

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON

LEIDIANE COELHO CARVALHO

Trichogramma spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) COMO
AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis ello* (LEPIDOPTERA:
SPHINGIDAE)

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2020

LEIDIANE COELHO CARVALHO

***Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis ello* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Orientadora: Dra. Vanda Pietrowski

Coorientador: Dr. Rudiney Ringenberg

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Carvalho, Leidiane Coelho

Trichogramma spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) COMO AGENTE DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis ello* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) / Leidiane Coelho Carvalho; orientador(a), Vanda Pietrowski; coorientador(a), Rudiney Ringenberg, 2020.

81 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.

1. Controle biológico. 2. Parasitóides. 3. Morfologia . 4. Biologia. I. Pietrowski, Vanda . II. Ringenberg, Rudiney . III. Título.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

LEIDIANE COELHO CARVALHO

Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agente de controle biológico de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Sistemas de Produção Vegetal Sustentáveis, APROVADA pela seguinte banca examinadora:

Orientadora - Vanda Pietrowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Miryan Denise Araujo Coracini

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Emerson Fey

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Ranyse Barbosa Querino da Silva

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Rudiney Ringenberg

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Marechal Cândido Rondon, 30 de janeiro de 2020

A DEUS,
fonte de força, luz e perseverança

AGRADEÇO.

À minha mãe

por me ensinar a lutar pelos meus sonhos e objetivos...

pelo amor, educação e apoio oferecido durante minha jornada até este momento

DEDICO.

As minhas irmãs Cristiane C. Carvalho, Carla Cristina C. Carvalho e ao meu irmão

Rodrigo Vieira pelo apoio e incentivo

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dr^a. Vanda Pietrowski, a quem admiro imensamente pelo profissionalismo, seriedade, entusiasmo, um exemplo profissional e pessoal a ser seguido. Agradeço pela orientação, contribuição, ensinamentos durante toda a pesquisa.

À grande amiga Ana Paula Wengrat por toda ajuda prestada em toda a minha permanência em Marechal desde o início até os momentos finais da realização deste trabalho. Por compartilhar os momentos de cansaço e das risadas (de desespero) nos laboratórios de entomologia e de controle biológico, muito obrigada.

Ao meu coorientador Dr. Rudiney Ringenberg, pelas contribuições e sugestões na banca de qualificação e defesa. Aos professores Emerson Fey, Miryan Denise Araujo Coracini e a pesquisadora Ranyse Barbosa Querino por aceitarem o convite em participar da banca e contribuir com o trabalho.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela oportunidade de realizar o curso.

À Associação Técnica das Indústrias de Mandioca do Paraná (ATIMOP) seu presidente, Sigmar Herpich pela ajuda durante o período de realização das coletas e dos ensaios.

Ao Técnico da ATIMOP, Ilmar Kazuki, aos agricultores André e Seifert por permitir a realização das coletas em suas áreas.

Ao agente universitário da UNIOESTE, Flavio Jair Goetz, por sempre ter ajudado na manutenção da plantação de mandioca em casa de vegetação e a campo e em outras atividades durante todo este período. À Assistente de Coordenação, Leila Allievi Werlang, por sua competência, e por sua admirável educação, paciência e simpatia.

À equipe do Grupo de Estudo e Pesquisa em Entomologia e Controle Biológico da Unioeste-Aculeus, Jenifer, Thales, Marcelo, Gabrielle, Claudecir, Ely, Vanessa, Amanda. Aos que apesar de não pertencerem ao do grupo Aculeus contribuíram com a realização dos experimentos, Pablo W. Coutinho, David, Lucas, Lilian, Diego, Sandra Mara e Sabrina. Obrigada pela amizade, companhia e parceria nos experimentos. Sem vocês não seria possível fazer tudo que fiz.

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

Cora Coralina

RESUMO

CARVALHO, Leidiane Coelho, Dr., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Janeiro – 2020. ***Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agente de controle biológico de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae).** Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vanda Pietrowski. Coorientador: Dr. Rudiney Ringenberg.

O controle biológico é uma alternativa importante no manejo de insetos-praga da cultura da mandioca. Os parasitoides de ovos pertencentes ao gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) exercem elevado potencial de controle do mandarová-da-mandioca, *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Contudo, embora sejam importantes, são escassos os trabalhos de avaliação do potencial destes parasitoides de suas interações e dinâmicas populacionais, bem como a flutuação no agroecossistema. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar a flutuação populacional de *E. ello* e seus parasitoides de ovos coletados em áreas de produção comercial de mandioca e identifica lós, além de estabelecer o potencial reprodutivo através de estudos de biologia e de tabela de vida de fertilidade de *T. manicobai* e *T. marandobai* em ovos de *E. ello* em condições de laboratório. Para contemplar a estes objetivos foram realizados os seguintes ensaios: levantamento da flutuação de *E. ello* e seus parasitoides de ovos realizado através de coletas de ovos da praga; Identificação das espécies de parasitoides que ocorrem na área; biologia de *T. marandobai* e *T. manicobai* em ovos de *E. ello*. A ocorrência de *E. ello* é verificada no início do período chuvoso e do aumento de temperatura. Os parasitoides do gênero *Trichogramma* apresentam alta incidência nas áreas analisadas. O aumento do parasitismo acompanhou o da praga. Entre as espécies que ocorrem foi identificado três descritas e uma espécie não descrita, a saber, *T. marandobai*, *T. manicobai*, *T. pretiosum* e *T. aff. marandobai*, a espécie que predomina nas safras analisadas foi *T. marandobai*. A avaliação dos parâmetros biológicos realizados com *T. marandobai* e *T. manicobai* indicam que ambas contribuem de forma importante para o controle biológico natural de *E. ello*.

Palavras-chave: Controle Biológico. Parasitoides. Morfologia. Biologia.

ABSTRACT

CARVALHO, Leidiane Coelho, Doctor Scientiae, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, January – 2020. ***Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as a biological control agent for *Erinnyis Ello* (Lepidoptera: Sphingidae).** Advisor: Prof.^a Dr.^a Vanda Pietrowski. Co-advisor: Prof. Dr. Rudiney Ringenberg.

Biological control is an important alternative in the management of pest insects in the cassava crop. The parasitoids of eggs belonging to the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) have a high potential for controlling the cassava mandarin tree, *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). However, although they are important, there is little work to assess the potential of these parasitoids for their interactions and population dynamics, as well as fluctuation in the agroecosystem. In this sense, this work aimed to evaluate the population fluctuation of *E. ello* and its egg parasitoids collected in areas of commercial production of cassava and identifies lócs, in addition to establishing the reproductive potential through biology studies and life table of fertility of *T. manicobai* and *T. marandobai* in *E. ello* eggs under laboratory conditions. In order to contemplate these objectives, the following tests were carried out: survey of the fluctuation of *E. ello* and its egg parasitoids carried out through collections of pest eggs; Identification of parasitoid species that occur in the area; biology of *T. marandobai* and *T. manicobai* in *E. ello* eggs. The occurrence of *E. ello* is verified at the beginning of the rainy season and the increase in temperature. The parasitoids of the genus *Trichogramma* have a high incidence in the analyzed areas. Since, the increase in parasitism followed that of the plague. Among the species that occur, three described and one species not described have been identified, namely, *T. marandobai*, *T. manicobai*, *T. pretiosum* and *T. aff. marandobai*, the species that predominates in the analyzed crops was *T. marandobai*. The evaluation of the biological parameters carried out with *T. marandobai* and *T. manicobai* indicate that both contribute in an important way to the natural biological control of *E. ello*.

Keywords: Biological Control. Parasitoids. Morphology. Biology.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

- Figura 1.** Indicação dos locais com cultivos comerciais de mandioca, nas quais foram feitas coletas de ovos de *Erinnyis ello* e parasitoides, no município de Marechal Cândido Rondon/PR. 18
- Figura 2.** *Trichogramma pretiosum*. Antena (a, b), asa anterior (c) e asa posterior(d)..... 21
- Figura 3.** *Trichogramma pretiosum*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal (a); processo intervolselar (b,d); lâmina dorsal (c); carena, processo ventral e processo intervolselar (d). 21
- Figura 4.** *Trichogramma manicobai*. Antena (a, b), asa anterior (c) e asa posterior(d)..... 23
- Figura 5.** *Trichogramma manicobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal e projeções laterais (a); processo intervolselar e processo ventral (b); carena, processo ventral e processo intervolselar (c) e escutelo (d). 23
- Figura 6.** *Trichogramma marandobai*. Antena (a), asa posterior (b)..... 24
- Figura 7.** *Trichogramma marandobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lamina dorsal (a), carena e processo ventral (b), lamina dorsal (c) e processo intervolselar (d). 25
- Figura 8.** *Trichogramma* Aff. *marandobai*. Antena (a), asa anterior (b) e asa posterior(c). .. 26
- Figura 9.** *Trichogramma* Aff. *marandobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal e processo intervolselar (a); carena, processo ventral e processo intervolselar (b); lâmina dorsal (c) carena, processo ventral e processo intervolselar (d). 26

ARTIGO II

- Figura 1.** Indicação dos locais com cultivos comerciais de mandioca, nas quais foram feitas coletas de ovos de *Erinnyis ello* e parasitoides, no município de Marechal Cândido Rondon/PR. 34
- Figura 2.** Data de coleta, número médio de ovos de *Erinnyis ello* coletados e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. nas safras 2016/17 (a) e safra 2017/18 (b) em cultivos de mandioca (*Manihot esculenta*), município de Marechal Cândido Rondon..... 37

Figura 3. Índice de parasitismo por <i>Trichogramma</i> aff. <i>marandobai</i> , <i>T. manicobai</i> , <i>T. marandobai</i> e <i>T. pretiosum</i> sobre ovos de <i>Erinnyis ello</i> em 9 áreas de cultivo de mandioca. Área 1, 2, 3, 4 e 5 – safra 2016/2017 e área 6, 7, 8 e 9 – safra 2017/2018.	38
Figura 4. Período inicial (quinzena) de ocorrência das espécies de parasitoides em ovos de <i>Erinnyis ello</i> em áreas de cultivo comercial de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>).	39
Figura 5. Persistência de parasitismo (%) das espécies de parasitoides em ovos de <i>Erinnyis ello</i> em áreas de cultivo comercial de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>).	40
Figura 6. Análise dos componentes principais (PCA) dos valores médios dos fatores climáticos do período de coleta sobre a persistência de parasitoides de ovos de <i>Erinnyis ello</i> na cultura da mandioca safra 2016/17 e 2017/18.	41
Figura 7. Índice de parasitismo das espécies de parasitoides em ovos de <i>Erinnyis ello</i> em áreas de cultivo comercial de mandioca (<i>Manihot esculenta</i>) nas safras 2016/2017 e 2017 e 2018.	42
Figura 8. Precipitação e temperatura mínima, média e máxima do período o da coleta de ovos de <i>Erinnyis ello</i> da safra 2016/17(a) e 2017/18(b) no município de Marechal Cândido Rondon/PR.	43

ARTIGO III

Figura 1. Fertilidade específica (mx) e sobrevivência específica (lx) de <i>Trichogramma marandobai</i> (a) e <i>Trichogramma manicobai</i> (b) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae).	60
---	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

Tabela 0.1. Local, área, safras e coordenadas geográficas dos campos onde foram realizadas as coletas de ovos de *Erinnyis ello* no município de Marechal Cândido Rondon. 18

ARTIGO II

Tabela 1. Local, área, safras e coordenadas geográficas dos campos onde foram realizadas as coletas de ovos de *Erinnyis ello* no município de Marechal Cândido Rondon..... 33

Tabela 2. Número médio de ovos de *Erinnyis ello* coletados por área amostrada, número de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos e razão sexual de *Trichogramma* spp. em cultivos de mandioca em Marechal Cândido Rondon, safra 2016/17 e safra 2017/18. 37

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros climáticos analisados no período de coleta de ovos de *Erinnyis ello*, para determinar sua influência sobre a persistência de parasitoides..... 41

ARTIGO III

Tabela 1. Parâmetros biológicos de espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). 59

Tabela 2. Intervalo médio entre gerações (T), tempo necessário para a população duplicar em número (Dt), taxa líquida de reprodução (Ro), taxa intrínseca de crescimento (rm) e razão finita de aumento (λ) de duas espécies de *Trichogramma* em ovos de *Erinnyis ello*. 61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Importância da cultura da mandioca.....	3
2.2 Mandarová-da-mandioca <i>Erinnyis ello</i>	4
2.3 Aspectos taxonômicos de <i>Trichogramma</i>	5
2.4 Aspectos bioecológicos de <i>Trichogramma</i>	6
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
4 ARTIGO I: ESPÉCIES DE PARASITOIDES DE OVOS DE <i>Erinnyis ello</i> (LINNAEUS, 1758) EM MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i>)	15
RESUMO.....	15
ABSTRACT	15
4.1 INTRODUÇÃO.....	16
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	17
Amostragem e coleta de ovos de <i>Erinnyis ello</i>	17
Coleta e preparação das espécies de parasitoides para identificação.....	19
4.3 RESULTADOS	19
<i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879	20
<i>Trichogramma manicobai</i> Brun, Moraes & Soares, 1984.....	22
<i>Trichogramma marandobai</i> Brun, Moraes & Soares, 1986	24
<i>Trichogramma</i> Aff. <i>marandobai</i>	25
4.4 CONCLUSÃO.....	27
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
5 ARTIGO II: ESPÉCIES E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITOIDES (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE <i>Erinnyis ello</i> (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) NA CULTURA DA MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i>) ..	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT	31
5.1 INTRODUÇÃO.....	31
5.2 MATERIAL E METODOS.....	33
Amostragem e coleta de ovos de <i>Erinnyis ello</i>	33
Análise Estatística.....	35
5.3 RESULTADOS	35
5.4 DISCUSSÃO.....	42
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
6 ARTIGO III: BIOLOGIA DE <i>Trichogramma marandobai</i> E <i>Trichogramma manicobai</i> (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDA EM OVOS DE <i>Erinnyis ello</i> (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)	52
RESUMO.....	52
ABSTRACT	53
6.1 INTRODUÇÃO.....	53
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	55
Obtenção do hospedeiro (<i>Erinnyis ello</i>)	55
Obtenção de <i>T. manicobai</i> e <i>T. marandobai</i>	56
Identificação dos parasitoides	56
Criação dos parasitoides e do hospedeiro	56
6.3 RESULTADOS	57

6.4 DISCUSSÃO	61
6.5 CONCLUSÃO.....	64
6.6 AGRADECIMENTOS	64
6.7 REFERÊNCIAS	65

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, apresenta importância econômica e alimentar por ser à base da alimentação de diversas populações do mundo (AGRIANUAL, 2010). Segundo a FAOSTAT (2014), a mandiocultura é a terceira maior fonte de alimento nas regiões tropicais.

O Brasil ocupa a terceira posição na produção da raiz com 22,8 milhões de toneladas em 2018 (FAOSTAT, 2020). No entanto, alguns fatores acometem a produção dessa cultura, como por exemplo, os problemas fitossanitários, com destaque para a ocorrência de insetos-praga. Diversos artrópodes podem afetar a cultura, são aproximadamente 200 espécies associada à mandioca (BELLOTTI; SMITH; LAPOINT, 1999), no entanto, nem todas atingem o status de praga (BELLOTTI et al. 2002).

O mandarová-da-mandioca, *Erinnyis ello* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Sphingidae) é considerado o inseto-praga de maior importância. Este apresenta alta capacidade de causar desfolhamento, principalmente nos últimos estádios larvais (FAZOLIN et al., 2007). A infestação por *E. ello* pode causar redução na produção de raízes na ordem de 26% a 45% com apenas um ataque (BELLOTTI; SMITH; LAPOINTE; 1999).

A pesar disto, esta espécie apresenta uma série de agentes de controle biológico, incluindo parasitoides, predadores, fungos, bactérias e vírus que ocorre naturalmente no agroecossistema (MAIA; BAHIA, 2010; BRITO et al., 2018), importantes para reduzir o impacto de seus danos, principalmente a partir da segunda geração da praga. É importante ressaltar que os adultos de *E. ello* apresentam comportamento migratório e esta abundância de inimigos naturais não impede surtos periódicos de lagarta (BELLOTTI et al. 2002).

Dentre os inimigos naturais tem destaque os parasitoides de ovos pertencentes ao gênero *Trichogramma* Westwood, 1833 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (OLIVEIRA et al., 2010). As espécies de *Trichogramma* associadas a *E. ello* que ocorrem no Brasil são *T. atopovirilia* (Oatman e Platner, 1983); *T. manicobai* Brun, Moraes e Soares, 1984; *T. marandobai* Brun, Moraes e Soares, 1986; e *T. pretiosum* (Riley, 1879). Dentre estas

espécies, *T. manicobai* e *T. marandobai* apresentam oficialmente *E. ello* como único hospedeiro (VIEIRA et al. (2014).

Embora sejam importantes agentes de controle, poucos estudos foram realizados com estes parasitoides em *E. ello*, em virtude das dificuldades de se estabelecer uma criação massal da praga. Neste sentido, este trabalho visa fornecer subsídios para um melhor manejo desta praga a campo. Portanto, os objetivos foram: a) conhecer a flutuação populacional de *E. ello* e de seus parasitoides de ovos em áreas de produção comercial de mandioca; b) identificar as espécies de parasitoides de ovos que ocorrem c) estabelecer o potencial reprodutivo, através de estudos de biologia e de tabela de vida de fertilidade de *T. manicobai* e *T. marandobai* em ovos de *E. ello*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTÂNCIA DA CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca, *Manihot esculenta* Crantz é originária da América do Sul, pertence à família Euforbicaceae, é uma planta perene e arbustiva, adapta-se a diferentes condições edafoclimáticas (SILVA et al., 2014). Em virtude desta característica da planta, a mandioca é cultivada em diversos países (FAO, 2018). No entanto, apresenta importância principalmente nos países do hemisfério Sul (PEREIRA et al., 2016). Em que, a Nigéria, a Tailândia e o Brasil são os principais produtores mundiais (FAO, 2018).

No Brasil, o cultivo é realizado em todas as regiões (FAZOLIN et al., 2007), principalmente, por médios e pequenos agricultores (FAO, 2015). A atividade ocupa área considerável, principalmente, nas regiões Norte (37,1%) e Nordeste (31,3%) da área nacional, por representar a base da alimentação da população (IBGE, 2020). Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, a produção é menos expressiva, sendo destinada principalmente para o consumo humano e animal. A região Sul representa 23,9% da produção nacional com destaque para estado do Paraná. Este é responsável por 60% da produção nacional de fécula (DERAL, 2019), á vista disto, a região sul destina a maior parte da produção para a industrialização.

Na indústria de transformação os subprodutos a partir da raiz de mandioca variam nos mais diversos segmentos, podendo ser utilizada desde a produção farmacêutica até a fabricação de embalagens biodegradáveis (PERESSIM et al., 1998; LA FLUENTE et al., 2019). Portanto, além de contribuir para a economia nacional, a cultura apresenta importância na segurança alimentar, considerando a ampla distribuição geográfica e pela gama de população que se beneficia das fontes energéticas da cultura (CARVALHO, 2009).

Estes fatores refletem em aumento da área cultivada. Estima-se crescimento de 2% no Paraná, alcançando 139 mil hectares na safra 2019/20 (DERAL, 2019). Apesar da cultura apresentar rusticidade, problemas podem ocorrer no cultivo, a exemplo o ataque de insetos-praga, com destaque para o

E. ello, devido ao potencial de danos que pode causar a cultura (BELLOTTI; CAMPO; HYMAN; 2012).

2.2 MANDAROVÁ-DA-MANDIOCA *ERINNYIS ELLO*

A cultura da mandioca não possui períodos críticos que afetem os órgãos formadores do produto da comercialização, ou seja, raiz, por isto é considerada mais tolerante a insetos-praga do que a maioria das culturas (COCK, 1978, citado por BELLOTTI; SMITH; LAPOINTE, 1999). No entanto, a alta incidência de insetos-praga, em condições ambientais desfavoráveis a cultura, pode reduzir a produção (BELLOTTI et al., 1999), a exemplo o *E. ello*, inseto desfolhador.

A alta capacidade de causar desfolha torna *E. ello* uma das principais pragas que ocorrem na cultura, refletindo em redução da produção (AGUIAR et al., 2010; PIETROWSKI et al., 2010). O mandarová-da-mandioca ocorre nas áreas com cultivo de mandioca da região Centro-Sul do país normalmente nos meses de outubro a março (OTSUBO; LORENZI, 2002). Em virtude do hábito migratório, através de revoadas de adultos, a ocorrência esporádica (surtos) da praga pode ocorrer em ataques repentinos (FAZOLIN et al., 2010). Portanto, devido a este comportamento, o monitoramento da praga nas lavouras vai além do conhecimento do ciclo biológico da praga, pois a qualquer momento insetos migram de outras áreas.

O ciclo biológico de *E. ello* completa-se entre 33 e 55 dias, de acordo com as condições ambientais. O inseto passa por cinco estádios larvais, à medida que o estágio avança o consumo foliar se intensifica, sendo o último o mais voraz. Quando consome todo o tecido foliar, passa a se alimentar de tecidos do caule e gemas laterais (BELLOTTI; ARIAS, 1980).

O ataque de *E. ello* a cultura da mandioca pode ser reduzido utilizando estratégias integradas, como: táticas de manejo cultural, químico, físico e biológico (MAIA; BAHIA, 2010). Entre os manejos, o controle biológico apresenta importância para os mandiocultores, pois o *E. ello* possui número elevado de inimigos naturais, como agentes entomofagos, predadores e parasitoides que reduzem a sua população (SOUZA; FIALHO, 2003). Entre os

parasitoides que ocorrem controlando a praga destacam-se as espécies de *Trichogramma*.

2.3 ASPECTOS TAXONÔMICOS DE *TRICHOGRAMMA*

Dentro da família *Trichogrammatidae* o gênero *Trichogramma* apresenta maior número, alcançando cerca de 235 espécies descritas (QUERINO; ZUCCHI, 2019). Estes resultados são alcançados devidos descobertas de métodos desenvolvidos para facilitar a identificação destes insetos.

Inicialmente, a identificação realizava-se pela morfologia externa de adultos, analisando caracteres de coloração, comprimento e densidade das cerdas na asa e o comprimento das cerdas na antena (BORBA, 2005).

O primeiro avanço significativo no processo ocorreu a partir de trabalhos realizados por nagarkatti & nagaraja, 1971, onde foi possível verificar a importância do estudo morfológico da genitália do macho. Com isto, houve aumento expressivo no número de espécies identificadas.

Atualmente a identificação em nível de espécie baseia principalmente na morfologia da genitália do macho, sendo que asas, antenas e escutelo auxiliam neste processo (QUERINO; ZUCCHI, 2012). No entanto, em virtude do tamanho e de algumas espécies crípticas outras ferramentas têm auxiliado no processo. A exemplo tem-se a morfometria, dados reprodutivos e estudos moleculares (VIEIRA et al., 2015), portanto, o uso integrado destas ferramentas é chave na identificação e no conhecimento da diversidade faunística de parasitoides.

A identificação correta de *Trichogramma* spp. esta diretamente ligada ao sucesso da criação massal, do uso no controle biológico de pragas e da conservação e manutenção da fauna. No Brasil há registro de 29 espécies de *Trichogramma* encontradas em agroecossistemas e outros habitats modificados (QUERINO; ZUCCHI, 2019). Entre estas espécies algumas apresentam importância econômica, como o *T. pretiosum* que já foi associado a diversas culturas de interesse agrícola, hospedando diversas espécies de insetos-praga (ZUCCHI et al. 2010; QUERINO et al. 2017).

2.4 ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DE *TRICHOGRAMMA*

Os insetos pertencentes ao gênero *Trichogramma* são micro himenópteros parasitoides exclusivamente de ovos de várias espécies de insetos, principalmente da ordem Lepidoptera (PINTO, 2006). Assim, impedem que o inseto hospedeiro atinja a fase larval, estágio que causa danos econômicos a cultura (WITTING; ORR; LINKER, 2007).

As espécies de *Trichogramma* são holometabólicos, seu desenvolvimento completa-se pela passagem da fase de ovo, larva, pré-pupa e pupa. Sendo que a característica marcante do parasitismo é percebida a partir do desenvolvimento da fase de pré-pupa, em que o ovo do hospedeiro torna-se escurecido devido à presença de sais de urato acumulados no tegumento do inseto (CONSOLI et al., 1999).

Os adultos são de vida livre e o modo de reprodução mais comum em *Trichogramma* é a arrenotoquia, onde os ovos fertilizados produzem fêmeas diploides e ovos não fertilizados produzem machos haploides. Telitoquia também é um modo de reprodução, no entanto menos comum, na qual ovos fertilizados e não fertilizados produzem fêmeas diploides. Duas formas de telitoquia existem em *Trichogramma*, a reversível (associada a infecções microbianas) e a não reversível (STOUTHAMER et al., 1990).

A oviposição e a razão sexual dos parasitoides são variáveis. A quantidade varia em função da qualidade e do volume do ovo do hospedeiro e a razão sexual é influenciada pela temperatura, umidade, idade da fêmea da wolbachia e pelo hospedeiro. Sendo que, a qualidade do hospedeiro é o principal fator que influencia a razão sexual (VINSON, 1997).

O desenvolvimento de *Trichogramma* é influenciado por fatores abióticos como temperatura, umidade e luz. A temperatura tem efeito direto na duração do ciclo, do parasitismo (CARVALHO, et al., 2014).

As espécies de *Trichogramma* é o gênero de parasitoide de ovos mais estudado e utilizado no mundo em diversas culturas, por sua incidência nos agroecossistemas. Na cultura da mandioca o parasitismo por *Trichogramma* em ovos *E. ello* tem sido registrado em várias regiões produtoras. há registro da ocorrência das espécies *T. atopovirilia*, *T. manicobai*, *T. pretiosum*, e *mandarobai* (VIEIRA et al., 2015). Em virtude da diversidade de inimigos

naturais na cultura da mandioca, deve-se levar em consideração a conservação e manutenção destes insetos.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário Estatístico do Brasil**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 520p. 2010.

AGUIAR, E. B.; LORENZI, J. O.; MONTEIRO, D. A.; BICUDO, J. S. Monitoramento do mandarová-da-mandioca (*Erinnyis ello* L. 1758) para o controle com baculovirus (*Baculovirus Erinnyis*). **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, MA, v. 4, n. 2, p. 55-59, jul./ago. 2010.

ALMEIDA, R. P. Cotton insect pest control on a small farm: an approach of successful biological control using *Trichogramma*. **Proc. Exper. Applied Entomology**, Nev Amsterdam, v. 12, p. 81-81, out./nov. 2001.

BELLOTTI, A.; ARIAS, B. Controle do *Erinnyis ello* (Mandarová-da-Mandioca). **Centro Internacional de Agricultura-CIAT**, Colombia. 21p.1980.

BELLOTTI, A. C, BRAUN, A. R, ARIAS, B, CASTILLO, J. A, GUERRERO, J. M. Origem e manejo de pragas de artrópodes neotropicais de mandioca. **Afr Crop Sci J**. 1994; 2 (4): 407-417.

BELLOTTI, A. C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 44, n. 1, p. 343-370, 1999.

BELLOTI, A. C.; ARIAS, V. B.; VARGAR, H. O.; PEÑA, J. E. Pérdidas en rendimiento del cultivo de yuca causadas por insectos y acaros. In: OSPINA, B. CEBALLOS, H (Eds). **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento y comercialización**. CIAT/CLAYUCA, n.327. 2002. 586p.

BELLOTTI, A.; CAMPO, B. V. H.; HYMAN, G. Cassava Production and Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. **Tropical Plant Biology**, Illinois, EUA, v. 5, n. 3-4, p. 39-72, mar. 2012.

BELLOTTI, A.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annu. Rev. Entomol**, Palo Alto, EUA, v. 44, p. 343–370, jan. 1999.

BORBA, R.S.; GARCIA, M.S.; KOVALLESKI, A.; OLIVEIRA, A.C.; ZIMMER, P.D.; BRANCO, J.S.C.; MALONE, G. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) através de marcadores moleculares ISSR. **Neotropical Entomology**, v.34, p. 565-569, 2005

BOSCH, R. van den; MESSENGER, P.S.; GUTIERREZ, A. P. **An introduction to biological control**. New York: Plenum Press, 1982. 247 p.

BRITO, A. F.; MELO, F. L.; ARDISSON-ARAÚJO, D. M. P.; SIHLER, W.; SOUZA, M. L.; RIBEIRO, B. M. Diversidade em todo o genoma em populações temporais e regionais do betabaculovírus *Erinnyis ello* granulovírus (ErelGV). **BMC Genomics**. 2018; 19 (1): 698. doi: 10.1186 / s12864-018-5070-6

BURN, A.J. Ion-term effects of pesticides on natural enemies of cereal crop pest. IN JEPSON, P.E. (Ed). **Pesticides and non-target invertebrates**. Wimborne: Intercept, 1989. p. 177-193

CARVALHO, F. M. **Análise econômica de sistemas de plantio e colheita da mandioca**. 2009. 67 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

CARVALHO, J. R. de; PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; SILVA, M. A.; BUENO, R. C. O. de F. E BUENO, A. de F. (2014). Capacidade parasitária de *Trichogramma pretiosum* em ovos de *Trichoplusia ni* em diferentes temperaturas. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36 (4), 417-424. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v36i4.17217>

CARVALHO, S. R.; RINGENBERG, R.; PIETROWSKI, V. Controle biológico do mandarová-da-mandioca *Erinnyis ello*. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, Brasília, DF, 30p. 2015.

COCK, J. H. A physiological basis of yield loss in cassava due to pests. IN: Cassava Protection Workshop, 1977, CIAT, Cali, Colombia. **Proceedings...** Cali: CIAT, 1978. p. 9–16.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Raiz de mandioca e derivados. Conjuntura mensal. 16p. 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_18_09_18_33_mandioca_conjuntura_agosto_2015.pdf>. Acesso: 26/12/2019.

CÔNSOLI F. L, ROSSI M, PARRA J. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galloi* and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Rev Bras Entomol** v. 43. p.271-275, 1999.

DEGRANDE, P. E.; GOMEZ, D. R. S. Seletividade de produtos químicos no controle de pragas. **Agrotécnica**, v.7, p.8-13, 1990.

DERAL - Departamento de Economia Rural. **Análise da conjuntura agropecuária mandioca** - SAFRA 2015/16. 20p., 2015.

Dissertação (Mestrado de Zoologia) **Composição da entomofauna de lepidópteros e seus parasitoides na cultura da soja no município da Lapa, Paraná e biologia de *Trichogramma bruni* em dois hospedeiros**. 2017.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Food Outlook, Biannual report on global food markets. 140p. 2015.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS **Food Loss Analysis : Causes and Solutions**. 2018.

FAZOLIN, M.; VIDAL, J. L.; CAMPOS FILHO, E. M. D.; SANTIAGO, A. C. C.; SOUZA, F. Manejo Integrado do Mandarová-da-Mandioca *Erinnyis ello* (L.)

(Lepidoptera: Sphingidae): Conceitos e Experiências na Região do Vale do Rio Juruá, Acre. Embrapa Acre, Rio Branco, 2007.

FOERSTER, L. A. Seletividade de inseticidas a predadores e parasitoides. In: PARRA, J. R. P. et al. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, v. 1, p. 95-114, 2002.

GALO J. H. 1978 Base fisiológica da perda de produção de mandioca devido a pragas. Proc. Mandioca Prot. Workshop, Cali, Cali, Colomb.: **Cent. Int. Agric. Trop.** p. 9 - 16. Cali, Colomb. : Cent. Int. Agric. Trop

HASSAN, S. A.; Halsall, N.; Gray, A.P.; Kühner, C.; Moll, M.; Bakker, F.M.; Roemke, J.; Yousif, A.; Nasr, F.; Abdelgader A. laboratory method to evaluate the side effects of plant protection products on *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae). In: CANDOLFI, M. P. et al. **Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods**, Reinheim: IOBC/ WPRS, 2000. p. 107-119.

HASSAN, S.A.; HAFEZ, B.; DEGRANDE, P.E. et al. The side-effects on the egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hym., Trichogrammatidae), acute dose-response and persistence tests. **Journal of Applied Entomology**, v.122, p.569-573, 1998.

LA FUENTE, C. I.A.; SOUZA, A. T. DE; TADINI, C. C.; AUGUSTO, P. E. D. Ozonação de amido de mandioca para produção de filmes biodegradáveis. **Revista Internacional de Macromoléculas Biológicas**. Volume 141, 1 de dezembro de 2019 , páginas 713-720

MAIA, V. B.; BAHIA, J. J. S. **Manejo integrado do mandarová (*Erinnyis ello* L.) em cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Região Sul da Bahia**. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 16p. 2010.

NAGARKATTI, S.; H. NAGARAJA. Redescription of some known species of *Trichogramma*, showing the importance of the male genitalia as a diagnostic character. **Bull. Entomol. Res.** V. 61: 1p.3-31. 1971

OLIVEIRA, H. N.; GOMEZ, S. A.; ROHDEN, V. S.; ARCE, C. C. M.; DUARTE, M. M. Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species on *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) eggs in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 40, n.3 p. 378–379, jul./set. 2010.

OTSUBO, A. A.; LORENZI, J. O. Cultivo da Mandioca na Região Centro-Sul do Brasil. Embrapa Agropecuária Oeste; IAC: Campinas; Embrapa Mandioca e Fruticultura. 116p. 2002.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (org.). Eggs parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. New York: **Springer**, 2010. p. 2019-236.

PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. *Trichogramma* in Brazil: Feasibility of use after twenty years of research. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 33, n. 3, p. 271-281, mai./jun. 2004.

PEREIRA, F. B. BARROS, R.; PRATISSOLI, D. Desenvolvimento de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exigum* Pinto e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) submetidos a diferentes de ovos de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.6 p. 1669-1679, nov./dez. 2004.

PEREIRA, I. G.; VAGULA, J. M.; MARCHI, BARÃO, C.E. ALMEIDA, G. R.; VISENTAINER, J. V. MARUYAMA, S. A.; SANTOS JÚNIOR, O. O. Método fácil para remoção de cianogênicos de folhas de mandioca com retenção de vitaminas e ácidos graxos ômega-3J. **Braz. Chem. Soc.**, v.27, n. 7, 2016 pp. 1290 – 1296

PERESSIN, V.A.; MONTEIRO, D. A, LORENZI, J. O; DURIGAN, J. C.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas infestantes no cultivar de mandioca srt 59 - BRANCA DE SANTA CATARINA. **Bragantia**, Campinas, v. 57, n. 1, p., 1998.

PIETROWSKI, V.; RINGENBERGER, R.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A. M. **Cultivo da Mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Marechal C. Rondon, PR, 42p. 2010.

PINTO, J. D. (1999) Systematics of the North American species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Memoirs of the Entomological Society of Washington**, 22, 1–287

PINTO, J.D. (2006) A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, 15, 38–163.

POEHLING, H.M. selective application strategies for insecticides in agricultural crops. In: JEPSON, P.E. (Ed.). **Pesticides and non-target invertebrates**. Wimborne: Intercept, 1989. p. 151-175

PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, J. S.; ZANOTTI, L. C. M.; SILVA, A. F. Biological characteristics of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* (Hym: Trichogrammatidae), parasitoids of the avocado defoliator *Nipteria panacea* (Lep.: Geometridae), on eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 7-13, jan. 2005.

QUERINO, R. B. **Taxonomia do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) na América do Sul**. 2002. 214f. Tese (Doutorado)-ESALQ/USP, Piracicaba, SP. 2002.

QUERINO, RANYSE B. **Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil** / Ranyse B. Querino, Roberto A. Zucchi. – 2. ed. – Brasília, DF : Embrapa, 2012.

QUERINO; ZUCCHI. Annotated checklist and illustrated key to the species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from South America, **Zootaxa** v. 4656, n. 2, p.201-231, 2019.

RONCHI-TELES, B.; RANYSE, B.; QUERINO, R. B. Registro de *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Erynnis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, Londrina, PR, v. 34, n. 3, 1p., mai./jun. 2005.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO Levantamento da Produção Agropecuária. <http://www.agricultura.pr.gov.br/deral/ProducaoAnual.201>

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná - seab
Última atualização: 16/12/2019 Departamento de Economia Rural – DERAL
PARANÁ - **Comparativo de área, produção e rendimento de culturas selecionadas - safras 17/18 - 18/19 - 19/20.**
http://www.agricultura.pr.gov.br/system/files/publico/Safras/resumo_pss.pdf

SILVA, H. R. F., MELO, V. L.; PACHECO, D. D.; ASSIS, Y. J. M de; SALES, H. DOS R. Acúmulo de matéria seca e micronutrientes em mandioca consorciada com bananeira. **Pesq. Agropec. Trop**, Goiânia, p.15-23, mar. 2014.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado EMBRAPA- **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Sistemas de Produção. v. 8, 2003.

STOUTHAMER, R., LUCK, R. F. & HAMILTON, W. D. Antibiotics cause parthenogenetic *Trichogramma* (Hymenoptera/Trichogrammatidae) to revert to sex. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **87**, 2424–2427 (1990). **One of the first studies to establish the role of *Wolbachia* in the induction of parthenogenesis.**

STERK, G. et al. Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group "Pesticides and Beneficial Organisms". **BioControl**, Netherlands, v.44, n.1, p.99-117, 1999.

VIEIRA, M. J. QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A On the identity of *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with a checklist and a key to *Trichogramma* species associated with *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera, Sphingidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 3869, n. 1, p.83-9 Sept. 2014

W. E. RIPPER, R. M. GREENSLADE, G. S. HARTLEY. Selective Insecticides and Biological Control, **Journal of Economic Entomology**, v. 44, n. 4, 1 p.448–459, 1951.

WITTING, B. E.; ORR, D. B.; LINKER, H. M. Attraction of insect natural enemies to habitat plantings in North Carolina. **Journal of Entomological Science**, Georgia, v. 42, n. 4, p. 439-456, out. 2007.

YAMAMOTO, P. T.; PINTO, A.S.; PAIVA, P.E.B.; GRAVENA, S. seletividade de agrotóxicos aos inimigos naturais de pragas dos citros. **Laranja**, cordeiropolis, v. 13, n. 2, p. 693-708, 1992

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA JRP; ZUCCHI RA. (Ed.) **Trichogramma e o controle aplicado**. Piracicaba: FEALQ, cap.2, p.41-66. 1997.

ZUCCHI, R. A.; QUERINO, R. B.; MONTEIRO, R. C. Diversity and hosts of *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South América. In: CÔNSOLI, F. L.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Dordrecht: Springer, 2010. Cap. 8, p. 219-236.

4 ARTIGO I: ESPÉCIES DE PARASITOIDES DE OVOS DE *Erinnyis ello* (LINNAEUS, 1758) EM MANDIOCA (*Manihot esculenta*)

Carvalho, L. C. et al., Parasite species of *Erinnyis ello* eggs (Linnaeus, 1758) in cassava (*Manihot esculenta*). **Bragantia**.

RESUMO

Conhecer o agroecossistema é importante para entender a dinâmica das populações, sobretudo os inimigos naturais, agentes que controlam os insetos-praga. O objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de *Trichogramma* que parasitam ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) em cultivos comerciais de mandioca no município de Marechal Cândido Rondon, Paraná. Para isto, foram realizadas coletas quinzenais de ovos em três localidades por duas safras. Os ovos coletados foram transferidos para o laboratório e acondicionados em cápsulas de gelatina, de forma individualizada, até a emergência dos parasitoides. Após, estes foram separados em morfotipos. A identificação em nível de espécies foi realizada através de estudos morfológicos. São apresentadas as principais estruturas que separam as espécies de *Trichogramma* associadas a *E. ello*. Foram identificadas três espécies parasitoides, sendo *Trichogramma manicobai*, *T. pretiosum*, *T. marandobai* e uma quarta espécies aqui definida *T. aff. marandobai* pertencentes a família Trichogrammatidae.

Palavras-chave: *Trichogramma*, taxonomia, morfologia.

ABSTRACT

Knowing the agroecosystem is important to understand the dynamics of populations, especially natural enemies, agents that control pest insects. The objective of this work was to identify the species of *Trichogramma* that parasitize eggs of *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in commercial cassava crops in the municipality of Marechal Cândido Rondon, Paraná. For this purpose, fortnightly egg collections were carried out in three locations for two harvests. The collected eggs were transferred to the laboratory

and packed in gelatin capsules, individually, until the emergence of the parasitoids. Afterwards, these were separated into morphotypes. Species-level identification was carried out using morphological studies. The main structures that separate the species of *Trichogramma* associated with *E. ello* are presented. Three parasitoid species were identified, being *Trichogramma manicobai*, *T. pretiosum*, *T. marandobai* and a fourth species defined here *T. aff. marandobai* belonging to the family Trichogrammatidae.

Keywords: *Trichogramma*, taxonomy, morphology.

4.1 INTRODUÇÃO

As espécies pertencentes ao gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são parasitoides de ovos principalmente de insetos-praga da ordem Lepidoptera. Considerado um dos grupos mais importantes de inimigos naturais estudado e utilizado em todo o mundo (Chen et al., 2018) pelo potencial de reduzir os danos causados pelas pragas.

Compreender a biodiversidade dos agroecossistemas é crucial para a conservação e manutenção dos parasitoides nativos. Assim, conhecer os níveis de ocorrência natural e preferência de habitat é primordial (Querino; Zucchi 2012), especialmente quando há interesse para o uso no controle biológico aumentativo. Deste modo, utilizar e identificar corretamente as espécies é fundamental para o sucesso do uso de *Trichogramma* spp.

Em virtude da extensão territorial e diferenças de condições edafoclimáticas há diversos agroecossistemas no país, em que há deficiência de estudos relacionados ao conhecimento dos parasitoides que ocorrem nestes ambientes. Oficialmente, até o

momento são identificadas 29 *Trichogramma* spp, no qual parasitam ovos de diversos insetos-praga e em diversas culturas no Brasil (Querino; Zucchi 2019).

Nos cultivos de mandioca *Manihot esculenta* (Crantz, 1766) (Malpighiales: Euphorbiaceae) destaca-se como parasitoides de ovos de *Erinnyis ello* (Linneaus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) as espécies de *Trichogramma* (Bellotti, et al., 2012). Oficialmente, há registros de quatro espécies associado a *E. ello*, *T. marandobai* Brun, Moraes & Soares, 1986, registrado no Amazonas, Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná (Vieira et al., 2014), *T. manicobai* Brun, Moraes & Soares, 1984, com registro em Minas Gerais, São Paulo, Piauí, Mato Grosso do Sul e Paraná (Querino; Zucchi 2012 e Querino et al., 2016), *T. atopovirilia* Oatman & Platner, 1983 em Minas (Querino; Zucchi 2012) e *T. pretiosum* Riley, 1879 em diversos estados (Querino; Zucchi, 2008). Com isso, o objetivo deste trabalho foi identificar quais espécies de *Trichogramma* parasitam ovos de *E. ello* em cultivos comerciais de mandioca no município de Marechal Cândido Rondon, PR.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Amostragem e coleta de ovos de *Erinnyis ello*

O levantamento das espécies de *Trichogramma* foi realizado através de coletas de ovos de *E. ello* quinzenalmente por duas safras, 2016/17 e 2017/18 (Tabela 1), com início, em ambas as safras, no mês de outubro e finalizado em abril no município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná (Fig. 1).

Tabela 1. Local, área, safras e coordenadas geográficas dos campos onde foram realizadas as coletas de ovos de *Erinnyis ello* no município de Marechal Cândido Rondon.

Local	Área	Coordenada geográfica	
Saфра 2016/2017			
A	1	24°30'35.10" S	54°18'37.82" W
	2	24°30'38.92" S	54°18'33.58" W
B	3	24°39'5.45" S	54°7'15.21" W
C	4	24°33'28.28" S	54°2'30.66" W
D	5	24°28'21.32" S	54°02'45.78" W
Saфра 2017/2018			
A	6	24°30'38.92" S	54°18'33.58" W
B	7	24°39'5.45" S	54°7'15.21" W
C	8	24°33'28.28" S	54°2'30.66" W
D	9	24°28'21.32" S	54°02'45.78" W

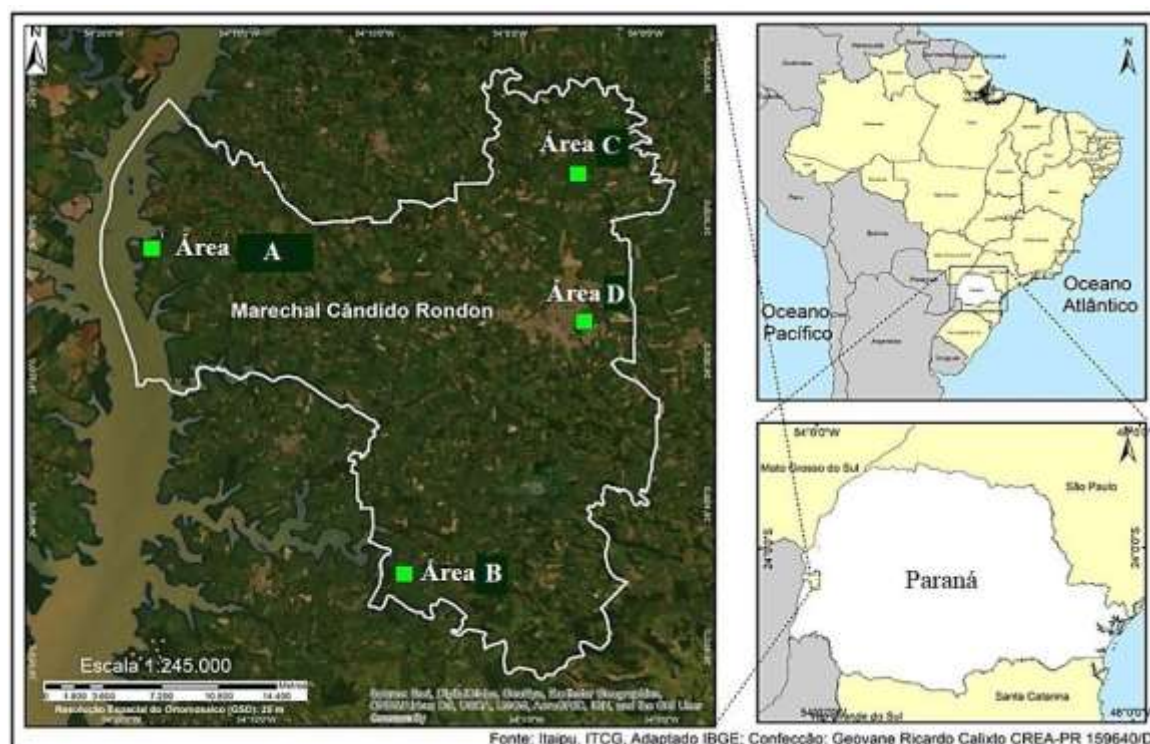


Figura 1. Indicação dos locais com cultivos comerciais de mandioca, nas quais foram feitas coletas de ovos de *Erinnyis ello* e parasitoides, no município de Marechal Cândido Rondon/PR.

Os ovos coletados foram transferidos para o Laboratório de Controle Biológico (UNIOESTE) e acondicionados em cápsulas de gelatina, individualmente. As observações foram realizadas diariamente para verificar a eclosão da larva ou emergência de parasitoides.

Coleta e preparação das espécies de parasitoides para identificação

Após a emergência, os parasitoides foram coletados, morfotipados e armazenados em álcool 70% em frasco tipo eppendorff e mantidos no freezer para posteriori identificação em nível específico.

A preparação para a identificação dos insetos morfotipados foi realizado montando os em lâminas em meio de montagem Hoyer's e Bálsamo do Canadá, conforme metodologias propostas por Querino & Zucchi (2012).

A identificação das espécies de *Trichogramma* foi baseada nos caracteres da genitália, das antenas e das asas dos machos. As lâminas foram observadas em microscópio ótico de luz de aumento entre 4 a 100x, marca Meddiluz. Família e gênero foram determinados segundo Hanson e Gauld (2006) e Pinto (2006), respectivamente, enquanto que a determinação específica foi feita segundo Querino & Zucchi (2012) e Vieira et al. (2014).

Os espécimes-testemunhos para as espécies de *Trichogramma* foram depositadas na Coleção de Insetos Entomófagos “Oscar Monte”, sediada em Campinas, SP, na Unidade Laboratorial de Referência em Controle Biológico, do Instituto Biológico e na Coleção da da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) (Entomologia).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

***Trichogramma pretiosum* Riley, 1879**

Diagnose – Apresenta cerdas flageliformes alongadas e delgadas, afinando gradualmente até o ápice; lâmina dorsal que se estende até o nível de ápice volselar; carena ventral curta, não atingindo o meio da cápsula genital; processos ventrais próximos à base do processo intervolselar, que é pontudo e longo, não se estendendo ao ápice das volselas.

Caracterização – Antenas: Cerdas flageliformes longas, com o ápice afilado uniformemente (figs. 2ab). Genitália masculina: Lâmina dorsal longa, alcançando o ápice das volselas (Figs. 3ac); carena ventral curta (Fig. 3d), não alcançando a metade da cápsula genital. Processos ventrais próximos da base do processo intervolselar (Fig. 3d). Processo intervolselar pontiagudo e longo, não alcançando o ápice das volselas (Figs. 3bd).

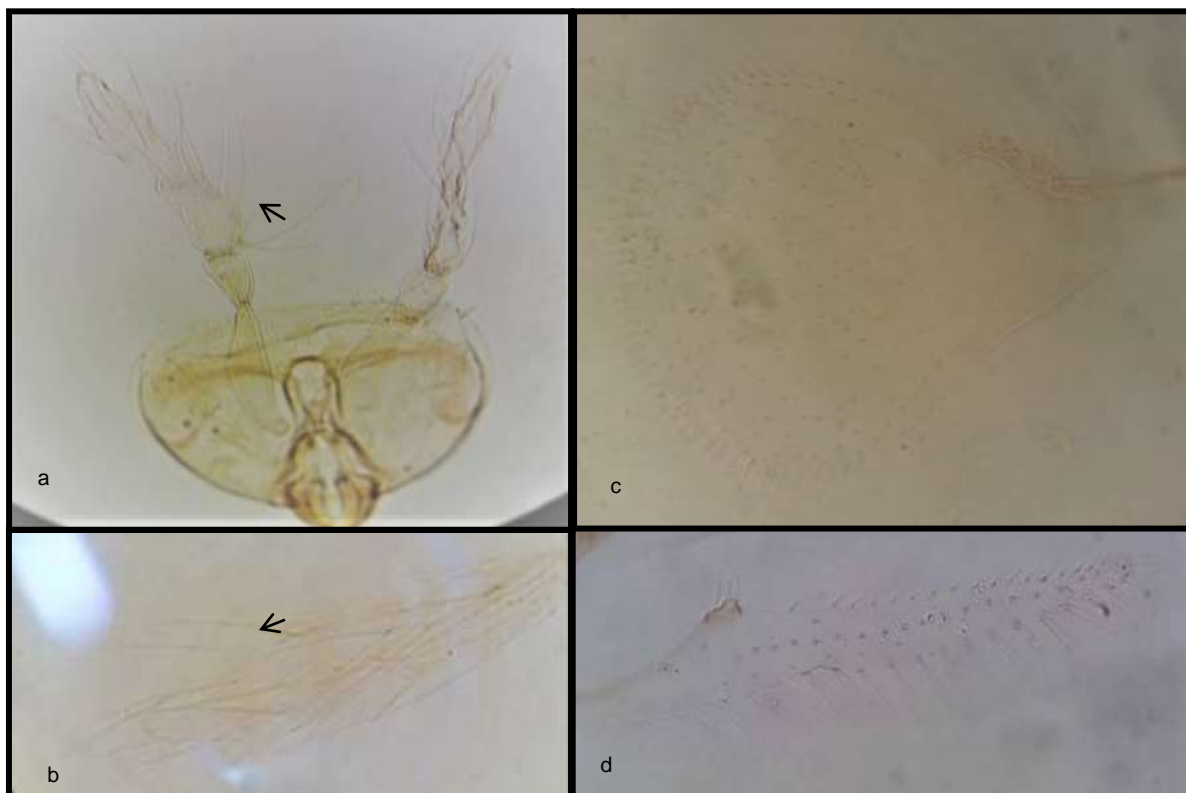


Figura 2. *Trichogramma pretiosum*. Antena (a, b), asa anterior (c) e asa posterior (d)

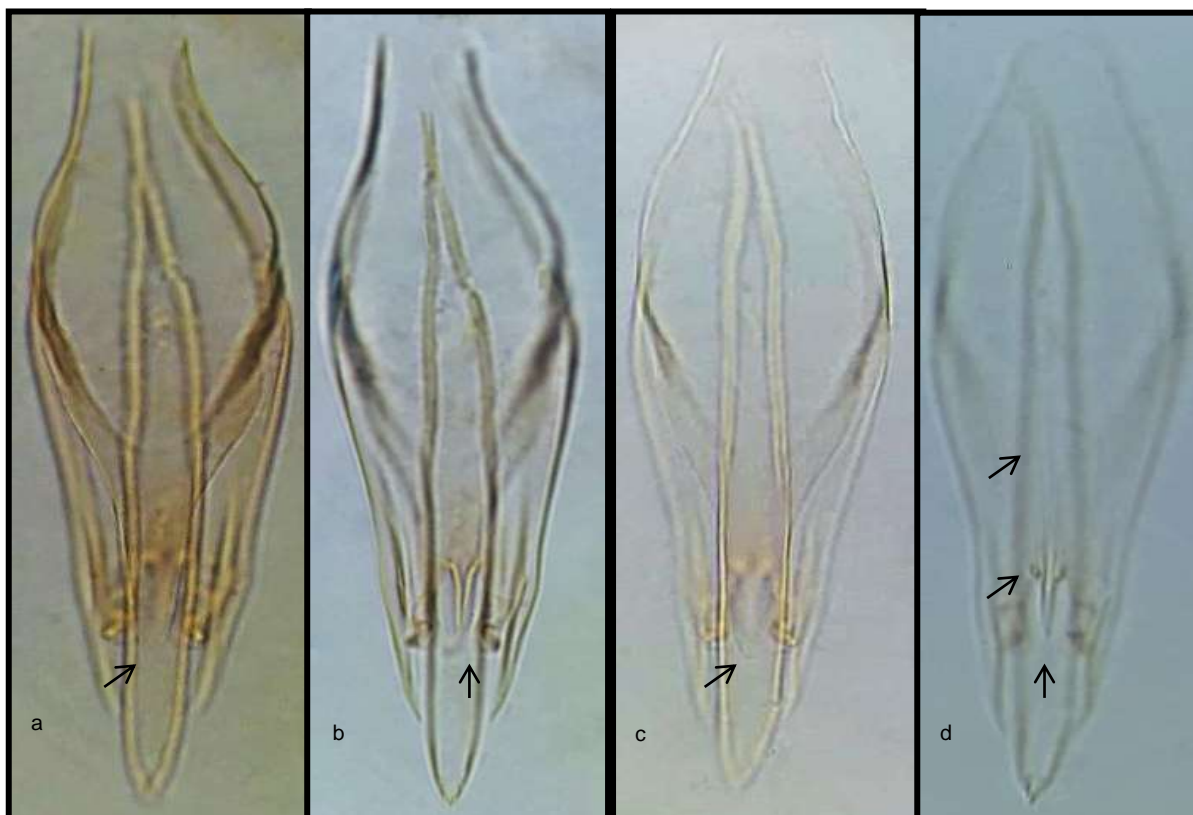


Figura 3. *Trichogramma pretiosum*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal (a); processo interovselar (b,d); lâmina dorsal (c); carena, processo ventral e processo interovselar (d).

***Trichogramma manicobai* Brun, Moraes & Soares, 1984**

Diagnose - *Trichogramma manicobai* é facilmente separada das demais espécies sul-americanas. É identificada por apresentar a lamina dorsal com projeções laterais e pelo processo intervolselar curto e largo, podendo ser bífido ou truncado no ápice.

Caracterização - Cor dos espécimes vivos marron amarelados. Antenas: flagelo curto, cerdas flageliformes curtas com ápice abruptamente afilado (Fig. 4ab), sensila placóide. Asas anteriores: número de cerdas entre 4ª e 5ª fileira. Asas posteriores: fileira anterior com 2 cerdas e fileira posterior com 7 a 8. Cerdas atingindo a metade da asa posterior. Genitália masculina: Cápsula genitália: larga e moderadamente longa, lâmina dorsal com projeções laterais que se estendem além da margem da cápsula genital (Fig. 5c), lâmina dorsal larga, estreitando-se do apice para a base, carena ventral longa ultrapassando metade da cápsula genital (Fig. 5b), processo intervolselar curto, largo e com ápice truncado (Fig. 5a), às vezes bífido (Fig. 5b), processos ventrais próximos da base do processo intervolselar (Fig. 5ab).



Figura 4. *Trichogramma manicobai*. Antena (a, b), asa anterior (c) e asa posterior(d)

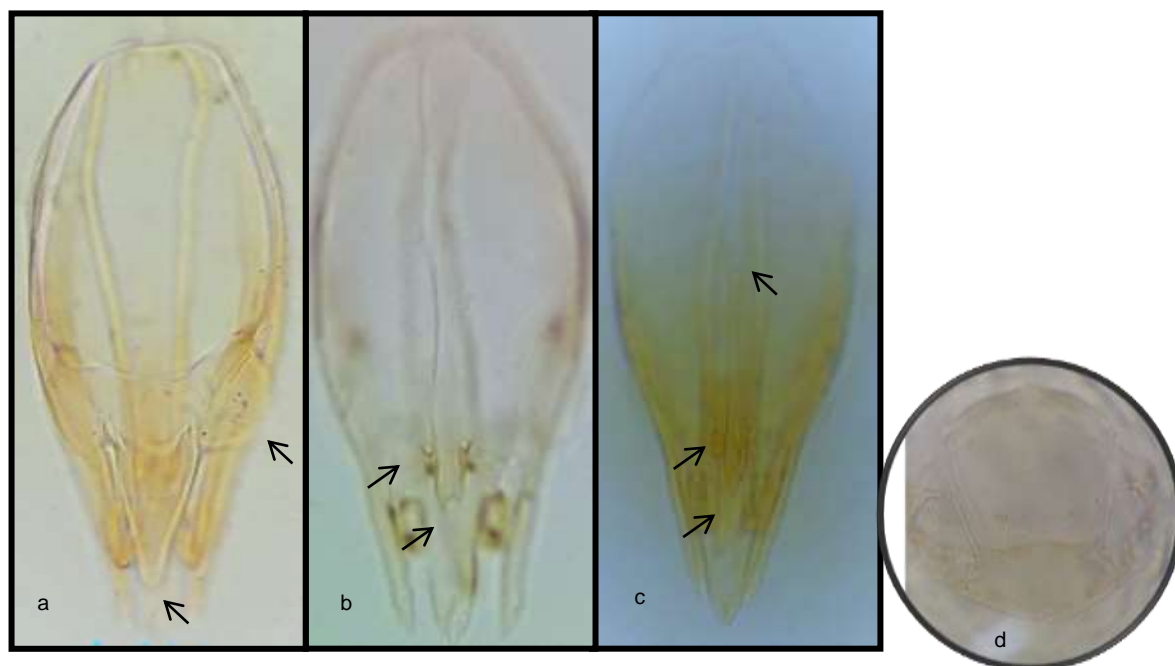


Figura 5. *Trichogramma manicobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal e projeções laterais (a); processo intervolselar e processo ventral (b); carena, processo ventral e processo intervolselar (c) e escutelo (d).

***Trichogramma marandobai* Brun, Moraes & Soares, 1986**

Diagnose – apresenta capsula genital longa, lamina dorsal afilando-se do ápice para a base, não se estendendo além do ápice das volselas. Lamina dorsal com extensão posterior estreita e ápice arredondado no mesmo do processo intervolselar; processo intervolselar longo e robusto, carina ventral não se estendendo além do meio da cápsula genital; cerdas flageliformes relativamente curtas, afilando-se no ápice (Vieira et al. 2014, 2015).

Caracterização – Antenas: com cerdas flageliformes relativamente curtas, afilando-se no ápice, sensilos basiconicos com formula(1-2-2-0(1)-1-1); três selilos placóides. Asas anteriores: o número de cerdas entre a 4^a e 5^a fileira pode variar de 8 a 31 cerdas. Asas posteriores: fileira anterior com 2 a 5 cerdas, fileira posterior com 6 a 11 cerdas, podendo alcançar a metade da fileira mediana. Genitalia masculina: cápsula genital mais longa do que larga, lamina dorsal longa estreitando-se do ápice para a base; carena dorsal ausente; carena ventral alcançando a metade da capsula genital; processo intervolselar longo, distinto e com ápice arredondado ou truncado, não alcançando o ápice das volselas; processos ventrais proximos a base do processo intercolselar. Esta espécie apresenta caracteres semelhantes a *T. demoraesi*, diferindo principalmente pela forma da laminal dorsal. Variações na genitalia masculina de *T. marandobai* são intraespecificas (Vieira et al. 2015).

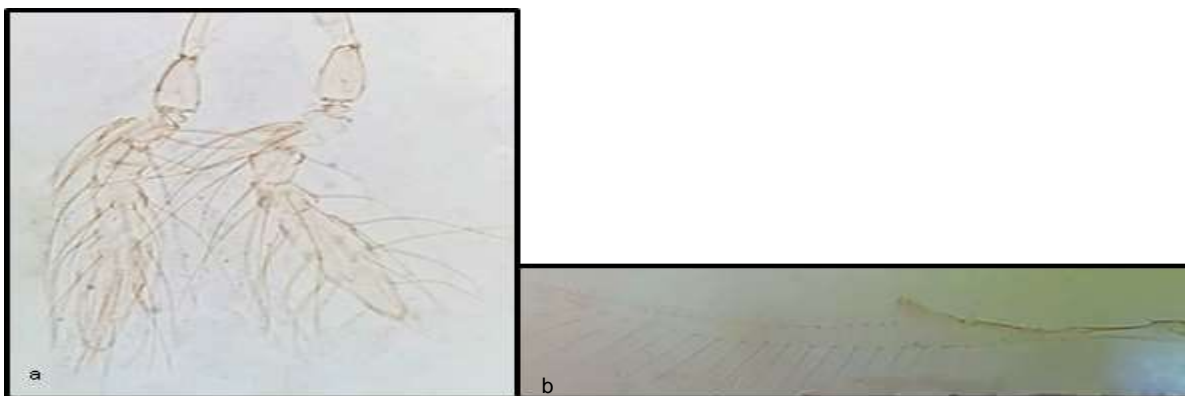


Figura 6. *Trichogramma marandobai*. Antena (a), asa posterior (b).

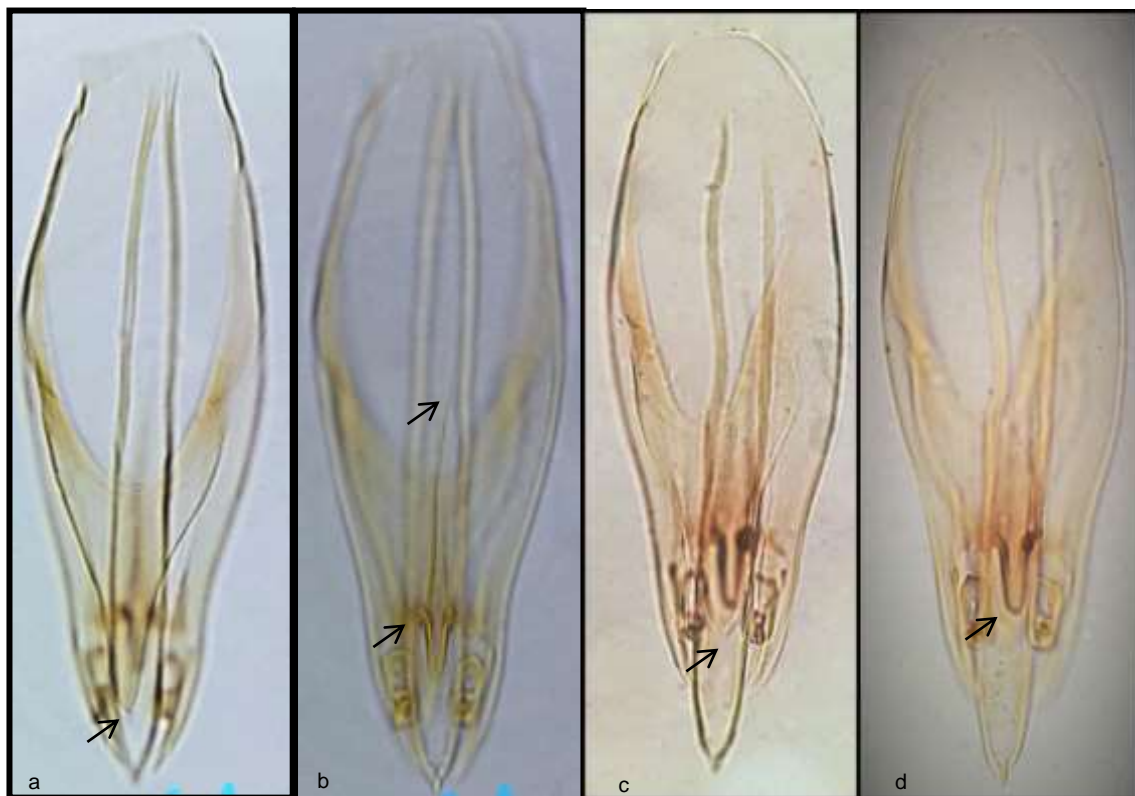


Figura 7. *Trichogramma marandobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lamina dorsal (a), carena e processo ventral (b), lamina dorsal (c) e processo intervolselar (d).

Trichogramma* Aff. *marandobai

Diagnose – morfoespécie com caracteres próximo a *T. marandobai*, lâmina dorsal afilando-se do ápice para a base, alcança o ápice das volselas (Fig. 9ac). Lâmina dorsal com extensão posterior estreita e ápice arredondado ultrapassa o processo intervolselar (Fig. 9ad); processo intervolselar mediano e robusto (Fig. 9abd), carina ventral ultrapassa o meio da cápsula genital (Fig. 9bd); cerdas flageliformes relativamente curtas, afilando-se no ápice.

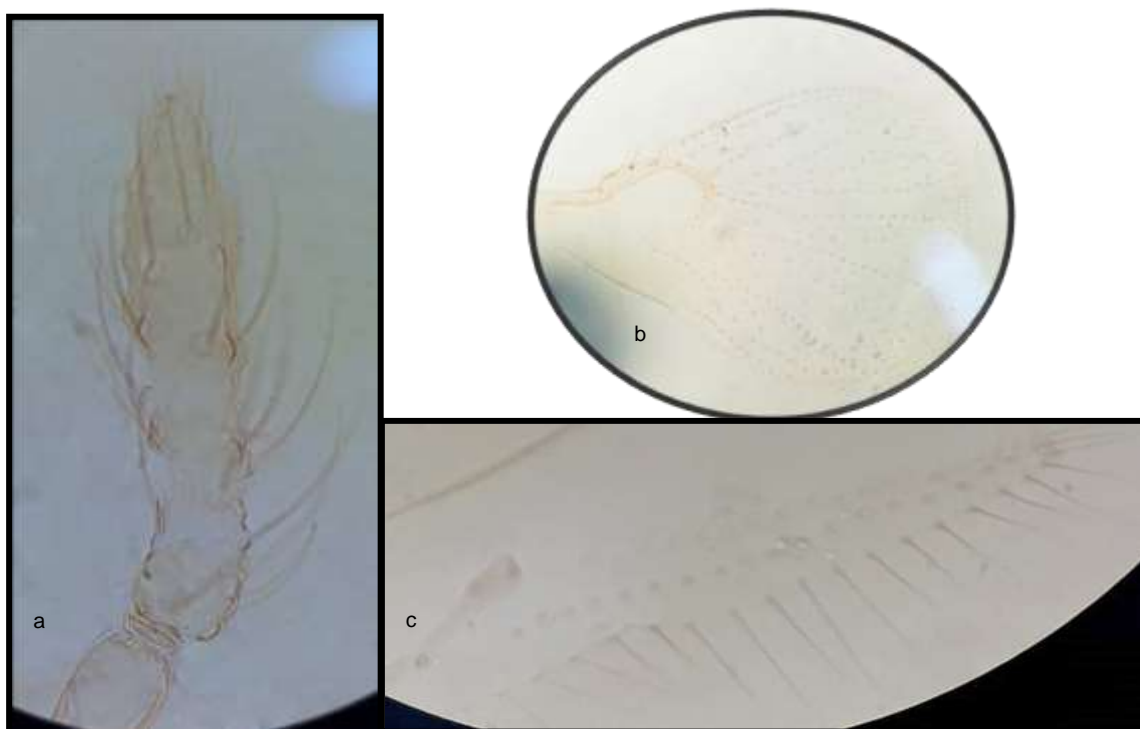


Figura 8. *Trichogramma* Aff. *marandobai*. Antena (a), asa anterior (b) e asa posterior(c).



Figura 9. *Trichogramma* Aff. *marandobai*. Cápsula genital. Seta indicando: lâmina dorsal e processo intervalselar (a); carena, processo ventral e processo intervalselar (b); lâmina dorsal (c) carena, processo ventral e processo intervalselar (d).

Comentário – *T. aff. marandobai* apresenta caracteres morfológicos semelhantes a *T. marandobai*, no entanto com algumas variações, principalmente, a carena ventral que ultrapassa a metade da cápsula genital e o processo intervolselar apresenta o formato diferente quando comparado à *T. marandobai*. Devido a plasticidade dos caracteres diagnósticos de *T. marandobai* (Vieira *et al.*, 2015), mais estudos morfológicos e moleculares serão realizados para confirmar se *T. aff. marandobai* é uma variabilidade de *T. marandobai* ou se é de fato uma espécie nova.

4.4 CONCLUSÃO

Na região oeste do Paraná ocorrem três espécies de *Trichogramma* parasitando ovos de *E. ello*, a saber, *T. manicobai*, *T. marandobai*, *T. pretiosum* e uma morfoespécies com caracteres próximos a *T. marandobai* aqui denominada por *T. aff. marandobai*.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bellotti, A.; Campo, B. V. H.; Hyman, G. (2012) Cassava Production and Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. *Tropical Plant Biology*, 1: 39-72.

Chen, L., Chen, P., Xue, X. Hua, H.Q., Li, Y.X., Zhang, F. & Wei, S.J. (2018). Reorganizações extensas de genes nos genomas mitocondriais de dois

parasitóides de ovos, *Trichogramma japonicum* e *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Chalcidoidea: Trichogrammatidae). *Science Reports*. 8, 7034. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25338-3>

Pinto, J. D. (2006) A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). *Journal of Hymenoptera Research*, 15, 38–163.

Querino, R.B. & Zucchi, R.A. (2012) Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil. Embrapa Informação Tecnológica, 103 p. 2. ed. – Brasília, DF.

Querino R.B, da Silva N.N.P. & Zucchi R.A (2016) natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the mid-north, Brazil. *Ciencia Rural* 46:1521–1523.

Querino, R. B., & Zucchi, R. A. (2019). Annotated checklist and illustrated key to the species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from South America. *Zootaxa*, 4656 (2), 201–231. doi:10.11646/zootaxa.4656.2.1

Vieira, J. M.; Querino, R. B; Zucchi, R. A. (2014) On the identity of *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with a checklist and a key to *Trichogramma* species associated with *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera, SpHINGIDAE) in Brazil. *Zootaxa* 3869 (1): 083–089.

Querino, R.B. & Zucchi, R.A. (2008) Species of *Trichogramma* – collection of Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ USP. Available from: <http://www.lea.esalq.usp.br/tricho>

DU, W., XU, J., HOU, Y. et al. Os parasitóides de *Trichogramma* podem distinguir entre ovos hospedeiros fertilizados e não fertilizados. J PEST SCI 91, 771–780 (2018). [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10340-017-0919-Z](https://doi.org/10.1007/S10340-017-0919-Z)

BRUN, P. G.; MORAIS, G. W. G; SOARES, L. A. (1984) Três novas espécies de Trichogrammatidae parasitóides de lepidópteros desfolhadores da mandioca e do eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19: 805–810.

Oliveira, H. N. de; Gomez, S. A.; Rohden, V. S.; Arce, C. C. M.; Duarte, M. M. (2010) Registro de espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae), em Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40, 378 -379.

Sharkey, M. J. (2007). Phylogeny and Classification of Hymenoptera. *Zootaxa* 1668:521-548.

5 ARTIGO II: ESPÉCIES E FLUTUAÇÃO POPULACIONAL DE PARASITOIDES (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) EM OVOS DE *Erinnyis ello* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) NA CULTURA DA MANDIOCA (*Manihot esculenta*)

Carvalho, L. C. et al., Species and population fluctuation of parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in cassava culture (*Manihot esculenta*). **Austral Entomology**.

RESUMO

Os parasitoides de ovos da família Trichogrammatidae ocorrem nos agroecossistemas e atuam no controle biológico natural de diversas espécies de insetos-praga, dentre elas *Erinnyis ello* (Linneaus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae). Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar as espécies e estudar a flutuação de parasitoides de ovos de *E. ello*. Para isto, foram realizadas coletas quinzenais de ovos de *E. ello* em áreas de cultivos comerciais de mandioca durante o período de duas safras (2016/17 e 2017/18), em três localidades do município de Marechal Cândido Rondon-PR. As amostragens foram realizadas em caminhamento equidistantes em zigue-zague, com 30 pontos por área e seis plantas por ponto. Os ovos coletados foram transferidos para o laboratório, acondicionados em cápsulas de gelatina, de forma individualizada, mantidos a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 h. Diariamente, foram realizadas observações para verificar a emergência dos parasitoides. A partir desses dados, foi obtido a flutuação dos parasitoides e de ovos de *E. ello*, o início do parasitismo, a persistência dos parasitoides, o índice de parasitismo e as espécies de *Trichogramma* que ocorrem associados a este hospedeiro. Segundo os resultados obtidos não houve diferença na dinâmica parasitismo entre as diferentes áreas, no entanto, essa foi diretamente afetada pela flutuação do seu hospedeiro. Foram identificadas quatro espécies de parasitoides, *T. manicobai*, *T. marandobai*, *T. pretiosum* e *T. aff. marandobai*. Dentre as espécies que ocorrem *T. marandobai* apresentou maior expressividade pelo início do surgimento, persistência e frequência. Sendo assim, verificou-se que os parasitoides do gênero *Trichogramma* spp. são importantes agentes de controle biológico natural de *E. ello* em cultivos comerciais de mandioca.

Palavras-chave: controle biológico natural, parasitoides, *Trichogramma* sp., mandarová-da-mandioca.

ABSTRACT

Egg parasitoids of the Trichogrammatidae family occur in agroecosystems and act in the natural biological control of several species of pest insects, among them *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae). Thus, the objective of this work was to identify the species and study the fluctuation of *E. ello* egg parasitoids. For this purpose, fortnightly collections of *E. ello* eggs were carried out in areas of commercial cassava crops during the period of two harvests (2016/17 and 2017/18), in three locations in the municipality of Marechal Cândido Rondon-PR. Sampling was carried out in equidistant walking in a zigzag pattern, with 30 points per area and six plants per point. The collected eggs were transferred to the laboratory, packed in gelatin capsules, individually, kept at a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and a photophase of 14 h. Observations were made daily to verify the emergence of parasitoids. From these data, it was obtained the fluctuation of *E. ello* parasitoids and eggs, the onset of parasitism, the persistence of parasitoids, the parasitism index and the species of *Trichogramma* that occur associated with this host. According to the results obtained, there was no difference in the parasitism dynamics between the different areas, however, this was directly affected by the fluctuation of its host. Four species of parasitoids were identified, *T. manicobai*, *T. marandobai*, *T. pretiosum* and *T. aff. marandobai*. Among the species that occur, *T. marandobai* showed greater expressiveness due to the beginning of the appearance, persistence and frequency. Thus, it was found that parasitoids of the genus *Trichogramma* spp. are important agents of natural biological control of *E. ello* in commercial cassava crops.

Keywords: natural biological control, parasitoids, *Trichogramma* spp, *Erinnyis ello*.

5.1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca *Manihot esculenta* (Crantz, 1766) (Malpighiales: Euphorbiaceae) destaca-se pela diversidade de uso da matéria prima nos mais variados setores da indústria e, principalmente por seu uso em diversos países como base da

alimentação de inúmeros povos, sendo cultivada em mais de cem países (FAO 2013). No entanto, problemas fitossanitários são relatados nos cultivos a exemplo da ocorrência de insetos-praga (Silva *et al.* 2012).

No Brasil, a cultura é atacada por diversos insetos-praga (Pietrowski 2009; Aguiar *et al.* 2010; Bellon *et al.* 2012; Silva *et al.* 2016), com destaque para *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) (Bellotti *et al.* 2012) por apresentar alta capacidade de desfolha. Apesar do *E. ello* ser uma das principais pragas de importância econômica, apresenta inúmeros agentes de controle biológico natural (Carvalho *et al.* 2015), entre eles os parasitoides pertencentes a ordem Hymenoptera: Eulophidae, Platygasteridae e Trichogrammatidae (Freire 1985; Bellon *et al.* 2013; Querino & Zucchi 2019).

Os insetos do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), são microimenópteros de aproximadamente 0,7 mm de comprimento, parasitam ovos principalmente de Lepidoptera. Várias espécies de *Trichogramma* foram relatadas parasitando *E. ello* no Brasil (Querino & Zucchi 2019). No Paraná foram relatadas *T. manicobai* (Querino *et al.* 2017), *T. pretiosum* (Querino *et al.* 2002) e *T. marandobai* (Querino *et al.* 2002; Vieira *et al.* 2014).

Embora as espécies de *Trichogramma* estejam entre os agentes de controle biológicos mais utilizados (Van Lenteren 2003) alguns dados são escassos, a exemplo da dinâmica de *Trichogramma* spp. no ambiente. As interações e o comportamento das espécies de *Trichogramma* nos cultivos de mandioca não são bem conhecidas. Existem poucos relatos na literatura (Querino *et al.* 2016; Oliveira *et al.* 2010), mas sugerem um papel importante desses parasitoides de ovos no controle natural de *E. ello*.

Assim, para compreender o agroecossistema é necessário interpretar a relação das culturas, dos insetos-praga, dos inimigos naturais e suas dinâmicas populacionais. A partir disto, tem-se o conhecimento básico que poderá auxiliar a traçar estratégias de manutenção e aumento natural da população de parasitoides a campo e, quando possível, criação massal desses agentes de controle biológico em laboratório para liberações.

Neste sentido, este estudo tem como objetivo identificar as espécies e estudar a flutuação de parasitoides de ovos de *E. ello* em áreas de produção comercial de mandioca.

5.2 MATERIAL E METODOS

Amostragem e coleta de ovos de *Erinnyis ello*

As coletas quinzenais de ovos foram realizadas por duas safras com início no mês de outubro em ambas as safras, período que se tem o início de surgimento desta praga nos cultivos na região amostrada. Esta região, de acordo com Köppen, é classificada com clima do tipo Cfa, subtropical, com média de precipitação anual de 1700 mm e temperatura média anual de 22 e 23°C (Cabiglione et al., 2000).

O período amostral da primeira safra foi de 21/10/2016 a 18/04/2017 e a segunda safra de 15/10/2017 a 08/04/2018, em áreas de produção comercial de mandioca em quatro localidades (Tabela 1), pertencentes ao município de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná (Figura 1).

Tabela 0.1. Local, área, safras e coordenadas geográficas dos campos onde foram realizadas as coletas de ovos de *Erinnyis ello* no município de Marechal Cândido Rondon.

Local	Área	Coordenada geográfica	
Saфра 2016/2017			
A	1	24°30'35.10" S	54°18'37.82" W
	2	24°30'38.92" S	54°18'33.58" W
B	3	24°39'5.45" S	54°7'15.21" W
C	4	24°33'28.28" S	54°2'30.66" W
D	5	24°28'21.32" S	54°02'45.78" W
Saфра 2017/2018			
A	6	24°30'38.92" S	54°18'33.58" W
B	7	24°39'5.45" S	54°7'15.21" W
C	8	24°33'28.28" S	54°2'30.66" W
D	9	24°28'21.32" S	54°02'45.78" W

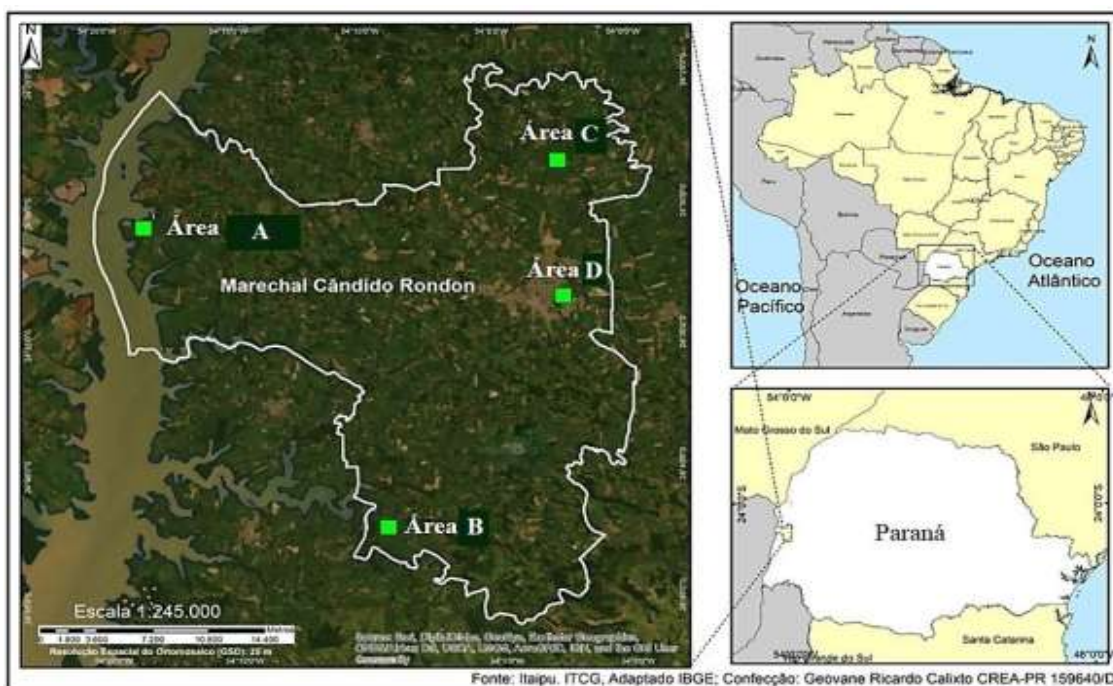


Figura 1. Indicação dos locais com cultivos comerciais de mandioca, nas quais foram feitas coletas de ovos de *Erinnyis ello* e parasitoides, no município de Marechal Cândido Rondon/PR.

A condução e manejo dos cultivos, do plantio até a colheita, foram realizados pelos respectivos agricultores, sem interferência nas decisões, seja do agricultor ou do técnico que o acompanhava, pois, o propósito foi coletar em áreas com o manejo usualmente adotado na região.

A coleta em cada área foi realizada por caminhamento em zigue-zague de forma equidistante, amostrando-se 30 pontos e vistoriando completamente 6 plantas por ponto. Na safra 2016/17 foram realizadas coletas em cinco áreas e na safra seguinte em quatro, conforme tabela 1 e figura 1.

Os ovos coletados foram levados ao Laboratório de Controle Biológico (UNIOESTE) Marechal Cândido Rondon-PR e acondicionados (individualizados) em cápsulas de gelatina, com identificação da data e área de coleta. Posteriormente, colocados em bandejas plásticas e mantidos em câmaras climatizadas tipo B.O.D. a temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 horas, para a emergência dos parasitoides.

As observações foram realizadas diariamente, verificando-se a emergência dos parasitoides, que eram coletados, com auxílio de pincel e morfotipados com auxílio de microscópio estereoscópio. Em seguida, foram armazenados em álcool 70%, em frasco tipo eppendorff e mantidos no freezer para posteriori identificação.

A preparação para identificação dos insetos morfotipados foi realizada conforme metodologia propostas por Querino e Zucchi (2011), com montagem em lâminas utilizando Hoyer's e Bálsamo do Canadá.

Além da identificação das espécies, foram estabelecidos os seguintes dados:

Número médio de ovos de *E. ello* coletados por safra, porcentagem de parasitismo, número médio de ovos de *E. ello* coletados por área amostrada, número de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos e razão sexual de *Trichogramma* spp., início de parasitismo; persistência dos parasitoides - quantidade de quinzenas que os parasitoides estiveram continuamente presentes nas coletas e índice de parasitismo - relação entre o número de ovos parasitados e o total de ovos do hospedeiro.

Análise Estatística

O período de início do parasitismo, a persistência dos parasitoides e o índice de parasitismo (taxas de parasitismo) foram analisados através de modelos lineares mistos, os quais a área de coleta foi considerada fator aleatório. A variável aleatória “área” introduz a estrutura de covariância que considera as possíveis correlações entre as variáveis resposta, variações de fatores abióticos e as variáveis independentes (fatores fixos).

Para o período de início de parasitismo as variáveis: safra, quantidade de ovos da praga e as espécies parasitoides presentes foram consideradas efeitos fixos. Para a análise da persistência dos parasitoides foram considerados os efeitos das variáveis a safra, espécie parasitoide, densidade de parasitoides e densidade de ovos da praga. Para a análise do índice de parasitismo, foram considerados os efeitos da safra, espécie parasitoide e total de ovos da praga. Para todas as análises, as interações entre fatores fixos foram consideradas somente quando significativas.

Para o ajuste dos modelos mistos foi usada a função “lmer” do pacote lme4 do programa estatístico R (versão 3.6, Core Team 2015). A significância dos fatores fixos foi analisada através de teste de máxima verossimilhança entre os modelos estatísticos que incluíam os efeitos dos fatores fixos e o modelo nulo, o qual incluía somente um intercepto em comum.

5.3 RESULTADOS

Embora o início de surgimento de *E. ello* geralmente ocorra na segunda quinzena de outubro, na safra 2016/17 houve um número elevado de ovos já na primeira coleta com diminuição na coleta seguinte (Figura 2a). Na safra 2017/18, esse número inicial foi baixo com posterior aumento na coleta seguinte (Figura 2b). Em ambas as safras a ocorrência de ovos de *E. ello* começam a aumentar a partir do mês de dezembro, com pico de ocorrência no mês de janeiro e declínio após esse período (Figura 2ab). Dinâmica esta geralmente observada a campo quando não há migração da praga de outras regiões. Quando há migrações, tem-se aumento populacional repentino, geralmente no mês de março ou abril.

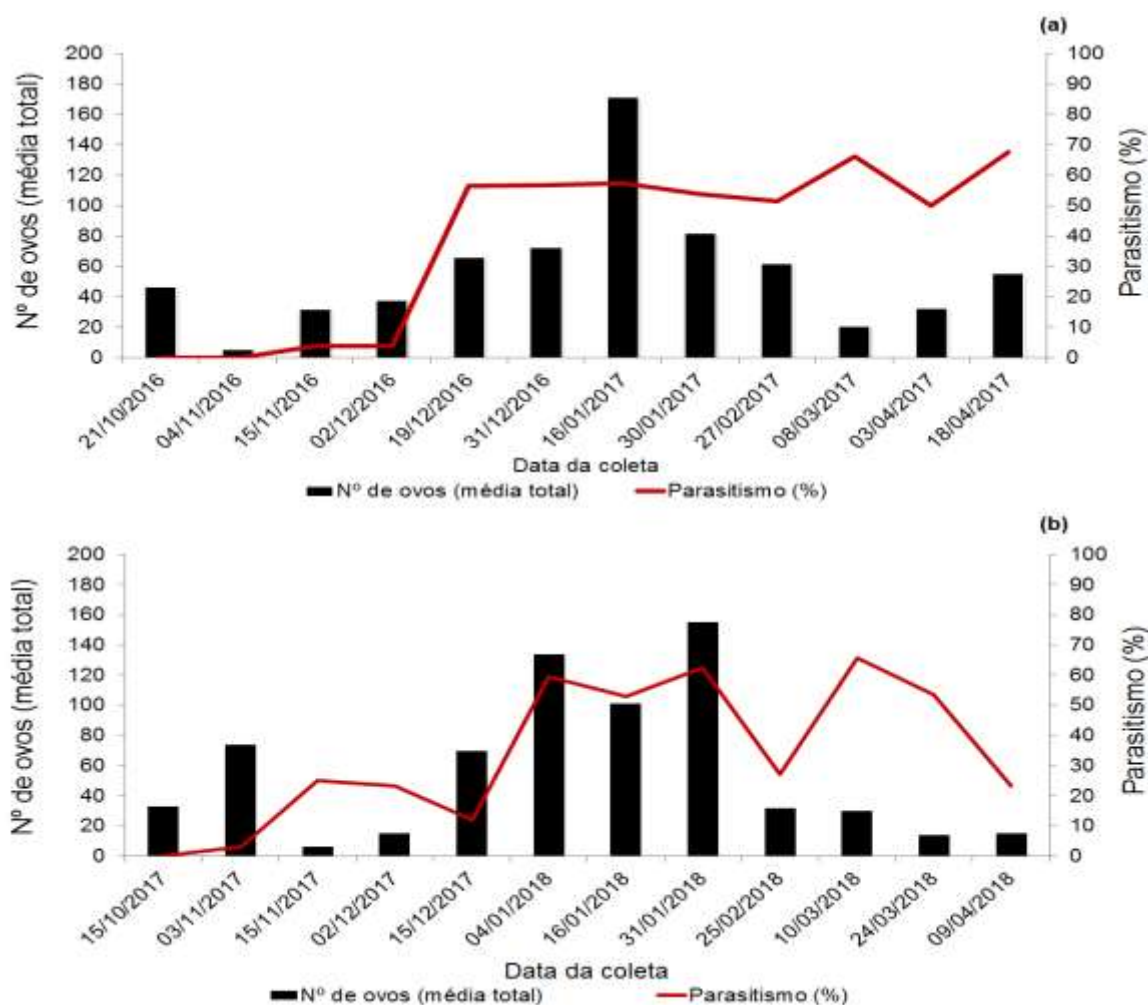


Figura 2. Data de coleta, número médio de ovos de *Erinnyis ello* coletados e porcentagem de parasitismo por *Trichogramma* spp. nas safras 2016/17 (a) e safra 2017/18 (b) em cultivos de mandioca (*Manihot esculenta*), município de Marechal Cândido Rondon.

Foram identificadas quatro espécies de *Trichogramma*, estas acompanharam a flutuação

do hospedeiro em ambas as safras (Figura 2ab). *T. marandobai* Brun, Moraes & Soares, 1984, *T. manicobai* Brun, Moraes & Soares, 1984, *T. pretiosum* Riley, 1879 e *Trichogramma* aff. *Marandobai* são as espécies presentes nas áreas, conforme indicado na tabela 2. Esse último espécime apresentou caracteres diagnósticos que o separa de *T. marandobai*, porém devido à alta variabilidade plástica da morfologia do grupo, há necessidade de confirmação da espécie com auxílio de ferramentas moleculares.

Tabela 2. Número médio de ovos de *Erinnyis ello* coletados por área, número de ovos parasitados, número de parasitoides emergidos e razão sexual de *Trichogramma* spp. em cultivos de mandioca em Marechal C. Rondon, safra 2016/17 e safra 2017/18.

Área Safra (2016/17)	Parâmetro	<i>T.</i> <i>manicobai</i>	<i>T.</i> <i>marandobai</i>	<i>T.</i> <i>pretiosum</i>	<i>T.</i> aff. <i>marandobai</i>	Total
1	Nº de ovo	-	-	-	-	31,4
	Nº de ovo parasitado	0,7	5,5	0,4	0,0	6,6
	Nº de parasitoides	15,0	117,8	8,3	0,0	141,2
	Razão sexual	1,0	0,9	0,8	0,0	-
2	Nº de ovo	-	-	-	-	25,4
	Nº de ovo parasitado	0,4	4,1	0,1	0,0	4,6
	Nº de parasitoides	6,3	83,0	2,4	0,0	91,6
	Razão sexual	1,0	0,9	0,9	0,0	-
3	Nº de ovo	-	-	-	-	145,4
	Nº de ovo parasitado	9,4	73,6	5,0	0,4	88,4
	Nº de parasitoides	196,9	1344,9	105,0	6,5	1653,3
	Razão sexual	0,9	0,9	0,9	0,0	-
4	Nº de ovo	-	-	-	-	53,3
	Nº de ovo parasitado	0,9	15,4	1,1	0	17,4
	Nº de parasitoides	18,7	343,1	20	0	381,8
	Razão sexual	1,0	0,9	0,9	0,0	-
5	Nº de ovo	-	-	-	-	24,5
	Nº de ovo parasitado	2,4	8	1,2	0	11,6
	Nº de parasitoides	51,2	181,8	32,6	0	265,6
	Razão sexual	1,0	0,9	0,9	0,0	-
Área Safra (2017/18)	Parâmetro	<i>T.</i> <i>manicobai</i>	<i>T.</i> <i>marandobai</i>	<i>T.</i> <i>pretiosum</i>	<i>T.</i> aff. <i>marandobai</i>	Total
6	Nº de ovo	-	-	-	-	36,3
	Nº de ovo parasitado	2,2	9,6	2,3	0,2	14,2
	Nº de parasitoides	41,3	219,7	46,8	2,8	310,6
	Razão sexual	0,9	0,9	0,8	0,9	-
7	Nº de ovo	-	-	-	-	71,4
	Nº de ovo parasitado	6,7	18,3	4,8	0,3	30,1
	Nº de parasitoides	138,6	394,1	104,9	3,8	641,4
	Razão sexual	0,9	0,8	0,8	0,9	-
8	Nº de ovo	-	-	-	-	89,7
	Nº de ovo parasitado	3,3	29,8	8,8	0,3	42,2
	Nº de parasitoides	67,3	614,8	195,0	5,7	882,8
	Razão sexual	0,9	0,9	0,8	0,9	-
9	Nº de ovo	-	-	-	-	23,4
	Nº de ovo parasitado	0,7	6,9	2,1	0,1	9,8
	Nº de parasitoides	15,2	144,2	48,3	1,5	209,2
	Razão sexual	0,9	0,8	0,9	0,7	-

Dentre as espécies identificadas parasitando ovos de *E. ello*, a que foi coletada em maior número foi *T. marandobai*, seguido de *T. manicobai*, *T. pretiosum* e *T. aff. marandobai*. Estas apresentaram razão sexual superior a 0,7, sendo que *T. manicobai* apresentou maior valor e *T. aff. marandobai* menor razão sexual (Tabela 2).

Ao comparar as safras não se verificou efeito significativo sobre o período de início do parasitismo ($\chi^2_{1,8}=2.66$, $p=0.10$), porém, em áreas com maior quantidade de ovos o parasitismo ocorreu mais precocemente.

A presença de parasitoides e a quantidade total de ovos de *E. ello* (presentes até o momento da primeira ocorrência do parasitismo) influenciaram significativamente o início da ocorrência do parasitismo ($\chi^2_{3,8}=21.921$, $p<0.05$ e $\chi^2_{1,8}=6.76$, $p<0.05$, respectivamente), uma vez que a presença do parasitoide está diretamente relacionada com a dinâmica da flutuação do seu hospedeiro, afetando o momento em que haverá as primeiras ocorrências do parasitismo.

O primeiro registro de parasitismo foi verificado na segunda coleta, ou seja, na segunda quinzena amostral nas áreas 3, 4, 6 e 7. Inicialmente, houve baixo índice de parasitismo (Figura 3). A partir da 3ª coleta houve aumento significativo do parasitismo nas áreas.

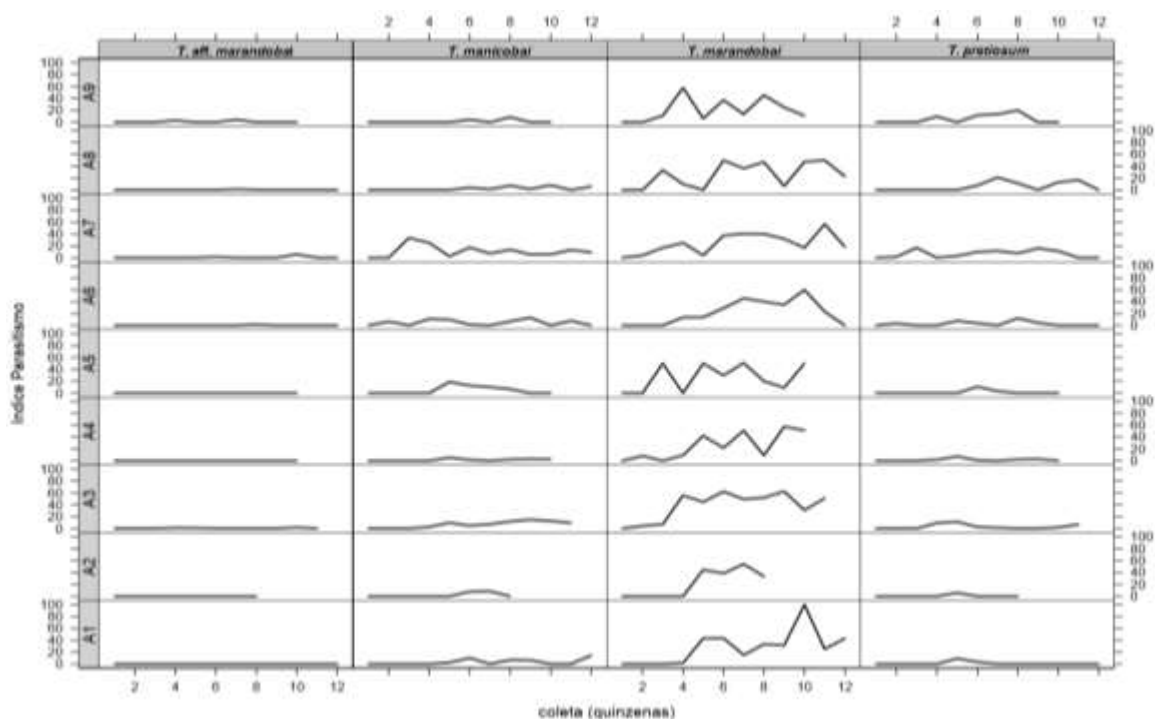


Figura 3. Índice de parasitismo por *Trichogramma* aff. *marandobai*, *T. manicobai*, *T. marandobai* e *T. pretiosum* sobre ovos de *Erinnyis ello* em 9 áreas de cultivo de mandioca. Área 1, 2, 3, 4 e 5 – safra 2016/2017 e área 6, 7, 8 e 9 – safra 2017/2018.

Dentre as espécies, *T. marandobai* foi a que começou a parasitar primeiro (Figura 4), na segunda quinzena amostral foi possível verificar sua presença nas áreas 3, 4 e 7 (Figura 3), seguidos de *T. manicobai* e *T. pretiosum*. Quando presente, *T. aff. marandobai* ocorreu mais tardiamente, a partir da quarta quinzena amostral (Figura 4), presente nas áreas 3, 6, 7, 8 e 9 (Figura 3), portanto, teve maior ocorrência na safra 2017/18. Em análise geral das áreas, *T. marandobai* é a que ocorre primeiro e permanece até o final do ciclo da cultura da mandioca.

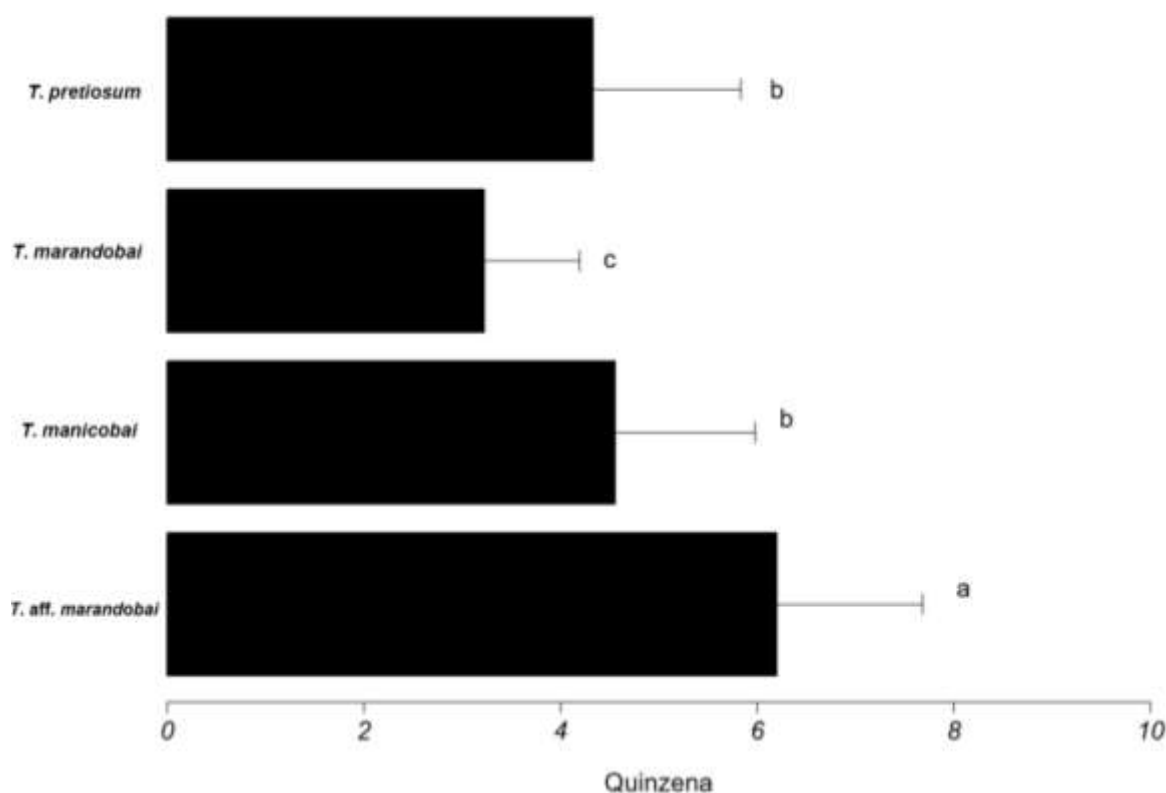


Figura 4. Período inicial (quinzena) de ocorrência das espécies de parasitoides em ovos de *Erinnyis ello* em áreas de cultivo comercial de mandioca (*Manihot esculenta*).

A persistência do parasitismo nos campos teve influência da quantidade total de ovos encontrados nas áreas ($\chi^2_{1,8}=14.024$, $p<0.05$), da espécie parasitoide ($\chi^2_{3,8}=56.789$, $p<0.05$) e da safra ($\chi^2_{1,8}=4.1443$, $p<0.05$). *T. marandobai* foi a espécie com maior tempo de persistência nas coletas, seguida de *T. manicobai* e *T. pretiosum* (Figura 5).

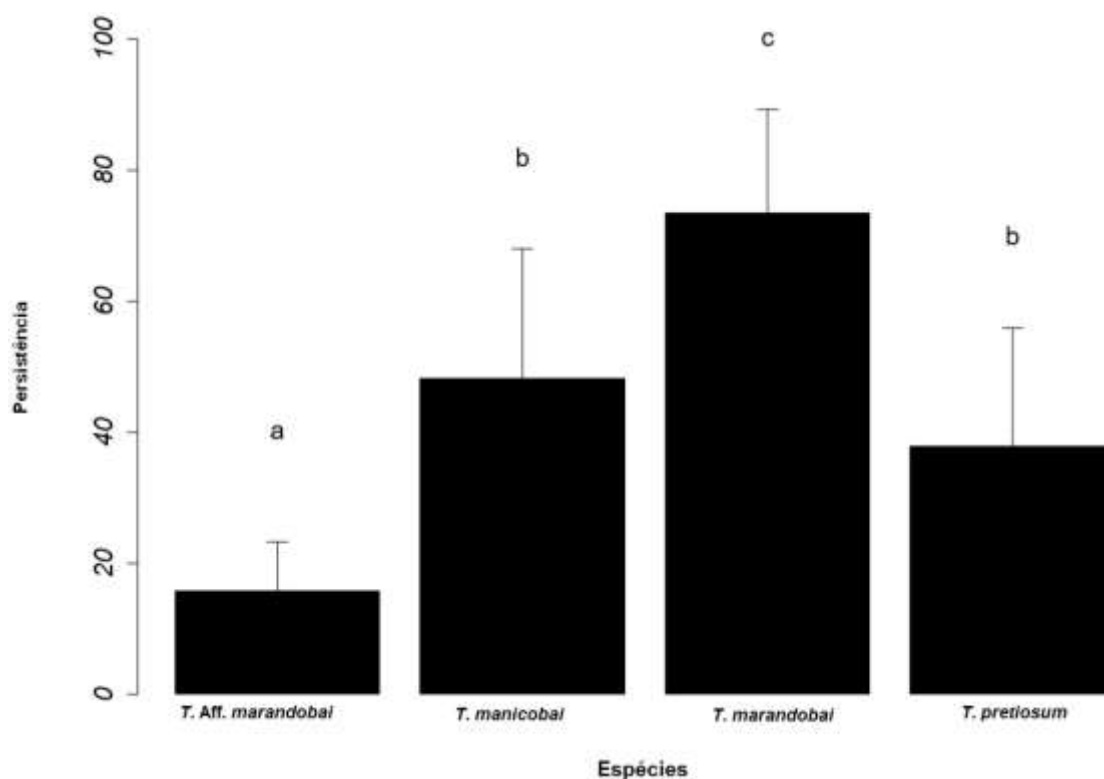


Figura 5. Persistência de parasitismo (%) das espécies de parasitoides em ovos de *Erinnyis ello* em áreas de cultivo comercial de mandioca (*Manihot esculenta*).

A interação dos parâmetros climáticos com a persistência do parasitismo nas safras, determinadas pelas análises dos componentes principais - PCA e indicam os fatores que mais influenciaram em cada safra, agrupando os mais importantes (Figura 6). Os mais influentes na safra 2016/17 foram o ponto de orvalho, a pressão atmosférica, radiação e a temperatura com valores 1,0; 1,0; 1,1; 1,0 vezes, respectivamente, maior do que a safra 2017/18 (Tabela 3).

Já na safra 2017/18 os mais influentes foram a velocidade do vento, a precipitação, e a umidade relativa do ar, sendo 1,4; 1,8 e 1,0 vezes, respectivamente, maior do que a safra 2016/17 (Tabela 3).

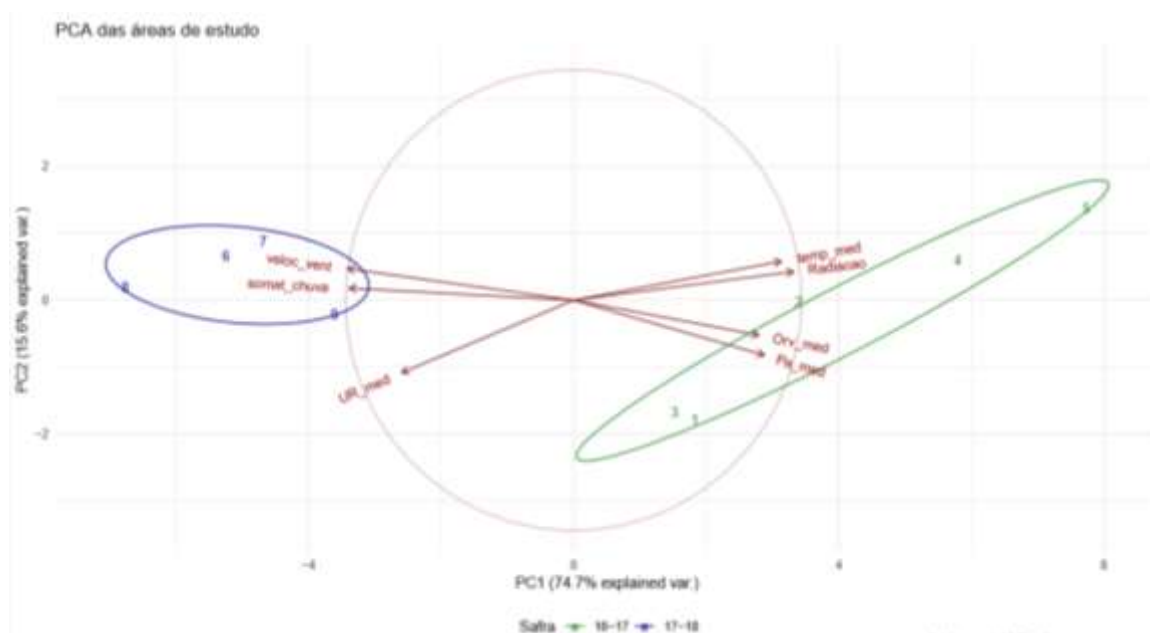


Figura 6. Análise dos componentes principais (PCA) dos valores médios dos fatores climáticos do período de coleta sobre a persistência de parasitoides de ovos de *Erinniys ello* na cultura da mandioca safra 2016/17 e 2017/18

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros climáticos analisados no período de coleta de ovos de *Erinniys ello*, para determinar sua influência sobre a persistência de parasitoides.

Fatores climáticos	Safrs	
	2016/17	2017/18
Ponto de orvalho (°C)	18,7	18,5
Pressão atmosférica (hPa)	966,8	965,3
Radiação (KJ/m ²)	22909,2	20813,9
Temperatura (°C)	24,1	23,7
Velocidade do vento (m/s)	2,1	3,0
Precipitação (mm)	27,2	51,5
Umidade relativa do ar (%)	74,2	75,1

A quantidade total de parasitoides nas áreas não teve efeito significativo ($\chi^2_{1,9}=0.58$, $p=0.443$) sobre a persistência do parasitismo. Embora, a persistência de parasitismo nas safras analisadas tenha ultrapassado 40%, não houve diferença estatística entre as safras. Entretanto, maiores quantidades de ovos corresponderam a maiores taxas de permanência dos parasitoides no campo.

Nesse sentido, verificou-se que a relação entre índice de parasitismo e o total de ovos sofreu efeito da espécie parasitoide ($\chi^2_{3,6}=68.093$, $p<0.05$). *T. marandobai* apresentou as maiores taxas de parasitismo (Figura 7). O total de ovos e a safra não tiveram efeito significativo ($\chi^2_{1,8}=2.92$, $p=0.08$ e $\chi^2_{1,7}=0.0134$, $p=0.90$, respectivamente).

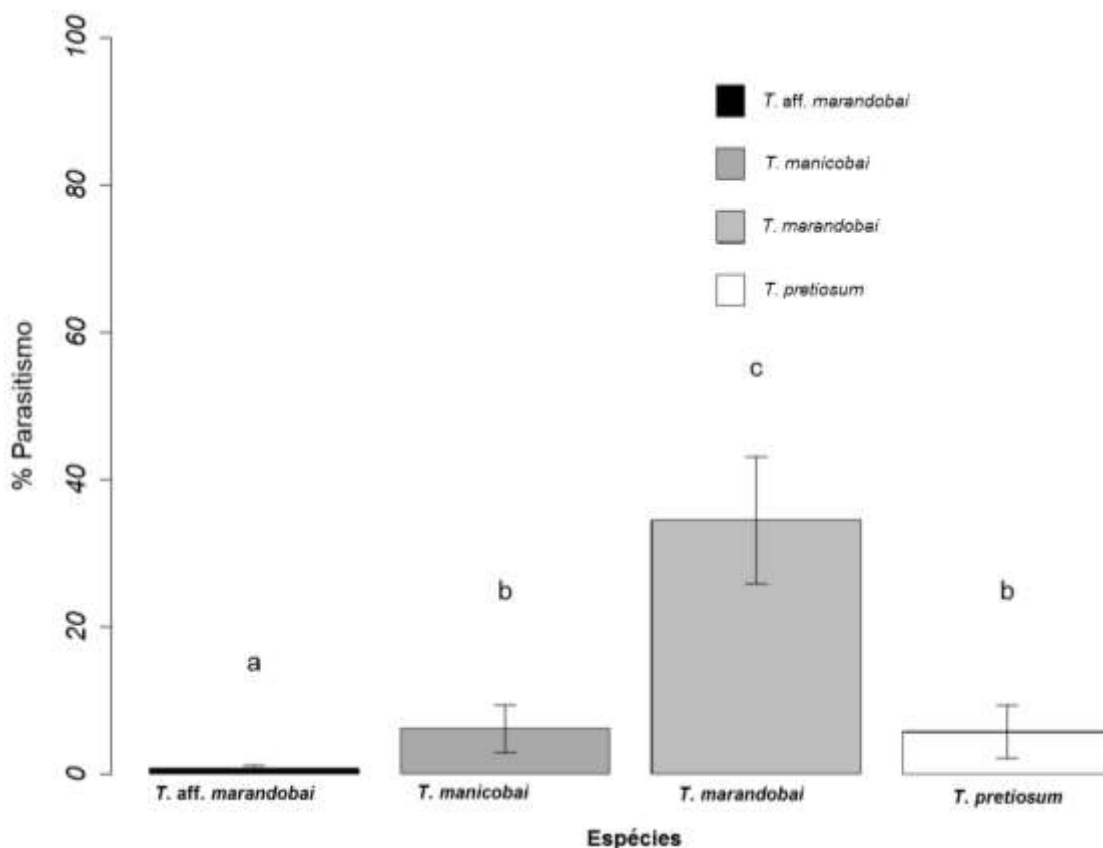


Figura 7. Índice de parasitismo das espécies de parasitoides em ovos de *Erinnyis ello* em áreas de cultivo comercial de mandioca (*Manihot esculenta*) nas safras 2016/2017 e 2017 e 2018.

5.4 DISCUSSÃO

As oviposições de *E. ello* verificadas nas primeiras coletas foram realizadas por fêmeas oriundas de pupas da safra anterior (Figura 2ab), uma vez que, quando em condições ambientais desfavoráveis as pupas de *E. ello* entram em diapausa podendo permanecer por vários meses (Ceballos *et al.* 1978). Na região onde foi realizado o estudo, durante o período de inverno, as folhas da planta de mandioca caem devido as baixas temperaturas e o inseto permanece nesse período de desfolha em diapausa no

estádio de pupa. Quando as condições ambientais de umidade, temperatura e disponibilidade de folhas voltam a ser favoráveis, há emergência dos adultos.

A baixa ocorrência de ovos, observada na primeira da safra 2017/18 (Figura 2b), pode ter sido em decorrência da baixa precipitação no mês de setembro e primeira quinzena de outubro (Figura 8b), resultando em retardo na emergência de *E. ello*. Com o aumento da precipitação a partir da segunda quinzena de outubro (Figura 8b), se verificou aumento na ocorrência de ovos (Figura 2b). O fim da diapausa da pupa e consequente emergência dos adultos está vinculado ao retorno das condições favoráveis à reprodução e desenvolvimento de *E. ello*, isto ocorre quando as condições ambientais são permissivas (Kostal, 2006).

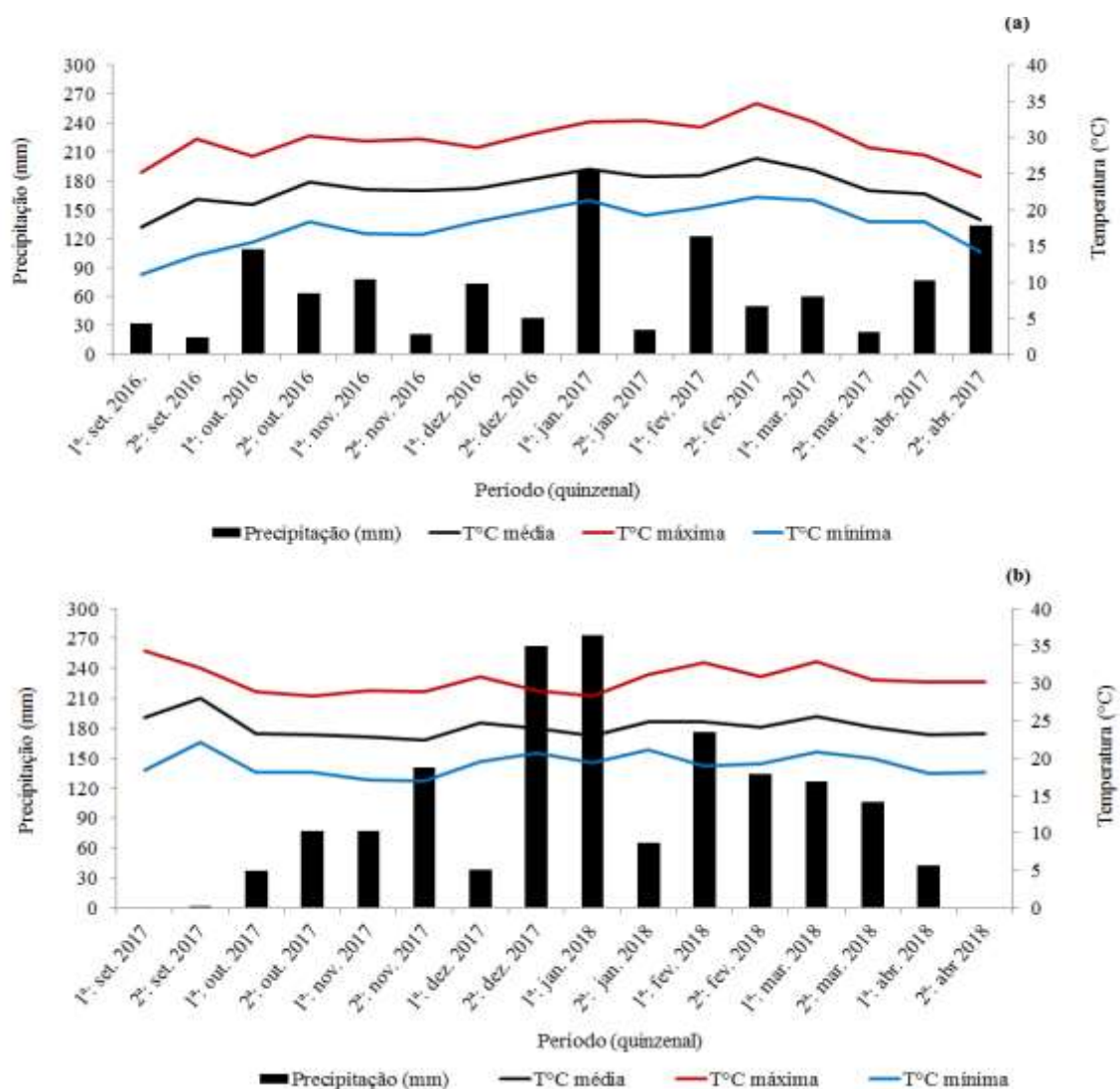


Figura 8. Precipitação e temperatura mínima, média e máxima do período o da coleta de ovos de *Erinnyis ello* da safra 2016/17(a) e 2017/18(b) no município de Marechal Cândido Rondon/PR.

A partir da quarta coleta (Figura 2b) a oviposição reduziu em virtude da mortalidade dos adultos oriundos da safra anterior, uma vez que as fêmeas apresentam longevidade média de 8,6 dias (Bellotti *et al.* 2012) e o período de ovo-adulto tem duração média de 32 a 49 dias (Carvalho *et al.* 2015). O surgimento dos adultos da F1 na safra explica o aumento do número de ovos a partir da terceira coleta na safra 2016/17 (Figura 2a) e quarta coleta na safra 2017/18 (Figura 2b).

Em janeiro foi registrado a maior flutuação de ovos de *E. ello*, em ambas as safras isto em decorrência de condições favoráveis de alimento, pois a cultura esta no ápice de desenvolvimento e temperatura, isto pode ter possibilitado maior viabilidade larval e conseqüentemente adultos mais fecundos e longevos aumentando o número de ovos (Figura 2ab).

Em geral, ao longo das amostragens, o aumento do parasitismo acompanhou o aumento do hospedeiro (Figura 2ab), indicando que não houve outros fatores que tenham interferido na dinâmica de parasitismo (Holling 1959; Lenteren & Bakker 1976). Holling (1961) aponta duas respostas do parasitoide em relação a densidade do hospedeiro, a funcional e a numérica, onde a funcional está relacionada a densidade do hospedeiro com o número de hospedeiro parasitado, já a resposta numérica relaciona o número de indivíduos do parasitoide, pela agregação e maior multiplicação, com aumento da densidade do hospedeiro, o comportamento do parasitismo neste estudo, indica que houve a resposta numérica.

A maior flutuação *E. ello* e *Trichogramma* na safra 2016/17 (Tabela 2) pode estar relacionada a diversos fatores, tanto ecológicos quanto agroclimáticos (Aquad & Fonseca, 2017), pois ambos afetam a flutuação das espécies.

Dentre as espécies de *Trichogramma* que ocorrem parasitando *E. ello* no Brasil (Vieira *et al.* 2014; Querino & Zucchi 2019), apenas *T. atopovirila* não foi encontrada nas áreas (Tabela 2). Os resultados obtidos neste trabalho aumentam a relação de espécies, uma vez que *T. aff. marandobai* morfologicamente indica ser espécie nova, análises moleculares estão sendo realizados para confirmação.

Conhecer as espécies de parasitoides e seu potencial é importante quando se vislumbra o desenvolvimento de um programa de controle biológico para determinada praga. Dentre os parâmetros que são indicativos do potencial das espécies como agente de controle biológico está a razão sexual (Navarro, 1998) e as espécies coletadas a campo demonstraram potencial com razão sexual favorável às fêmeas (Tabela 2).

O fato da presença de parasitoides e da quantidade de ovos do hospedeiro influenciar diretamente no parasitismo (Figura 3) corrobora com a literatura, em que respostas comportamentais dos insetos em função da quimiorrecepção tem papel importante em ações como o forrageamento, acasalamento e oviposição (Hildebrand 1995; Grosse-Wilde *et al.* 2011; Zhang *et al.* 2015). As plantas respondem a alimentação por insetos herbívoros através de voláteis e a oviposição de fêmeas herbívoras também pode está relacionada a liberação de voláteis pelas plantas, que podem atrair fêmeas de parasitoides de ovos (Hilker & Fatouros, 2015). Sendo assim, maiores concentrações de ovos de *E. ello* favorece a atração de parasitoides resultando em parasitismo mais precoce.

Das espécies observadas nas áreas, *T. aff. marandobai*, aparece mais tardiamente (Figura 4) enquanto *T. marandobai* apresentou relevância desde o início do parasitismo por ser a primeira espécie a chegar (Figura 4) e estar presente ao longo de todo o período de coletas (Figura 5), com maior persistência do parasitismo, ou seja, quantidade de vezes ininterrupta a partir do início até o último registro dos parasitoides nas áreas.

As duas espécies que mais persistiram nas áreas, *T. marandobai* e *T. manicobai* (Figura 5), são citadas associadas apenas a *E. ello*, sendo ele seu único hospedeiro natural (Vieira *et al.* 2014), já a baixa persistência de *T. pretiosum* nas áreas (Figura 5) pode estar relacionada ao fato desta espécie apresentar diversos hospedeiros (Zucchi *et al.* 2010), sendo assim, o melhor desempenho em outros hospedeiros faz com que a preferência por *E. ello* seja menos expressiva. Estudos indicam que há espécies de *Trichogramma* que são fiéis ao habitat, o que resulta no desenvolvimento de preferência para hospedeiros e plantas específicos no respectivo habitat (Romeis *et al.* 2005).

Estudos avaliando espécies de *Trichogramma* a diferentes hospedeiros verificou que há respostas diferentes às características físicas do hospedeiro (kan-Quen *et al.* 1988). O volume, espessura do córion, conteúdo nutricional do ovo, entre outros, afetam a porcentagem do parasitismo, números de parasitoides e razão sexual (Hoffmann *et al.*, 2001; Roriz, *et al.*, 2006; Rukmowati-Brotodjojo & Walter 2006). Neste estudo, *T. pretiosum* por apresentar elevada capacidade de busca, pode escolher o hospedeiro que melhor se adequa ao seu desenvolvimento, sendo possível que *E. ello* não preencha todos os requisitos necessários para ser considerado como hospedeiro preferencial. Estudos neste sentido precisam ser realizados para uma melhor compreensão de sua dinâmica.

Os fatores abióticos também estão relacionados ao desempenho dos parasitoides e podem ter afetado o índice de parasitismo das espécies (Figura 7). Dentre eles os climáticos apresentam importante papel na atividade dos parasitoides. As espécies de *Trichogramma* apresentam diferença nos parâmetros biológicos quando submetidos a diferentes temperaturas, umidade e intensidade de luz (Shirazi 2006; Cabezas *et al.* 2013; Carvalho *et al.* 2014). Além dos parâmetros biológicos, estes fatores afetam a atividade de caminhada e conseqüentemente a capacidade de busca do parasitoide (Forsse, Smith e Bouchier, 1992; Bouchier & Smith, 1996; Suverkropp, 1997).

Apesar de não haver diferença estatística na persistência de parasitismo entre as safras, os fatores climáticos (Figura 6) influenciaram a quantidade de ovos do hospedeiro (Figura 2) e conseqüentemente o parasitismo, uma vez que se observou que, quanto maior a quantidade de ovos de mandarová, maior é a persistência do parasitismo.

A diferença do índice de parasitismos entre as espécies (Figura 7) também sugere variações inter e intraespecíficas complexas. Fatores como reconhecimento e aceitação de culturas, comportamento de busca de hospedeiros, preferência por hospedeiros e condições ambientais diferem entre as espécies e linhagem de *Trichogramma* (Hassan 1989), como observados nos resultados obtidos a campo.

Portanto, compreender a dinâmica de *Trichogramma* spp. é importante, uma vez que as espécies apresentam prevalência a habitats específicos e a condições ambientais. Isso é relevante seja para selecionar espécies adequadas para o uso em programas de liberação aumentada, seja para a manutenção das espécies no campo, promovendo o controle biológico de conservação com melhor potencial no manejo de insetos potencialmente pragas.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Auad, AM.; Fonseca, MG. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: Bettiol, W.; Hamada, E.; Angelotti, F.; Auad, AM.; Ghini, R. *Aquecimento Global e Problemas Fitossanitários*. Embrapa, Brasília, 2017.

Aguiar, EB. et al. 2010. Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L. 1758) para o controle com baculovirus (*Baculovirus erinnyis*). *Revista Trópica* 4(2), 55-59.

Bellotti A, Campo BVH & Hyman G. 2012. Cassava Production and Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. *Tropical Plant Biology* **1**, 39-72.

Bellon PP, Favero K, Tavares MT & Oliveira HN. 2013. First record of *Euplectrus floryae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in Brazil. *Revista Colombiana de Entomologia* **39**(1), 166-167.

Bellon PP, Wengrat APGS, Kassab SO, Pietrowski V, & Loureiro ES. 2012. Occurrence of lace bug *Vatiga illudens* and *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae) in Mato Grosso do Sul, midwestern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **84**(3), 703-705.

Carvalho JR de, Pratisoli D, Dalvi LP, Silva MA, Bueno RCO de F & Bueno A de F. (2014). Parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Trichoplusia ni* at different temperatures. *Acta Scientiarum. Agronomy* **36**(4), 417-424.

Carvalho RS, Ringenberg R & Pietrowski V. 2015. 'Controle biológico do mandarová da mandioca *Erinnyis ello*', *Embrapa Mandioca e Fruticultura*, p. 30 p. Brasília, DF: Embrapa.

Ceballos L, Fernando L, Romero S, Alfredo A, Bellotti AC & Arias V. 1978. El control de *Erinnyis ello*. Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, Cali, Colômbia.

Cabezas FG, Melo M, García MS, Diez-Rodríguez GI & Nava DE. 2013. Parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Spodoptera cosmioides* (Lepidoptera: Noctuidae) at different temperatures. *Revista Colombiana de Entomología* **39**(2), 216-220.

Freire AJP. 1985. Flutuação populacional de ovos de *Erinnyis ello* (L., 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) e parasitismo por microhimenópteros em seringais do sul da Bahia. Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental (Pesquisa em Andamento, 34). 7p.

Gomes JC & Leal EC. 2003. Cultivo da Mandioca para a Região dos Tabuleiros Costeiros. Mandioca e Fruticultura Sistemas de Produção, 11: Embrapa.

Grosse-Wilde E, Kuebler LS, Bucks S, Vogel H, Wicher D & Hansson BS. 2011. Antennal transcriptome of *Manduca sexta*. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **108**, 7449–7454.

Hoffmann MP, Ode PR, Walker DL, Gardner J, Van Nouhuys S & Shelton AM. 2001. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biological Control* **21**, 1-10.

Holling CS. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist* **91**, 385-398.

Holling, CS. 1961. Principles of insect predation. *Annual Review of Entomology*, **6**, 163-182.

Hildebrand JG. 1995. Analysis of Chemical Signals by Nervous Systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **92**, 67–74.

Hilker M & Fatouros NE. 2015. Plant responses to insect egg deposition. *Annual Review of Entomology* **60**; 493-515.

Kan-Quen L, Feng-Li J & Jian-Jun G. 1988. Preliminary study on the reproductive behavior of the parasitic wasp (*Trichogramma*). *Les Colloques de l'INRA* **43**, 215-219.

Košťál, V. 2006. Eco-physiological phases of insect diapause. *Journal of Insect Physiology*, **52** (2), 113-127. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2005.09.008>.

Van Lenteren JC & Bakker K. 1976. Functional responses in invertebrates. *Netherlands Journal of Zoology* **26**, 567-572.

Van Lenteren JC 1992. Improving the reliability of biological control by applying quality control of natural enemies. *Bulletin OILB-SROP* **16**, 85-88.

Maia VB & Bahia JJS. 2010. *Manejo integrado do mandarová (Erinnyis ello ello L.) em cultivo de mandioca (Manihot esculenta Crantz) na Região Sul da Bahia*. Ilhéus: CEPLAC/CEPEC. 16p.

Oliveira HN de, Gomez SA, Rohden VS, Arce CCM & Duarte MM. 2010. Registro de espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae), em Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Agropecuária Tropical* **40**, 378 -379.

Querino RB & Zucchi RA. 2002. Intraspecific variation in *Trichogramma bruni* Nagaraja, 1983 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with different hosts. *Brazilian Journal of Biology* **62**, 665-79.

Querino RB & Zucchi RA. 2011. Guia de Identificação de *Trichogramma* para o Brasil. Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*. 103p.

Querino RB & Zucchi RA. 2019. Annotated checklist and illustrated key to the species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from South America. *Zootaxa* **4656**(2), 201-231.

Querino RB, da Silva NNP & Zucchi RA. 2016. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. *Ciência Rural* **46**, 1521-1523.

Querino RB, Mendes JV, Costa VA & Zucchi RA. 2017. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Zootaxa* **4232**(1), 137-143.

Rukmowati-Brotodjojo RR & Walter GH. 2006. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. *Biological Control* **39**, 300-312.

Roriz V, Oliveira L & Garcia P. 2006. Host suitability and preference studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control* **36**: 331-336.

Smith SM. 1996. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes, and potencial of their use. *Annual Review of Entomology* **41**, 375-406.

Silva AS, Kassab SO & Gaona JC. 2012. Insetos-pragas, produtos e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. *Revista Verde* **7**(1), 19-23.

Silva AS, Mota TA, Piñeyro NY, Fernandes MG & Pereira FF. 2016. Distribución espacial de *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) en el cultivo de yuca. *Acta Biológica Colombiana* **21**(1), 195-200.

Van Lenteren JC. Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. 2003. 327p. Cabi publishing.

Vieira JM, Querino RB & Zucchi RA. 2014. Sobre a identidade de *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), com uma lista de verificação e uma chave para as espécies de *Trichogramma* associadas a *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera, Sphingidae) em Brasil. *Zootaxa* **3869** (1), 83-89.

Zucchi RA, Querino RB & Monteiro RC. 2010. Diversity e apresentadores da *Trichogramma* no novo mundo, com ênfase na América do Sul. In: Cònsoli, FL, Parra, JRP & Zucchi, RA (eds) *Parasitóides de ovos em agrossistemas com ênfase em Trichogramma*. Springer, Nova York, NY, EUA, p 219-236

Romeis J, Babendreier D, Wäckers, FL & Shanower TG. 2005. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids—underlying mechanisms and implications. *Basic and Applied Ecology* **6**(3): 215-236.

Shirazi J. (2006). Effect of Temperature and Photoperiod on the Biological Characters of *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences* **9**(5): 820-824.

PIETROWSKI V. 2009. Pragas da cultura da mandioca: percevejo de renda e cochonilhas. CERAT - Botucatu. Revista Raízes e Amidos Tropicais (Online). Palestras, 5:84-93. Disponível em: <http://www.cerat.unesp.br/xiiicbm/index.html>.

Zhang J, Wang B, Dong S. et al. (2015). Antennal transcriptome analysis and comparison of chemosensory gene families in two closely related noctuidae moths, *Helicoverpa armigera* and *H. assulta*. *PLoS One*, **10**(2) 1-26.

6 ARTIGO III: BIOLOGIA DE *Trichogramma marandobai* E *Trichogramma manicobai* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDA EM OVOS DE *Erinnyis ello* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

Carvalho, L. C. et al., Biology of *Trichogramma marandobai* and *Trichogramma manicobai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in eggs of *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). **Environmental Entomology**

RESUMO

Parasitoides do gênero *Trichogramma* têm apresentado promissor potencial no controle biológico de insetos-praga em diversas culturas, entre elas a mandioca, que é severamente atacada por *Erinnyis ello*. Avaliar os aspectos biológicos desses parasitoides para conhecimento da sua dinâmica é importante passo para a implantação dessa estratégia de controle em campo. Por essa razão, objetivou-se avaliar a biologia de *Trichogramma manicobai* e *T. marandobai* em ovos de *E. ello*. A obtenção dos parasitoides ocorreu por meio de coleta de ovos de *E. ello*, em produção comercial de mandioca, e os ovos do hospedeiro foram obtidos de criação em laboratório e em casa de vegetação. Foi estimada a duração média de uma geração (T), taxa líquida de reprodução (R₀), taxa infinitesimal (r_m) e a razão finita de aumento (λ), e a partir desses, calculou-se a tabela de vida de fertilidade. Os resultados indicaram que *T. marandobai* apresenta parâmetros superiores aos de *T. manicobai*, ou seja, maior taxa líquida de reprodução, maior taxa intrínseca de crescimento e menor tempo necessário para a população duplicar em número. Sendo assim, *T. marandobai* apresenta potencial no controle biológico natural e conservativo de *E. ello*. Além disso, seu potencial no controle biológico aplicado merece ser avaliado mediante estudos sobre a viabilidade de sua criação massal em hospedeiros alternativos e comportamento de dispersão ao campo.

Termos para indexação: marandová-da-mandioca, *Manihot esculenta*, controle biológico, parasitoides, tabela de vida e fertilidade.

ABSTRACT

Parasitoides of the genus *Trichogramma* have shown promising potential in the biological control of insect pests in several cultures, including cassava, which is severely attacked by *Erinnyis ello*. Evaluating the biological aspects of these parasitoids to understand their dynamics is an important step towards the implementation of this control strategy in the field. For this reason, the objective was to evaluate the biology of *Trichogramma manicobai* and *T. marandobai* in *E. ello* eggs. The parasitoids were obtained by collecting *E. ello* eggs, in commercial cassava production, and the host's eggs were obtained from breeding in the laboratory and in a greenhouse. The average duration of a generation (T), net rate of reproduction (Ro), infinitesimal rate (rm) and the finite rate of increase (λ) were estimated, and from these, the fertility life table was calculated. The results indicated that *T. marandobai* presents parameters superior to those of *T. manicobai*, that is, higher net reproduction rate, higher intrinsic growth rate and less time needed for the population to double in number. Thus, *T. marandobai* has potential for natural and conservative biological control of *E. ello*. In addition, its potential in applied biological control deserves to be assessed through studies on the viability of its mass rearing in alternative hosts and dispersion behavior in the field.

Index terms: cassava hornworm, *Manihot esculenta*, biological control, parasitoids, life table and fertility.

Index terms: cassava hornworm, *Manihot esculenta*, biological control, parasitoids, life table and fertility.

6.1 INTRODUÇÃO

A mandioca, *Manihot sculent* Cranz, 1766 (Malpighiales: Euphorbiaceae), é uma das principais culturas do mundo utilizada na alimentação humana e animal (Schons et al., 2009). Os subprodutos da mandioca são utilizados nos mais diversos segmentos, como na indústria de cosméticos, da alimentação, de plásticos e derivados e até em produtos para lubrificações (Coelho, 2018). Porém, a mandioca é atacada por diversos insetos-praga, que podem reduzir sua produção, a exemplo, o mandarová-da-

mandioca, *Erinnyis ello* L., 1758 (Lepidoptera: Sphingidae), considerada a principal praga dessa cultura. A desfolha resultante da infestação por essa praga pode causar a redução na produção de raízes na ordem de 26 a 45 % durante apenas um ataque (Bellotti; Smith; Lapointe, 1999), em apenas uma safra podem ocorrer sucessivas infestações, como verificou-se no ano agrícola 2015/2016 no estado do Paraná.

Apesar do elevado potencial de dano, essa praga pode ser controlada por diferentes agentes de controle biológico (Maia; Bahia, 2010), o que é importante para a estratégia de manejo integrado e consequente redução dos impactos de seus danos, principalmente a partir da segunda geração, quando o ataque tem maior potencial de injúrias. Entre os agentes de controle biológico, destacam-se, os parasitoides de ovos pertencentes ao gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (Botelho, 1997; Oliveira et al., 2010).

Entre os parasitoides de ovos de *E. ello* no Brasil tem-se o *T. pretiosum* Riley, 1879, *T. atopovirilia* Oatman e Platner, 1983, *T. manicobai* Brun, Moraes e Soares, 1984 e *T. marandobai* Brun, Moraes e Soares, 1986 (Vieira et al., 2014; Querino; Zucchi, 2019).

Embora se conheçam as espécies de *Trichogramma* que parasitam ovos de *E. ello*, ainda não se conhecem estudos de biologia desses nessa praga. Um dos principais entraves para obter essas informações decorre da dificuldade da criação massal de *E. ello*, uma vez que não há dieta artificial adequada para a criação desse lepidóptero. Por outro lado, o mandarová-da-mandioca necessita de elevada quantidade de alimento natural, o que exige elevado número de plantas de mandioca. No entanto, para a realização deste trabalho foi possível manter a criação de *E. ello* em dieta natural, Considerando destas dificuldades este é o primeiro trabalho realizado com *T. manicobai*

e *T. marandobai* em seu hospedeiro natural *E. ello*. Diante disso, objetivou-se avaliar os parâmetros biológicos de *T. manicobai* e *T. marandobai* em ovos de *E. ello*.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em março de 2019, no entanto a criação do hospedeiro foi iniciada em outubro de 2018, no Laboratório de Controle Biológico da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Campus de Marechal Cândido Rondon, PR.

Obtenção do hospedeiro (*Erinnyis ello*)

A criação do *E. ello* para obtenção dos ovos foi mantida em laboratório e em casa de vegetação, dependendo da fase. A fase adulta foi mantida em gaiolas teladas de 6x4x2 m, em casa de vegetação, contendo vasos de 4 L com plantas de mandioca para a oviposição. Quando verificada a presença de ovos, os vasos foram retirados da gaiola e mantidos em bancadas na casa de vegetação até a eclosão das lagartas, quando eram transferidas ao laboratório.

No laboratório, 3 a 4 lagartas eram colocadas em potes plásticos de 1 L e mantidas em sala semiclimatizada com fotofase de 12 h e temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Diariamente as lagartas foram alimentadas com folhas de mandioca, previamente lavadas em solução de hipoclorito 3% e, em seguida, enxaguadas em água destilada para desinfecção.

As lagartas foram mantidas nos potes até o empupamento, quando foram transferidas para bandejas plásticas com vermiculita umedecida e posteriormente acondicionadas em câmara climatizada (B.O.D.) com UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 14

h. A temperatura foi ajustada entre 19°C e 28°C para acelerar ou desacelerar, respectivamente, a emergência dos adultos, de acordo com a necessidade dos testes.

Obtenção de *T. manicobai* e *T. marandobai*

A primeira geração de parasitoides foi obtida a partir de coletas de ovos de *E. ello* em áreas de plantio comercial de mandioca, no município de Marechal Cândido Rondon, PR (24°69' 20.9" S e 54°13' 99.3" W). Após a emergência, os parasitoides foram criados e mantidos em laboratório, em tubos de ensaios (13x100 mm), que continham um filete de mel puro para a alimentação deles.

Os parasitoides foram mantidos e multiplicados em ovos de *E. ello* em câmara climatizada tipo B.O.D. sob temperatura constante de $25 \pm 1^\circ\text{C}$ e fotofase de 14 h, até a terceira geração, quando era obtido número suficiente de insetos para condução do ensaio.

Identificação dos parasitoides

Para a identificação das espécies foi realizada montagem das espécimes em lâminas em meio de montagem Hoyer's e Bálsamo do Canadá, conforme metodologias propostas por Querino e Zucchi (2011), e posteriormente confirmadas por Ranyse Barbosa Querino e Jaci Mendes Vieira.

Criação dos parasitoides e do hospedeiro

O estudo de biologia foi conduzido utilizando delineamento experimental inteiramente casualizado com dois tratamentos, sendo duas espécies de parasitoides, *T. manicobai* e *T. marandobai*, e 25 repetições, mantidos em condições controladas (B.O.D.: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ UR e fotofase de 14 h). Cada repetição foi representada por uma fêmea copulada, com no máximo 24 h de idade. As fêmeas foram

individualizadas em tubos de vidros transparentes ($2,5 \times 8,5$ cm) contendo uma gota de mel puro como fonte alimentar e tamponados com chumaço de algodão. Diariamente, cinco ovos de *E. ello*, com até 24 h de idade, foram oferecidos a cada fêmea até sua morte. O parasitismo foi permitido por 24h, após isso, os ovos de cada repetição foram transferidos para cápsulas de gelatina para evitar a desidratação, onde permaneceram até a emergência dos adultos.

As variáveis analisadas foram o número de ovos parasitados diariamente, número de indivíduos por ovo, total de ovos parasitados, longevidade de fêmeas, razão sexual [$\frac{\text{♀}}{\text{♀}+\text{♂}}$] e viabilidade do parasitismo. Com os resultados obtidos, foi construída a tabela de vida de fertilidade conforme metodologia citada por Silveira Neto et al. (1976). Foram calculados a taxa líquida de reprodução (R_0), taxa infinitesimal de aumento (r_m), tempo necessário para a população duplicar (D_t), duração média de uma geração (T) e razão finita de aumento (λ).

Os parâmetros da tabela de vida de fertilidade foram estimados pela técnica de “Jackknife” (Meyer et al., 1986) e as médias comparadas pelo teste “t” unilateral, ($P \leq 0,05$), utilizando o software “Lifetable.sas” (Maia et al., 2000) no ambiente “SAS System”. Os demais parâmetros foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico ActionStart e quando necessário, ou seja, quando o coeficiente de variação apresentou valores superiores a 30%, os dados foram transformados a $\sqrt{x+0,5}$.

6.3 RESULTADOS

O percentual de parasitismo de *T. marandobai* e *T. manicobai* não diferem estatisticamente entre si (Tabela 1). Contudo, houve diferença estatística no número de ovos parasitados, sendo que *T. marandobai* parasitou cerca de 1,50 vezes mais do que

T. manicobai, o que resultou em um número de descendentes 34,35% maior para *T. marandobai*. Porém não houve diferença entre as duas espécies para a percentagem de parasitismo, superior a 80%, e no número de descendentes por ovos, cerca de 12 indivíduos (Tabela 1). *T. marandobai* e *T. manicobai* apresentam alta capacidade de produzir descendentes, apesar do pequeno número de ovos parasitados.

A razão sexual não difere estatisticamente (Tabela 1), fato esse observado para as duas espécies estudadas, onde o número de fêmeas por ovo foi 3,6 e 7,8 vezes superior aos de machos para *T. marandobai* e *T. manicobai*, respectivamente. A razão sexual de *T. marandobai* e *T. manicobai* apresentam valores acima do indicado para uso em programa de controle biológico. Também não foi verificada diferença estatística entre o número de fêmeas e de machos por ovo entre as duas espécies (Tabela 1). O período de ovo a adulto também foi similar para ambas às espécies.

Tabela 1. Parâmetros biológicos de espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae).

Espécie	Parasitismo* (%)	Total de ovos parasitados*	Viabilidade (%)	Indivíduo por ovo*	Nº de descendentes *	Nº por ovo*		Razão sexual	Período Ovo-adulto
						♀	♂		
<i>T.marandobai</i>	18,27 ^{ns}	6,43 a ¹	84,71 ^{ns}	11,87 ^{ns}	74,34 a	9,17 ^{ns}	2,52 ^{ns}	0,78 ^{ns}	9,53 ^{ns}
<i>T. manicobai</i>	15,35	4,28 b	87,89	12,24	48,80b	10,85	1,40	0,87	10,26
CV	22,95	21,61	17,09	3,827	22,07	18,10	33,74	19,96	15,89

¹ Médias seguidas por letra minúscula diferente na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* dados originais que para análise estatística foram transformados a $\sqrt{x+0,5}$.

Observando a produção de descendentes ao longo da vida da fêmea, nota-se que as maiores taxas de fertilidade diárias foram obtidas no primeiro dia de vida, para ambas as espécies de parasitoides (Figura 1). A taxa mais alta de fertilidade observada foi de *T. manicobai* (20,60 indivíduos por fêmea) (Figura 1b), enquanto para *T. marandobai* esse valor foi de 17,7 (Figura 1a). No entanto, o período de oviposição para *T. manicobai* foi menor, de sete dias, enquanto *T. marandobai* ovipositou até o décimo dia.

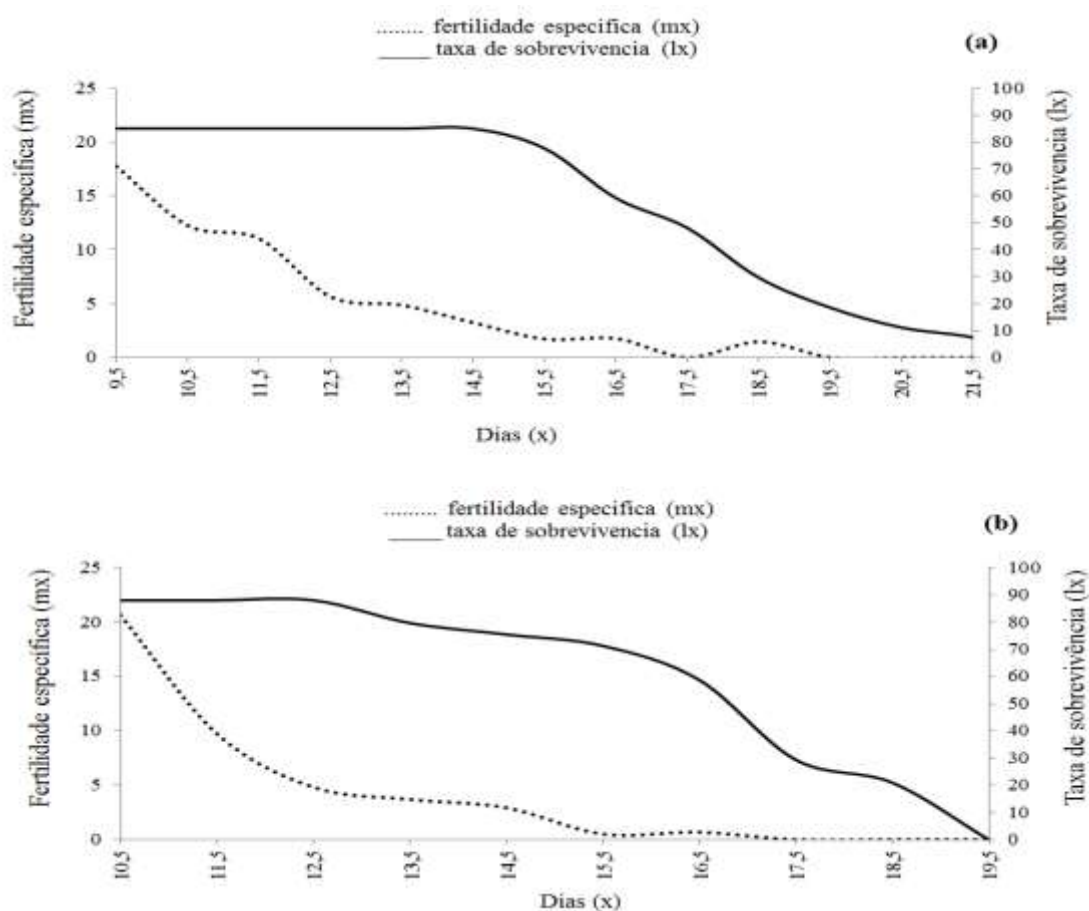


Figura 1. Fertilidade específica (mx) e sobrevivência específica (lx) de *Trichogramma marandobai* (a) e *Trichogramma manicobai* (b) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae).

Os valores obtidos para a tabela de vida e fertilidade, a exceção do intervalo médio entre gerações (T), diferiram estatisticamente entre as espécies estudadas, sendo

favoráveis a *T. marandobai* (Tabela 2). Esta espécie apresentou menor tempo para duplicar sua população (DT), maiores taxas líquida de reprodução (Ro) e taxa intrínseca de crescimento (r_m) e maior razão finita de aumento (λ), o que indica melhor performance de *T. marandobai* em relação a *T. manicobai*.

Tabela 2. Intervalo médio entre gerações (T), tempo necessário para a população duplicar em número (Dt), taxa líquida de reprodução (Ro), taxa intrínseca de crescimento (rm) e razão finita de aumento (λ) de duas espécies de *Trichogramma* em ovos de *Erinnyis ello*.

Espécies	T (dias)	DT (dias)	Ro ($\frac{\text{♀}}{\text{♀}}$)	r_m ($\frac{\text{♀}}{\text{♀}}/\text{dia}$)	(λ)
<i>T. marandobai</i>	9,49 ^{ns}	1,68 b ¹	49,29 a	0,41 a	1,50 a
<i>T. manicobai</i>	9,63	1,84 a	36,87 b	0,37 b	1,45 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo método de Jackknife ($P>0,05$).

T. manicobai necessitou de 1,09 vezes de mais tempo para duplicar a população e sua taxa líquida de reprodução (Ro) foi 25% inferior a *T. marandobai*. A taxa intrínseca de crescimento (r_m), que indiretamente representa a contribuição diária de cada fêmea em relação ao o número de fêmeas da população, de *T. marandobai* foi 1,10 vezes maior em comparação à de *T. manicobai* (Tabela 2). Tais resultados indicam a superioridade de *T. marandobai* em aumentar sua população, pois haverá mais fêmeas e, conseqüentemente, sua população dobrará em menos tempo.

Entre os parâmetros biológicos avaliados, *T. marandobai* apresenta destaque em obter maior longevidade, elevado aumento populacional em um menor período de tempo, quando comparado a *T. manicobai*, em condições de laboratório.

6.4 DISCUSSÃO

A capacidade de oviposição de espécies de *Trichogramma* varia dependendo do hospedeiro no qual se multiplica, no entanto, não tem reflexo direto no número de descendentes, uma vez que o número de indivíduos por ovo é dependente do tamanho do ovo do hospedeiro (Beserra & Parra, 2004; Silva Júnior, 2009; Meira et al., 2011).

Em parasitoides, a seleção de hospedeiros pela fêmea envolvem pistas químicas, físicas e visuais (Cònsoli & Grenier 2010). Estudos realizados na preferência de *T. pretiosum* por determinado hospedeiro, as características químicas e, possivelmente, o tamanho podem influenciado a maior aceitação (Brotodjolo & Walter 2006), pois ovos grandes potencialmente fornecem mais alimentos e nutrientes para apoiar o desenvolvimento da progênie.

Assim, neste trabalho, foi verificado que o número de descendentes por ovo é importante, pois apesar do número de ovos parasitados por fêmea e o percentual de parasitismo não apresentar valores aparentemente expressivos em quantidade, a capacidade de gerar descendentes foi elevada (Tabela 1).

Esta capacidade de gerar um maior número de descendentes pode ser demonstrada pelo trabalho de Viana et al. (2011), que obtiveram parasitismo médio de 19 ovos por fêmea de *T. pretiosum* em ovos de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae), valor superior em comparação às espécies de *Trichogramma* do presente trabalho. No entanto, a quantidade de indivíduos de *T. manicobai* e *T. marandobai*, emergidos por ovo de *E. ello*, foi muito maior (Tabela 1), em relação aos emergidos de ovo de *A. gemmatalis* (1,38), o que resultou em uma expressiva diferença na quantidade final de indivíduos.

Ao avaliar parâmetros biológicos de *T. marandobai* em hospedeiro alternativo, *Chloridea virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) e de tamanho menor que *E. ello* verificou que o número de descendentes e de indivíduos por ovo foi baixo (Vieira et al., 2015),

diferente dos dados obtidos no hospedeiro natural verificado neste trabalho. Dessa maneira, essas espécies, por parasitarem ovos maiores, podem reduzir seu gasto energético na busca de uma maior quantidade de ovos do hospedeiro e investem sua energia aumentando o seu potencial reprodutivo, com maior oviposição em um mesmo.

A proporção de machos e fêmeas, com número superior para fêmeas, é um fator importante para o aumento populacional do parasitoide e manutenção das espécies (Borba et al., 2006). Um dos fatores que podem interferir na razão sexual é a qualidade nutricional do hospedeiro. A fêmea de *Trichogramma* tem a capacidade de avaliar a qualidade e quantidade nutricional do seu hospedeiro, para então determinar a proporção de machos e fêmeas que irá ovipositar (Rodrigues, 2013). Hospedeiros com menores teores nutricionais tendem a dar origem a maior quantidade de machos, pois esses demandam menos nutrientes para se desenvolverem (Vinson, 1997). 8

Os resultados de razão sexual de ambas as espécies analisadas neste estudo sugerem, de acordo com Navarro (1998) e Van Lenteren et al. (2003), que apresentam potencial para controle biológico de *E. ello*. Sendo que *T. marandobai* apresentou valores próximos aos obtidos em hospedeiro alternativo (Vieira et al., 2015). Já a espécie *T. manicobai* não apresenta hospedeiro alternativo, portanto não há na literatura trabalhos referentes a parâmetros biológicos para esta espécie, portanto este trabalho é pioneiro.

Em *Trichogramma* o período de ovo a adulto é dependente principalmente da temperatura, mas também pode sofrer influência da origem do inseto, do hospedeiro, da cultura em que foi coletado, além da adaptação da espécie ou linhagem (Pratissoli et al., 2003; Poorjavad et al., 2011). Com relação a fertilidade, as maiores taxas em *Trichogramma* spp. são observadas no início da fase adulta e com o tempo (dias)

decrecem. A perda de fertilidade das fêmeas é comportamento natural, sendo diretamente influenciada pela idade (Zago et al., 2008).

Os valores de taxa líquida de reprodução (R_0) são importantes para se determinar o comportamento de uma população de parasitoides, uma vez que, valores de R_0 menores indicam declínio populacional (Bellows JR. et al., 1992). Esse é um parâmetro importante a se considerar quando se pensa no potencial de controle do parasitoide.

Assim como a taxa intrínseca de crescimento, principal parâmetro de uma tabela de vida de fertilidade r_m (Pedigo & Zeiss 1996). Uma vez que, quanto mais elevado esse valor, mais bem sucedida será a espécie em um determinado ambiente (Andrewartha & Birch, 1954).

Trichogramma marandobai, no geral, apresentou melhor desempenho quando comparada a *T. manicobai*, com maior número de indivíduos, maior porcentagem de parasitismo, menor tempo de desenvolvimento das fases jovens e maior descendência de fêmeas. Em consequência, teve melhores índices na tabela de vida de fertilidade. Portanto, em condições de laboratório, *T. marandobai* mostrou ter potencial como possível agente de controle biológico para um programa de manejo de *E. ello*.

6.5 CONCLUSÃO

Trichogramma marandobai e *T. manicobai* apresentam potencial como agente de controle biológico de *E. ello*.

T. marandobai tem mais potencial para o controle biológico de *E. ello* do que *T. manicobai*.

6.6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Dr^a Ranyse Barbosa Querino e a Dr^a Jaci Mendes Vieira pela confirmação na identificação das espécies.

6.7 REFERÊNCIAS

ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH L. C. The innate capacity for increase in numbers. In: H. ANDREWARTHA, H. G.; BIRCH L. C. **The distribution and abundance of animals**. Chicago: University of Chicago Press, 1954. p. 31–54.

BELLOWS, T. S. Jr.; VAN DRIESCHE, R. G.; ELKINTON, J. S. Life-table construction and analysis in the evaluation of natural enemies. **Annual review of entomology**, 37: 587-614, 1992. Available in:< <https://doi.org/10.1146/annurev.en.37.010192.003103>> Access in: January, 2020.

BELLOTTI, A.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management, p. 343–370. **Annual Review of Entomology**, 44:343-370, 1999. Available in:< <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.343>> Access in: January, 2020.

BESERRA, E. B.; PARRA, J. R. P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.; Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lep.; Nocuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, 48(1): 119 - 126, 2004.

BOTELHO, P. S. M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, 1997, p. 303-318.

BORBA, R. S., et al. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Ciência Rural**, 36(5): 1345-1352, 2006. Available in:< <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000500001>>. Access in: march 2020

BROTODJOJO, R. R.; WALTER, G. H. Oviposition and reproductive performance of a generalist parasitoid (*Trichogramma pretiosum*) exposed to host species that differ in their physical characteristics. **Biological Control**, 39(3):300-312, 2006.

Available in:< <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.08.011>>. Access in: march 2020.

COELHO, J. D. Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula. Economista. Mestre em Economia Rural. 2018.

CÔNSOLI, F. L.; GRENIER, S. In vitro rearing of egg parasitoids. In: CÔNSOLI, F. L.; Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*, progress in biological control**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. V. 9, p. 293 - 313.

MAIA, V. B.; BAHIA, J. J. S. **Manejo integrado do mandarová (*Erinnyis ello* L.) em cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na Região Sul da Bahia**. Ilhéus, BA: CEPLAC/CEPEC, 2010. 16p.

MAIA, H. N. M.; LUIZ A. J. B.; CAMPANHOLA, C. Statistical inference on associated fertility life table parameters using jackknife technique: computational aspects. **Journal of Economic Entomology**, 93: 511-518. 2000.

MEIRA, A. L. et al. Seleção de espécies de *Trichogramma* sp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, 24(2): 1-8, 2011. Available in:< <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117605001.pdf>>. Access in: march 2020.

MEYER, R. K. et al. Separation and properties of cellular and scrapie prion protein. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 83(8): 2310-2314, 1986.

NAVARRO, M. A. ***Trichogramma* spp. Producción, uso y manejo em Colômbia**. Guadalajara de Buga: Impretec, 1998. 176p.

OLIVEIRA, H. N. et al. Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species on *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) eggs in Mato Grosso do

Sul State, Brazil. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, 40(3): 378–379, 2010.

Available in:< <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/864995>> . Access in: January, 2020.

PEDIGO, L. P.; M. R. ZEISS. Developing a degree-day model for predicting insect development, In: PEDIGO, L. P.; M. R. ZEISS. **Analyses in insect ecology and management**. Ames: Iowa State University Press, 1996. p. 67-74.

POORJAVAD, N. et al. Fertility life table parameters of different strains of *Trichogramma* spp. collected from eggs of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae*. **Entomological Science**, 14(3): 245-253. 2011. Available in:< <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1479-8298.2011.00443.x>> . Access in: February, 2020.

PRATISSOLI, D. et al. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, 50(287): 95-103, 2003.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2011. 103 pp.

QUERINO R. B.; ZUCCHI, R.A. Annotated checklist and illustrated key to the species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from South América. **Zootaxa**, 4656(2): 201-231, 2019. Available in:< <http://zoobank.org/urn:lsid:zoobank.org:pub:3BCA5814-1747-4936-B36E-30E3D6016178>> Access in: January, 2020.

RODRIGUES, M. S. Wolbachia, una pandemia con posibilidades. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, 72(3-4): 117-137, 2013.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, 68(1): 155-167, 2009. Available in:<<https://www.scielo.br/pdf/brag/v68n1/a17v68n1.pdf>>. Access in: January, 2020.

VAN LANTEREN, J. C. et al. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. Wallingford: CABI, 2003. p. 265-303.

VIANNA U. R. et al. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivos Instituto Biológico**, 78(1): 81-87, 2011. Available in: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arg/v78_1/vianna.pdf>. Access in: april, 2020.

VIEIRA, J. M.; QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. Sobre a identidade de *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), com uma lista de verificação e uma chave para as espécies de *Trichogramma* associadas a *Erinnyis ello* (L.) (Lepidoptera, Sphingidae) em Brasil. **Zootaxa**, 3869 (1): 83-89, 2014. Available in: <<http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3869.1.8>> . Access in: June, 2020.

VIEIRA, J. M. et al. 2015. An integrative taxonomic approach to characterize *Trichogramma marandobai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Zootaxa**, 4021 (3): 447–458.

<https://www.biotaxa.org/Zootaxa/article/view/zootaxa.4021.3.4>

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família *Trichogrammatidae*. In: Parra, J. R. P.; Zucchi, R. A. (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: Fealq, cap.4,1997. p.67-120.

ZAGO, H. B. et al. Tabela de vida de fertilidade de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi, 2003 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros Alternativos, sob diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, 32(4): 1214-1217, 2008.

Available in: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000400027>. Access in: June, 2020.