

BIOLOGIA DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA

(Sob Orientação do Professor Elton Lucio de Araujo - UFERSA)

RESUMO

Chrysocharis caribea Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide agromizídeo de *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). O desenvolvimento de alternativas de manejo relacionadas ao controle da mosca minadora tem intensificado os estudos sobre seus agentes de controle biológico. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a biologia básica de *C. caribea*, visando estabelecer parâmetros demográficos quanto ao número de descendentes, razão sexual, porcentagem de parasitismo e longevidade de machos e fêmeas, sob condições de laboratório. Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 12:12h (L:E). Casais foram pareados e confinados em gaiolas, nutridos com água e solução de mel e água a 10%. A partir da análise dos dados, o parasitismo médio calculado ao longo da vida das fêmeas foi de 41,55%, com pico de parasitismo registrado no 6º dia (59,10%). Os machos apresentaram maior longevidade (24 dias) em relação às fêmeas (19 dias), com razão sexual de 33% de fêmeas em relação aos descendentes gerados. A taxa líquida de reprodução (R_0) e a taxa intrínseca de crescimento (R_m) foram de 63,38 e 0,15, respectivamente. Com tempo médio de uma geração (T) de 19,9. Esse é o primeiro estudo sobre a biologia de *C. caribea* sobre o hospedeiro *L. sativae* em condição de laboratório e servirá de base para posteriores pesquisas sobre a espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitoide, Eulophidae, mosca minadora.

BIOLOGY OF *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)
PARASITIZING *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

by

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA

(Under the Direction of Professor Elton Lucio de Araujo - UFERSA)

ABSTRACT

Chrysocharis caribea Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) is an agromyzid endoparasitoid of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). The development of management alternatives related to leafminer control has intensified studies on its biological control agents. Therefore, the objective of this study was to evaluate the basic biology of *C. caribea*, aiming to establish demographic parameters regarding the number of offspring, sex ratio, percentage of parasitism and longevity of males and females, under laboratory conditions. The experiments were conducted in a climate chamber at $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ RH and a photoperiod of 12:12h (L:D). Couples were paired and confined in cages, fed with water and a 10% honey and water solution. Based on data analysis, the average parasitism calculated over the life of the females was 41.55%, with a peak of parasitism recorded on the 6th day (59.10%). Males had greater longevity (24 days) compared to females (19 days), with a sex ratio of 33% of females in relation to offspring generated. The net reproduction rate (R_o) and the intrinsic growth rate (R_m) were 63.38 and 0.15, respectively. With an average time of a generation (T) of 19.9. This is the first study on the biology of *C. caribea* on the host *L. sativae* under laboratory conditions and will serve as a basis for further research on the species.

KEYWORDS: Biological control, Eulophidae, leafminer, parasitoid.

BIOLOGIA DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Entomologia Agrícola.

RECIFE - PE

Fevereiro – 2023

BIOLOGIA DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA

Comitê de Orientação:

Elton Lucio de Araujo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C972b

Cunha, João Pedro de Souza

BIOLOGIA DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE) / João Pedro de Souza Cunha. - 2023.
32 f. : il.

Orientador: Elton Lucio de Araujo.
Inclui referências.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Entomologia Agrícola, Recife, 2023.

1. Controle Biológico. 2. Parasitoide. 3. Eulophidae. 4. Mosca minadora. I. Araujo, Elton Lucio de, orient. II. Título

CDD 632.7

BIOLOGIA DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE)

SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

por

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA

Banca Examinadora:

Elton Lucio de Araujo – UFERSA

Ewerton Marinho da Costa - UFCG

Elania Clementino Fernandes - TECAGRO

João Pedro de Souza Cunha

Mestre em Entomologia

Elton Lucio de Araujo – UFERSA

Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me amparado enquanto estive longe da minha família.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia (PPGE).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa e auxílio financeiro para realização deste trabalho.

Ao meu orientador Elton Lucio Araujo, pela orientação, pelos ensinamentos, oportunidades de conhecimento sobre a região e pela confiança.

Ao Dr. Rui Sales Junior por ter compartilhado seus conhecimentos e ter me auxiliado enquanto estive na UFERSA.

A Dra. Elania Clementino Fernandes, pelas considerações realizadas acerca do meu trabalho.

Aos meus pais, Wagner e Aline que sempre me incentivaram e acreditaram que poderia cumprir essa missão.

A minha tia Marilda e avó Helena por me confortarem em momentos importantes.

Ao meu irmão Wagner, pelos momentos de lazer e minha namorada, Maria Eduarda por me apoiar durante essa etapa.

Aos amigos que fiz no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Alricélia Lima, Bruna Salvino, Francisco Resende, Hellanny Matos, Ítala Alves, Jefferson Marcos, Maria Cecília, em especial, ao Franco Loyola, Ramon Argôlo e Rayane Sley.

SUMÁRIO

	Página
AGRADECIMENTOS	vi
CAPÍTULOS	
1 INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	4
2 ASPECTOS BIOLÓGICOS E PARÂMETROS DEMOGRÁFICOS DE <i>Chrysocharis caribea</i> BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) sobre <i>Liriomyza sativae</i> BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)	7
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
RESULTADOS	14
DISCUSSÃO.....	15
AGRADECIMENTOS.....	18
LITERATURA CITADA.....	19
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Liriomyza sativae Blanchard (Diptera: Agromyzidae) é uma praga polífaga que causa prejuízos em várias culturas, como tomate (*Solanum Lycopersicum* L. - Solanaceae) (Lopes *et al.*, 2019), batata (*Solanum tuberosum* L. - Solanaceae) (Lara *et al.*, 2002), pepino (*Cucumis sativus* L. - Cucurbitaceae) (Civelek *et al.*, 2004) e melão (*Cucumis melo* L. - Cucurbitaceae) (Araujo *et al.*, 2013). Na cultura do meloeiro, as larvas da mosca minadora se alimentam do mesófilo foliar, formando galerias, que conseqüentemente geram danos diretos e indiretos, como a redução da taxa fotossintética da planta e conseqüente redução dos teores de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos (Araujo *et al.*, 2007).

O controle químico ainda é o método mais utilizado para supressão de *Liriomyza* spp. (Hernandez *et al.*, 2011; Nunes *et al.*, 2013). Entretanto, o uso de inseticidas de forma inadequada tem afetado o âmbito social, econômico e ambiental, o que implica diretamente no manejo integrado dessa praga (Hemingway *et al.*, 2002; Guimarães *et al.*, 2008).

No Brasil, na década de 1990, a mosca minadora era considerada uma praga secundária na cultura do meloeiro, entretanto, estudos consideram que o manejo incorreto da mosca branca *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B, ocasionaram a diminuição de inimigos naturais que controlavam a *Liriomyza* spp., permitindo inúmeros casos de surtos de sua população (Guimarães *et al.*, 2009).

Diante dessa problemática, estudos sobre a fauna responsável pelo controle desses insetos-praga têm sido realizados a partir da identificação de novos inimigos naturais (Fernandes *et al.*, 2010; Dias *et al.*, 2016). O MIP tem o controle biológico como um de seus principais métodos de controle (Barratt *et al.*, 2010). De acordo com Hernández (2011), a diversidade de parasitoides associados ao gênero *Liriomyza* é maior que a diversidade de predadores e entomopatógenos.

Mais de 140 espécies de parasitoides, distribuídos em 17 famílias himenópteros, foram registrados associados a *Liriomyza* spp. (Kidd e Jervis, 1991; Liu *et al.*, 2015). Os parasitoides são os principais inimigos naturais utilizados no controle biológico da mosca minadora, como por exemplo *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) para o controle de *Liriomyza trifolii* Burgess e (Diptera: Agromyzidae) *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) em *Phaseolus vulgaris* L. (Fabaceae), *Gronotoma micromorpha* Perkin (Hymenoptera: Eucilidae) para o controle de *L. huidobrensis* em *Vigna vulgaris* (Fabaceae) e *Neochrysocharis formosa* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. huidobrensis* em *P. vulgaris* (Bazzocchi *et al.*, 2003; Saleh *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2014; Ridland *et al.*, 2020; Supartha *et al.*, 2022).

Em geral, a fase larval da mosca minadora é a mais parasitada, podendo sofrer a ação de ectoparasitoides ou endoparasitoides, como por exemplo, os parasitoides dos gêneros *Diglyphus* e *Neochrysocharis* (Abe, 2001; Saleh *et al.*, 2010). De acordo com Flanders (1950) as vespas parasitoides podem ser divididas em pró-ovigênicas e sinovigênicas. No geral, os himenópteros são sinovigênicos, onde a oogênese inicia-se ainda na fase pupal, porém continua a produção de ovos ao longo da sua vida a partir de sua nutrição (Berti Filho *et al.*, 2011).

A família Eulophidae é composta por parasitoides idiobiontes e cenobiontes de agromyzídeos. Os parasitoides dessa família apresentam três formas principais de causar mortalidade: parasitismo, alimentação do hospedeiro e picada de prova, onde o parasitoide realiza a perfuração no corpo do hospedeiro, porém não se alimenta e não realiza a oviposição (Liu *et al.*, 2013). Os idiobiontes paralisam o hospedeiro antes da oviposição ou alimentação, e geralmente buscam larvas em instares mais avançados para o desenvolvimento de sua prole (Liu *et al.*, 2015; Cheng *et al.*, 2017). Os cenobiontes de ovo-larva e larva-pupa se caracterizam pelo hábito de realizar a oviposição no hospedeiro

sem o paralisar, possibilitando seu desenvolvimento até a fase pupal. Nesse estágio, o parasitoide se desenvolve rapidamente nutrindo-se e matando o hospedeiro (Jervis e Kidd, 1986; Parra *et al.*, 2002).

São poucos os estudos que remetem a espécie *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae). Na literatura, as informações encontradas notificam apenas sua descrição taxonômica (Boucek, 1977) e origem (Murphy e Lasalle, 1999; Fenoglio *et al.*, 2010 e Fernandes *et al.*, 2015). O conhecimento sobre uma espécie é um importante parâmetro quando se trata do potencial de um inimigo natural que pode vir a ser utilizado no controle biológico (Reitz *et al.*, 1999).

No entanto, ainda não há estudos sobre *C. caribea* associada ao hospedeiro *L. sativae*. Diante disso, o objetivo deste estudo é conhecer a biologia e os parâmetros demográficos do parasitoide *C. caribea* criado em larvas-pupas de *L. sativae* em condições de laboratório, visando registrar o número de descendentes, razão sexual, porcentagem de parasitismo e longevidade de machos e fêmeas.

Literatura Citada

- Abe, Y. 2001.** Egg-pupal and larval-pupal parasitism in the parasitoid *Gronotoma micromorpha* (Hymenoptera: Eucilidae). *Applied Entomology and Zoology*, 36(4), 479-482.
- Ana, M., Cardona, C., & de la Cruz, J. 1989.** Ciclo de vida, hábitos y enemigos naturales de *Liriomyza sativae* Blanchard, (Diptera: Agromyzidae), minador del frijol. *Acta Agronómica*, 39(3-4), 133-141.
- Araujo, E. L., Fernandes, D. R. R., Geremias, L. D., Netto, A. C. M., & Filgueira, M. A. 2007.** Mosca minadora associada à cultura do meloeiro no semi-árido do Rio Grande do Norte. *Revista Caatinga*, 20(3), 210-212.
- Araujo E.L., Nogueira C.H.F. Menezes Netto A.C., Bezerra C.E.S. 2013.** Biological aspects of the leafminer *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae) on melon (*Cucumis melo* L.). *Ciência Rural* 43: 579-582.
- Barratt, B.I.P., F.G. Howarth, T.M. Withers, J.M Kean & G.S. Ridley. 2010.** Progress in risk assessment for classical biological control. *Biological Control* 52: 245-254.
- Bazzocchi, G. G., Lanzoni, A., Burgio, G., & Fiacconi, M. R. 2003.** Effects of temperature and host on the pre-imaginal development of the parasitoid *Diglyphus isaea* (Hymenoptera: Eulophidae). *Biological Control*, 26(1), 74-82.
- Berti Filho, E., & Macedo, L. P. M. 2011.** Fundamentos de controle biológico de insetos-praga.
- Boucek, Z. 1977.** Descriptions of two new species of Neotropical Eulophidae (Hymenoptera) of economic interest, with taxonomic notes on related species and genera. *Bulletin of Entomological Research*, 67(1), 1-15.
- Cheng X-G, Cao F-Q, Zhang Y-B, Guo J-Y, Wan F-H & Liu W-X. 2017.** Life history and life table of the host-feeding parasitoid *Hemiptarsenus varicornis* (Hymenoptera: Eulophidae). *Applied Entomology and Zoology* 52, 287–293.
- Civelek, H. S., Yoldaş, Z., & Ulusoy, M. R. 2004.** Seasonal population trends of *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) (Diptera: Agromyzidae) on cucumber (*Cucumis sativus* L.) in Western Turkey. *Journal of Pest Science*, 77(2), 85-89.
- Dias, N. D. S., Oliveira, N., Celin, E., Da Costa-Lima, T. C., & Paiva, L. 2016.** Não preferência para alimentação em linhagens de meloeiro por mosca-minadora, *Liriomyza sativae*. Embrapa Semiárido-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).
- Fernandes, F. L., Picanço, M. C., de Sena Fernandes, M. E., Xavier, V. M., Martins, J. C., & da SILVA, V. F. 2010.** Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitoides em feijoeiro. *Bioscience Journal*, 26(1).

- Flanders, S. E. 1950.** Regulation of ovulation and egg disposal in the parasitic Hymenoptera¹. The Canadian Entomologist, 82(6), 134-140.
- Guimarães, J. A., Braga Sobrinho, R., de Azevedo, F. R., Araujo, E. L., Terão, D., & Mesquita, A. L. M. 2008.** Manejo integrado de pragas do meloeiro.
- Guimarães, J. A., Michereff Filho, M., Oliveira, V., De Liz, R. S., & Araujo, E. 2009.** Biologia e manejo de mosca minadora no meloeiro. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Hemingway, J., Field, L., & Vontas, J. 2002.** An overview of insecticide resistance. Science, 298(5591), 96-97.
- Hernández, R., Harris, M., & Liu, T. X. 2011.** Impact of insecticides on parasitoids of the leafminer, *Liriomyza trifolii*, in pepper in south Texas. Journal of Insect Science, 11(1), 61.
- Jervis M. A. & Kidd N. A. C. 1986.** Host-feeding strategies in hymenopteran parasitoids. Biological Reviews 61, 395–434.
- Kidd, N. A. C., & Jervis, M. A. 1991.** Host-feeding and oviposition strategies of parasitoids in relation to host stage. Researches on Population Ecology, 33(1), 13-28.
- Lara, R. I. R., Periotto, N. W., Santos, J. C. C., Selegatto, A., & Luciano, E. S. 2002.** Avaliação de Thiamethoxam 250wg no controle de *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard, 1926) e de sua seletividade sobre himenópteros parasitoides em cultura de batata (*Solanum tuberosum* L.). Arquivos do Instituto Biológico, 69(3), 57-61.
- Liu, W., Wang, W., Wang, W., Zhang, Y., & Wan, F. 2013.** Characteristics and application of *Diglyphus parasitoids* (Hymenoptera: Eulophidae: Eulophinae) in controlling the agromyzid leafminers. Acta Entomologica Sinica, 56(4), 427-437.
- Liu W-X, Wang W-X, Zhang Y-B, Wang W, Lu S-L & Wan F-H. 2015.** Adult diet affects the life history and host-killing behavior of a host-feeding parasitoid. Biological Control 81, 58–64.
- Lopes, M. C., Ribeiro, A. V., Costa, T. L., Arcanjo, L. D. P., Farias, E. S., Santos, A. A., Ramos R. S. Araújo T. A. & Picanço, M. C. 2019.** Practical sampling plan for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae) in tomato crops. Journal of Economic Entomology, 112(4), 1946-1952.
- Nunes, G. H. D. S., Medeiros, A. C., Araujo, E. L., Nogueira, C. H. F., & Sombra, K. D. D. S. 2013.** Resistência de acessos de meloeiro à mosca-minadora *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae). Revista Brasileira de Fruticultura, 35, 746-754.
- Parra, J. R. P., Botelho, P. S. M., Corrêa-Ferreira, B. S., & Bento, J. M. S. 2002.** Controle biológico: terminologia. Controle Biológico no Brasil: parasitoides e predadores. São Paulo. Manole editora, 1-16.

- Reitz, S. R., Kund, G. S., Carson, W. G., Phillips, P. A., & Trumble, J. T. 1999.** Economics of reducing insecticide use on celery through low-input pest management strategies. *Agriculture, ecosystems & environment*, 73(3), 185-197.
- Ridland, P.M., P.A Umina, E.I Pirtle & A.A Hoffmann. 2020.** Potential for biological control of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), in Australia with parasitoid wasps. *Austral Entomology*. 59: 16-36.
- Saleh, A., Allawi, T. F., & Ghabeish, I. 2010.** Mass rearing of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Eulophidae: Hymenoptera), a parasitoid of leafminers (Agromyzidae: Diptera). *Journal of Pest Science*, 83(2), 59-67.
- Supartha, I. W., Susila, I. W., Yudha, I. K. W., & Wiradana, P. A. 2022.** Potential of parasitoid *Gronotoma micromorpha* Perkin (Hymenoptera: Eucolidae) as a biocontrol agent for pea leafminer fly, *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). *Acta Ecologica Sinica*, 42(2), 90-94.
- Zhang Y. B., Lu, S. L., Liu, W. X., Wang, W. X., Wei, W. A. N. G., & Wan, F. H. 2014.** Comparing immature development and life history traits in two coexisting host-feeding parasitoids, *Diglyphus isaea* and *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). *Journal of Integrative Agriculture*, 13(12), 2690-2700.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Chrysocharis caribea* BOUCEK
(HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) SOBRE *Liriomyza sativae* BLANCHARD
(DIPTERA: AGROMYZIDAE)¹

JOÃO PEDRO DE SOUZA CUNHA²

²Departamento de Agronomia - Entomologia, Universidade Federal Rural de
Pernambuco,
Rua Dom Manoel de Medeiros, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

¹Cunha, J. P. S. Aspectos biológicos de *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). A ser submetido

RESUMO - *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) é um parasitoide cenobionte solitário que parasita larvas-pupas de diferentes espécies de mosca minadora, como *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). Há poucas informações disponíveis na literatura sobre essa espécie, principalmente associada a essa praga. O objetivo desse estudo visou avaliar a biologia básica e os parâmetros demográficos de *C. caribea* em condições de laboratório. Os experimentos foram conduzidos em câmara climatizada a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ de UR e fotoperíodo de 12:12h (L:E). A partir do dimorfismo sexual foram separados casais de *C. caribea* que foram confinados em gaiolas plásticas, sendo fornecido água e solução de mel a 10%. Diariamente foram disponibilizadas plantas infestadas com larvas da mosca minadora (25 larvas por planta) para cada casal. A média de parasitismo foi 41,55% e no 6º dia foi registrado o pico de parasitismo (59,10%). Foi observado que os machos foram mais longevos que as fêmeas. O número médio de descendentes produzidos foram de 214,2, por casal. A taxa líquida de reprodução (R_0) foi 63,38, taxa intrínseca de crescimento (R_m) foi 0,15, taxa finita de aumento (λ) foi 1,61, tempo médio de uma geração (T) = 19,9 e tempo de duplicação da população (T_d) = 1,47. Esse é o primeiro estudo sobre a espécie *C. caribea* parasitando larvas-pupas de *L. sativae*. As informações encontradas são importantes no fomento de novas pesquisas associadas ao parasitoide *C. caribea*.

PALAVRAS-CHAVE: Biologia, endoparasitoide, Eulophidae, mosca minadora.

BIOLOGICAL ASPECTS OF *Chrysocharis caribea* BOUCEK (HYMENOPTERA: EULOPHIDAE) ON *Liriomyza sativae* BLANCHARD (DIPTERA: AGROMYZIDAE)

ABSTRACT - *Chrysocharis caribea* Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) is a solitary cenobiont parasitoid that parasitizes larvae-pupae of different leafminer fly species, such as *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). There is little information available in the literature about this species, mainly associated with this pest. The aim of this study was to evaluate the basic biology and demographic parameters of *C. caribea* under laboratory conditions. The experiments were conducted in a climate chamber at $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ RH and a photoperiod of 12:12h (L:D). Based on sexual dimorphism, couples of *C. caribea* were separated and confined in plastic cages, provided with water and a 10% honey solution. Plants infested with leafminer fly larvae (25 larvae per plant) were available daily for each couple. The average of parasitism was 41.55% and on the 6th day the peak of parasitism was recorded (59.10%). It was observed that males were longer-lived than females. The average number of offspring produced was 214.2 per couple. The net reproduction rate (R_0) was 63.38, intrinsic growth rate (R_m) was 0.15, finite rate of increase (λ) was 1.61, mean time of one generation (T) = 19.9 and population doubling time (T_d) = 1.47. This is the first study on the species *C. caribea* parasitizing larvae-pupae of *L. sativae*. The information found is important in promoting new research associated with the parasitoid *C. caribea*.

KEYWORDS: Biology, endoparasitoid, Eulophidae, leafminer fly.

Introdução

Chrysocharis caribea Boucek (Hymenoptera: Eulophidae) é um endoparasitoide, solitário e cenobionte de dípteros agromizídeos (Boucek, 1977), incluindo larvas de *Liriomyza* spp. No Brasil sua ocorrência já é conhecida para os estados de Minas Gerais e São Paulo (Fernandes et al. 2015; CABI, 2021).

A família Eulophidae possui grande importância dentro do controle biológico de agromizídeos do gênero *Liriomyza* (Mujica e Kroschel, 2011). Para subsidiar futuros programas de controle biológico, é fundamental a realização de trabalhos relacionados à biologia dos parasitoides, bem como estudos sobre a eficiência de parasitismo.

Pesquisas sobre a biologia de parasitoides de agromizídeos já ocorrem, como, *Phaenotoma scabriventris* Nixon (Hymenoptera: Braconidae) e *Opius dissitus* (Hymenoptera: Braconidae) Muesebeck sobre a espécie *Liriomyza huidobrensis* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) na cultura da *Vicia faba* L. (Fabaceae) e trabalhos mais avançados sobre *Neochrysocharis formosa* Westwood (Hymenoptera: Eulophidae) sobre *L. huidobrensis* em *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae) (Wang et al., 2014; Foba et al., 2015). No entanto, não há estudos sobre os aspectos biológicos de *C. caribea*.

Para a espécie *C. caribea*, os trabalhos realizados relatam apenas sua descrição taxonômica (Boucek, 1977) e sua distribuição geográfica (Salvo e Valladares, 1997; Lara et al., 2011; Mujica e Kroschel, 2011). Trabalhos de cunho biológico são essenciais para conhecer os parâmetros da biologia dos insetos (Wang et al., 2019). A partir desses estudos, são fomentadas outras pesquisas que poderão vir a ser utilizadas em trabalhos aplicados.

Diante desse cenário, os estudos sobre a espécie *C. caribea* são importantes, haja vista que parasitoides himenópteros são utilizados em diferentes regiões do mundo como

agentes de controle biológico de espécies de agromizídeos praga (Musundire *et al.*, 2011; Ridland *et al.*, 2020).

Perante isso, o objetivo desse estudo visou conhecer a biologia básica do parasitoide *C. caribea*, criados em larvas de *L. sativae* em condições de laboratório, observando alguns de seus parâmetros biológicos e demográficos, como: número de descendentes, razão sexual, porcentagem de parasitismo, longevidade de machos e fêmeas, taxa líquida de reprodução, taxa intrínseca de crescimento, taxa finita de aumento, tempo médio de uma geração e tempo de duplicação da população a 25°C.

Material e Métodos

Local do estudo

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Entomologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

Manutenção da criação de *Liriomyza sativae*

A metodologia de criação foi realizada de acordo com Araujo *et al.* (2007). Para manutenção da criação, sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* L. - Fabaceae) foram semeadas em bandejas de polietileno (162 células) (JKS Industrial, Guarulhos, São Paulo), utilizando como substrato fibra de coco (Amifibra) Golden Mix® e matéria orgânica (Pole Fértil) na proporção de 3:1. As plantas foram mantidas em casa de vegetação e regadas duas vezes ao dia.

Quando apresentaram desenvolvimento vegetativo adequado (duas folhas bem desenvolvidas), eram submetidas a infestação por adultos de *L. sativae*, por um período

de 24 horas. Os adultos de *L. sativae* foram alimentados com mel diluído em água a 10%. Após a infestação, as plantas eram levadas de volta para a casa-de-vegetação, para o desenvolvimento larval.

As folhas infestadas com as larvas eram cortadas e seus pecíolos imersos em recipientes plásticos (capacidade de 40 mL) com água, para manter a turgescência da folha. Esses recipientes eram colocados em bandejas plásticas para obtenção dos pupários. Com cinco dias, os pupários eram coletados e acondicionados em placas de Petri, cobertas por plástico filme, onde permaneciam até a emergência dos adultos. Os insetos que emergiram foram liberados nas gaiolas de criação, para manutenção da população em laboratório.

Metodologia básica de criação de *Chrysocharis caribea*

A população de *C. caribea* foi mantida em salas climatizadas ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas) no Laboratório de Entomologia Aplicada da UFERSA. Para a multiplicação de *C. caribea*, plantas de feijão-de-porco, com suas folhas infestadas por larvas de segundo instar de *L. sativae* foram disponibilizadas aos parasitoides no interior das gaiolas (40cm x 40cm x 40cm) por 24 horas. Após a exposição, as folhas das plantas foram cortadas, e em seguida, os pecíolos foram acondicionados em recipientes com água para manter a turgência da folha. Esses recipientes foram colocados em bandejas plásticas para obtenção dos pupários da mosca minadora.

Após cinco dias, os pupários foram coletados e acondicionados em placas de Petri, até a emergência dos adultos (moscas e/ou parasitoides). Os parasitoides obtidos eram separados das moscas e posteriormente liberados nas gaiolas de criação. No interior das

gaiolas foi colocado um frasco de 50mL contendo água, fornecida por capilaridade por meio de uma esponja vegetal (Spontex®). Os parasitoides foram alimentados com uma solução aquosa de mel na concentração de 10% em esponja vegetal, da mesma maneira como descrito para o hospedeiro *L. sativae*.

A espécie foi identificada pela pesquisadora Dra. Fabiana Gallardo, da Universidad Nacional de La Plata (UNLP), na Argentina.

Biologia dos adultos de *Chrysocharis caribea*

Para o estudo da biologia foram formados casais de *C. caribea*, a partir de adultos recém emergidos (entre 24h e 48h de idade). Os parasitoides foram sexados a partir do dimorfismo sexual, considerando o abdômen mais ovalado para as fêmeas (Figura 1) (Boucek, 1977). Os casais foram colocados em gaiolas plásticas (12 cm de diâmetro × 25 cm de altura), com uma abertura (4 cm x 4 cm) na lateral fechada por tecido voil, para que houvesse aeração. Para alimentação dos parasitoides, foi colocada no interior da gaiola uma esponja (1,5 cm x 1,5 cm) com uma solução de mel (10% em água), que foi substituída diariamente.

Os casais foram mantidos em uma BOD (temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, com $70\% \pm 10\%$ de UR e com uma fotofase de 12h). Até a morte das fêmeas foram ofertadas diariamente, por 24h, plantas com folhas infestadas com 25 larvas de segundo ínstar de *L. sativae*. Após a exposição das larvas, as plantas foram individualizadas, colocadas em recipientes de isopor e levadas a uma sala climatizada ($25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $70\% \pm 10\%$ de UR e fotofase de 12h), onde permaneceram até a obtenção dos pupários. Diariamente os pupários foram contabilizados, acondicionados em recipientes de acrílico (8 cm de altura x 2,5 cm de diâmetro) e fechados com filme plástico, onde permaneceram até a emergência dos adultos (moscas ou parasitoides).

O número de adultos emergidos (moscas e/ou parasitoides) foi registrado diariamente. Os pupários sem emergência de adultos foram dissecados para verificar se houve parasitismo ou não. As pupas foram dissecadas com auxílio de bisturi e pinça sob um microscópio estereoscópio Leica S8APO com aumento de 80x.

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, considerando cada casal como uma repetição, totalizando 10 repetições. Foi avaliado o número de descendentes (ND), razão sexual (RS), porcentagem de parasitismo (P) e longevidade de machos e fêmeas. O número de descendentes foi obtido pela equação: $ND = \text{número de parasitoides emergidos} + \text{número de parasitoides não emergidos}$. A razão sexual (RS) foi calculada utilizando a equação: $RS = (\text{número de fêmeas}) / (\text{número de fêmeas} + \text{número de machos})$. A porcentagem de parasitismo foi obtida através da equação: $P (\%) = (\text{número de pupas parasitadas}) / (\text{número total de pupas}) \times 100$. A longevidade das fêmeas e dos machos foram analisadas e submetidas a curvas de sobrevivência no estimador de Kaplan-Meier, através do teste de Log-rank realizado no programa R (R Core Team, 2022).

A partir das fórmulas propostas por Birch (1948) e Silvera Neto (1976), foram calculados os parâmetros demográficos a seguir: R_0 – taxa líquida de reprodução; R_m – taxa intrínseca de crescimento; λ – taxa finita de aumento; T – tempo médio de uma geração e T_d – tempo de duplicação da população. Os dados obtidos foram utilizados no processo empregando o estimador “Jackknife” (Meyer *et al.*, 1986) utilizando-se o programa R (R Core Team, 2022).

Resultados

O início da oviposição ocorreu após o primeiro dia de emergência, consequentemente, apresentando um período de pré-oviposição de aproximadamente 24

horas. A média de parasitismo ao longo da vida das fêmeas foi de 45,05% (média de 11,3 larvas parasitadas). O pico de parasitismo registrado foi de 59,10% (14,8 larvas parasitadas) das larvas ofertadas no 6º dia. A taxa de parasitismo acumulada atingiu a marca de 80% ao 16º dia e 100% no 35º dia (Figura 2).

A longevidade média apresentada pelos machos foi de 27 dias (24,30), enquanto a média apresentada pelas fêmeas foi menor, sendo de 19 dias (17,22). Foi possível quantificar que os machos morrem 0,73% menos que as fêmeas de *C. caribea*. A sobrevivência máxima apresentada foi de 36 dias, com estimativa de sobrevivência de 43,94% para machos e para fêmeas 29,72% (Figura 3), entretanto 50% da população havia morrido no 19º dia.

O valor máximo de descendentes gerado por casal foi de 405 descendentes sendo 249 fêmeas e 145 machos. O número total de descendentes gerados por cada fêmea foi em média 214, sendo 135 machos e 79 fêmeas, a razão sexual (RS) foi de 33% dos descendentes do sexo feminino.

Os parâmetros demográficos de *C. caribea* foram: taxa líquida de reprodução (R_0) = 63,38; taxa intrínseca de crescimento (R_m) = 0,15; taxa finita de aumento (λ) = 1,61; tempo médio de uma geração (T) = 19,9 dias; tempo de duplicação da população (T_d) = 1,47 dia (Tabela 1).

Discussão

A média de parasitismo de *C. caribea* (45,05%) foi semelhante a outras espécies de parasitoides de *Liriomyza* como, *Diglyphus isaea* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) (51,9%) e *N. formosa* (54,5%) (Hondo *et al.*, 2006). O parasitismo médio diário é variável a depender da longevidade de cada espécie. O pico de parasitismo médio das fêmeas de *C. caribea* ocorreu mais rapidamente quando comparado a outras espécies associadas ao

hospedeiro *L. sativae*, sendo superior em relação a *Chrysocharis vonones* Walker (Hymenoptera: Eulophidae) e *P. scabriventris* com 50% para ambos parasitoides que ocorreram entre o sexto e sétimo dia (Costa-Lima *et al.*, 2019).

A longevidade média observada para *C. caribea* foi menor que outras espécies de parasitoides associadas ao mesmo hospedeiro, como *P. scabriventris* (36 dias). No entanto, apresentou semelhança com *C. vonones* (19 dias) (Costa-Lima *et al.*, 2019). Em comparação com *Chrysocharis parksi* Crawford (Hymenoptera: Eulophidae), sobre a *Liriomyza trifolii* Burgess (Diptera: Agromyzidae) a 26,7°C, os machos de *C. parksi* apresentaram longevidade de 18,9 dias e as fêmeas com 18,4 dias (Christie e Parrella, 1987), demonstrando menor longevidade quando comparadas com *C. caribea*. Alta longevidade e fecundidade na perspectiva econômica do MIP são características desejáveis nos agentes de controle biológico (Plouvier e Wajnber, 2018).

O índice de ovigenia não estabelece apenas o potencial da maturação dos ovos, mas correlaciona o quanto de recursos são alocados para a reprodução, o que pode direcionar e traçar outras estratégias de aumento de reprodução das fêmeas (Jervis *et al.*, 2001; Jervis e Ferns, 2004). Em condições semelhantes à utilizada neste estudo, o número médio de descendentes/fêmea (214,2) de *C. caribea* foi maior que o observado para várias espécies de parasitoides de *Liriomyza* spp., como *Chrysocharis flacilla* Walker (Hymenoptera: Eulophidae), *Hemiptarsenus varicornis* Girault (Hymenoptera: Eulophidae) e *Halticoptera arduine* Walker (Hymenoptera: Pteromalidae) que apresentaram 43,3, 172,7 e 75,6 descendentes/fêmea, respectivamente (Herlinda *et al.*, 2006; Mujica *et al.*, 2009). Além disso, esse número médio de descendentes/fêmea de *C. caribea* foi superior ao de outras espécies de parasitoides de *Liriomyza* spp. presentes no semiárido brasileiro, como *P. scabriventris*, *C. vonones* e *N. formosa* que produziram em

média 196,1, 176,6 e 202 descendentes/fêmea, respectivamente (Chien e Ku 2001; Hondo *et al.*, 2006; Costa-Lima *et al.*, 2019).

De acordo com Fitz-Earle (1989) é desejável que a razão sexual seja tendenciosa para uma maior produção de fêmeas, superior a 0,5. A razão sexual do *C. caribea* foi inferior às obtidas em *P. scabriventris* (0,52) e *C. vonones* (0,40) (Costa-Lima *et al.*, 2019). Entretanto, há de se considerar que a alimentação pode influenciar a razão sexual de espécies sinovigênicas (Hu *et al.*, 2012). Singh *et al.* (2000) relataram que *Lipolexis scutellaris* Mackauer (Hymenoptera: Braconidae) apresentou um acréscimo de descendentes e maior proporção de fêmeas geradas, quando alimentadas com uma dieta mais concentrada em açúcares ou *honeydew*.

Os parâmetros demográficos estimados nesse estudo consideram a taxa líquida de reprodução (R_o) = 63,38, ou seja, a cada geração ela aumentará em 63 vezes, inferior a *D. isaea* e *N. formosa*, com 74,26 e 114,24, respectivamente (Hondo *et al.*, 2006). Em relação ao braconídeo *O. dissitus* (R_o = 22,38) apresentou valor superior (Azad e Islam, 2016). A diferença para *N. formosa* pode-se considerar que foi decorrente da razão sexual tendencioso ao sexo feminino, acima de 80% (Saleh *et al.*, 2010).

A taxa intrínseca de crescimento R_m é uma informação que pressupõe a capacidade de sucesso de uma espécie ao ambiente ou a um hospedeiro particular, quanto maior o índice, maior a adaptação da espécie (Pedigo e Zeiss, 1996). *C. caribea* apresentou uma taxa de intrínseca de crescimento (R_m = 0,15) inferior às observadas em *D. isaea* (R_m = 0,20), *N. formosa* (R_m = 0,20) e *H. varicornis* (R_m = 0,20) (Hondo *et al.*, 2006). Além disso, o índice de R_m de *C. caribea* foi inferior ao R_m de *L. sativae* (R_m = 0,21) (Zhang *et al.*, 2000).

Os índices de desenvolvimento, sobrevivência, fecundidade e aptidão da população sobre diferentes hospedeiros refletem na taxa finita de aumento (Wei *et al.*,

2020). A taxa finita de aumento (λ) da população de *C. caribea* foi 1,61 por fêmea, esse valor corresponde a capacidade de reprodução sobre um hospedeiro adequado. Entretanto, em campo, há de se considerar que fatores ecológicos podem influenciar essa espécie, afetando sua capacidade de reprodução (Rodrigues *et al.*, 2003).

O tempo de duplicação da população de *C. caribea* ($T_d = 1,47$) foi menor do que seu hospedeiro *L. sativae* (3,54) (Haghani *et al.*, 2006). Assim, pode-se considerar que *C. caribea* apresenta características biológicas importantes para multiplicação em laboratório. Em teoria, se esse parasitoide for liberado no início da infestação da praga, poderá induzir o rápido aumento da sua população, o que consequentemente diminuirá a incidência da praga *L. sativae*.

A partir da análise dos parâmetros estabelecidos conjuntamente aos aspectos biológicos do parasitoide é possível estabelecer que apresentou a capacidade de fecundidade e longevidade semelhante ou superior a outros parasitoides da mesma praga. Portanto, a partir de estudos de seus aspectos biológicos em diferentes temperaturas será possível avaliar seu potencial de uso em programas de manejo integrado de pragas.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos para realização do mestrado.

Literatura Citada

- Araujo, E.L. & L.P.M. Macedo. 2007.** Técnica de criação da mosca minadora *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera:Agromyzidae). Revista Campo Digital. 2: 22-26.
- Azad, S., & Islam, M. W. 2016.** Life table parameters of *Opius dissitus* Musebeck (Braconidae), a parasitoid of leafminer, *Liriomyza sativae* Blanchard. Advances in Agricultural Science, 4(04), 35-44.
- Birch, L. 1948.** The intrinsic rate of natural increase of an insect population. The Journal of Animal Ecology 15-26.
- Boucek, Z. 1977.** Descriptions of two new species of Neotropical Eulophidae (Hymenoptera) of economic interest, with taxonomic notes on related species and genera. Bulletin of Entomological Research 67: 1-15.
- CABI (Invasive Species Compendium).** *Chrysocharis caribea*. Disponível em: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12613> Acesso em 21 de jul. de 2022.
- Chien, C.C. & S.C. Ku. 2001.** Appearance and life history of *Neochrysocharis formosa* (Hymenoptera: Eulophidae). Form. Entomol. 21: 383-393.
- Costa-Lima, T. C., Chagas, M. C. M., & Parra, J. R. P. 2019.** Comparing potential as biocontrol agents of two neotropical parasitoids of *Liriomyza sativae*. Neotropical Entomology, 48, 660-667.
- Christie, G. D., & Parrella, M. P. 1987.** Biological studies with *Chrysocharis parksi* [Hym.: Eulophidae] a parasite of *Liriomyza* spp. [Dipt.: Agromyzidae]. Entomophaga, 32, 115-126.
- Fenoglio, M. S., Salvo, A., Videla, M., & Valladares, G. R. 2010.** Plant patch structure modifies parasitoid assemblage richness of a specialist herbivore. Ecological Entomology, 35(5), 594-601.
- Fernandes D. R. R., Rocha, L. Í. R., Pirovani, V. D., Costa, V. A. 2015.** Parasitoides (Hymenoptera) de *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) em tomateiro no Espírito Santo, Brasil. Biológico 77: 73-111.
- Fernandes, F. L., Picanço, M. C., Fernandes, M. D. S., Xavier, V. M., Martins, J. C., & Salva, V. F. 2010.** Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitoides em feijoeiro. Biosci. J, 26, 6-14.
- Fitz-Earle, M & H.J Barclay. 1989.** Is there an optimal sex ratio for insect mass rearing. Ecological Modelling. 45: 205-220.
- Foba, C. N., Akutse, K. S., Fiaboe, K. K. M., Lagat, Z. O., & Gitonga, L. M. 2015.** Interaction between *Phaedrotoma scabriventris* Nixon and *Opius dissitus* Muesebeck (Hymenoptera: Braconidae): endoparasitoids of *Liriomyza* leafminer. African Entomology, 23(1), 120-131.

- Haghani, M., Fathipour, Y., Talebi, A. A., & Baniameri, V. 2006.** Comparative demography of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae) on cucumber at seven constant temperatures. *Insect Science*, 13(6), 477-483.
- Hansson, C. 1985.** Taxonomy and biology of the Palearctic species of *Chrysocharis* Förster, 1856 (Hymenoptera, Eulophidae). *Entomologica Scandinavica. Supplementum*, (26).
- Herlinda, S., Jaya, A., Pujiastuti, Y., & Rauf, A. 2006.** Kapasitas reproduksi, lama hidup, dan perilaku pencarian inang tiga spesies parasitoid *Liriomyza sativae*. *Hayati Journal of Biosciences*, 13(4), 156-160.
- Hondo, T., A. Koike & T. Sugimoto. 2006.** Comparison of thermal tolerance of seven native species of parasitoids (Hymenoptera: Eulophidae) as biological control agents against *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in Japan. *Applied entomology and zoology*. 41: 73-82.
- Hu, H. Y., Chen, Z. Z., Duan, B. S., Zheng, J. T., & Zhang, T. X. 2012.** Effects of female diet and age on offspring sex ratio of the solitary parasitoid *Pachycrepoideus vindemmiae* (Rondani) (Hymenoptera, Pteromalidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 56, 259-262.
- Jervis, M.A., Heimpel, G.E., Ferns, P.N., Harvey, J.A., Kidd, N.A.C., 2001.** Life-history strategies in parasitoid wasps: a comparative analysis of 'ovigeny'. *Journal of Animal Ecology* 70, 442–458.
- Jervis, M.A., Ferns, P.N., 2004.** The timing of egg maturation in insects: ovigeny index and initial egg load as measures of fitness and of resource allocation. *OIKOS* 107, 449–460
- Lara, R. I. R., Perioto, N. W., Miranda, N. F., Fernandes, D. R. R., & Martinelli, N. M. 2011.** New records of Entedoninae (Hymenoptera, Eulophidae) for the coffee crop (*Coffea arabica* L.). *Coffee Science*, 6(3), 242-244.
- Lewis, T. 1973.** Thrips, their biology, ecology and economic importance. Thrips, their biology, ecology and economic importance.
- Meyer, J.S. & M.S. Boyce. 1986.** Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. Bootstrap techniques. *Ecology* 67: 1156–1166.
- Mujica, N., Valencia, C., Ramírez, L., Prudencio, C., & Kroschel, J. 2009.** Temperature-dependent development of three parasitoids of the leafminer fly *Liriomyza huidobrensis*. *Annual Report of the International Potato Center, Integrated Crop Management Division, Lima, Peru*, 105.
- Mujica, N., & Kroschel, J. 2011.** Leafminer fly (Diptera: Agromyzidae) occurrence, distribution, and parasitoid associations in field and vegetable crops along the Peruvian coast. *Environmental Entomology*, 40(2), 217-230.

- Murphy, S. T., & LaSalle, J. 1999.** Balancing biological control strategies in the IPM of New World invasive *Liriomyza* leafminers in field vegetable crops. *Biocontrol News and Information*, 20, 91N-104N.
- Musundire, R., Chabi-Olaye, A., Löhr, B., & Krüger, K. 2011.** Diversity of Agromyzidae and associated hymenopteran parasitoid species in the afrotropical region: implications for biological control. *BioControl*, 56, 1-9.
- Pedigo, L. P. & Zeiss R. M. 1996.** Constructing life table for insect populations, p. 75–105. In L.P Pedigo (eds.), *Analyses in insect ecology and management*. Iowa, Iowa State University Press, 180p.
- Plouvier, W. N., & Wajnberg, E. 2018.** Improving the efficiency of augmentative biological control with arthropod natural enemies: A modeling approach. *Biological Control*, 125, 121-130.
- Ridland, P. M., Umina, P. A., Pirtle, E. I., & Hoffmann, A. A. 2020.** Potential for biological control of the vegetable leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), in Australia with parasitoid wasps. *Austral Entomology*, 59(1), 16-36.
- R Core Team 2022.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Rodrigues, S. M. M., Bueno, V. H. P., & Sampaio, M. V. 2003.** Tabela de vida de fertilidade de *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson, 1880) (Hymenoptera, Aphidiidae) em *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47, 637-642.
- Saleh, A., Allawi, T. F., & Ghabeish, I. 2010.** Mass rearing of *Neochrysocharis formosa* (Westwood) (Eulophidae: Hymenoptera), a parasitoid of leafminers (Agromyzidae: Diptera). *Journal of Pest Science*, 83, 59-67.
- Salvo, A., & Valladares, G. R. 1997.** An analysis of leaf-miner and plant host ranges of three *Chrysocharis* species (Hym.: Eulophidae) from Argentina. *BioControl*, 42(3), 417.
- Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., & Nova, N. V. 1976.** Manual de ecologia dos insetos (p. 419). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.
- Simonato, J., Grigolli, J. F. J., & de Oliveira, H. N. 2014.** Controle biológico de insetos-praga na soja.
- Singh R, Singh K, Upadhyay BS 2000.** Honeydew as a food source for an aphid parasitoid *Lipolexis scutellaris* Mackauer (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Advanced Zoology* 21:77–83

- Wang, Z. Z., Liu, Y. Q., Min, S. H. I., Huang, J. H., & Chen, X. X. 2019.** Parasitoid wasps as effective biological control agents. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(4), 705-715.
- Wang, W., Lu, S. L., Liu, W. X., Cheng, L. S., Zhang, Y. B., & Wan, F. H. 2014.** 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*, 43, 564-573.
- Wei, M., Chi, H., Guo, Y., Li, X., Zhao, L., & Ma, R. 2020.** Demography of *Cacopsylla chinensis* (Hemiptera: Psyllidae) reared on four cultivars of *Pyrus bretschneideri* (Rosales: Rosaceae) and *P. communis* pears with estimations of confidence intervals of specific life table statistics. *Journal of Economic Entomology*, 113(5), 2343-2353.
- Zhang, R.J., D.J. Yu & C.Q. Zhou. 2000.** Effect of temperature on certain population parameters of *Liriomyza sativae* Blanchard (Diptera: Agromyzidae). *Insect Science*, 7(2), 185-192.

Tabela 1. Parâmetros demográficos populacionais de *Chrysocharis caribea* criados em larvas de *Liriomyza sativae*, em condições controladas (temperatura de 25°C, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h).

Parasitoide	Ro	Rm	λ	T	Td
<i>Chrysocharis caribea</i>	63,38	0,15	1,91	19,9	1,47

Ro – taxa líquida de reprodução; rm – taxa intrínseca de crescimento; λ – taxa finita de aumento;

T – tempo médio de uma geração e Td – tempo de duplicação da população.

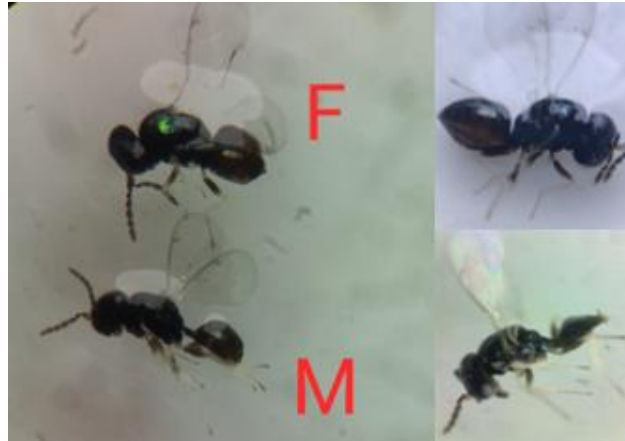


Figura 1. Dimorfismo sexual entre os adultos macho (M) e fêmea (F) de *Chrysocharis caribea*, diferenciados a partir do abdômen, mais ovalado como fêmeas e com a constrição mais pronunciada os machos.

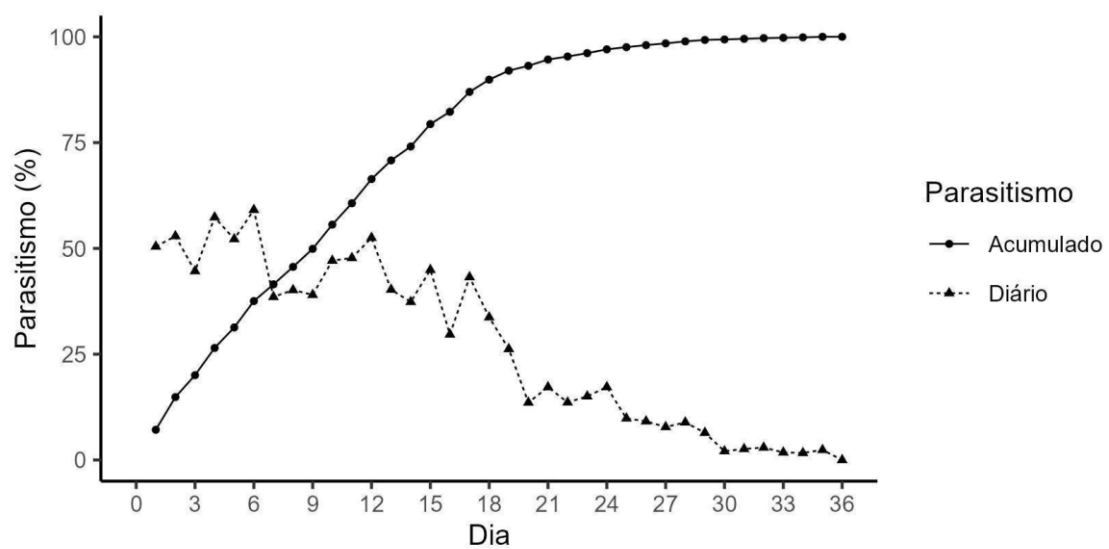


Figura 2. Parasitismo diário e acumulado de *Chrysocharis caribea* em larvas de *Liriomyza sativae* à 25°C com umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

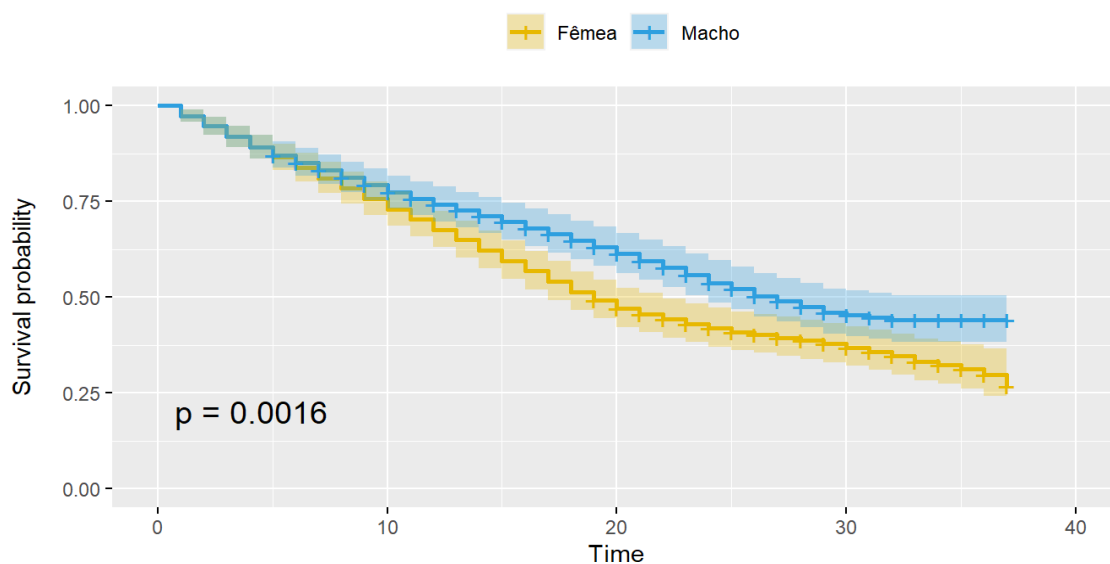


Figura 3. Curva de sobrevivência de casais de *Chrysocharis caribea* mantidos em BOD (Temperatura constante: $25 \pm 1^\circ\text{C}$; Umidade Relativa: $70 \pm 10\%$; Fotoperíodo: 12L:12E) parasitando larvas de *Liriomyza sativae*.

CAPÍTULO 3

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos é possível verificar que *Chrysocharis caribea* apresenta capacidade de parasitar o segundo instar larval da mosca minadora. A espécie apresenta capacidade de gerar alto número de descendentes e longevidade comparada a de outros parasitoides associados ao mesmo hospedeiro, o que infere características a serem consideradas para ser utilizado no controle biológico de agromyzídeos. Para tanto é necessário a realização de outros estudos relacionados a essa espécie.