diaulinopsis callichroma* (Crawford) (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. trifolii* (Marchiori, 2022).

Uma outra espécie de parasitoide dessa família, já empregada comercialmente, é o *Neochrysocharis formosa* (Westwood), usado no controle de *L. sativae*. Esta espécie está presente em mais de 30 países, inclusive no Brasil (Wang *et al.*, 2014; Rocha; Birolo, 2021).

Alguns estudos relataram *C. caribea* na Argentina, Barbados, Bolívia, Brasil, Caribe, Peru, Trinidad, Tobago, Uruguai e Venezuela (Boucek, 1977; De Santis, 1983; Hansson, 1987; De Santis; Fidalgo, 1994, Salvo; Valladares, 1997; Mujica; Kroschel, 2011). No Brasil, há registros de ocorrência de *C. caribea* em Cravinhos-SP em *Coffea arabica* L. (Lara *et al.*, 2011).

Até o momento, há poucos estudos relacionados à biologia do parasitoide *C. caribea*, ficando restritos a sua descrição taxonômica (Boucek, 1977) e distribuição geográfica (Boucek, 1977; De Santis, 1983; Hansson, 1987; De Santis; Fidalgo, 1994, Salvo; Valladares, 1997; Mujica; Kroschel, 201; Lara *et al.*, 2011).

2.3 *Phaeditoma scabriventris*

Phaeditoma scabriventris (Nixon) (Hymenoptera: Braconidae) (sinonímia de *Opius scabriventris*) é um inseto endoparasitoide, cenobionte e solitário de larva-pupa, importante para o controle de populações de espécies de *Liriomyza* spp. em países como Peru, Argentina, Brasil e Chile (Foba *et al.*, 2015; Sousa *et al.*, 2023).

Segundo Mujica *et al.* (2016a), parte do ciclo de vida desses insetos ocorre dentro das larvas da mosca-minadora. As larvas parasitadas continuam a se alimentar do tecido das folhas das plantas até alcançarem a fase de pupa. *Phaeditoma scabriventris* possui quatro instares larvais, resultando na morte do hospedeiro durante a fase de pupa. Quando completa seu desenvolvimento imaturo, o parasitoide emerge da pupa do hospedeiro, sendo que apenas um adulto emerge de cada pupa parasitada.

As fêmeas dessa espécie, assim como em outros parasitoides de mosca-minadora, matam a larva para se alimentarem (Sousa *et al.*, 2023). Além disso, preferem larvas de tamanho médio de *L. sativae* (segundo e início do terceiro ínstar) (Mujica *et al.*, 2016).

Em temperaturas de 25°C, as fêmeas de *P. scabriventris* predam uma larva para cada três parasitadas (Costa-Lima, 2019). A duração do período ovo-adulto é de 14,27 dias, inferior ao do hospedeiro *L. sativae* (Costa-Lima *et al.*, 2014). Em estudos no semiárido

nordestino, foi observado que o parasitoide *P. scabriventris* tem cerca de 29,4 gerações por ano no melão. As pesquisas sobre os limites térmicos indicam que essa espécie se desenvolve sob temperatura mínima de 7,3°C e máxima de 35°C, semelhante à faixa térmica tolerada por *L. sativae* (Costa-Lima, 2014).

Essa espécie ocorre naturalmente na América do Sul, nos países do Chile (Nixon, 1955), Brasil (Campos *et al.*, 1984), Argentina (Achterberg; Salvo, 1997) e Peru (Cisneros; Mujica, 1999). Segundo Murphy e LaSalle (1999), está distribuído em quase todas as regiões do globo onde houve infestações pela mosca-minadora. No Brasil, insetos do gênero *Phaeditoma* foram observados no semiárido nordestino (Costa-Lima *et al.*, 2014; Costa-Lima *et al.*, 2019), centro-oeste (Guimarães *et al.*, 2010), sudeste (Pereira *et al.*, 2021; Marinho *et al.*, 2009) e sul (Santos *et al.*, 2007).

2.4 Parasitismo associado no controle de agromizídeos

De acordo com Parra *et al.* (2021), os endoparasitoides são aqueles que se desenvolvem dentro do hospedeiro, podendo ser solitários ou gregários. Segundo esses autores, o parasitismo múltiplo ocorre quando mais de uma espécie de parasitoide está presente dentro ou sobre um único hospedeiro, sendo que geralmente apenas um indivíduo sobrevive.

A utilização de espécies de parasitoides (relação interespecífica) com nichos semelhantes no controle do mesmo inseto-praga pode promover relações ecológicas de competição (Harvey *et al.*, 2013; Ayala *et al.*, 2021), ou mesmo aumentar o controle de um hospedeiro (Ode *et al.*, 2022).

Alguns estudos foram realizados a respeito do uso associado de diferentes espécies de parasitoides agromizídeos: *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) e *Dacnusa sibirica* Telenga (Hymenoptera: Braconidae) sobre *Liriomyza langei* (Frick) (Diptera agromyzidae) (Bader *et al.*, 2006); *D. isaea* e *P. scabriventris* sobre *L. huidobrensis* (Akutse *et al.*, 2015); *P. scabriventris* e *Zaeucoila unicarinata* Ashmead (Hymenoptera: Figitidae) sobre *L. sativae* (Sousa *et al.*, 2023).

Nessa perspectiva, alguns autores observaram acréscimo na taxa de controle de dípteros agromizídeos ao usar duas espécies de parasitoides distintas, como observado no estudo de Sousa *et al.* (2023), que obtiveram aumento do parasitismo total com o uso

simultâneo e sequencial em relação ao uso isolado de *P. scabriventris* e *Z. unicarinata* sobre *L. sativae*.

O mesmo foi observado por Foba *et al.* (2015), utilizando *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae) e *P. scabriventris* sobre *L. huidobrensis*. Enquanto que Akutse *et al.* (2015), não observaram diferença significativa no parasitismo total utilizando-se *D. isaea* e *P. scabriventris* conjuntamente, havendo maior parasitismo total no uso isolado de *P. scabriventris* sobre *L. huidobrensis*.

Assim, a utilização combinada de dois ou mais parasitoides pode resultar em uma maior mortalidade do hospedeiro e reduzir a abundância de pragas em comparação com a liberação de apenas uma única espécie de parasitoide (Stiling; Cornelissen, 2005; Cusumano *et al.*, 2011; Xuan *et al.*, 2018; Ode *et al.*, 2022). Compreender essas interações é importante, pois elas estão relacionadas diretamente no resultado de programas de controle biológico (Briggs; Iwasa, 1993; Godfray, 1994).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Entomologia Aplicada do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA durante os meses de fevereiro e março de 2024.

3.2 Criação dos Insetos

3.2.1 Plantas Hospedeiras

As mudas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), foram usadas como hospedeiro alternativo. As mesmas foram obtidas a partir da semeadura em bandejas de poliestireno com 200 células, contendo substrato de fibra de coco (Amifibra) Golden Mix® e matéria orgânica (esterco bovino e de galinha) Pole®, na proporção de 3:1, respectivamente. Após a semeadura, as plantas foram mantidas em casa de vegetação até que os primeiros pares de folhas verdadeiras estivessem bem desenvolvidos, para então serem infestadas (cerca de 15 dias após a semeadura).

3.2.2 *Liriomyza sativae*

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados insetos obtidos a partir de levantamentos feitos em regiões produtoras de melão do Rio Grande do Norte e mantidas no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA. As criações seguiram a metodologia de criação proposta por Araujo *et al.* (2007), em condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa do ar ($60 \pm 10\%$) e fotofase (12 horas).

Para obter plantas infestadas com larvas de 2º instar adequadas para o parasitismo, no início da manhã, 50 plantas de feijão-de-porco dispostas em bandejas foram expostas a adultos de *L. sativae* em gaiolas (83 cm de largura x 50 cm de comprimento x 50 cm de altura), revestidas com tela anti-afídeo, onde permaneceram durante duas horas. Posteriormente, as plantas foram transferidas para a casa de vegetação, a fim de permitir o desenvolvimento das larvas até o 2º instar, o que ocorreu em aproximadamente quatro dias. As

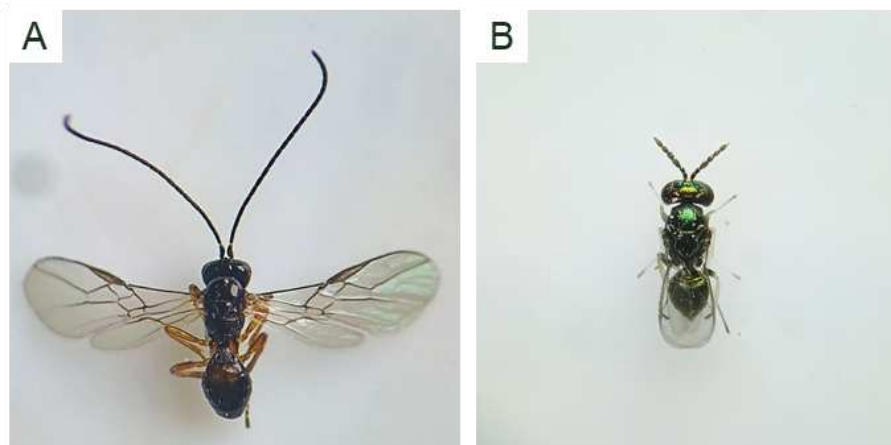
infestações das plantas de feijão-de-porco com *L. sativae* foram feitas diariamente durante 5 dias.

As plantas contendo larvas de 2º instar foram selecionadas, para se obter uma média de 20 larvas por planta. Para ter essa densidade, as larvas presentes nas folhas foram contadas e demarcadas com círculos usando caneta esferográfica (não tóxica). O excedente de larvas foram mortas com auxílio de um palito pontiagudo.

3.2.3 *Phaeditoma scabriventris* e *Chrysocharis caribea*

Foram utilizados adultos recém emergidos (entre 24 e 48h) dos parasitoides *P. scabriventris* e *C. caribea* (Figura 1), obtidos a partir das criações que são mantidas no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA. Para a criação dos parasitoides, larvas de 2º instar de *L. sativae* foram expostas ao parasitismo de ambas as espécies, e a colônia foi mantida a 25 ± 2 °C, com fotofase de 12 horas e 60-10% UR.

Figura 1 - Parasitoides *Phaeditoma scabriventris* (A) e *Chrysocharis caribea* (B).



Fonte: Autora

Foram utilizados casais de cada espécie, onde foi feita sexagem de *P. scabriventris* a partir da observação da ausência ou presença de ovipositor (para machos e fêmeas, respectivamente) (Mujica *et al.*, 2016a) e para *C. caribea* foi observado o formato do abdome, menor e mais estreito nos machos do que nas fêmeas (Boucek, 1977). Depois de sexados, os casais foram dispostos em gaiolas plásticas cilíndricas (12 cm de diâmetro, 23 cm de altura) contendo uma abertura para aeração na lateral (8 x 11 cm) de acordo com o tratamento.

Na base das gaiolas colocou-se uma esponja de 12 cm de diâmetro para dar suporte às plantas que continham as larvas de 2º instar de *L. sativae*. A alimentação ofertada consistiu

em uma solução de mel a 50% em esponja. A alimentação e as plantas de feijão-de-porco com larvas foram trocadas diariamente durante 5 dias.

3.3 Parasitismo isolado e associado

Foram utilizadas cinco tratamentos com dez repetições (casais) cada. Cada gaiola com um par de parasitóides foi considerada uma unidade experimental, baseado em Akutse *et al.* (2015), Foba *et al.* (2015) e Sousa *et al.* (2023). Os tratamentos incluíram exposição das larvas de *L. sativae* aos casais das espécies de maneira isolada, sequencial (primeiro *Phaeditoma* → *Chrysocharis* / *Chrysocharis* → *Phaeditoma*) e simultâneo (um casal de cada espécie na mesma gaiola).

Nos tratamentos isolado e simultâneo, foram ofertadas plantas com *L. sativae* por 8 horas em cada gaiola, enquanto que no tratamento sequencial a duração da exposição foi de 4 h para cada espécie de parasitoide. Um resumo das combinações dos tratamentos pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Forma de exposição de larvas de *L. sativae* aos parasitoides.

Tratamentos (T)	Estratégia de exposição aos parasitoides	Horário da exposição
Isolado		
<i>P. scabriventris</i> apenas (T1)	1 casal de <i>P. scabriventris</i> por 8h	8:00 am
<i>C. caribea</i> apenas (T2)	1 casal de <i>C. caribea</i> por 8h	8:00 am
Sequencial		
<i>P. scabriventris</i> → <i>C. caribea</i> (T3)	1 casal de <i>P. scabriventris</i> por 4h seguido de 1 casal de <i>C. caribea</i> por 4h	8:00 am e 12:00 pm
Simultâneo		
<i>C. caribea</i> e <i>P. scabriventris</i> (T5)	1 casal de <i>P. scabriventris</i> e 1 casal de <i>C. caribea</i> por 8h	8:00 am

Os tratamentos testemunhas T1 e T2, consistiram no uso de cada espécie individualmente, onde as plantas de feijão-de-porco infestadas foram ofertadas para cada espécie de parasitoide isoladamente.

Nos tratamentos T3 e T4, foi feita uma exposição sequencial, onde foram utilizadas 10 gaiolas com casais da espécie *P. scabriventris* e 10 gaiolas com *C. caribea*. A exposição das plantas com larvas de *L. sativae* teve duração de 4 horas para uma espécie, e depois, as mesmas plantas foram expostas nas gaiolas com outra espécie de parasitoide por mais 4 horas, invertendo a ordem em ambos os tratamentos.

Para o tratamento T5, com a oferta simultânea para os dois parasitoides, foi colocado em cada gaiola, 10 casais da espécie *P. scabriventris* e *C. caribea*. A exposição das plantas de feijão-de-porco com 20 larvas de 2º instar foi de 8 horas.

Após 3 dias da exposição aos parasitoides, metade das pupas formadas aos diferentes tratamentos foram dissecadas e analisadas utilizando Microscópio Estereoscópio Leica® com aumento de 80x. A dissecação foi feita sobre uma base circular, utilizando agulhas para a abertura e exposição do conteúdo interno das pupas, onde foi observada a presença dos estágios imaturos dos parasitoides. Essa análise intrínseca do desenvolvimento larval dos parasitoides possibilitou verificar o efeito da associação das espécies no parasitismo de *L. sativae*. O reconhecimento das espécies foi feito com base nas estruturas morfológicas imaturas (Mujica *et al.*, 2016a; Mujica *et al.*, 2016b).

A outra metade das pupas restantes foram mantidas até a emergência dos adultos. Para esse trabalho, foram considerados valores apenas do comportamento intrínseco.

Ao final de cada bioensaio, o índice de parasitismo e multiparasitismo foram calculados usando a seguinte equação:

$$IP = \frac{NEPE}{NP} \times 100$$

Onde:

NP = número de pupários;

IP = índice de parasitismo;

NEPE = número da espécie de parasitoide encontrada

Para verificar a influência e o desempenho de uma ou de ambas as espécies, as taxas de parasitismo foram comparadas tanto entre os tratamentos, quanto dentro dos tratamentos.

3.4 Análise estatística

Os dados não apresentaram distribuição normal, de acordo com o teste de Shapiro-Wilk. Portanto, foram realizadas análises estatísticas não-paramétricas.

Para verificar se o parasitismo do *P. scabriventris* e do *C. caribea* difere entre os modos de exposição, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Quando significativo, o teste de Dunn foi aplicado utilizando ajuste de Bonferroni para comparação dos ranks.

O teste de Wilcoxon foi utilizado para analisar se o parasitismo difere entre as espécies dentro de cada modo de exposição. Todas as análises foram realizadas no software estatístico R (R Core Team, 2023).

4 RESULTADOS

Para os dados de parasitismo das espécies, foi usado os valores da mediana $\pm$ intervalo interquartil que podem ser observados na tabela 2.

Tabela 2 - Parasitismo percentual de *Phaenodotoma scabriventris* (Ps) e *Chrysoschelis caribea* (Cc) em diferentes exposições sobre larvas de *Liriomyza sativae*.

Tipo de exposição	Parasitismo total	<i>C. caribea</i>	<i>P. scabriventris</i>	Teste de Wilcoxon	
				W	p
T1 (Ps)	62,5 $\pm$ 63,87 ab		41,43 $\pm$ 46,79 aA	976,5	0,0582
T2 (Cc)	30,00 $\pm$ 30,07 c	30,00 $\pm$ 30,07 aA			
T3 (Ps $\rightarrow$ Cc)	38,75 $\pm$ 42,71 bc	0,00 $\pm$ 12,15 cB	22,22 $\pm$ 56,75 abA	762	0,0003
T4 (Cc $\rightarrow$ Ps)	37,5 $\pm$ 35,56 bc	13,39 $\pm$ 33,33 bA	0,00 $\pm$ 22,22 cA	1503	0,0685
T5 (Ps + Cc)	64,58 $\pm$ 30,49 a	12,5 $\pm$ 28,57 bB	25,00 $\pm$ 40 bA	1858	0,0447
Kruskal-Wallis					
X ²	37,46305	31,2328	25,7239		
GL	4	3	3		
p	<0,001	<0,001	<0,001		

Valores são Mediana $\pm$ Intervalo interquartil. Letras minúsculas na coluna indicam diferença significativa de acordo com o teste de Dunn ($p < 0,05$). Letras maiúsculas na linha indicam diferença significativa de acordo com o teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). T1 = *P. scabriventris* exposto sozinho por 8h; T2 = *C. caribea* exposto sozinho por 8h; T3 = *P. scabriventris* expostos nas primeiras 4 horas e seguido de *C. caribea* expostos por mais 4 horas; T4 = *C. caribea* expostos nas primeiras 4 horas, seguido de *P. scabriventris* expostos por mais 4 horas e T5 = *P. scabriventris* e *C. caribea* expostos juntos por 8 horas.

Houve diferença significativa entre os tratamentos de liberação isolada, sequencial e simultânea em relação às taxas de parasitismo total, havendo maior parasitismo no tratamento simultâneo (T5) e menor no tratamento isolado com *C. caribea* (T2). Nesse caso, o parasitismo total do tratamento simultâneo foi semelhante ao encontrado no tratamento isolado com *P. scabriventris*.

Para o parasitismo específico, os tratamentos isolados (T1 e T2) não apresentaram diferença significativa entre as espécies e entre os tratamentos, sendo superiores aos demais tratamentos.

Nos tratamentos sequenciais (T3 e T4), não foi observado diferença significativa no parasitismo total. Quando comparado o parasitismo de cada espécie (parasitismo específico) dentro do tratamento simultâneo, observou que houve diferença, com maior parasitismo específico encontrado em *P. scabriventris*.

Nos tratamentos sequenciais (T3 e T4), a primeira espécie que recebeu as larvas obteve maior taxa de parasitismo em relação à segunda. Quando utilizada em conjunto com *P. scabriventris*, *C. caribea* teve o parasitismo específico reduzido em relação ao seu parasitismo

isolado, onde o menor parasitismo foi encontrado no tratamento sequencial T3, quando *C. caribea* é usado por último.

5 DISCUSSÃO

Nesse estudo, não foram encontradas diferenças significativas no parasitismo específico entre ambas as espécies de parasitoides quando utilizadas separadamente. Foba *et al.* (2015), quando utilizaram *P. scabriventris* e *O. dissitus*, o que indica um potencial semelhante de parasitismo de *P. scabriventris* e *C. caribea* em condições de laboratório.

A taxa de parasitismo específico de *P. scabriventris* e *C. caribea* observada neste estudo foi semelhante à relatada por Akutse *et al* (2015), que relataram 63,6% de parasitismo por *P. scabriventris* em *L. huidobrensis*. Outros autores observaram parasitismo inferior ao encontrado, como Foba *et al.* (2015), que relataram 34,94% de parasitismo por *P. scabriventris* em *L. huidobrensis* e Sousa *et al.* (2023), com parasitismo de *P. scabriventris* de 19,4% sobre *L. sativae*. No entanto, essa diferença pode estar relacionada à concentração de alimento fornecida, levando em consideração que são insetos sinovigênicos.

O parasitismo total de *P. scabriventris* não diferiu estatisticamente entre os tratamentos isolado ($62,5 \pm 63,87$) e simultâneo ($64,58 \pm 30,49$). Foba *et al.* (2015) não observaram diferença significativa na taxa de parasitismo total em tratamento com liberações simultâneas e isoladas das espécies de *O. dissitus* e *P. scabriventris*. Essa coexistência de *P. scabriventris* com várias espécies de eulofídeos também foi relatada por Valladares *et al.* (1999), Mujica e Kroschel (2011), Mujica e Kroschel (2013), Sousa *et al* (2023).

O uso simultâneo de *P. scabriventris* e *C. caribea* resultou em maior taxa de parasitismo total em comparação quando foram utilizados separadamente. O mesmo foi observado por Sousa *et al.* (2023), que observaram média de parasitismo total de $51,28 \pm 3,08$ no tratamento simultâneo, e $19,4 \pm 3,57$ e $17,6 \pm 4,54$ no parasitismo dos tratamentos isolados de *P. scabriventris* e *Z. unicarinata* respectivamente.

Também foi observado que *P. scabriventris* apresentou maior parasitismo específico no tratamento isolado e quando utilizado primeiro no tratamento sequencial, do que em relação ao parasitismo obtido por *C. caribea* nesses tratamentos. Assim como relatado por Sousa *et al.* (2015), *P. scabriventris* obteve maior frequência em todas as formas de tratamento (isolado, sequencial e simultâneo) do que *Z. unicarinata*. Esse comportamento pode estar relacionado à maior agilidade e capacidade de parasitismo de *P. scabriventris* (Sousa *et al.*, 2023).

Nas libertações sequenciais, o primeiro parasitoide introduzido, seja *P. scabriventris* ou *C. caribea*, atingiu taxas de parasitismo específico semelhantes às de quando liberado sozinho, e significativamente mais altas do que a segunda espécie introduzida. Isso sugere que

a primeira espécie de parasitoide introduzida teve uma vantagem na utilização dos recursos disponíveis do hospedeiro em comparação com a segunda.

Segundo Agboka *et al.* (2002) e Karamaouna e Copland (2009) isso ocorre devido o parasitismo anterior causar redução dos recursos disponíveis do hospedeiro para a fêmea subsequente. Foba *et al.* (2015) observou o mesmo com *P. scabriventris* e *Opius dissitus*. No entanto, há divergências, onde a segunda fêmea introduzida tem vantagem no parasitismo, como observado por Sousa *et al.* (2023) com *P. scabriventris* e *Z. unicarinata*.

O uso simultâneo de *P. scabriventris* e *C. caribea* demonstrou maior taxa de parasitismo total do que o encontrado nos tratamentos isolados de ambas as espécies. Resultados semelhantes foram relatados por autores, como Akutse *et al.* (2015), que observaram taxa total de parasitismo superior ($77,0 \pm 5,3$) no uso simultâneo de 50 indivíduos de cada espécie de *P. scabriventris* e *D. isaea* durante 24 horas, sendo $63,6 \pm 7,7$ e $30,4 \pm 10,9$ a taxa de parasitismo dos isolados de *P. scabriventris* e *D. isaea*, respectivamente.

Assim, pode se afirmar que houve um efeito aditivo no uso combinado de *P. scabriventris* e *C. caribea* no parasitismo total de *L. sativae*, assim como visto por Sousa *et al.* (2023), quando usado *P. scabriventris* e *Z. unicarinata* nas formas sequencial e simultânea.

A coexistência entre diferentes espécies de parasitoides pode ocorrer quando estes se diferenciam no tempo de desenvolvimento ou atacam diferentes estágios de vida do hospedeiro (Ode *et al.* 2022). Além disso, uma fêmea pode reconhecer e discriminar um hospedeiro já parasitado por outra espécie, aspecto que contribui para que parasitoides ocupem a mesma guilda e possam coexistir (Wang *et al.*, 2019).

Nesses casos, o parasitoide com desenvolvimento mais curto é normalmente favorecido (Shi *et al.*, 2004; Tian *et al.*, 2008; Foba *et al.*, 2015). Como é o caso do *P. scabriventris* e *C. caribea*, que apresentam tempo de desenvolvimento semelhante ao hospedeiro *L. sativae*, no entanto, suas fases imaturas possuem desenvolvimento distinto, onde *P. scabriventris* possui desenvolvimento entre a fase de ovo e larva de primeiro instar mais curtas, quando comparado a *C. caribea*, segundo o que foi observado nas dissecações.

A avaliação do parasitismo a partir da dissecação de pupas é fundamental para melhor compreender o comportamento dessas espécies de parasitoides dentro do hospedeiro. Até o momento, há poucos estudos abordando análises intrínsecas. Contudo, futuras pesquisas nesse âmbito são indispensáveis para avaliar parâmetros mais aplicados, especialmente relacionados à competição interespecífica intrínseca e extrínseca entre esses parasitoides.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso associado dos parasitoides *P. scabriventris* e *C. caribea* aumentou o parasitismo de *L. sativae* em condições de laboratório. A presença simultânea de *P. scabriventris* e *C. caribea* resultou em um aumento na taxa de parasitismo total, demonstrando uma sinergia positiva entre esses parasitoides. O parasitismo específico de *P. scabriventris* foi maior do que de *C. caribea*. Além disso, os dados demonstraram que o uso sequencial desfavorece o parasitoide que é utilizado por último, ainda assim, o parasitismo total de *L. sativae* teve aumento, quando comparado aos parasitismos isolados. Portanto, são necessários mais estudos para avaliar o parasitismo de ambos os parasitoides e as possíveis estratégias de coexistência utilizadas pelas espécies.

6 REFERÊNCIAS

AGBOKA, K., *et al.* Self-, Intra-, and Interspecific host discrimination in *Telenomus busseolae* Gahan and *T. isis* Polaszek (Hymenoptera: Scelionidae), sympatric egg parasitoids of the African cereal stem borer *Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Insect Behavior**, v. 15, p. 1–12, 2002.

AYALA, A. *et al.* Superparasitism and fitness parameters in three native wasp parasitoids (Braconidae: Opiinae) of the Mexican fruit fly, *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae). **Bulletin of Entomological Research**, p. 1-8, 2021. <http://dx.doi.org/10.1017/S000748532100081X>

AKUTSE, K.S. *et al.* Interactions between *Phaenotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) and *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoids of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) (Diptera: Agromyzidae). **Biological Control**, v. 80, p. 8-13, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.09.008>

ARAUJO, E.L. *et al.* Técnica de criação da mosca-minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). **Campo Digital**, v. 2, n. 1, 2007.

ARAUJO, E. L. *et al.* Efeito de inseticidas sobre a mosca-minadora (Diptera: Agromyzidae), quando aplicado a fase de ovo. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, p. 18-22, 2012.

ARAUJO, E.L. *et al.* Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). **Ciência Rural**, v. 43, p. 579-582, 2013.

BADER, A.E. *et al.* Assessment of interspecific interactions among parasitoids on the outcome of inoculative biological control of leafminers attacking chrysanthemum. **Biological Control**, v. 39, n. 3, p. 441-452, 2006.

BOBB, M.L., *et al.* Insect parasite and predator studies in a declining sawfly population. **Journal of Economic Entomology**, v. 58, p. 925-926, 1965.

BOUCEK, Z. Descriptions of two new species of neotropical Eulophidae (Hymenoptera) of economic interest, with taxonomic notes on related species and genera. **Bulletin of Entomological Research**, v. 67, n. 1, p. 1-15, 1977.

BRIGGS, C.J.; IWASA, Y. Competition among parasitoid species on a stage-structured host and its effect on host suppression. **The American Naturalist**, v. 141, p. 372-397, 1993.

BUENO, A.F. *et al.* Mosca-minadora (*Liriomyza trifolii*) na cultura da batata (*Solanum tuberosum*): observações de campo e respostas fotossintéticas da planta à injúria. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1510-1517, 2007.

CAMPOS, T.B. *et al.* Controle químico do díptero minador *Liriomyza* sp. em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **O Biológico**, v. 50, n. 2, p. 33-38, 1984.

CISNERO, F.; MUJICA, N. The leafminer fly in potato: plant reaction and natural enemies as natural mortality factors. In: INTERNACIONAL POTATO CENTER. **Program report 1997-98**. Lima: CIP; 1999. 130-140.

COSTA-LIMA, T.C.C.; GEREMIAS, L.D.; PARRA, J.R.P. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar no desenvolvimento de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Vigna unguiculata*. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 727-733, 2009.

COSTA-LIMA, T.C.; GEREMIAS, L.D.; PARRA, J.R.P. Reproductive activity and survivorship of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) at different temperatures and relative humidity levels. **Environmental Entomology**, College Park, v. 39, n. 1, p. 195- 201, 2010.

COSTA-LIMA, T.C.; CHAGAS, M.C.M.; PARRA, J.R.P. Temperature-dependent development of two Neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). **Journal of Insect Science**, v.14, n.245, 2014. <http://dx.doi.org/10.1093/jisesa/ieu107>.

COSTA-LIMA, T.C.; CHAGAS, M.C.M.; PARRA, J.R.P. Comparing potential as biocontrol agents of two Neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae*. **Neotropical Entomology**, v. 48, n. 4, p. 660-667, 2019.

CUSUMANO, A. *et al.* Intraguild interactions between two egg parasitoids exploring host patches. **BioControl**, v. 56, p. 173-184, 2011.

DE SANTIS, L. Catalogo de los Himenopteros Calcidoideos de America al Sur de los Estados Unidos: Primer Suplemento. **Revista Peruana de Entomología**, v. 24, p.1-38, 1983.

DE SANTIS, L. FIDALGO, P. Catalogo de Himenopteros Calcidoideos. **Serie de la Academia Nacional de Agronomia y Veterinaria**. 1994.

DIMETRY, N.Z. Biological studies on a leaf mining Diptera, *Liriomyza trifolii* (Burgess) attacking beans in Egypt. **Bulletin of the Society of Entomology Egypte**, Cairo, v. 55, p. 53-69, 1971.

FOBA, C.N. *et al.* Interaction between *Phaeditoma scabriventris* Nixon and *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae): Endoparasitoids of Liriomyza Leafminer. **African Entomology**, n. 23, p. 120-131, 2015.

GODFRAY, H.C.J. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. **Environmental Entomology**, v. 24, p. 483-484, 1994.

GUIMARÃES, J.A. *et al.* Manejo integrado de práticas do meloeiro. In: BRAGA SOBRINHO R. *et al.* (Eds.) **Produção Integrada de Melão**. Embrapa Agroindústria Tropical, p. 183–199, 2008.

GUIMARÃES, J.A. *et al.* Ocorrência da mosca-minadora sul-americana e seus himenópteros parasitoides em meloeiro no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 790-794, 2010.

HANSSON, C. Revision of the new world species of *Chrysocharis* Foerster (Hymenoptera: Eulophidae). **Entomologica Scandinavica**, v. 31, p. 1-86, 1987.

HARVEY, J.A., POELMAN, E.H. TANAKA, T. Intrinsic inter- and intraspecific competition in parasitoid wasps. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 333-351, 2013.
<<http://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153622>>.

KANG, N.; HU, H. Adaptive evidence of mitochondrial genes in *Pteromalidae* and *Eulophidae* (Hymenoptera: Chalcidoidea). **PloS one**, v. 18, n. 11, 2023. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0294687>

KARAMAOUNA F.; COPLAND, M.J.W. Conspecific and heterospecific host discrimination in two parasitoid species of the mealybug *Pseudococcus viburni*, the solitary *Leptomastix epona* and the gregarious *Pseudaphycus flavidulus*. **Entomologia Hellenica**, v. 18, p. 17–34, 2009.

LARA, R.I.R. *et al.* Novos registros de Entedoníneos (Hymenoptera: Eulophidae) para a cultura do café (*Coffea arabica* L.). **Coffee Science**, v. 3, n. 6, p. 242-244, 2011.

MARCHIORI, A.H. Agromyzidae (Insecta: Diptera) species as an important agricultural pest. **International Journal of Science and Technology Research Archive**, v. 1, n. 2, p. 017-032, 2022. <https://doi.org/10.53771/ijstra.2022.2.1.0022>.

MARINHO, C.F. *et al.* Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in the State of São Paulo, Brazil: associated plants and parasitism. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 321-326, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000300004>

MUJICA, N.; KROSCHER, J. Leafminer fly (Diptera: Agromyzidae) occurrence, distribution, and parasitoid associations in field and vegetable crops along the Peruvian Coast. **Environmental Entomology**, v. 40, n. 2, p. 217-230, 2011.

MUJICA, N.; KROSCHER, J. Pest intensity-crop loss relationships for the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard) in different potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. **Crop Protection**, v. 47, p 6-16, 2013.

MUJICA, N. *et al.* *Phaedrotoma scabriventris* (Nixon 1955). In: KROSCHER, J.; MUJICA, N.; CARHUAPOMA, P.; SPORLEDER, M. **Pest distribution and risk atlas for Africa**. Peru: International Potato Center (CIP), p. 257-268, 2016a.

MUJICA, N. *et al.* Potential global and regional distribution and abundance of agricultural and horticultural pests and associated biocontrol agents under current and future climates, **Pest distribution and risk atlas for Africa**. Peru:International Potato Center (CIP). p. 269-280. 2016b.

MURPHY, S.T. LASALLE, J. Review article: balancing biological control strategies in the IPM of new world invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. **Biocontrol News and Information**, Wallingford, v. 20, n. 3, p. 91-104, 1999.

NIXON, G.E.J. Los insectos de las Islas Juan Fernandez. 26. Braconidae (Hymenoptera). **Revista Chilena de Entomologia**, v. 4, p. 159-165, 1955.

NOYES J.S. A study of five methods of sampling Hymenoptera (Insecta) in a tropical rainforest, with special reference to the Parasitica. **Journal of Natural History**. v. 23, n. 2, p. 285-298, 1989.

NOYES, J.S. **Universal Chalcidoidea Database**. 2019. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/chalcidoids>. Acesso em: 30 de mar. de 2024.

NUNES, G.H.D.S. *et al.* Resistência de acessos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 746-754, 2013.

OATMAN, E.R.; MICHELbacher, A.E. The melon leafminer, *Liriomyza pictella* (Thomson) (Diptera: Agromyzidae). **Annals of Entomological Society of America**, v. 51, n. 6, p. 557-566, 1958.

ODE, P.J.; VYAS, D.K.; HARVEY, J.A. Extrinsic Inter- and Intraspecific Competition in Parasitoid Wasps. **Annual Review of Entomology**, v. 67, p. 305-328, 2022.

PARRELLA, M.P.; ROBB, K.L.; BETHKE, J. Influence of selected hosts plants on the biology of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n. 1, p. 112-115, 1983. <https://doi.org/10.1093/aesa/76.1.112>

PARRELLA, M.P.; HANSEN, L.S.; LENTEREN, J.V. Glasshouse environments. In: BELLOWS, T. S.; FISHER T. W. (Ed.). **Handbook of Biological Control**. London: Academic Press, v. 31, p. 819-839, 1999.

PEREIRA, F. F.; *et al.* Uso de eulofídeos no controle biológico de pragas. In: PARRA, J. R. P. *et al.* (Ed.). **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**. 1ed. Piracicaba: FEALQ, v. 1, p. 317-361, 2021.

PRIYANKA, S.L. *et al.* Influence of host egg age on parasitic potential of the entomophagous, *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) against the Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) and investigations on the developmental biology and ultrastructure of egg parasitoid immature stages. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 26, n. 33, p. 1-16, 2023.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2022.

ROCHA, C.; BIROLO, F. Pesquisa viabiliza sistema de criação em larga escala de parasitoide da mosca-minadora. **Embrapa**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65400968/pesquisa-viabiliza-sistema-de-criacao-em-larga-escala-de-parasitoide-da-mosca-minadora>>. Acesso em: 10 de abr. de 2024.

SALVO, A.; VALLADARES, G. An analysis of leaf-miner and plant host ranges of three *Chrysocharis* species (Hym.: Eulophidae) from Argentina. **Entomophaga**, v. 3, n. 42, p. 417-426, 1997.

SANTOS, J.P. REDAELLI, L.R. SOGLIO, F.K.D. Dípteros minadores e seus parasitoides em plantas de crescimento espontâneo em pomar orgânico de citros em Montenegro, RS, Brasil. **Iheringia**, v. 97, n. 3, p. 280-285, 2007.

SHI, Z.-H. *et al.* Interspecific competition between *Diadegma semiclausum* Hellen (Hym., Ichneumonidae) and *Cotesia plutellae* (Kurdjumov) (Hym., Braconidae) in parasitizing *Plutella xylostella* (L.) (Lep., Plutellidea). **Journal of Applied Entomology**, [S.L.], v. 128, n. 6, p. 437-444, jul. 2004. <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00869.x>>.

SILVA, F.E.L.; COSTA, E.M.; ARAÚJO, E.L. Does the high density of trichomes influence the parasitism of *Liriomyza sativae* by *Opius scabriventris* on melon cultivars?. **Archives of the Biological Institute**, v. 85, p. 1-4, 2018.

SILVA, P.A.F. *et al.* Susceptibility of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) populations to reduced risk insecticides. **Crop Protection**, v. 153, 105880. 2022.

SOUSA, M.M. *et al.* Interações entre *Phaenotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) e *Zaeucoil unicarinata* Ashmead (Hymenoptera: Figitidae), endoparasitoides de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). **Biological Control**, v. 20, p. 105358, 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105358>.

SPENCER, K.A. **Agromyzidae (Diptera) of economic importance**. London: Series Entomologica. v. 9, p 418, 1973.

STILING, P.; CORNELISSEN, T. What makes a successful biocontrol agent? a meta-analysis of biological control agent performance. **Biological Control**, v. 34, p. 236-246, 2005.

TIAN S.P. *et al.* Interspecific competition between the ichneumonid *Campoletis chloridae* and the braconid *Microplitis mediator* in their host *Helicoverpa armigera*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 127, p. 10-19, 2008.

VALLADARES, G.; SALVO, A.; VIDELA, M. Moscas-minadoras en cultivos de Argentina. **Horticultura Argentina**, v. 18, p. 56-61, 1999.

VEGA, P.B. Dípteros de interés agronómico. Agromicidios plaga de cultivos hortícolas intensivos. **Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa**, v. 33, p. 293-307, 2003.

WANG, W. *et al.* Effects of five naturally occurring sugars on the longevity, oogenesis, and nutrient accumulation pattern in adult females of the synovigenic parasitoid *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, n. 6, p. 564-573, 2014.

WANG, X. *et al.* Potential competitive outcomes among three solitary larval endoparasitoids as candidate agents for classical biological control of *Drosophila suzukii*. **Biological Control**, v. 130, p. 18-26, 2019.

WEINTRAUB, P.G. *et al.* The Invasive *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally, *Journal of Insect Science*, v. 17, n. 1, 2017. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iew121>

XUAN, J. *et al.* Interactions between *Diglyphus isaea* and *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: eulophidae), two parasitoids of agromyzid leafminers. **Biological Control**, v. 126, p. 45-52, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.07.005>.