

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis Ello* (LINNAEUS,
1758) (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) COM
PARASITOIDES NA CULTURA DA MANDIOCA**

ANTONIO DE SOUZA SILVA

Dourados-MS
Setembro de 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS
Programa de Pós-Graduação em
Entomologia e Conservação da Biodiversidade

ANTONIO DE SOUZA SILVA

**CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis Ello* (LINNAEUS, 1758)
(LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE) COM PARASITOIDES NA
CULTURA DA MANDIOCA**

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR em ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE.
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Dourados-MS

Setembro de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S586c Silva, Antonio de Souza

Controle biológico de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) com parasitoides na cultura da mandioca / Antonio de Souza Silva -- Dourados: UFGD, 2018.

85f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Fagundes Pereira

Tese (Doutorado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) - Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Controle biológico. 2. *Erinnyis ello*. 3. Lepidoptera - Sphingidae. 4. Mandioca - Cultura. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

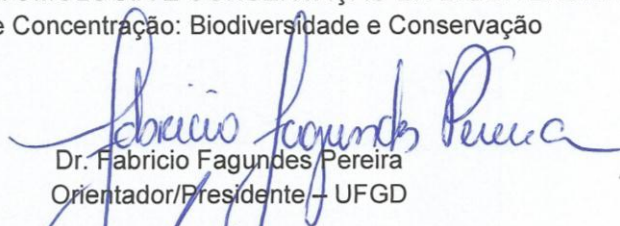
©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

**“CONTROLE BIOLÓGICO DE *Erinnyis ello* (LINNAEUS, 1758) (LEPIDOPTERA:
SPHINGIDAE) COM PARASITOIDES NA CULTURA DA MANDIOCA”**

Por

ANTONIO DE SOUZA SILVA

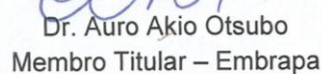
Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD),
como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
DOUTOR EM ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Área de Concentração: Biodiversidade e Conservação



Dr. Fabricio Fagundes Pereira
Orientador/Presidente – UFGD



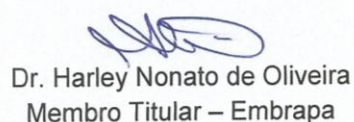
Dr. Marcos Gino Fernandes
Membro Titular – UFGD



Dr. Auro Akio Otsubo
Membro Titular – Embrapa



Dr. Hugo Bolsoni Zago
Membro Titular - UFES



Dr. Harley Nonato de Oliveira
Membro Titular – Embrapa

Aprovada em: 06 de setembro de 2017.

Biografia do Acadêmico

Antonio de Souza Silva, nascido em 25/02/1984, em Ivinhema, MS, filho de Neusa de Souza Silva & Edward Oliveira da Silva. cursou ensino médio em Ivinhema, MS (Vila Cristina), na Escola Estadual Escola General Osório, no período de 1999 a 2001. Formado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Fundação Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), entre 2004 e 2008. Mestre em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela Fundação Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), 2011.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Grande Dourados, à Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais e ao Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, área de concentração Biodiversidade pela oportunidade de realizar o curso de Doutorado.

Ao Professor Doutor Fabricio Fagundes Pereira pelas orientações, ensinamentos e conselhos ao longo do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo apoio financeiro.

A todos que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

Obrigado.

Dedicatória

A minha esposa Nahara Gabriela Piñeyro
Ferreira, minha parceira de caminhadas pelos
trilhos da vida.

Aos meus pais Neusa de Souza Silva &
Edward Oliveira da Silva.

Sumário

Resumo Geral	13
Abstract.....	14
Introdução Geral	15
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
<i>Manihot esculenta</i> Crantz, 1766 (Malpighiales: Euphorbiaceae)	16
Área plantada de mandioca no Brasil	17
Pragas	18
<i>Erinnyis ello</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae)	18
Métodos de Controle	19
Parasitoides.....	20
Objetivo Geral	22
Hipótese(S).....	22
Referências	23
CAPÍTULO 1	29
Biologia de <i>Trichogramma pretiosum</i> Linhagem MS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae): parasitoides de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae)	29
Resumo	30
Resumen	31
Summary.....	32
Material e Métodos	34
Local de condução dos Experimentos	34
Criação e manutenção do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae).	34
Criação do hospedeiro natural <i>E. ello</i>	34
Coleta e identificação de <i>Trichogramma pretiosum</i> Riley, 1879 Linhagem MS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	34
Criação de <i>T. pretiosum</i> Linhagem MS1.....	35
Criação de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> Howard, 1897 (Hymenoptera: Encyrtidae).35	
Desenvolvimento Experimental	35
Resultados e Discussão.....	36
Conclusões.....	39
Agradecimentos.....	39
Referências	40
Figuras e Tabelas	44
CAPÍTULO 2	46

Biologia de <i>Trichogramma pretiosum</i> Linhagem MS1 em diferentes densidades de ovos de <i>Erinnyis ello</i> e de fêmeas do parasitoide	46
Resumo	46
Summary.....	46
Introdução	46
Material e Métodos	48
Criação dos insetos para montagem dos Experimentos	48
Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (Lepidoptera: Pyralidae)	48
Criação do parasitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)	48
Linhagem MS1	49
Desenvolvimento Experimental	49
Etapa 1	49
Etapa 2	49
Análise Estatística	49
Resultados.....	50
Discussão	51
Conclusões.....	53
Agradecimentos	53
Referências	53
Figuras e Tabelas	57
 CAPÍTULO 3	 65
Monitoramento e custo da liberação de <i>Trichogramma pretiosum</i> para o controle de <i>Erinnyis ello</i>	
Resumo	65
Summary.....	65
Introdução	66
Materiais e métodos.....	67
Descrição da área de Amostragem	67
Monitoramento	67
Coleta e identificação	68
Metodologia de liberação do parasitoide.....	68
Custo de controle	69
Resultados.....	69
Discussão	72
Agradecimentos	74
Referencias	75

Figuras e Tabelas	79
Conclusões Finais	85

LISTA de QUADROS, LIGURAS e TABELAS

Revisão Bibliográfica	16
Figura 01. Disseminação de insetos-praga acontece através do transporte de ramas para o plantio (A); e das raízes de mandioca para o processamento nas indústrias (B). Ivinhema – MS.	26
Figura 02. Ciclo ovo/adulto de <i>Erinnyis ello</i> (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) em plantas de mandioca.	27
Figura 03. Ciclo biológico de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae), inimigos naturais e métodos de controle químico e biológicos.	28
Capítulo 1	29
Figura 01. Parasitismo de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) (A), <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) LMS1 (B) sobre ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae). Mudança de coloração dos ovos de <i>E. ello</i> após parasitados por <i>O. submetallicus</i> (C) e <i>T. pretiosum</i> (D) a 25±2 °C, 70±10% de UR) e fotofase de 14h.	44
Tabela 1. Características biológicas de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae) LMS1 e de <i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) a 25±2°C, 70±10% de UR) e fotofase de 14h.	45
Capítulo 2	46
Fig. 1. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a porcentagem de parasitismo de <i>T. pretiosum</i> a 25±2°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	57
Fig. 2. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e o ciclo ovo-adulto de <i>T. pretiosum</i> a 25±2°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	58
Fig. 3. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a emergência de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	59
Fig. 4. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a progênie por ovo de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	60
Fig. 5. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a progênie por fêmea de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	61
Fig. 6. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a razão sexual de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	62

Fig. 7. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e o número de imaturos de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.....	63
Fig. 8. Relação entre o número de parasitoides de <i>Trichogramma pretiosum</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) e a longevidade de <i>T. pretiosum</i> a 25±1°C, 70±10% de UR e fotofase de 14 horas.	64
Capítulo 3	65
Figura 01. Armadilha luminosa modelo Luiz de Queiroz - A; Painel fotovoltaico para carregar a bateria – B; instalada na cultura da mandioca para monitoramento de adultos de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae).	79
Figura 02. Liberação de 3.600 adultos de <i>Trichogramma pretiosum</i> LMS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por ponto. Liberação de 36.000 <i>T. pretiosum</i> adultos/ha, em 10 pontos-A; Liberação de 54.000 <i>T. pretiosum</i> adultos/ha, em 15 pontos -B.	80
Figura 03. Número de adultos <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) capturados com armadilha luminosa modelo Luiz de Queiroz na cultura de mandioca.	81
Figura 04. Monitoramento e ações de manejo e tomada de decisão com base nas diferentes fases de desenvolvimento de <i>E. ello</i> . OPÇÃO 1: controle de <i>E. ello</i> na fase de ovo com parasitoides. OPÇÃO 2: controle biológico de <i>E. Ello</i> com <i>B. Erinnyis</i> e BT até o terceiro instar de desenvolvimento ou até 3cm de comprimento das lagartas. OPÇÃO 3: controle de <i>E. ello</i> com produtos	82
Figura 05. Parasitismo após liberações inundáveis de <i>Trichogramma pretiosum</i> LMS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae) na fase de ovo na cultura da mandioca.....	83
Tabela 1. Número médio (%) ± EP de infestação de plantas de mandioca e parasitismo por <i>Trichogramma pretiosum</i> Lms1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) após liberação inundativa para controle de posturas <i>Erinnyis ello</i> (Lepidoptera: Sphingidae).....	84

Resumo Geral

Os parasitoides de ovos *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 Linhagem MS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Ooencyrtus submetallicus* Howard, 1897 (Hymenoptera: Encyrtidae) são inimigos naturais de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), e o potencial biológico como agentes controladores de populações deste inseto-praga foi investigado em laboratório e na cultura da mandioca. Foram avaliadas as características biológicas de *T. pretiosum* Linhagem MS1 e de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*; avaliou-se o desempenho biológico de diferentes densidades de fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 expostas a diferentes densidades de ovos de *E. ello*; monitorou-se os adultos e ovos de *E. ello* e avaliou-se o efeito de liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1 no controle do mandarová-da-mandioca, bem como o custo do controle. Este é o primeiro trabalho que registra a biologia de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*. Ovos de *E. ello* são adequados para criação de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* devido a estes parasitoides apresentarem bom desenvolvimento e reprodução (parasitismo, emergência, progênie por ovo, razão sexual, longevidade de fêmeas e de machos). *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* se desenvolvem e se reproduzem em ovos de *E. ello*, fazendo com que estes parasitoides sejam potenciais candidatos para programas de controle biológico dessa praga. *T. pretiosum* LMS1 desenvolveu-se em todas as densidades estudadas do parasitoide e do hospedeiro *E. ello*. Duas fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E. ello* foi a densidade que proporcionou os melhores índices biológicos desse parasitoide em laboratório. Liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1 controlam *E. ello* na fase de ovo, sendo uma opção economicamente viável de manejo desse inseto-praga na cultura de mandioca.

Palavras-chaves: Características biológicas. Densidades de fêmeas. Densidades do hospedeiro. Liberações inundativas. Custo do controle.

ABSTRACT

The eggs parasitoids *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 Lineage MS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Ooencyrtus submetallicus* Howard, 1897 (Hymenoptera: Encyrtidae) are natural enemies of *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), and the biological potential as control agents of this insect-pest population was investigated in the laboratory and in the cassava crop. The biological characteristics of *T. pretiosum* Lineage MS1 and *O. submetallicus* in *E. ello* eggs were evaluated. The biological performance of different densities of *T. pretiosum* LMS1 females exposed to different egg densities of *E. ello* was evaluated; the *E. ello* adults and eggs were monitored and the effect of inundative releases of *T. pretiosum* LMS1 on cassava hornworm control, as well as the cost of control, were evaluated. This is the first work that records the biology of *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* on *E. ello* eggs. Eggs of *E. ello* are suitable for breeding *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* due to these parasitoids present good development and reproduction (parasitism, emergence, progeny per egg, sex ratio, longevity of females and males). *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* develop and reproduce in eggs of *E. ello*, making these parasitoids to be potential candidates for programs of biological control of this pest. *T. pretiosum* LMS1 was grown in all studied densities of the parasitoid and *E. ello* host. Two females of *T. pretiosum* LMS1 per egg of *E. ello* were the density that provided the best biological indexes of this parasitoid in the laboratory. Inundative releases of *T. pretiosum* LMS1 control *E. ello* in the egg phase, being an economically viable option of management of this insect-plague in the cassava crop.

Keywords: Biological characteristics. Densities of females. Densities of the host. Inundative releases. Cost of control.

Introdução Geral

O Brasil é quarto maior produtor mundial de mandioca, depois da Indonésia, Tailândia e Nigéria que juntos produziram mais de 131 milhões de toneladas de mandioca (Fao, 2016). Por ser uma planta rústica, a mandioca adapta-se aos mais diferentes solos e climas. No Brasil, é plantada em todas as regiões, para as mais diferentes finalidades, alimentação humana, alimentação animal, piscicultura e etc. O amido extraído da raiz é utilizado, em sua forma in natura nativa ou modificado, por diferentes indústrias: têxtil, papelaria, farmacêutica, química e alimentícia (Felipe et al., 2010). A média mundial é de aproximadamente 12 toneladas por hectare de mandioca. No Brasil esta estimativa é de 16 t/ha, podendo alcançar uma produtividade de 80 t/ha (Fao, 2010; Ibge, 2016).

Dentre os fatores de produção que atuam de forma significativa esta o controle de pragas das quais o destaque é o mandarová-da-mandioca, *Erinnyis ello* (Linneaus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), é uma praga devastadora, que em curto período de tempo desfolham toda a cultura. O monitoramento de *E. ello* nas fases de adultos, ovos ou lagartas é uma etapa fundamental para a tomada de decisão no controle de sua população, pois, para cada fase do ciclo de *E. ello*, há pelo menos um método de controle. Em pequenas áreas, os agricultores fazem a catação manual das lagartas. Em áreas acima de dois hectares, os mandiocultores realizam aplicações de produtos biológicos naturais e químicos para o controle do mandarová.

No entanto, consultas realizadas na literatura nos revelou que ainda não foram estudadas liberações de parasitoides para o controle de *E. ello* na fase ovo na cultura da mandioca no Brasil, que se constitui como mais uma justificativa para esse esforço científico. *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é utilizado mundialmente para o controle de diversas pragas em inúmeras culturas (Wajnberg Hassan, 1994; Pratisoli et al., 2003; Parra 2010; Parra et al., 2014).

Na literatura, há relatos de parasitismo natural de *Trichogramma* spp. e *Ooencyrtus submetallicus* (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *E. ello* (Bellotti et al., 1992; Bellotti et al., 1999; Oliveira et al., 2010). A investigação da eficiência destes insetos benéficos é importante para a manutenção e utilização do controle biológico na cultura da mandioca. No entanto, diversas etapas precisam ser realizadas para se elaborar um programa de controle biológico com parasitoides, que considere: elaboração de técnicas de multiplicação do parasitoide em laboratório;

formas e intervalos de liberação no semicampo e campo; época de utilização; número de indivíduos a serem liberados; dispersão e interações intra e interespecíficas (Parra, 2002).

Vale ressaltar que esta proposta é pioneira e inovadora em particular para o Mato Grosso do Sul, com extensas áreas de produção de mandioca que poderão ser beneficiadas. Os conhecimentos científicos e tecnológicos gerados poderão contornar e prevenir as perdas na produção de mandioca causada pelas pragas. Estes darão subsídios para o desenvolvimento social, econômico e ambiental da região, reduzindo a dependência de agrotóxicos e o impacto ambiental, gerando produto de qualidade e que valorize o trabalho do produtor, preservando a biodiversidade do agroecossistema. Teve por objetivo avaliar a eficiência dos parasitoides *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* no controle de *E. ello* na cultura da mandioca e sua viabilidade econômica.

Revisão Bibliográfica

Manihot esculenta Crantz, 1766 (Malpighiales: Euphorbiaceae)

A planta de mandioca *Manihot esculenta* Crantz, 1766 (Malpighiales: Euphorbiaceae) é nativa da América Tropical, especificamente da região Nordeste do Brasil e já foram catalogados mais de 7.000 acessos (Ceballos; Cruz, 2002). Esta disseminada em todo território nacional, por ser um carboidrato que pode ser armazenado no solo por longos períodos.

Áreas plantadas com mandioca sejam para subsistência ou grandes áreas cultivadas podem ser encontradas em mais de 180 países, com aproximadamente 53,6 milhões de hectares plantados e com uma produção de mais de 220 milhões de toneladas em 2015 (Fao, 2016). Amplamente distribuída pelo mundo, à cultura de mandioca, independente das qualidades físicas e químicas dos solos e das variações climáticas, tem boa adaptação. Sendo explorada pelos agricultores familiares e ribeirinhos, responde por parte importante da produção de alimentos dos países onde é cultivada; a produção destina-se à alimentação humana e animal, contribuindo fortemente para a segurança alimentar e nutricional (Fao, 2010).

A cultura da mandioca por ser tolerante à seca e produtiva em solos pobres, esta raiz tropical resistente parece inadequada à agricultura moderna (Fao, 2017). Sendo

vista como um primo pobre na família do mundo das colheitas de grãos (Fao, 2017). De fato, poucas pesquisas são desenvolvidas com mandioca em comparação às culturas do arroz, milho e trigo (Fao, 2017). Esta falta de interesse científico tem contribuído para métodos de cultivo e processamento altamente desiguais, e os produtos derivados da raiz de mandioca muitas vezes são de má qualidade (Fao, 2017).

Área plantada de mandioca no Brasil

A área plantada com mandioca no Brasil foi estimada em quase 2,5 milhões de hectares em 2016 (Ibge, 2016). A região Norte participa com 40% da área plantada e 42% da produção; Nordeste com mais de 33% da área planta e 20% da produção; Sudeste 8,1% da área planta e 9,8% da produção; Sul com 13,9% da área planta e 21,9% da produção; e o Centro Oeste compartilha com 4,5% da área planta e 5,5% da produção de mandioca (Ibge, 2016). Embora a área plantada seja menor no Sul e Centro Oeste, nestes estados a produtividade é alta.

O rendimento médio da cultura varia entre as regiões, sendo a Sul com a maior rentabilidade 24.174 kg/ha, seguido do Centro Oeste com 18.614 kg/ha, Sudeste 18.599 kg/ha, Norte 16.227 kg/ha e Nordeste 9.508 kg/ha de mandioca. Cerca de 84% das áreas plantadas com mandioca correspondem à agricultura familiar e 87% de toda a produção nacional de mandioca (Consea, 2010; Ibge, 2012; Altieri et al., 2012).

A demanda aquecida de derivados de mandioca impulsiona o plantio, favorecendo ao aumento da área plantada a cada ano. O aumento no cultivo comercial de mandioca na região Centro Sul do Brasil deve-se também ao incremento tecnológico na cultura. Nos últimos anos, a evolução tecnológica foi extremamente significativa devido à mecanização do plantio com plantadeiras tracionadas por tratores, uso de roçadeiras e afofadores que facilitam o arranquio, máquinas para a colheita da mandioca, utilização de guincho e “sacolões” facilitando o carregamento do produto para a indústria. O transporte a longas distancia das raízes de mandioca para as fecularias ou farinheiras, o retorno das impurezas das indústrias no ato do descarregamento de volta para as roças de mandioca e os materiais de plantio, estão contribuindo para a disseminação de fitopatógenos e insetos-praga para regiões antes não relatadas (Figura 01). O que onera a produção, gerando preocupação aos produtores que buscam informações nos órgãos de pesquisas e assistência técnica.

PRAGAS

Há mais de 200 espécies de insetos que se alimentam da cultura de mandioca (Pietrowski et al., 2010). As maiores ocorrências de relato de insetos-praga são nos continentes Asiático, Africano e Americano (Bellotti et al., 2002). As espécies de insetos que tem atingido o *status* de praga são as cochonilhas, *Dysmicoccus* sp. *Dysmicoccus brevipes* (Cockerell, 1893), *Protortonia navesi* (Fonseca 1979) (Hemiptera: Monophlebidae), ácaro-verde *Mononychellus tanajoa* (Bondar, 1938) e o rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae), percevejos-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) e *Vatiga manihotae* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) trips *Frankliniella williamsi* (Hood, 1915) (Thysanoptera: Thripidae), *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) e o mandorová-da-mandioca *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) (Silva et al., 2012).

Erinnyis ello (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae)

Com vários nomes regionais espalhados pelos trópicos, a distribuição geográfica de *E. ello* estende-se desde o Sul do Brasil, Argentina, Paraguai, Bacia do Caribe até o Sul dos EUA (Bellotti et al., 2011).

Erinnyis ello é considerado uma importante praga da cultura de mandioca no Brasil (Aguilar et al., 2010). O ciclo biológico completo de ovo/adulto de *E. ello* dura aproximadamente 32 a 49 dias na faixa térmica de 25 a 30C° (Bellotti et al., 1989). As lagartas eclodem após quatro dias da oviposição e passam por cinco instares larval (Figura 02). Entre outono e inverno, o ciclo de *E. ello* alonga-se, e a fase de pupa dura em média 150 dias. Nas primeiras chuvas no início da primavera, aparecem as primeiras mariposas de *E. ello*, começando novamente o ciclo. Uma fêmea pode viver em média 19 dias e depositar até 1.850 ovos, sendo que 70% dos ovos são depositados nos primeiros sete dias (Bellotti et al., 1989). A estratégia de controle dessa praga é basicamente na fase de lagarta, com inseticidas.

Trata-se de um inseto desfolhador, com alta capacidade de consumo foliar na fase larval, podendo consumir 1.107 cm² e chegar a 100% de desfolha, causando grandes danos econômicos (Arias & Bellotti, 1983). O início da acumulação de amido, nas raízes de mandioca inicia quando a planta tem 21 folhas. Quando há alterações na relação fonte: dreno das plantas de mandioca, medidas de manejo necessitam ser

tomadas, para manter o potencial de ganho da cultura (Schons et al., 2007). Na planta de mandioca, a fonte são as folhas, responsáveis pela produção de assimilados a partir da fotossíntese, e o dreno são as raízes, que armazenam temporariamente os assimilados.

A desfolha das plantas de mandioca, principalmente de seis a dez meses de idade, tem um alto impacto na produtividade (Bellotti & Schoonhovev, 1978). Fase que compreende a acumulação de amidos nas raízes de reservas. Para completar o ciclo uma lagarta do mandarová necessita de consumir em média 12 folhas de mandioca, o que equivale 57% de desfolha da planta de mandioca, no início de acumulação de amido. Tal quadro impõe medidas de controle, que devem ser tomadas imediatamente para reduzir as perdas.

Métodos de controle

Práticas de manejo consistem no monitoramento do ciclo biológico de *E. ello*, que compreende a fase de ovo a adulto. O monitoramento dos adultos, por meio de armadilhas luminosas, consiste em um método Físico. O início das revoadas *E. ello* pode ser detectado pela captura de adultos nas armadilhas luminosas (Aguilar et al., 2010). O monitoramento dos adultos auxilia o produtor na tomada de decisão de qual método de controle utilizará, e em qual fase do ciclo vai controlar.

Para cada fase do ciclo do mandarová-da-mandioca, existem os métodos de controle (Figura 03). Todas as práticas de manejo realizadas pelos produtores visam a fase de lagarta, que ocasiona dano econômico. O método químico é a pratica mais adotada pelos produtores no agroecossistema mandioqueiro (Silva et al., 2012).

O controle de *E. ello*, principal praga da mandioca deve ser feito com base nos princípios do “Manejo Integrado de Pragas” (MIP), rotação do produto com outros ingredientes ativos registrados e métodos de controle para a cultura e o inseto-praga para manejo de resistência.

Detectada a presença dos adultos de *E. ello*, devem ser realizadas amostragens de ovos e lagartas nos diferentes instares (Figura 02). No primeiro instar, as lagartas de *E. ello* atingem até 1 cm de comprimento, passando para o próximo estágio larval; no segundo instar, até 2 cm de comprimento; no terceiro, até 3 cm de comprimento; no quarto, medem entre 4 cm, chegando atingir 9 cm de comprimento; passando ao quinto instar, passam a medir aproximadamente 10 cm de comprimento e, em alguns casos,

podem chegar a 12 cm de comprimento no último instar, quando passa para fase de pré pupa (Bellotti et al., 1989) (Figura 02).

Após a realização da amostragem (ovos e lagartas) escolher qual fase da praga vai controlar: o primeiro método de controle é a utilização de parasitoides de ovos, o controle com parasitoides nessa fase impede a eclosão das lagartas, fase do inseto que causa dano econômico; segundo método de controle via a fase de lagartas, nessa fase utiliza-se *Baculovirus erinnyis* ou *Bacillus thuringiensis* nos três primeiros instares larvais (Figura 02). Com o monitoramento é possível o controle das infestações de *E. ello* na fase de lagarta, com a utilização do *Baculovirus erinnyis* em 100% (Aguiar et al., 2010).

O terceiro método, utilização de produtos químicos, se dá quando as lagartas atingiram o quarto instar larval (Figura 02). A utilização de defensivos agrícolas no quarto e quinto instar é devido ao aumento do consumo foliar. Sendo que 94% da área foliar consumida são nas duas últimas fases, importante isso, o controle deve ser realizado até essa fase com mais eficiência (Bellotti et al., 1992; Barrigossi et al., 2002).

Parasitoides

O manejo integrado de pragas com ênfase no controle biológico tem sido a prática que vem oferecendo os melhores resultados, tanto em termos técnicos, quanto econômicos e ambientais (Aguiar et al., 2010). Mais de 40 espécies de parasitoides, predadores e patógenos de ovos, larvas e pupas foram identificadas, sendo oito espécies de microimenópteros parasitoides de ovos, das famílias, Scelionidae, Encyrtidae e Trichogrammatidae (Bellotti et al., 1999). Porém, dentro das famílias Encyrtidae e Trichogrammatidae, os gêneros que mais chamam atenção são *Ooencyrtus* e *Trichogramma* respectivamente. Porque, são parasitoides de ovos e controlam a praga antes que o dano econômico ocorre.

Ooencyrtus submetallicus Howard, 1897 (Hymenoptera: Encyrtidae) foi relatado naturalmente parasitando ovos de *E. ello* (Bellotti et al., 1992; Silva et al., 2015). O parasitoide *O. submetallicus* se reproduz por partenogênese telítoca. Os machos são encontrados quando as fêmeas estão expostas durante o desenvolvimento e durante a vida adulta a 85°F (29,44°C) Temperaturas inferiores a 29,44°C é determinante para a descendência feminina (Wilson & Woolcock, 1960).

O gênero *Trichogramma* é um parasitoide de ovos muito utilizado no mundo, por meio de liberações inundativas, em 32 milhões de hectares em culturas comerciais (Wajnberg & Hassan, 1994; Pratisoli et al., 2003). Estudos de linhagens locais acondicionadas ao clima da região podem proporcionar mais de 80% de parasitismo (Bueno, 2008; Beserra et al., 2003).

Trichogramma sp., *Trichogramma minutum* Riley e *Trichogramma fasciatum* (Perkins, 1912) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) podem controlar em 94% ovos de *E. ello* na cultura de mandioca (Bellotti & Schoonhoven, 1978). Liberações de *Trichogramma* sp. com o parasitismo natural proporcionam aumento do controle (Bellotti, 1999); por exemplo, na Colômbia 57% da população de *E. ello* foi controlada com liberações de *Trichogramma* sp. (Reyes, 1983). O controle natural exercido por *T. pretiosum* em ovos de *E. ello* em áreas de mandioca foi de 47,8% (Oliveira et al., 2010). O ciclo biológico de ovo/adulto de *Trichogramma* sp. é de nove dias em média, com uma progênie por fêmea em média de 23 adultos, sendo que cada fêmea pode parasitar em média 2,5 ovos de *E. ello* (Bellotti et al., 1983).

Além de diversos autores relatarem o parasitismo natural de *O. submetallicus* e *T. pretiosum* em ovos de *E. ello* em condições de campo, às espécies podem ser facilmente criadas em laboratório (Silva et al., 2015 a-b), o que pode ser um diferencial, caso sejam utilizadas para controle de *E. ello*.

O sucesso da utilização de parasitoides para o controle biológico aplicado depende de várias etapas: coleta, taxonomia e multiplicação do parasitoide, eficiência biológica, forma, intervalo e número de indivíduos a serem liberados estudo de dispersão na área, interação intra e interespecífica, avaliações da eficiência biológica e viabilidade econômica (Parra et al., 2002; Van Lenteren, 2003).

Para que o controle biológico seja adotado pelos produtores, são necessários estudos sobre as vantagens técnico-econômicas do sistema (Medeiros et al., 2006; Gardner et al., 2011). A taxa interna de retorno (TIR) é o indicador mais comum em estudos de viabilidade econômica e pode ser usada para mostrar o retorno dos recursos alocados nos negócios agrícolas (Medeiros et al., 2006; Gardner et al., 2011). Por isto, pretendemos fazer análises de viabilidade econômica nessa pesquisa.

Trichogramma pretiosum e *O. submetallicus* tem grande potencial para ser incorporados no Manejo Integrado de Pragas (MIP) da cultura de mandioca. Metodologias de monitoramento de adultos, e ovos de *E. ello* devem ser desenvolvidas

para poder estimar quantos pontos por hectares devem ser amostrados e qual a melhor densidade do parasitoide a ser liberado no campo para o controle *E. ello* em mandioca.

Objetivo Geral

Investigar a eficiência biológica de *T. pretiosum* Linhagem MS1 e de *O. submetallicus* como parasitoides de ovos de *E. ello* em laboratório e na cultura da mandioca.

Hipótese(s)

Trichogramma pretiosum Linhagem MS1 e *O. submetallicus* parasitam, se desenvolvem e se reproduzem em ovos de *E. ello* em condições de laboratório.

A densidade de fêmeas de *T. pretiosum* Linhagem MS1 e de ovos do hospedeiro *E. ello* influenciam as características biológicas deste parasitoide.

O número de liberações inundativas e a quantidade de indivíduos de *T. pretiosum* Linhagem MS1 podem alterar os índices de parasitismo de ovos de *E. ello* e o custo de controle dessa praga na cultura da mandioca.

Referências

- AGUIAR, E.B.; LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; BICUDO, S.J. Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L.1758) para o controle com *baculovirus* (*Baculovirus erinnyis*) **Revista Trópica-Ciências Agrária e Biológicas**, v.4 p.55, 2010.
- ALTIERI, M.A.; MONZOTE, F.R.F.; PETERSEN, P. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. **Agronomy for Sustainable Development**, v.32 p.1-13, 2012.
- ARIAS, B.; BELLOTTI, A.C. Eficiencia del *Bacillus thuringiensis*, sobre el gusano cachon de la yuca *Erinnyis ello*, en ui programa de control biológico. In: JESUS, A.; REYES, M.S.C.(Ed.). **Yuca: Control integrado de plagas**. CIAT, 1983. p.227-234.
- BARRIGOSI, J.A.F.; ZIMMERMANN, F.J.P, LIMA, P.S. Consumption Rates and Performance of *Erinnyis ello* L. on Four Cassava Varieties. **Neotropical Entomology**, v.31 p.429-433, 2002.
- BELLOTTI, A.C.; ARIAS, B. ; VARGAS, O.H. ; PEÑA, J.E. Pérdidas en rendimiento delcultivo de yuca causadas por insectos y acaros. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H (Ed.) **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilizacion y comercialización**. CIAT/CLAYUCA, 2002. p. 204-219.
- BELLOTTI, A.C.; ARIAS. B.V.; REYES, J.A.Q. (Ed.) **Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca)**. 1989. 64p. CIAT.
- BELLOTTI, A.; CAMPO, B. V. H.; HYMAN, G. Cassava Production Andy Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. **Tropical Plant Biology**, v.4 p.145-250, 2011.
- BELLOTTI, A.; SCHOONHOVEN, A.V. **Cassava pests and ther control**. 1978. 89 p.
- BELLOTTI, A.; SMITH, L.; LAPOINTE, S. Recent Advances In Cassava Pest Management. **Annual Review Entomology**, v.44 p.343-370, 1999.
- BELLOTTI. A.C.; REYES, J.A.; ARIAS, B. Manejo de plagas en yuca. In: JESUS, A.; REYES, M. S.C. (Ed.) **Yuca: Control integrado de plagas**. CIAT, 1983. p.265-282.
- BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.25 p.479-483, 2003.
- BUENO, R.C.O. F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker 1857) e *Anticarsia gemmatalis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2008. 119p. Tese de Doutorado –Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- CEBALLOS, H.; CRUZ, A.G.A. Taxonomía y morfología de la yuca. In: OSPINA, B.I.A.; CEBALLOS, H. La yuca en el tercer milenio sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia. CIAT. 2002. p.17-33.

CONSEA (Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional) –A segurança alimentar e nutricional e o direito humano à alimentação adequada no Brasil. Indicadores e monitoramento da Constituição de 1988 aos dias atuais 2010. Brasília 2010. 36 p.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) –2010. **Statistics Division. Statistical Yearbook 2010**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/015/am081m/PDF/am081m00b.pdf>. Acesso em 20/03/2014.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) 2017 **¿Por qué la mandioca?** Disponivel em: http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/index_es.html Acesso em 19/01/2017.

FAO, (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) 2016 **Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i6198e.pdf> Acesso em: 31/01/2017.

FELIPE, I.F.; ALVES, L.R.A.; CAMARGO, S.G.C. Panorama e perspectiva para a indústria de fécula de mandioca no Brasil. Revista Raízes e Amidos Tropicais, Botucatu, v.6 p.134-146, 2010.

GARDNER, J.; HOFFMANN, M. P.; PITCHER, S. A.; HARPER, J. K. Integrating insecticides and *Trichogramma ostrinae* to control European corn borer in sweet corn: Economic analysis. Biological Control, v.56 p.9–16, 2011.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA) 2016. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201612.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201612.pdf). Acesso em: 31/07/2017.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa_estProdAgr_201203.pdf>. Acesso em: 31/01/2012.

MEDEIROS, M.A.; VILELA, N.J.; FRANÇA, FH. Eficiência técnica e econômica do controle biológico da traça-do-tomateiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira** Disponível em: v.24 p.180-184, 2006.

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** v.40 p.378-379, 2010.

PARRA, JR. P. Mass rearing of egg parasitoids for biological control programs. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.) **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. Springer, Heidelberg, Germany, 2010. p.267-292.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**. v.71 p.345-355. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0167>

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

PIETROWSKI, V.; RINGENBERGER, R.; RHEINHEIMER, A. R.; BELLON, P. P.; GAZOLA, D.; MIRANDA, A. M. 2010. Insetos-Praga da Cultura da Mandioca na Região Centro Oeste-Sul do Brasil. Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE-EMBRAPA, p.40.

PRATISSOLI, A.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. 2003. Ocorrência *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. Horticultura Brasileira. 21:73-76.

REYES, J .A. Agentes benéficos em el cultivo de La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su importancia em La regulacion de las poblaciones de plagas. In: JESUS, A.; REYES, M. S.C. (Ed.). **Yuca: Control integrado de plagas**. CIAT, 1983. p.203-220.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; KRAULICH, B.; PINHEIRO, D. G.; ZANON, A J. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, v.37 p.1586-1592, 2007.

SILVA, A.S.; KASSAB, S.O.; GAONA, J.C.. Insetos-pragas, produtos e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel**, v.7 p.19-23, 2012.

SILVA, A. S.; PIÑEYRO, N. G.; PRADO, A. S.; PEREIRA, F. F.; COSTA, V. A. 2015-a. Biologia do parasitoide *Ooencyrtus Submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Erinnyis Ello* (Lepidoptera: Sphingidae) praga da cultura de mandioca. In: 16º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA E 1º CONGRESSO LATINOAMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2015, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Mandioca, 2015. 1 CD-ROM.

SILVA, A. S.; PIÑEYRO, N. G.; PRADO, A. S.; PEREIRA, F. F.; COSTA, V. A. 2015-b. Biologia de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) LINHAGEM MS1, parasitoide de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), praga da cultura de mandioca. In: 16º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA E 1º CONGRESSO LATINOAMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2015, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Mandioca, 2015. 1 CD-ROM.

VAN LENTEREN, J. C. Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures. 2003. 327p. Cabi publishing.

WAJNBERG, E.; HASSAN, S,A. Biological control with eggs parasitoids. 1994. p. 286. Wallingford, British Library.

WILSON, F.; WOOLCOCK L.T. 1960. Temperature Determination of sex in a parthenogenetic parasite. *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymnopera: Encyrtidae). **Australian journal of zoology**, 8: 153-169.

Figuras

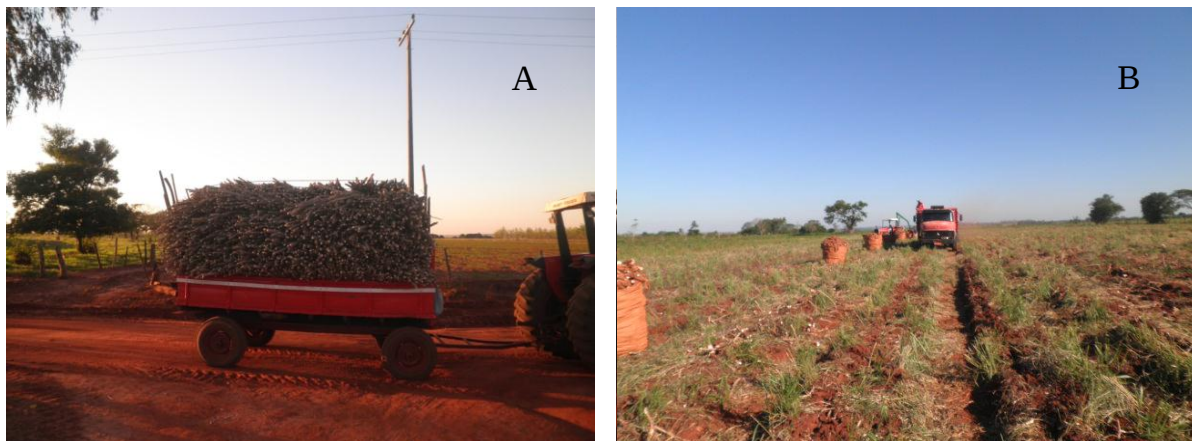


Figura 01. Disseminação de insetos-praga acontece através do transporte de ramas para o plantio (A); e das raízes de mandioca para o processamento nas indústrias (B). Ivinhema - MS.

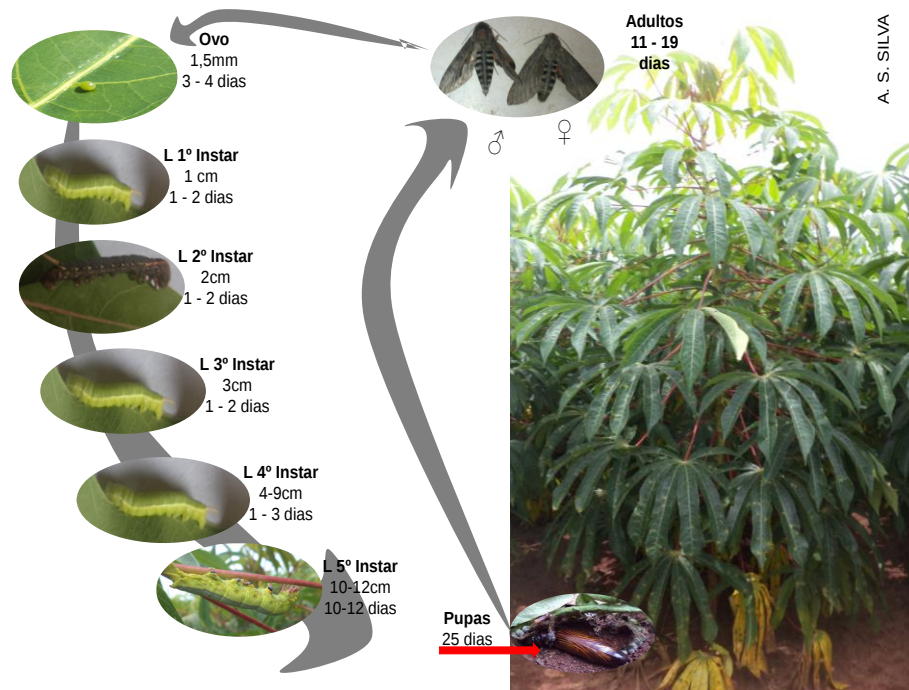


Figura 02. Ciclo ovo/adulto de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) em plantas de mandioca.

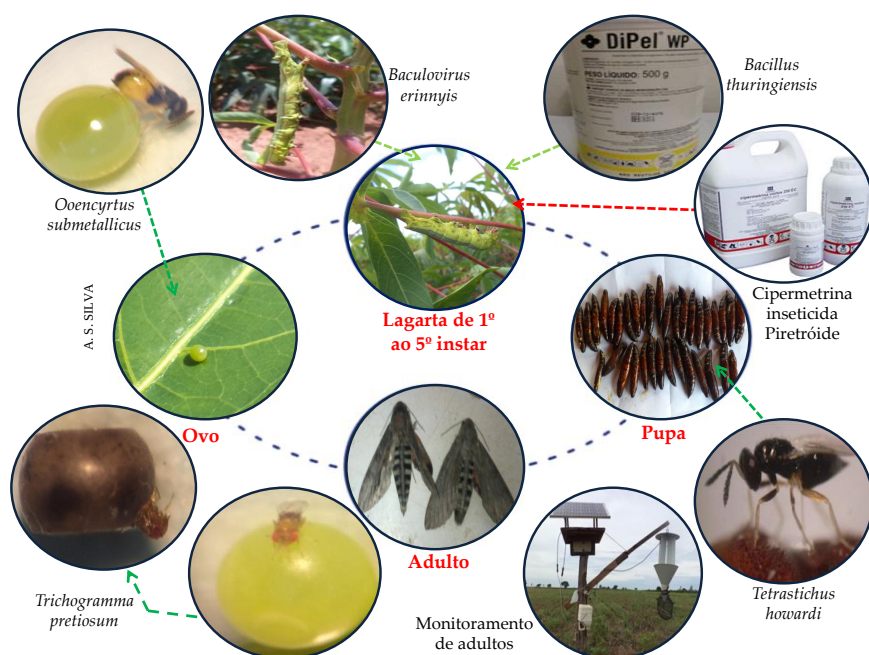


Figura 03. Ciclo biológico de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae), inimigos naturais e métodos de controle Químico e biológicos.

Capítulo 1

BIOLOGIA DE *TRICHOGRAMMA PRETIOSUM* LINHAGEM MS1
(HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) E *OOENCYRTUS*
SUBMETALLICUS (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE): PARASITOIDES DE OVOS
DE *ERINNYIS ELLO* (LEPIDOPTERA: SPHINGIDAE)

Manuscrito formatado segundo normas da revista *Interciencia*. Print ISSN:

0015-4040. Online ISSN: 1938-5102

ANTONIO DE SOUZA SILVA, FABRICIO FAGUNDES PEREIRA, NAHARA
GABRIELA PIÑEYRO

Antonio de Souza Silva. Biólogo, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Brasil. Mestre em Entomologia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Doutorado em Entomologia Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. e-mail: antoniobios@yahoo.com.br

Fabricio Fagundes Pereira. Doutorado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasil. Pós-Doutorado em Entomologia, Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. e-mail: fabriciofagundes@ufgd.edu.br

Nahara Gabriela Piñeyro. Biotecnóloga, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. Mestranda em Agronomia e Produção Vegetal, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Brasil. e-mail: uruguayagabriela18@hotmail.com

RESUMO

Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) são parasitoides de ovos de diversas espécies de insetos-praga, incluindo *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na cultura de mandioca. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características biológicas de *T. pretiosum* Linhagem MS1 e *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*. Este é o primeiro trabalho que registra a biologia de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*. O parasitismo de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* foi de $68,88 \pm 1,07$ e de $79,13 \pm 1,53$, emergência de $71,21 \pm 1,24$ e $95,80 \pm 0,79$ e com $12,13 \pm 0,32$ e $2,08 \pm 0,05$ indivíduos por ovo. A duração do ciclo (ovo-adulto) de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* foi de $10,18 \pm 0,02$ e de $18,93 \pm 0,06$ dias. A longevidade de fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* foi de $11,12 \pm 0,26$ e $27,52 \pm 1,10$ dias, respectivamente. Ovos de *E. ello* são adequados para criação de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* por apresentarem um bom desenvolvimento reprodutivo (parasitismo, emergência, progênie por ovo, razão sexual, longevidade de fêmeas e de machos), o que nos permite afirmar estes parasitoides como potenciais candidatos a serem utilizados em programas de controle biológico dessa praga.

Palavras-chaves: Controle biológico, controle de qualidade, parasitoides de ovos, mandarová-da-mandioca.

Biología de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae): parasitoides de huevos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae)

RESUMEN

Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) son parasitoides de huevos de diversas especies de insectos plagas, incluyendo *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) en el cultivo de la yuca. El objetivo de este trabajo fue evaluar las características biológicas de *T. pretiosum* linaje MS1 y de *O. submetallicus* en huevos de *E. ello*. Se evaluaron las características biológicas como el parasitismo (%), emergencia (%), duración del ciclo huevo / adulto (días), número de individuos por huevo, progenie, la proporción sexual y la longevidad de adultos (días). Este es el primer trabajo que registra la biología de *T. pretiosum* LMS1 y *O. submetallicus* en huevos de *E. ello*. La duración del ciclo (huevo-adulto) de *T. pretiosum* LMS1 y *O. submetallicus* fue de $10,18 \pm 0,02$ y $18,93 \pm 0,06$ días. La longevidad de hembras de *T. pretiosum* LMS1 y *O. submetallicus* fue $11,12 \pm 0,26$ y $27,52 \pm 1,10$ días, respectivamente. Huevos de *E. ello* son adecuados para la multiplicación de *T. pretiosum* LMS1 y *O. submetallicus* por presentar un buen desarrollo reproductivo (parasitismo, emergencia, progenie por huevo, proporción de sexos, longevidad de hembras y machos). *T. pretiosum* LMS1 y *O. submetallicus* se desarrollan y que se reproducen en huevos de *E. ello*, lo que nos permite sugerir a estos parasitoides como potenciales candidatos a ser utilizados en programas de control biológico de esta plaga.

Palabras clave: Control biológico, control de calidad, parasitoides de huevos, gusano cachón de la yuca.

Biology of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae): egg parasitoids of *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae)

SUMMARY

Trichogramma pretiosum (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) are egg parasitoids of different species of insects, including *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in the cassava crop. The aim of this work was to evaluate the biological characteristics of *T. pretiosum* lineage MS1 and *O. submetallicus* in *E. ello* eggs. Biological characteristics as parasitism (%), emergency (%), life cycle egg / adult (days), number of individuals per egg, progeny, sex ratio and adult longevity (days) were evaluated. This is the first work that records *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* biology *E. ello* eggs. The cycle (egg-adult) of *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* was 10.18 ± 0.02 and 18.93 ± 0.06 days. Female longevity of *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* was 11.12 ± 0.26 and 27.52 ± 1.10 days, respectively. *E. ello* eggs are suitable for the multiplication of *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus*, those present a good reproductive development (parasitism, emergency, progeny egg, sex ratio, longevity of females and males). *T. pretiosum* LMS1 and *O. submetallicus* developed and reproduced in *E. ello* eggs, allowing us to suggest these parasitoids as potential candidates for use in biological control programs of this pest.

Keywords: Biological control, quality control, egg parasitoids, cassava hornworm.

Introdução

Parasitoides são reguladores populacionais de insetos e estão entre os inimigos naturais mais comuns da Classe Insecta e na ordem Hymenoptera. As famílias Aphelinidae, Pteromalidae, Braconidae, Ichneumonidae, Eulophidae, Trichogrammatidae e Encyrtidae são as mais utilizadas para o controle biológico de insetos (Van Driesche e Bellows, 1996; Dall'Oglio *et al.*, 2003; Oliveira *et al.*, 2011).

Existem cerca de 40 espécies de predadores, patógenos e parasitoides de lagartas, pupas e de ovos de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae) (Bellotti *et al.*, 1999; Bellon *et al.*, 2013; Barbosa *et al.*, 2014). Em condições de campo,

foi registrada até o momento, a ocorrência natural de oito espécies de microimenópteros parasitoides de ovos de *E. ello*, das famílias Scelionidae, Encyrtidae e Trichogrammatidae (Bellotti *et al.*, 1999; Bellotti *et al.*, 1992; Velásquez e Terán, 1995; Zucchi e Monteiro, 1997; Oliveira *et al.*, 2010).

Ooencyrtus submetallicus (Howard, 1897) (Hymenoptera: Encyrtidae) foi registrado parasitando 21 espécies de insetos (Legner e Bay, 1965a,b; Bellotti *et al.*, 1992; Trjapitzin *et al.*, 2004; Maciel *et al.*, 2007; Noyes, 2015). *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é mundialmente utilizado para o controle de um amplo número de pragas-chaves (Pratissoli *et al.*, 2003), sendo o parasitoide de ovos mais utilizado no mundo, por meio de liberações, em 32 milhões de hectares em culturas comerciais (Wajnberg e Hassan, 1994; Pratissoli *et al.*, 2003; Parra, 2014).

O parasitismo natural de *T. pretiosum* e *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*, a principal praga da mandioca foi relatado em diversos artigos (Bellotti *et al.*, 1992; Bellotti *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 2010). Demonstra potencial para serem eficientes no controle de *E. ello* na fase de ovo, e podem ser produzidos em escala comercial. O controle na fase inicial de desenvolvimento dos insetos, ou seja, a fase de ovo, pode impedir a continuidade do ciclo de vida da praga no início e, consequentemente, evitar injúrias à cultura (Parra e Cônsoli, 2009).

Existem diversas etapas de um programa de controle biológico com parasitoides, sendo as iniciais: coleta, identificação, manutenção da criação no laboratório e avaliação das características biológicas do parasitoide no hospedeiro natural (Van Lenteren, 2009; Chichera *et al.*, 2012).

Vale ressaltar que a eficiência de parasitismo de ovos por espécies de parasitoide depende do uso de populações de uma determinada espécie adaptadas à região em que o programa de controle biológico será implantado (Beserra *et al.*, 2003; Bueno, 2008). Por isto, a linhagem de *T. pretiosum* utilizada neste trabalho foi coletada em Ivinhema, MS, região produtora de mandioca do Mato Grosso do Sul.

A investigação da eficiência biológica de inimigos naturais inicialmente em condições de laboratório, em semicampo e campo é importante para se obter sucesso em programas de controle biológico. Por isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características biológicas de *T. pretiosum* linhagem MS1 e *O. submetallicus* em ovos de *E. ello*.

Material e Métodos

Local de condução dos experimentos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL), Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Criação e manutenção do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae).

Ovos de *A. kuehniella* foram acondicionados em bandejas plásticas (320x240x100mm) contendo dieta artificial à base de farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e papelão corrugado, onde permaneceram até a fase adulta. Os adultos diariamente eram transferidos para câmara de posturas de PVC (15 cm de diâmetro e 25 de altura) e posteriormente tampados com tecido do tipo ‘voil’ e elástico para obtenção dos ovos (Parra, 1997).

Criação do hospedeiro natural *E. ello*.

Após a eclosão, as lagartas de *E. ello* foram colocadas em gaiolas de (1x1x1 m), contendo folhas de mandioca Variedade de Santa Helena, onde permaneceram até a fase de pupas (Carvalho, 1980; Celestino Filho, 1982; Arias e Reyes, 1983). As pupas foram transferidas para gaiolas de (2,5x2, 5x2,5 m) até a fase adulta, (20 machos e 30 fêmeas). Plantas de mandioca foram mantidas dentro das gaiolas como substrato de oviposição (Arias e Reyes, 1983). Diariamente foram recolhidas as posturas, uma parte foi retirada para realização dos experimentos e outra para manutenção da criação.

Coleta e identificação de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 Linhagem MS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Ovos parasitados de *E. ello* foram coletados pelo primeiro autor em plantios de mandioca na região de Ivinhema nas seguintes coordenadas geográfica latitude 22° 20’ 57” S, longitude 53° 54’ 37” W, e posteriormente levados ao LECOBIOL. Depois de estabilizada

a criação do parasitoide, lâminas com os espécimes foram preparadas por Nahara Gabriela Piñeyro, e a espécie foi identificada pela Dra. Ranyse Barbosa Querino e utilizando a literatura pertinente (Querino e Zucchi, 2011).

Criação de *T. pretiosum* Linhagem MS1

Ovos de *A. kuehniella* com 24 horas de idade foram colados em cartelas de cartolina azul-celeste (1,0 cm de largura e 7,0 de comprimento) com goma arábica (20%), foram expostas ao parasitismo por 24 horas. Adultos de *T. pretiosum* (LMS1) foram mantidos em tubos de vidro (1,5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) tampados com filme plástico e contendo uma gotícula de mel, que serviu como alimentação para os insetos.

Criação de *Ooencyrtus submetallicus* Howard, 1897 (Hymenoptera: Encyrtidae)

Massas de ovos de *Edessa mediotabunda* (Fabricius, 1794) (Hemiptera: Pentatomidae) foram colados em cartelas de cartolina azul-celeste (1,0 cm de largura e 7,0 de comprimento) com goma-arábica a 20%, e expostas ao parasitismo. Adultos de *O. submetallicus* foram mantidos em tubos de vidro (1,5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento) fechados com filme plástico e contendo uma gotícula de mel, que serviu como alimentação para os insetos, sendo mantidos a 25 ± 2 °C, umidade relativa (UR) de $70\pm 10\%$ e fotofase de 14 h, em câmara climatizada.

Desenvolvimento Experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 50 cartelas (1,0 cm de largura e 7,0 cm de comprimento) para cada tratamento contendo quatro ovos de 24 horas de *E. ello* em cada cartela, sendo considerada uma repetição, sendo individualizadas em tubos de vidro (1,5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) com uma fêmea por tratamento. Tratamento 1: *T. pretiosum* (LMS1) e tratamento 2: *O. submetallicus* com 24 horas, sendo o parasitismo permitido por 24 h, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotofase de 14 h. Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias comparadas pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A porcentagem de parasitismo (quando o sinal do parasitismo ocorre mudança de coloração, de “verde para cor preta”), a porcentagem de emergência (ovos escuros

com orifício), a duração do ciclo de vida (ovo-adulto), a progênie (número de parasitoides emergidos por ovo de *E. ello*) e a razão sexual ($rs = n^{\circ}$ de fêmeas/ n° de adultos) foram avaliados. A sexagem dos adultos de *T. pretiosum* LMS1 foi determinada com base nas características morfológicas das antenas dos machos, e *O. submetallicus* não se tem machos. A criação de *T. pretiosum* LMS1 foi proveniente de ovos do hospedeiro alternativo *A. kuehniella* e *O. submetallicus* do hospedeiro natural *E. meditabunda*.

Resultados e Discussão

Fêmeas de *O. submetallicus* e de *T. pretiosum* LMS1 parasitaram ovos de *E. ello* (Figura 01 A, B). O sinal de parasitismo ocasionado por fêmeas de *O. submetallicus* (Figura 01 C) e *T. pretiosum* LMS1 (Figura 01 D) ocorre a partir do segundo e terceiro dias, com mudança de coloração dos ovos de *E. ello* de verde para escuro. O parasitismo de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello* foram semelhantes ($F=3,003$ $p=>0.05$) (Tabela 1). *Trichogramma pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* completaram o ciclo, permitindo a produção de descendentes em ovos de *E. ello*.

A utilização de parasitoides de ovos, quando bem-sucedida pode garantir o controle da praga antes de causar dano econômico na cultura. A adequação dos ovos de *E. ello* a fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 foi comprovada pelo parasitismo que esta acima do encontrado para esta espécie em ovos de *E. ello*, a campo, e em laboratório para *A. kuehniella*, *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794) (Lepidoptera: Crambidae) (Oliveira *et al.*, 2010, Magalhães *et al.*, 2012; Bellon *et al.*, 2014).

Ovos de *E. ello* são adequados ao desenvolvimento de *O. submetallicus*. O parasitismo de *Oencyrtus nezarae* Ishii, 1928 (Hymenoptera: Encyrtidae) em Pentatomídeos foi de 20% a 50% respectivamente (Xiao-Ping e Wads, 2001).

Na Colômbia, a porcentagem de parasitismo para criação massal e liberação do parasitoide *Trichogramma* a campo devem ser superiores a 76,0% (Garcia e Jiménez, 2015; Gonçalves *et al.*, 2003). É possível verificar, por meio dos resultados da porcentagem de emergência (71% e 95%), a eficiência biológica dos imaturos de *T. pretiosum* e *O. submetallicus*, em explorar os recursos nutricionais dos ovos de *E. ello*. Esta pesquisa registra pela primeira vez a biologia de *T. pretiosum* LMS1 e *O.*

submetallicus em ovos de *E. ello* demonstrando o potencial destes parasitoides para ser utilizado no controle desta praga.

A duração do ciclo de vida (ovo-adulto) de *T. pretiosum* e *O. submetallicus* em ovos de *E. ello* foram 10,18 e 18,93 dias ($F=1981,773$ $p<0,01$) (Tabela 1). O ciclo biológico (ovo/adulto) de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* é particular de cada espécie independente do hospedeiro. O ciclo de *T. pretiosum* variou dependendo do hospedeiro e da temperatura (Bellotti *et al.*, 1983; Pereira *et al.*, 2004). O ciclo de *O. submetallicus* em pentatomidae é em média de 18 dias (Davis, 1964). Ao se comparar o ciclo biológico de *E. ello* (27 dias) Bellotti *et al.* (2011) com o ciclo de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* ocorre 2,65 e 1,42 gerações dos parasitoide para uma geração da praga, respectivamente. Como esta espécie apresenta um elevado potencial biótico, o ciclo mais curto do parasitoide é importante para que o equilíbrio da população seja alcançado o mais rápido possível, caso *T. pretiosum* e *O. submetallicus* sejam utilizados em um programa de controle biológico.

A emergência de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* em ovos de *E. ello* também foram de 71,21 e 95,80 ($F= 27.869$ $p<0,01$) (Tabela 1). A emergência de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello* foi 24,59% superior a *T. pretiosum* LMS1. Isto nos permite evidenciar a aceitação dos ovos de *E. ello* ao desenvolvimento das espécies de parasitoides. A taxa de emergência de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* esta entre às médias em outros hospedeiros 53% a 74% (Bellon *et al.*, 2014; Soarres *et al.*, 2014).

Avaliações biológicas prévias devem ser realizadas visando à seleção de espécies de *Trichogramma* para serem utilizadas no controle biológico aplicado de pragas da cultura de mandioca. A utilização de hospedeiro alternativo para avaliar o parasitismo de *T. pretiosum*, como potencial de controle de *E. ello* foi inferior a 80% (Soarres *et al.*, 2014). Com várias gerações de *Trichogramma* sp. no mesmo hospedeiro, aumenta-se a capacidade de parasitismo ao hospedeiro alternativo (Dias *et al.*, 2008). Provavelmente pelo condicionamento imarginal do parasitoide quando se cria por várias gerações no mesmo hospedeiro (Cobert, 1985; Dias *et al.*, 2008).

A geração utilizada de *T. pretiosum* LMS1 foi proveniente da criação no hospedeiro alternativo *A. kuehniella* em laboratório. A porcentagem de parasitismo e emergência de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* estão entre as porcentagem relatadas para criação massal de parasitoide de ovos em laboratório (Oliveira *et al.*, 2008).

O número de indivíduos de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* por ovo de *E. ello* foram de 12,13 e 2,08 ($F= 95,990$ $p<0,01$) e a progênie de 19,37 e 6,33 ($F= 76,692$ $p<0,01$) (Tabela 1). No entanto, o número de indivíduos gerado por *T. pretiosum* LMS1 em ovo de *E. ello* é maior que *O. submetallicus*. Sendo que o registro de indivíduos de *Trichogramma* sp. gerado por ovos de *E. ello* foi de 23 adultos e no máximo 42,3 (Bellotti *et al.*, 1983; Reyes, 1983). Registro de indivíduos de *O. submetallicus* em ovos de *E. ello* não se tem, somente em *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Pentatomidae), 4,3 indivíduos por ovo (Davis, 1964). Sendo esta pesquisa o primeiro registro de quantos indivíduos de *O. submetallicus* emergem de ovos de *E. ello*.

Em hospedeiros como *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917), (Lepidoptera: Gelechiidae), *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781), (Lepidoptera: Noctuidae), *T. pretiosum* necessita de maior quantidade de ovos para depositar a progênie (Pratissoli e Parra, 2000; Pereira *et al.*, 2004; Oliveira *et al.*, 2008; Dias *et al.*, 2008; Vianna *et al.*, 2011). As espécies de *Trichogramma* apresentam variação de 1 a 4 indivíduos dependendo do tamanho do ovo hospedeiro (Fernandes *et al.*, 1999; Vianna *et al.*, 2011).

Considerando o tamanho dos ovos de *E. ello*, 1,5mm, com os hospedeiros citados anteriormente, Reyes (1983) relata que uma fêmea de *Trichogramma* sp. necessita de poucos ovos para depositar a progênie. Pesquisas devem ser feitas para estimar qual a relação entre a densidade do parasitoide e do hospedeiro, a capacidade de parasitismo e tabela de vida destas espécies, o que pode confirmar a importância do tamanho dos ovos do hospedeiro sobre o número de indivíduos gerados.

Fêmeas de *T. pretiosum* nunca depositam toda sua progênie em um único ovo. A quantidade de 23 adultos de *T. pretiosum* encontrada pode ser justificada por mais de uma fêmea parasitar o mesmo ovo. Em observações a campo, encontrou-se até quatro fêmeas parasitando o mesmo ovo de *E. ello*. A respeito do *O. submetallicus*, pouco se conhece de sua capacidade de parasitismo e progênie, tornando esta pesquisa uma das primeiras para casos de programas de controle biológico montados com este parasitoide.

A razão sexual de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* são distintas 0,83 e 1 ($F= 173,895$ $p<0,01$). A razão sexual de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* foi superior a 0,5. Estes valores estão acima do aceitável para criação em laboratório, sendo a razão sexual igual ou superior a 0,5, um fator importante para que a espécie seja considerada como potencial agente de controle biológico (Gonçalves *et al.*, 2003).

A reprodução de *O. submetallicus* ocorre por partenogênese telítoca. Em temperaturas (26°C), este parasitoide produz apenas fêmeas. Em temperatura acima de 30°C, a progênie é composta por machos (Wilson e Woolcock, 1960; Wilson, 1962). A razão sexual é um dos fatores importante para sistema de criação massal de insetos, tanto para experimentos de laboratório quanto seleção de indivíduos para liberação a campo, porque são as fêmeas que parasitam os ovos, sendo, portanto as responsáveis diretas pela interrupção do ciclo do inseto-praga.

O número de imaturos é diferentes entre *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* ($F= 20,620$ $p<0,01$) (Tabela 1). A longevidade em dias das fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 e *O. submetallicus* foi diferente ($F= 41,242$ $p<0,01$), e os machos de *T. pretiosum* LMS1 apresentaram longevidade de $10,88\pm0,19$ dias (Tabela 1). A longevidade é importante porque o hospedeiro natural nunca deposita toda a progênie em um só dia. Fêmeas de *E. ello* podem viver em média 9 dias e depositar 27,03% ou 500 ovos em uma só noite; a capacidade de oviposição é de 1.850 ovos (Bellotti *et al.*, 1989). A longevidade do parasitoide pode proporcionar maior dispersão na área, por ter mais tempo para localizar e parasitar o hospedeiro, sendo uma vantagem importante, porque, nas condições de campo, o parasitismo por si só é suficiente para impedir a continuação do ciclo da praga.

Conclusões

T. pretiosum LMS1 e *O. submetallicus* parasitaram e se desenvolveram em ovos de *E. ello* com porcentagem de parasitismo e de emergência, progênie, razão sexual e longevidade de adultos suficientes para que possamos sugeri-los como potenciais candidatos a serem utilizados em programas de controle biológico dessa praga.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pelo apoio financeiro.

Referências

- Aguiar EB, Lorenzi JO, Monteiro DA, Bicudo, SJ (2010) Monitoramento do (*Erinnyis ello* L.1758) para o controle com *baculovirus* (*Baculovirus erinnyis*) *Rev. Tróp. Ciênc Agr. Biol.* 4: 55-59.
- Arias B, Reyes JA (1983) Cria masal de *Erinnyis ello* (L) (Lepidoptera: Sphingidae) gusano cachon de la yuca. In Reyes JA (ed.) *Yuca: control integrado de pragas*. Cali: CIAT. pp. 343-352.
- Barbosa RH, Kassab SO, Pereira FF, Rossoni C, Costa DP (2014) Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: Eulophidae) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) pupae. *Ciênc Rural*, 45: 185-188.
- Barrigossi JAF, Zimmermann FJP, Lima PS (2002) Consumption Rates and Performance of *Erinnyis ello* L. on Four Cassava Varieties. *Neotrop. Entomol.* 31: 429-433.
- Bellon PP, Favero K, Tavares MT, Oliveira HN (2013) First record of *Euplectrus floryae* (Hymenoptera: Eulophidae) parasitizing *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) in Brazil. *Rev. Col. Entomol.* 39 166-167.
- Bellon PP, Santana DRS, Glaeser DF, Querino RB, Feltrin E, Oliveira HN (2014) Características Biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Cad. Agroecol.* 9: 1-8.
- Bellotti A, Campo BVH, Hyman G (2011) Cassava Production Andy Pest Management: Present and Potential Threats in a Changing Environment. *Trop. Plant Biol.* 4: 145-250.
- Bellotti A, Reyes JA, Arias B (1983) Manejo de plagas en yuca. In: Reyes JA *Yuca: control integrado de pragas*. Cali, Colômbia. 362 pp.
- Bellotti A, Smith L, Lapointe S (1999) Recent Advances In Cassava Pest Management. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 343-370.
- Bellotti AC, Arias BV, Guzman OL (1992) Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). *Flor. Entomol.* 75: 506-515.
- Bellotti AC, Arias BV, Reyes JAQ (1989) *Manejo integrado de Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca). CIAT. 64 pp.
- Beserra EB, Dias CTS, Parra, JRP (2003) Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. *Acta Sci. Agron.* 25: 479-483.
- Bueno RCOF (2008) *Bases biológicas para utilização de Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker 1857) e *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 (Lepidoptera:

- Noctuidae*) em soja. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Brasil. 119 pp.
- Carvalho CF (1980) *Aspectos biológicos, técnica para obtenção de ovos em condições de laboratório e avaliação de danos de Erinnytis ello ello (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera Sphingidae) em mandioca em condições de campo*. Dissertação. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Brasil. 86 pp.
- Celestino FILHO P (1982) Obtenção de posturas de *Erinnyis ello* (L. 1758) em cativeiro, em condições de campo. *EMBRAPA* 3p.
- Chichera RA, Pereira FF, Samir OK, Barbosa RH, Pastori PL, Rossoni C (2012) Capacidade de busca e reprodução de *Trichospilus diatraeae* e *Palmistichus elaeis* (Hymenoptera: Eulophidae) em pupas de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) *Interciencia*, 37:852-856.
- Cobert SA (1985) Insect chemosensory responses: a chemical legacy hypothesis. *Ecol. Entomol.* 10: 143-153.
- Dall'Oglio OT, Zanuncio JC, Freitas FA, Pinto R (2003) Himenópteros parasitoides coletados em povoamento de *Eucalyptus grandis* e mata nativa em Ipaba, estado de Minas Gerais. *Ciênc. Florestal* 13: 123-129.
- Davis CJ, Hawall H (1964) The introduction, propagation, liberation, and establishment of parasites to control *Nezara viridula* variety *smaragdula* (Fabricius) in Hawaii (Heteroptera: Pentatomidae). *Hawaiian Entomol. Society* 18: 369-367.
- Dias NS, Parra JRP, Lima TCC (2008) Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de Trichogramatídeos neotropicais. *Pesq. Agrop. Bras.* 43: 1467-1473.
- Fernandes MG, Busoli AC, De Grande PE (1999) Parasitismo natural de ovos de *Alabama argillacea* Hub. e *Heliothis virescens* Fab. (Lep.: Noctuidae) por *Trichogramma pretiosum* Riley (Hym.: Trichogrammatidae) em algodão no Mato Grosso do Sul. *Anais da Socied. Entomol. Bras.* 28: 695-701.
- Garcia FR, Jiménez LV (2015) Produccion y manejo de *Trichogramma* en Colombia. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR22530.pdf>.
- Gonçalves JR, Holtz AM, Pratissoli D, Guedes RNC (2003) Avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Acta Sci. Agron.* 25: 485-489.
- Legner EF, Bay EC (1965a) *Ooencyrtus submetallicus* Howard in an extraordinary host relationship with *Hippelates pusi* Loew. *The Can. Entomol.* 97(5): 556-557.
- Legner EF, Bay EC (1965b) Predatory and parasitic agents attaching the *Hippelates pusio* complex in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. Puerto Rico.* 49: 377-385.
- Maciel AAS, Lemos RNS, Souza JR, Costa VA, Barrigossi JAF, Chagas EF (2007) Parasitismo de ovos de *Tibraca limbativentris* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) na cultura do arroz no Maranhão. *Neotrop. Entomol.* 36: 616-618.

- Magalhães GO, Goulart RM, Vacari AM, De Bortoli SA (2012) Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* RILEY, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros e cores de cartelas. *Arq. Inst. Biol.* 79: 55-60.
- Noyes JS (2015) Universal Chalcidoidea Database. World Wide Web electronic publication. <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/chalcidoidea/database/detail.dsml?FamilyCode=EE&VALAUTHOR=%28Howard%29&VALGENUS=Ooencyrtus&HOMCODE=0&VALDATE=1897&VALSPECIES=submetallicus&ValidAuthBracket=true&&tab=associates>. (Acesso 13/07/2015).
- Oliveira HN, GOMEZ SA, ROHDEN VS, ARCE CCM, DUARTE MM. 2010. Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species on *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) eggs in Mato Grosso do Sul state, Brazil. *Pesq. Agropec. Trop.* 40(3): 378-379.
- Oliveira HN, Pereira FF, Pratisoli D (2008) *Trichogramma* como alternativa de controle de *Heliothis virescens*. *Rev. Bras. Agroecol.* 3: Suplemento especial.
- Oliveira HN, Zanuncio JC, Pereira FF, Pratisoli D (2011) *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species as an agents of biological control of *Oxydia vesulia* (Lepidoptera: Geometridae). *Rev. Col. Entomol.* 37: 238-239.
- PARRA, JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta huehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi, RA. *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ., Cap.4, pp.121-150.
- Parra JRP, CÔNSOLI FL (2009) Criação massal e controle de qualidade de parasitoides de ovos. En Bueno VHP (2ª ed.) *Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA. pp. 169-198.
- Parra JRP. 2014. Biological control in Brazil: An overview. *Sci. Agri.* 71: 345-355.
- Pereira FF, Barros R, Pratisoli D, Parra JRP (2004) Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) criados em ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Neotrop. Entomol.* 33: 231-236.
- Pratisoli A, Fornazier MJ, Holtz AM, Gonçalves JR, Chioramital AB, Zago HB (2003) Ocorrência *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. *Hortic. Bras.* 21: 73-76.
- Pratisoli D, Parra JRP. 2000. Desenvolvimento e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley, criados em duas traças do tomateiro. *Pesq. Agropec. Bras.* 35: 1281-1288.
- Querino RB, Zucchi R A (2011) Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil. Embrapa Informação Tecnologia. Brasil. 103 pp.
- Reyes JA (1983) Agentes benéficos en el cultivo de La yuca (*Manihot esculenta* crants) y su importância en la regulacion de lãs poblaciones de plagas. In Reyes JA *Yuca: control integrado de plagas*. Cali, Colômbia. 362 pp.

- 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. *Rev. Verde de Agroecol. e Desenvol. Sustentavel* 7: 19-23.
- Soarres MA, Leite GLD, Zanuncio JC, Ferreira CS, Rocha SL, Sá VGM (2014) Assessment of *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Acta Sci. Agron.* 36: 403-408.
- Trjapitzin VA, Bennett F, Cancico ER, Blanco JMC (2004) Annotated check-list of Encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) of Central America, the west Indies and Bermuda. 1ª ed. México. p. 208.
- Van Driesche RG, Bellows TS (1996) Biological control. New York: Chapman & Hall. 539 pp.
- Van Lenteren JC (2009) Critérios de seleção de inimigos naturais. In Bueno VHP (2ª ed.) *Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA. pp.11-32.
- Velásquez De Rios M, Terán J (1995) Description of the species of the *Trichogramma* genus (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Venezuela. *Les colloques I' INRA* 73: 41-46.
- Vianna UR, Pratisoli D, Zanuncio JC, Alencar JRCC, Zinger FD (2011).. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) *Arq. Inst. Biol.* 78: 81-87.
- Wajnberg E, Hassan SA (1994) Biological control with eggs parasitoids. Wallingford, British Library. 286 pp.
- Wilson F, Woolcock LT (1960) Temperature determination of sex in a parthenogenetic parasite. *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Austral. J. Zool.* 8: 153-169.
- Wilson F. 1962. Sex determination and gynandromorph production in aberrant and normal strains of *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Austral. J. Zool.* 10: 349-359.
- Xiao-Ping Y, Wada T (2001) The preference and density responses of egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae* Ishii, to the eggs of soybean stick bugs, *Riptortus clavatus* thunberg and *Piezodorus hybneri* Gmelin. *Entomol Sin.* 8: 251-257.
- Zucchi RA, Monteiro RCO (1997) Gênero *Trichogramma* na América do Sul. In Parra JRP, Zucchi RA *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ. pp. 41-66.

Figuras e Tabelas

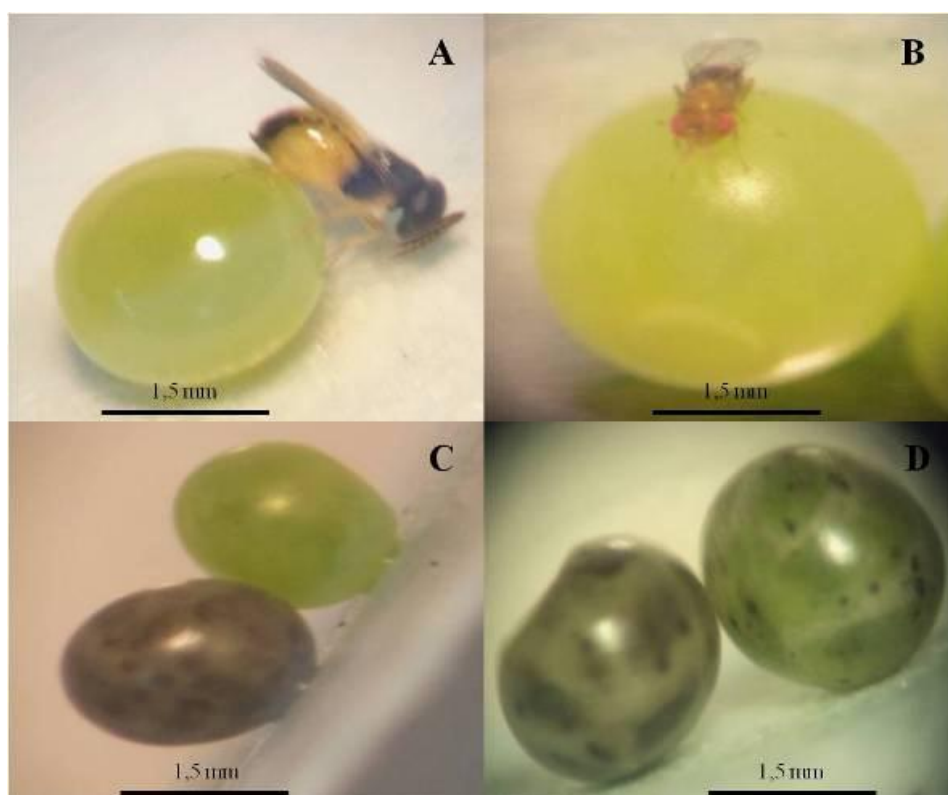


Figura 01. Parasitismo de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) (A), *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) LMS1 (B) sobre ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). Mudança de coloração dos ovos de *E. ello* após parasitados por *O. submetallicus* (C) e *T. pretiosum* (D) a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de (UR) e fotofase de 14h.

Tabela 1. Características biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) LMS1 e de *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, $70\pm 10\%$ de (UR) e fotofase de 14h.

Aspectos Biológicos	(n)	<i>Trichogramma pretiosum</i> (Média $\pm$ erro-padrão)	(n)	<i>Ooencyrtus submetallicus</i> (Média $\pm$ erro-padrão)
Parasitismo(%)	50	68,88 $\pm$ 1,07 A	50	79,13 $\pm$ 1,53 A
Duração do ciclo (ovo/adulto) (dias)	50	10,18 $\pm$ 0,02 B	50	18,93 $\pm$ 0,06 A
Emergência (%)	50	71,21 $\pm$ 1,24 B	50	95,80 $\pm$ 0,79 A
Número de indivíduos por ovo (unidades)	50	12,13 $\pm$ 0,32 A	50	2,08 $\pm$ 0,05 B
Progenie (unidades)	50	19,37 $\pm$ 0,43 A	50	6,33 $\pm$ 0,18 B
Razão sexual	50	0,83 $\pm$ 0,01 B	50	1,00 $\pm$ 0,00 A
Número de imaturos	50	4,03 $\pm$ 0,24 A	50	0,40 $\pm$ 0,07 B
Longevidade de machos (dias)	15	10,88 $\pm$ 0,19	-	-
Longevidade de fêmeas (dias)	25	11,12 $\pm$ 0,26 B	25	27,52 $\pm$ 1,10 A

Médias seguidas da mesma nas linhas não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Capítulo 2

Biologia de *Trichogramma pretiosum* Linhagem MS1 em diferentes densidades de ovos de *Erinnyis ello* e de fêmeas do parasitoide

Resumo: O objetivo deste trabalho foi de avaliar o desempenho de diferentes densidades de fêmeas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Linhagem MS1 quando exposto a diferentes densidades de ovos de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 5x5 (cinco níveis do parasitoide e cinco níveis do hospedeiro). Os dados de parasitismo (%), emergência (%), duração do ciclo ovo/adulto (dias), número de indivíduos por ovo, progênie, razão sexual, número de imaturos e longevidade de adultos (dias) foram submetidos à análise de regressão. As maiores porcentagens de parasitismo e de emergência de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* foram nas densidades de dois e quatro fêmeas por ovo, estando sempre acima de 92%, respectivamente. A duração do ciclo (ovo/adulto) de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* foi semelhante com média geral de 11 dias. O maior número de indivíduos, progênie por fêmea e a razão sexual de *T. pretiosum* LMS1 foram de 22,9 e 0,97 na densidade duas fêmeas por ovo, respectivamente. A maior quantidade de imaturos de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* foi verificada na densidade de 5 ovos por fêmea. As maiores longevidades de fêmeas foram encontradas nas densidades três fêmeas por ovo. De maneira geral, a densidade de duas fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E. ello* foi a que proporcionou as melhores características biológicas desejáveis para criação e eficiência no campo.

Palavras chaves: Controle Biológico, Mandarová-da-mandioca, Parasitoide de ovos.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the performance of different densities of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) lineage MS1 when exposed to different egg densities of *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae). The experiment was carried out in a completely randomized design, 5x5 factorial scheme (five levels of the parasitoid and five levels of the host). The data of parasitism (%), emergence (%), egg / adult cycle length (days), number of individuals per egg, progeny, sex ratio, number of immatures and adult longevity (days) were submitted to regression analysis. The highest percentages of parasitism and emergence of *T. pretiosum* LMS1 in *E. ello* eggs were at densities of two and four females per egg, always being above 92%, respectively. The cycle length (egg / adult) of *T. pretiosum* LMS1 in *E. ello* eggs was similar with a general average of 11 days. The highest number of individuals, progeny per female and sex ratio of *T. pretiosum* LMS1 were 22.9 and 0.97 at density two females per egg, respectively. The highest amount of immature *T. pretiosum* LMS1 in *E. ello* eggs was verified at the density of 5 eggs per female. The greatest longevity of females was found at three females densities per egg. In general, the density of two females of *T. pretiosum* LMS1 per egg of *E. ello* was the one that provided the best desirable biological characteristics for breeding and field efficiency.

Key Words: Biological Control, cassava hornworm, Parasitoid of eggs.

Introdução

Os sucessos de criações de parasitoides em laboratórios dependem de estudos como a escolha da melhor densidade do parasitoide em relação à do hospedeiro. Densidades inadequadas provocam o superparasitismo, ovos são parasitados diversas vezes pelas fêmeas, havendo competição entre larvas do parasitoide, gerando menor número de indivíduos (Pereira et al., 2004; Pereira et al., 2010; Pastori et al., 2012). A porcentagem de imaturos aumenta conforme aumenta a densidade do parasitoide; outro fator importante provocado pelo aumento do número de parasitoide é a diminuição do parasitismo (Pereira et al., 2004).

Trichogramma pretiosum Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) é de fácil criação, podendo ser utilizado em mais de dez diferentes espécies hospedeiras para a multiplicação em laboratório (Gonçalves et al., 2003; Beserra & Parra, 2004; Pereira et al., 2004; Oliveira et al., 2008; Vianna et al., 2011; Bellon et al., 2014; Soarres et al., 2014).

Pesquisas na literatura relatam diversos trabalhos registrando o parasitismo natural dos ovos de *Erinnyis ello* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Sphingidae) por *Trichogramma* sp.. Os primeiros registros de ovos de *E. ello* sendo parasitados por *Trichogramma* foram na década de 80 (Brun et al., 1984). As espécies registradas até o momento parasitando ovos de *E. ello* foram *Trichogramma caiaposi* Brun, Gomez de Moraes & Soares, 1984, *T. demoraesi* Nagaraja, 1983, *T. manicobai* Brun, Moraes e Soares, 1984, *T. marandobai* Brun, Moraes e Soares, 1986, *T. pretiosum* Riley, 1879, *T. atopovirilia* Oatman e Platner, 1983, *T. exiguum* Pinto e Platner, 1983 e *T. colombiensis* Velásquez e Terán, 1994 (Brun et al., 1984; Zucchi & Monteiro, 1997; Ronchi-Teles & Querino, 2005; Oliveira et al., 2010; Zucchi et al., 2010; Vieira et al., 2014; Querino et al., 2016; Souza et al., 2016). O parasitismo natural dos ovos de *E. ello* na cultura de mandioca por *Trichogramma* spp. foi de 57% a campo (Schimitt, 2002; Oliveira et al., 2010).

Dentre os fatores que interferem em programas de controle biológico com *Trichogramma*, destaca-se a utilização de populações desse parasitoide adaptada à região, denominada linhagem (Beserra et al., 2003; Bueno, 2008). A investigação da eficiência de inimigo natural é importante para a manutenção e utilização como agente de controle biológico de *E. ello*. O controle biológico de *E. ello*, quando bem

implantado, pode ser uma alternativa frente às habituais recomendações do controle químico.

No entanto, faltam estudos de laboratório, que, por sua vez, se dá pela dificuldade na etapa de criação de *E. ello* fora do ambiente natural. Por apresentar esta peculiaridade, poucas são as informações sobre a biologia e a capacidade de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de *E.ello*, sendo este referenciado como hospedeiro natural.

O objetivo do trabalho é avaliar o desempenho biológico de diferentes densidades de fêmeas de *T. pretiosum* Linhagem MS1 quando exposto a diferentes densidades de ovos de *E. ello*.

Material e métodos:

O experimento foi conduzido no Laboratório de Controle Biológico de Insetos (LECOBIOL) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Criação dos insetos para montagem dos experimentos:

Criação do hospedeiro natural *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) para a criação de *E. ello* os ovos foram obtidos da criação estoque do LECOBIOL. Após a eclosão, as lagartas de *E. ello* foram colocadas em gaiolas de (1x1x1 m), que continham dieta natural e/ou artificial para alimentação das lagartas recém eclodidas, onde permaneceram até a formação das pupas (Arias & Reyes, 1978; Carvalho, 1980; Celestino Filho, 1982; Pegoraro, 2006). As pupas foram recolhidas das gaiolas e selecionadas por meio da biomassa e das características morfológicas. Posteriormente, foram transferidas para gaiolas (2,5x2,5x2,5m) até a fase adulta (20 machos e 30 fêmeas). Para cópula e oviposição, como substrato de oviposição dos ovos, foram mantidas plantas de mandioca dentro das gaiolas (Arias & Reyes, 1983). Recolhiam-se diariamente as posturas, sendo uma parte utilizada para a montagem do experimento e a outra para a manutenção da criação.

Criação do hospedeiro *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)

Ovos de *A. kuehniella* foram acondicionados em bandejas plásticas (320x240x100mm) contendo dieta artificial à base de farelo de trigo (97%), levedo de cerveja (3%) e papelão corrugado, onde permaneceram até a fase adulta. Estes adultos diariamente foram transferidos para câmara de posturas de PVC (15 cm de diâmetro e

25 de altura) e posteriormente tampados com tecido do tipo 'voil' e elástico para obtenção dos ovos (Parra, 1997).

Criação do parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)
Linhagem MS1.

Ovos de *A. kuehniella*, com 24 horas de idade, foram colados em cartelas de cartolina azul-celeste (2,0 cm de largura e 5,0 de comprimento) com goma-arábica (20%). Em seguida essas cartelas foram inseridas em copos de brigadeiros contendo adultos recém-emergidos, e em seguida os copos eram vedados com filme de PVC, a fim de se evitar a fuga dos parasitoides. Adultos de *T. pretiosum* (LMS1) foram mantidos nos copos (2,5 cm de diâmetro e 5 cm de altura) tampados com filme plástico e contendo uma gotícula de mel, que serviu como alimentação para os insetos.

Desenvolvimento Experimental

ETAPA 1

Fêmeas adultas com idade de 24 horas foram individualizadas em tubos de vidro (1,5 cm de diâmetro e 10 cm de altura) com um ovo de *E. ello* nas proporções (1:1), (2:1), (3:1), (4:1) e (5:1). O parasitismo foi permitido por 24 h, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotofase de 14 h.

ETAPA 2

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado DIC, cinco tratamentos (densidades de ovos de *E. ello*) e cinco repetições cada, representada por cinco grupos totalizando 25 repetições, nas seguintes densidades parasitoides: ovos (1:1), (1:2), (1:3), (1:4) e (1:5) ovos de *E. ello*. O parasitismo foi permitido por 24 horas, a 25 ± 2 °C, $70\pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotofase de 14 horas.

Análise Estatística

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 5x5 (cinco níveis do parasitoide e cinco níveis do hospedeiro) com 25 repetições no delineamento inteiramente casualizado. Os dados de parasitismo (%), emergência (%), duração do ciclo ovo/adulto (dias), número de indivíduos por ovo, progênie, razão sexual, número

de imaturos e longevidade de adultos (dias) foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a 5% de probabilidade e, quando significativos à análise de regressão. A equação que melhor se ajustou aos dados foi escolhida a partir do modelo que apresentou todos os parâmetros significativos, com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância dos coeficientes de regressão (β_i) e de regressão pelo teste F (até 5% de probabilidade), e no fenômeno biológico estudado. Para a análise de regressão, adotou-se a metodologia de superfície de resposta, a partir dos modelos linear e quadrático com duas variáveis independentes, dado por:

Linear

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 Z_1 + e_i \text{ onde}$$

Y= porcentagem de parasitismo

X_1 = número de fêmeas;

Z_1 = densidade de ovos;

β_i , com $i = 0, 1$ e 2 = parâmetros estimados;

e_i = erro aleatório.

Quadrático

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_1^2 + \beta_3 Z_1 + e_i \text{ onde}$$

Y= porcentagem de parasitismo;

X_1 = número de fêmeas;

Z_1 = densidade de ovos;

β_i , com $i = 0$ a 3 = parâmetros estimados;

e_i = erro aleatório.

Resultados

A porcentagem de parasitismo foi alterada pelo número de parasitoides de *T. pretiosum* LMS1 e número de ovos de *E. ello* ($F = 5.0390$) (Figura 1). A porcentagem de parasitismo diminuiu com o aumento das densidades das fêmeas parasitoides e de ovos. A melhor relação foi de duas fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovos de *E. ello* com 96% de parasitismo. A duração do ciclo (ovo/adulto) de *T. pretiosum* LMS1 variou em função das combinações parasitoides/ovos ($F = 3.6346$) (Figura 2). No entanto, o ciclo (ovo/adulto) para essa linhagem em ovos de *E. ello* foi de 10 a 11 dias. A emergência de *T. pretiosum* LMS1 foi influenciada pelas combinações de número de fêmeas com densidades de ovos ($F = 3.3559$) (Figura 3). A utilização de quatro ovos por fêmea proporcionou os maiores valores de emergência.

O número de indivíduos de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E. ello* sofre influência à medida que aumenta a densidade da fêmea, sendo melhor com um ovo ($F = 4.9209$) (Figura 4). O número de indivíduos parasitoides diminui à medida que aumenta a densidade de ovos de *E. ello*, em relação à fêmea de *T. pretiosum* LMS1 (Figura 4). A melhor combinação, portanto, foi de quatro fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E.*

ello, em que se obteve em média 22 indivíduos por ovo. A progênie por fêmea de *T. pretiosum* LMS1 variou em função da relação entre o número de parasitoides e de ovos de *E. ello* ($F= 1.5226$) (Figura 5). Em relação ao número de ovos, a melhor densidade está entre dois e três ovos, tendo entre 16 e 17 fêmeas. Nas relações parasitoides, obtém o maior número de fêmeas a densidade de dois parasitoides/ovo, tendo 19 fêmeas (Figura 5).

A razão sexual variou de 0.74 a 0.97 para as densidades de ovos e do parasitoide ($F= 2.9858$) (Figura 06). Porém, para um sistema de criação, a melhor relação entre o número de parasitoides de *T. pretiosum* LMS1 e o número de ovos de *E. ello* é de duas fêmeas/ovo, em caso de falta de ovos de *A. kuehniella* (Figura 06). A quantidade de imaturos é influenciada à medida que aumenta as relações entre o número de parasitoides de *T. pretiosum* LMS1 e o número de ovos de *E. ello* ($F= 3.3841$) (Figura 07). A melhor relação foi à densidade dois ovos/fêmea, gerando a menor porcentagem de deformações de adultos (Figura 07). Fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 tiveram a maior longevidade na relação entre o número de parasitoides de *T. pretiosum* LMS1 e o número de ovos de *E. ello* de três parasitoides por ovo ($F= 6.9523$) (Figura 08).

Discussão

Trichogramma pretiosum LMS1 é um inimigo natural muito comum de *E. ello* e esta população foi coletado em plantios comerciais de mandioca em Ivinhema, MS. Para uma espécie de parasitoide ser utilizadas em programas de controle biológico diversas etapas devem ser realizadas. Uma delas são estudos de densidades do parasitoide em relação ao hospedeiro, essa pesquisa ainda não tinha sido realizada devido à dificuldade de criação do mandarová-da-mandioca.

O elevado índice de parasitismo e emergência de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* 96% e 92% são pré-requisito para que esta linhagem possa ser utilizada em programas de controle biológico, demonstrando a adequação do parasitoide ao hospedeiro. A competição interespecífica nesse caso favoreceu e aumentou o parasitismo e emergência de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello*. A utilização de linhagens locais de parasitoides proporciona controle acima de 80% (Beserra et al., 2003). A porcentagem considerada ideal de emergência em laboratório deve ser acima de 72 % (Navarro 1998; Oliveira et al., 2008). Dessa forma, para o presente estudo, a viabilidade

acima de 90% de *E. ello* confirma a qualidade dos ovos deste hospedeiro. Para criação massal de *T. pretiosum* LMS1 em ovos de *E. ello* deve-se utilizar a proporção de quatro fêmeas por ovo.

A duração do ciclo (ovo/adulto) não diferiu entre as relações parasitoide hospedeiro. A duração do ciclo (ovo-adulto) pode variar com temperatura, hospedeiros e espécies diferentes de *Trichogramma* (Pereira et al., 2004). Porém estes resultados estão próximos dos encontrados para *T. pretiosum* em ovos de *A. kuehniella* (10 dias) e *D. saccharalis* (10,42 dias) (Bellon et al., 2014).

O número de indivíduos e a prole por fêmea pode estar relacionado ao tamanho do ovo do hospedeiro. Estes dados são confirmados quando comparados com *T. pretiosum* criados nos hospedeiros *A. kuehniella* e *D. saccharalis* o número de indivíduos gerados é de 1,01 e 1,91, *Trichogramma maxacalli* Voegelé e Pointel, 1980 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) gerou três parasitoides/ovo, no hospedeiro *Oxydia vesulia* (Cramer, 1779) (Lepidoptera: Geometridae) e *Trichogramma galloi* Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) quando criados em *Diatraea flavipennella* Box, 1931 (Lepidoptera: Crambidae) e *D. saccharalis* geram 2,17 e 2,21 parasitoide/ovos do hospedeiro (Oliveira et al., 2003; Bellon et al., 2014, Valente et al., 2016). Ovos de *E. ello* pelo fato de apresentarem tamanho médio de 1,5mm proporcionam o maior número de indivíduos de *T. pretiosum* (Reyes, 1983).

A razão sexual para todas as densidades avaliadas foram acima de 0,70, significando que a maioria dos indivíduos gerados foi de fêmeas. A razão sexual é um indicativo de um potencial agente de controle biológico, sendo estas as fêmeas que parasitam (Carneiro et al., 2010). No controle de qualidade de *Trichogramma*, o índice aceitável para determinar se o hospedeiro é ideal ou não, a razão sexual deve ser igual ou superior a 0,5 (Navarro, 1998). A densidade a ser utilizada é de duas fêmeas/ovo.

A porcentagem de imaturos é baixa na combinação um parasitoide para dois ovos, outras combinações aumentaram a quantidade de imaturos. Quanto à longevidade de fêmeas, é importante salientar a necessidade de se obterem fêmeas de *T. pretiosum* com maior longevidade, com isso aumenta a probabilidade da fêmea parasitoide encontrar e parasitar o hospedeiro, seja em laboratório ou no campo.

Ao observar os resultados de todas as características biológicas, notou-se que duas fêmeas de *T. pretiosum* por ovo pode ser considerada uma proporção ideal para se estudos de laboratório, de semicampo e campo visando implementar um programa de controle biológico de *E. ello*. Baseado nos valores satisfatórios dos parâmetros

biológicos estudados nessa pesquisa, podemos indicar a utilização desse parasitoide em programas de manejo integrado de pragas para cultura da mandioca.

Conclusões

Uma fêmea adulta de *T. pretiosum* LMS1 conseguiu parasitar e se desenvolver em todas as densidades de ovos de *E. ello* avaliadas. A densidade de duas fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E. ello* foi a que proporcionou as melhores características deste parasitoide.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela Bolsa de Doutorado, a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Referências

- ARIAS, B.; REYES, J.A. Cria masal de *Erinnyis ello* (L) (Lepidoptera: Sphingidae) gusano cachon de la yuca. In: REYES, J. A. (Ed.). **Yuca: control integrado de pragas**. Cali, Colômbia, 1983. p.343-352.
- ARIAS, V.B.; REYES, J.A. **Guia para la cria masal de *Erinnyis ello* (L) (Lepidoptera: Sphingidae) gusano de la yuca, con material fresco**. 1978. Cali CIAT.
- BELLON, P.P.; SANTANA, D.R. S.; GLAESER, D.F.; QUERINO, R.B.; FELTRIN, E.; OLIVEIRA, H.N. Características Biológicas de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) e *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). **Cadernos de Agroecologia**. v.9 p.4-8, 2014.
- BESERRA, E.B; PARRA, J.R.P. Biologia e parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner e *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.48 p.119-126, 2004.
- BRUN, P.G.; MORAES, G.W.G.; SOARES, L.A. Três espécies novas de trichogrammatidae parasitoides de lepidópteros desfolhadores da mandioca e do eucalipto. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.19 p.805-810, 1984.

BUENO, R.C.O.F. **Bases biológicas para utilização de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para controle de *Pseudoplusia includens* (Walker, 1857) e *Anticarsia gemmatilis* Hubner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) em soja.** 2008. 119p. Tese de Doutorado –Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CARNEIRO, T.R; FERNANDES, O.A. Interação interespecífica entre o parasitoide *Telenomus remus* Nixon (Hymenoptera: Scelionidae) e o predador *Doru luteipes* Scudder (Dermaptera: Forficulidae) sobre ovos de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivo do Instituto Biológico**, v.77 p.171-175, 2010.

CARVALHO, C.F. **Aspectos biológicos, técnica para obtenção de ovos em condições de laboratório e avaliação de danos de *Erinnyis ello* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera Sphingidae) em mandioca em condições de campo.** 1980. 77p. Dissertação Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

CELESTINO FILHO, P. **Obtenção de posturas de *Erinnyis ello* (L. 1758) em cativeiro, em condições de campo.** 1982. 14.p.

GONÇALVES, J.R.; HOLTZ, A.M.; PRATISSOLI, D.; GUEDES, R.N.C. Avaliação da qualidade de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Maringá**, v.25 p.485-489, 2003.

NAVARRO, M.A. *Trichogramma* spp. **Producción, Uso y Manejo en Colombia.** 1998. 176 p. Guadalajara de Buga: Impretec.

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**, v.40 p.378-379, 2010.

OLIVEIRA, H.N.; PARATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J. E. Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacali*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38 p.551-554, 2003.

OLIVEIRA, H.N.; PEREIRA, F.F.; PRATISSOLI, D.. *Trichogramma* como alternativa de controle de *Heliothis virescens*. **Revista Brasileira de Agroecologia**. 3-Suplemento especial. 2008

PARRA, JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi, RA. *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ., Cap.4, pp.121-150.

PASTORI, P. L.; PEREIRA, F. F.; ZANUNCIO, J.C.; OLIVEIRA, H. N.; CALADO, V. F. R.; SILVA R. O. Densidade de fêmeas de *Palmistichus elaeis* Delvare & Lasalle, 1993 (Hymenoptera: Eulophidae) para sua reprodução em pupas de *Anticarsia gemmatilis* Hübner, 1818 (Lepidoptera: Noctuidae) **Arquivo Instituto Biológico**, v.79 p.525-532, 2012.

PEGORARO, R.A. Avanços no desenvolvimento de uma dieta artificial para o marandová-da-mandioca *Erinnyis ello ello* (Lepidoptera: Sphingidae). In: XXI Congresso Brasileiro de Entomologia, Recife 2006. **Anais**. Recife.

PEREIRA, F.F.; BARROS, R.; PRATISSOLI, D.; PARRA, E.J.R. P. Biologia e Exigências Térmicas de *Trichogramma pretiosum* Riley e *T. exiguum* Pinto & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Criados em Ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Neotropical Entomology**, v.33 p.231-236, 2004.

PEREIRA, F.F.; ZANUNCIO, J.C. SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, T.V.; PRATISSOLI, D.; PASTORI, P.L. The density of females of *Palmistichus elaeis* Delvare and LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) affects their reproductive performance on pupae of *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.82 p.323-331, 2010.

PRATISSOLI, A.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. Ocorrência *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v.21 p.73-76, 2003.

QUERINO, R.B.; SILVA, N.N. P.; ZUCCHI, R.A.. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil, **Ciência Rural**, v.46 p.1521-1523. 2016.

REYES, J.A. Agentes benéficos em el cultivo de La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su importancia em La regulacion de lãs poblaciones de plagas. In: JESUS, A.; REYES, M. S.C. (Ed.). **Yuca: Control integrado de plagas**. CIAT, 1983. p.203-220.

RONCHI-TELES, B.; QUERINO, R.B. Registro de *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Erynnis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, v.34: p515, 2005.

SCHMITT, A.T. Principais insetos pragas da mandioca e seu controle. In: CEREDA, M.P. (Ed.). **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americano**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p.350-369.

SOARRES, M.A.; LEITE, G. L.D; ZANUNCIO. J.C.; FERREIRA, C.S.; ROCHA, S. L.; SÁ, V.G.M. Assessment of *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for biological control in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum**, v.36 p.403-408, 2014.

SOUZA, A.R.; GIUSTOLIN, T.A.; QUERINO, R.B.; ALVARENGA, C. D. Natural parasitism of lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v.99 p.221-225, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.099.0210>

VALENTE, E.C.N.; BROGLIO, S.M.F.; PASSOS. E. M.; LIMA, A. S. T. Desempenho de *Trichogramma galloi* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51 p.293-300. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000400001. 2016.

VIANNA, U.R.; PRTISSOLI, D.; ZANUNCIO, J.C.; ALENCAR, J.R.C.C.; ZINGER, F.D. Espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (Lepidoptera: Noctuidae). **Arquivo Instituto Biológico**, v.78 p.81-87, 2011.

VIEIRA, J.M.; 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 p.083–089, 2014. [dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3869.1.8](https://doi.org/10.11646/zootaxa.3869.1.8)

ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO R.C.O. Gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: Fealq, 1997, p.41-66.

ZUCCHI, R.A, QUERINO, R.B.; MONTEIRO RC Diversity andy hosts *Trichogramma* in the New World, with emphasis in South America. In: CONSOLI, F.L; PARRA, J.R. P; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma***. New York: Springer, 2010. p.219-236.

Figuras e Tabelas

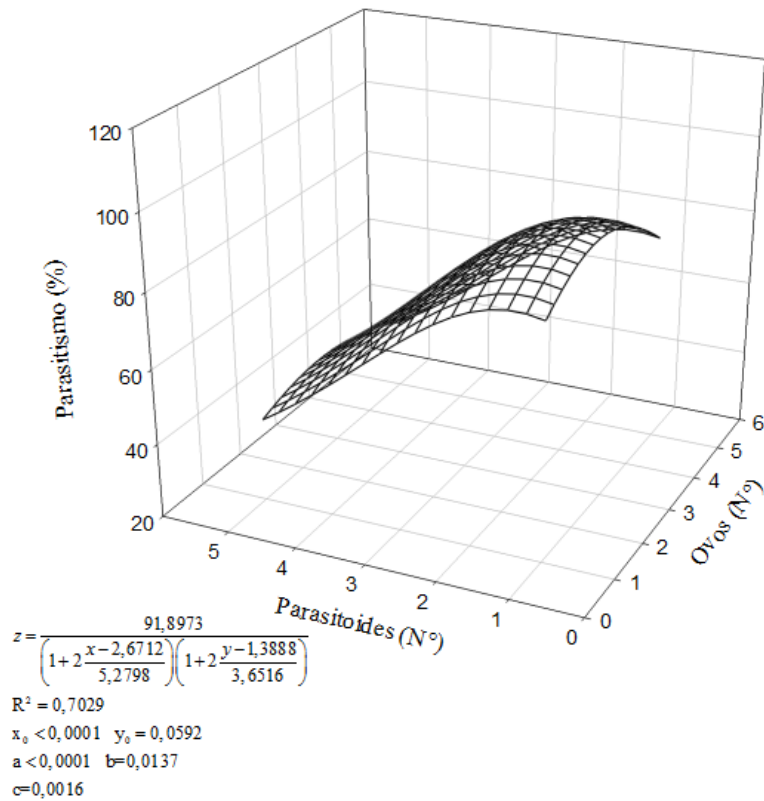


Fig. 1. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a porcentagem de parasitismo de *T. pretiosum* a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

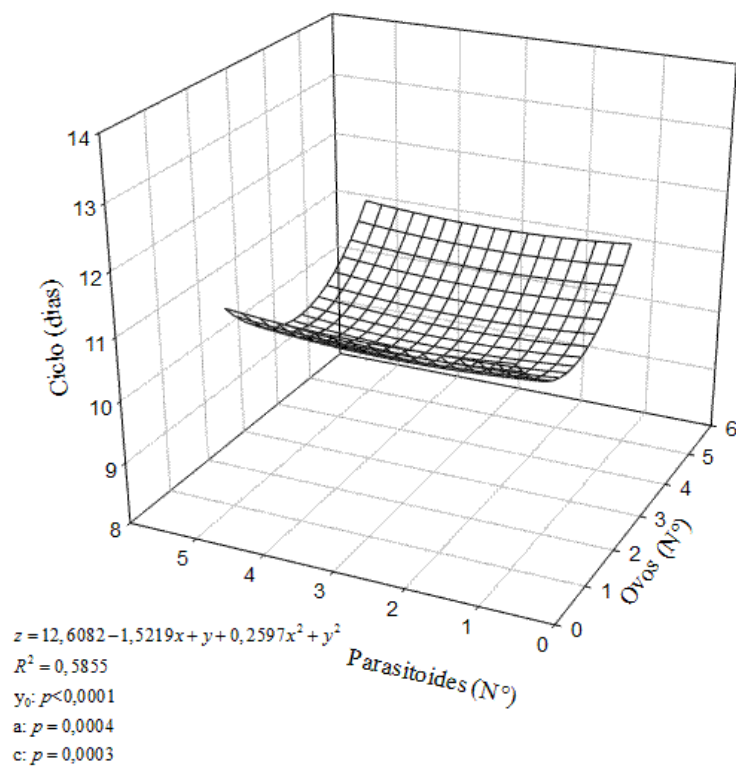


Fig. 2. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e o ciclo ovo-adulto de *T. pretiosum* a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

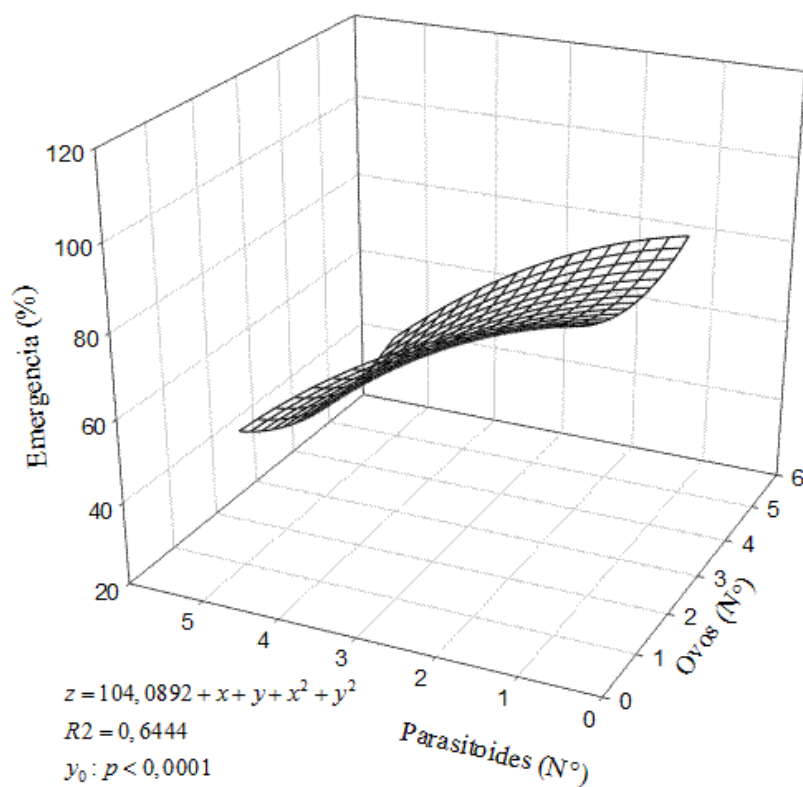


Fig. 3. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a emergência de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

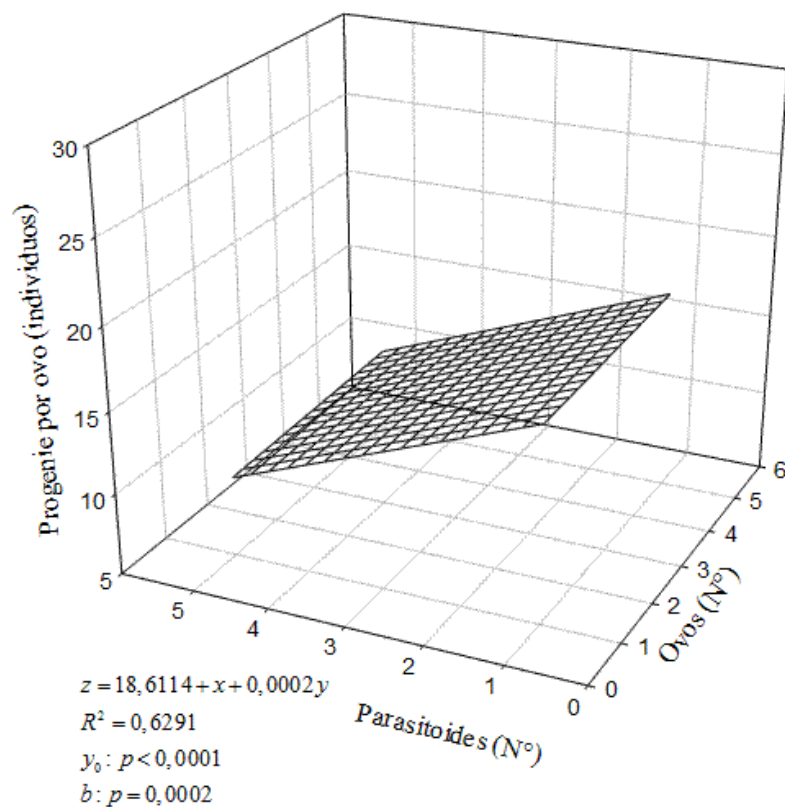


Fig. 4. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a progênie por ovo de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

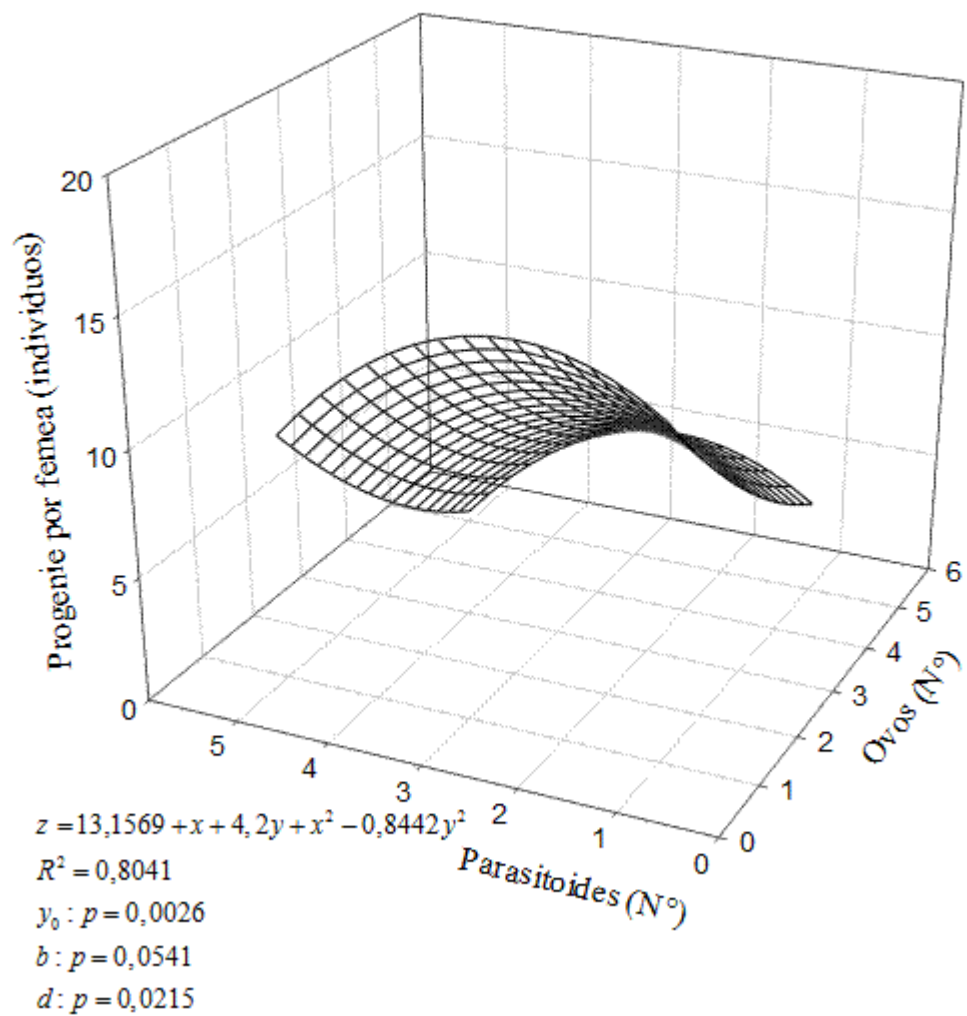


Fig. 5. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a progênie por femea de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

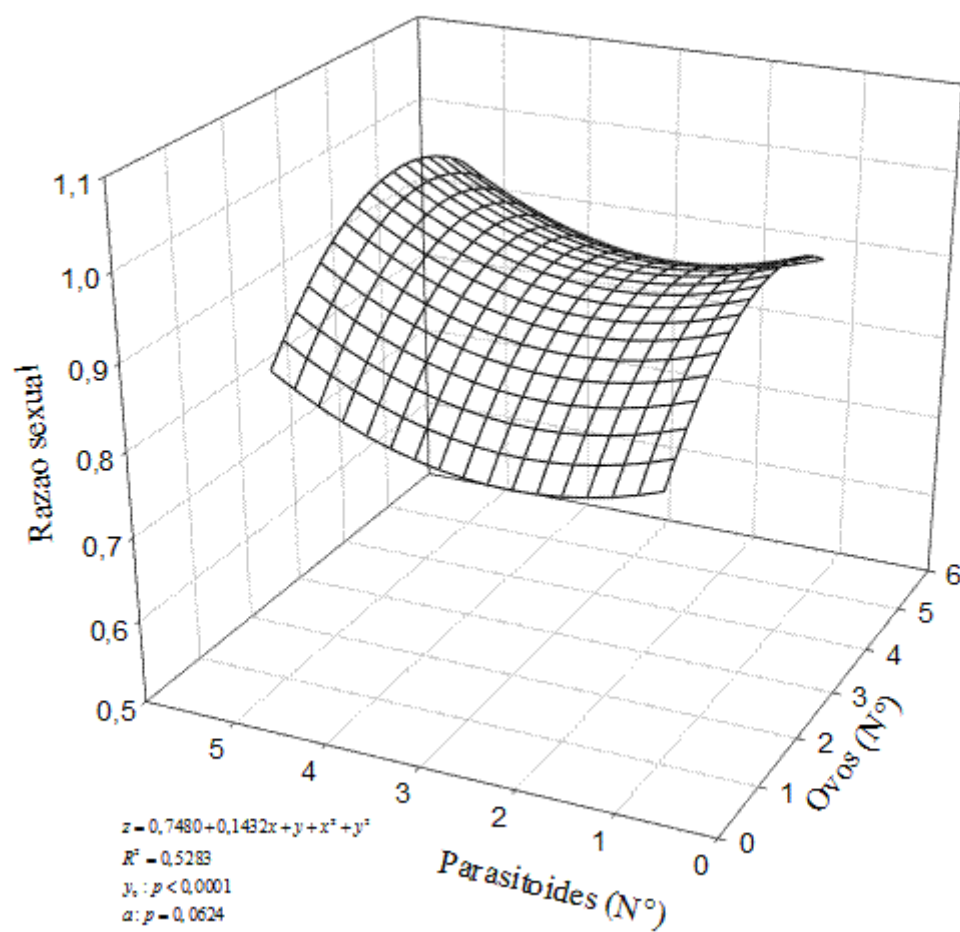


Fig. 6. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a razão sexual de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

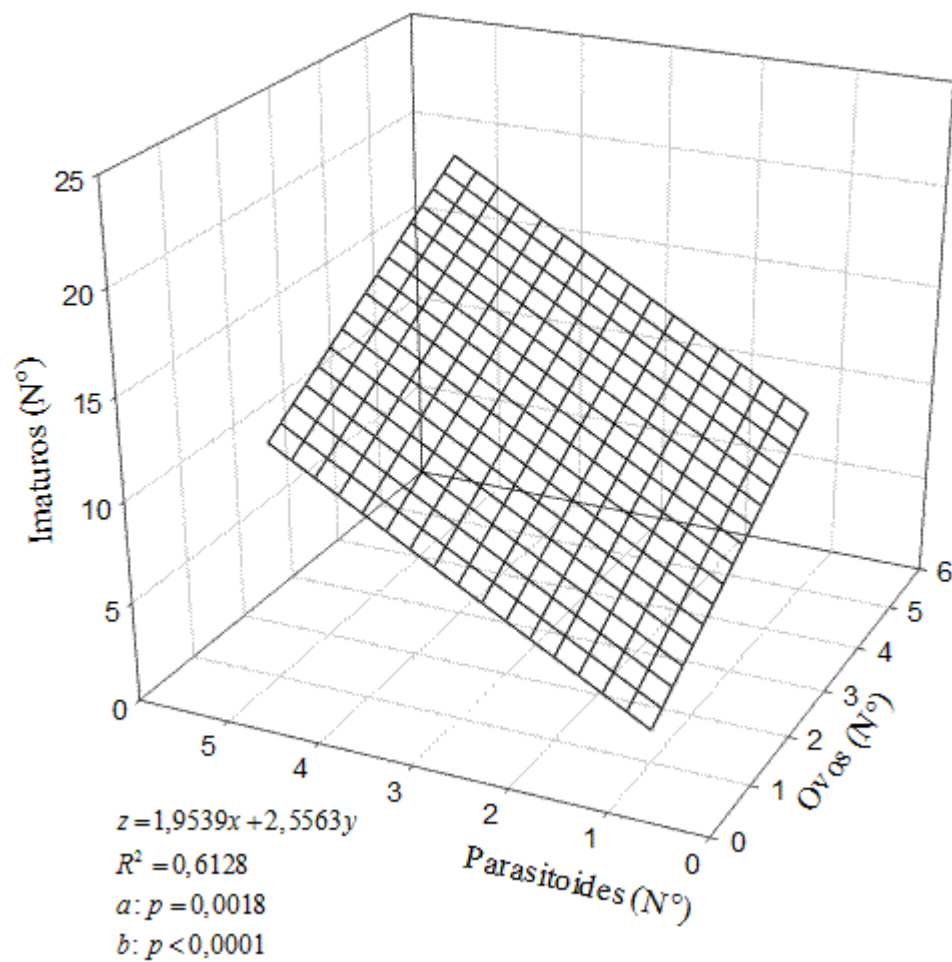


Fig. 7. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e o número de imaturos de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

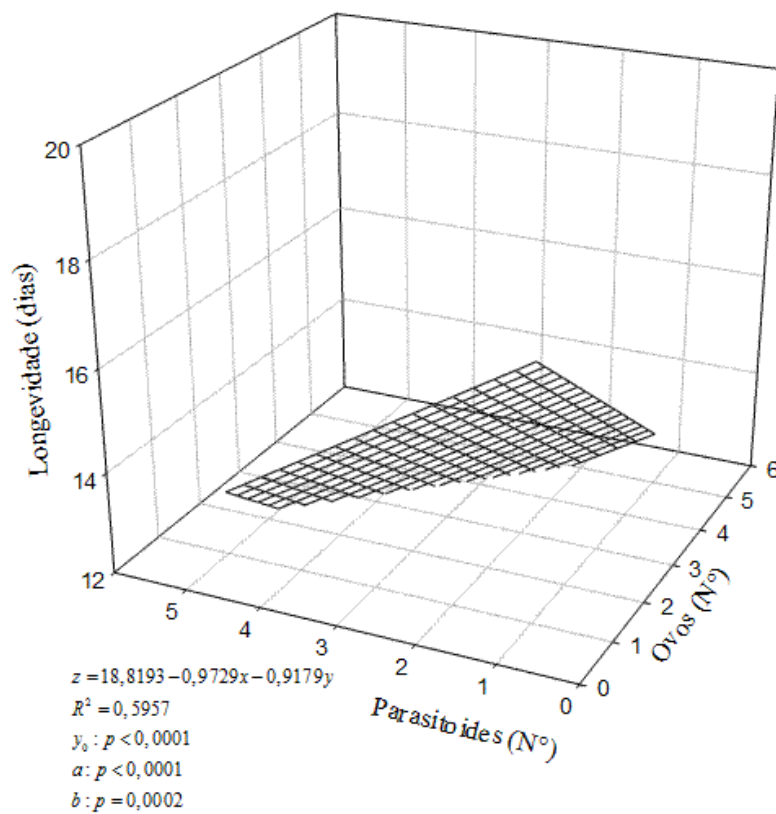


Fig. 8. Relação entre o número de parasitoides de *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), número de ovos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) e a longevidade de *T. pretiosum* a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 10\%$ de UR e fotofase de 14 horas.

Capítulo 3

Monitoramento e custo da liberação de *Trichogramma pretiosum* para o controle de *Erinnyis ello*

Resumo: O objetivo deste estudo foi monitorar os adultos e ovos de *E. ello*, avaliar o efeito de liberações inundativas de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), no controle do mandarová-da-mandioca e o custo do controle. O experimento foi conduzido no ano-safra 2014/2015 com a variedade Santa Helena. Foram demarcadas quatro parcelas de um ha para cada tratamento, equidistantes a 25m. A infestação foi naturalmente por *E. ello*. A liberação de *T. pretiosum* LMS1 foi realizada quando coletados 50 adultos na armadilha luminosa. Os tratamentos foram: a- ausência de liberação (testemunha); b- liberação em 10 pontos (36.000 *T. pretiosum* LMS1/ha); c- liberação em 15 pontos (54.000 *T. pretiosum* LMS1/ha). Três liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1 controlaram *E. ello* na fase de ovo na cultura de mandioca. A primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1 deve ser feita quando coletar 30 adultos de *E. ello* por noite na armadilha luminosa. O controle com liberações de *T. pretiosum* tornou se mais viável economicamente que o método químico. *Erinnyis ello* pode ser controlado com liberações de *T. pretiosum* LMS1 contribuindo com o manejo integrado do mandarová.

Palavras chaves: armadilha luminosa, cultura da mandioca, parasitoide, painel solar.

Abstract: The objective of this study was to monitor the adults and eggs of *E. ello*, to evaluate the effect of inundant releases of *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), on the cassava hornworm control and cost of control. The experiment was conducted in the 2014-2015 crop year with the St. Helena variety. Four plots of one ha were demarcated for each treatment, equidistant at 25m. Infestation was naturally caused by *E. ello*. The release of *T. pretiosum* LMS1 was performed when 50 adults were collected in the light trap. The treatments were: a- absence of release (control); b- release in 10 points (36,000 *T. pretiosum* LMS1 / ha); c- release in 15 points (54,000 *T. pretiosum* LMS1 / ha). Three inundative releases of *T. pretiosum* LMS1 controlled *E. ello* in the egg phase in cassava culture. The first release of *T. pretiosum* LMS1 should be done when collecting 30 adults of *E. ello* per night in the light trap. The control with releases of *T. pretiosum* became more economically viable than the chemical method. *Erinnyis ello* can be controlled with releases of *T. pretiosum* LMS1 contributing to the integrated management of “mandarová”.

Key words: luminous trap, cassava culture, parasitoid, solar panel.

Introdução

Mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, 1766 (Malpighiales: Euphorbiaceae) é um tubérculo importante para países da América Latina, Ásia, África e Oceania. Foi cultivada em cerca de 150 países, com aproximadamente 53,6 milhões de hectares plantados (Fao, 2010; Fao, 2011). O rendimento da mandioca aumentou de 99,1 milhões de toneladas em 1970 para mais de 289 milhões de toneladas em 2015 (Fao, 2016). No entanto, estes rendimentos podem ser comprometidos por agentes fito-patogênicos e por insetos como *Erinnyis ello* (Linneaus, 1758) (Lepidoptera: Sphingidae), uma importante praga desfolhadora com alta capacidade de consumo foliar na fase larval. Para completar o ciclo, este inseto consome entre 10 e 12 folhas desenvolvidas, podendo chegar a 100% de desfolha da planta de mandioca, causando perda de 25% a 64% na produção de raízes (Arias & Bellotti, 1984; Bellotti et al., 1992; Bellotti et al., 1999; Barrigossi et al., 2002). Dependendo do nível do desfolhamento, reduz a concentração de amido nas raízes de mandioca em torno de 10%.

O ciclo biológico completo de ovo/adulto de *E. ello* varia de 150, 52, 29 e 23 dias a temperatura de 15, 20, 25 e 30 C°, respectivamente, sendo que uma fêmea adulta pode viver até 19 dias e depositar 1.850 ovos, sendo 70% destes depositados nos primeiros sete dias (Fernández et al., 1989; Bellotti et al., 1999; Schimitt, 2002).

Existem várias táticas para o controle de *E. ello*, dentre as mais utilizadas o uso de inseticidas biológicos e químicos na fase de lagarta (Aguiar et al., 2010; Silva et al., 2012). O manejo de *E. ello* consiste em implementar programas de controle biológico por meio da utilização de parasitoides de ovos, uma vez que, estes, impedem a eclosão da lagarta, estágio que causa danos às culturas. Espécies de parasitoide do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) são eficientes em relação a outros parasitoides (Potrich et al., 2015).

Na Colômbia, a fase de ovos de *E. ello* é controlada por meio de liberações de *Trichogramma* spp., no estágio de lagarta, com aplicações de *Bacillus thuringiensis* e *Baculorirus erinnyis* (Bellotti & Schoonhoven, 1978; Reyes, 1983; Bellotti et al., 1992; Bellotti et al., 1999). Na Venezuela, estudos demonstraram que *Trichogramma* sp., *T. exiguum* Pinto e Platner, 1983 e *T. colombiensis* Velásquez e Terán, 1994 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) estão associados ao controle natural de *E. ello* (Velásquez & Terán, 1995; Bertorelli et al., 2005).

As espécies de *T. manicobai*, *T. marandobai*, *T. precioso*, *T. atopovitilla*, *T. colombiensis* e *T. exiguum* estão associados a *E. ello* na cultura da mandioca na América do Sul, (Vieira et al., 2014). No Brasil, *Trichogramma caiaposi* Brun, Gomez de Moraes e Soares, 1984, *T. manicobai* Brun, Moraes e Soares, 1984, *T. marandobai* Brun, Moraes e Soares, 1986, *T. pretiosum* Riley, 1879 e *T. atopovirilia* Oatman e Platner, 1983 já foram relatados para *E. ello* (Brun et al., 1984; Zucchi e Monteiro, 1997; Ronchi-Teles e Querino, 2005; Oliveira et al., 2010; Zucchi et al., 2010; Vieira et al., 2014; Querino et al., 2016; Souza et al., 2016).

O parasitismo natural dos ovos de *E. ello* por *Trichogramma* sp. chega a 41,23% (Schimitt, 2002; Oliveira et al., 2010). Não há pesquisas aplicadas com *T. pretiosum* no controle de *E. ello* na literatura, somente existem relatos de parasitismo natural na cultura da mandioca. O objetivo deste estudo foi monitorar os adultos e ovos de *E. ello*, avaliar o efeito de liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1, no manejo do mandarová-da-mandioca e o custo do controle.

Materiais e métodos

Descrição da área de amostragem

O experimento foi realizado em uma área comercial de 30 ha de mandioca variedade Santa Helena destinada à produção de fécula e farinha de mandioca, localizada no sítio Bela Vista, nas seguintes coordenadas (22° 20' 57" S, 53° 54' 37" W) no município de Ivinhema, MS. O plantio foi implantado em junho de 2014, espaçamento de plantio foi de 0,90m entre as linhas e 0,45 m entre plantas de mandioca. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento, cada parcela foi constituída por 1-ha equidistante a 25 m. A pesquisa foi conduzida a partir da infestação natural de *E. ello*.

Monitoramento

O monitoramento populacional dos adultos e dos ovos de *E. ello* foi feito no primeiro ciclo da cultura ano safra 2014/2015. A fase adulta foi monitorada com a utilização de armadilha luminosa autônoma, modelo Luiz de Queiroz com modificações para identificação das revoadas de *E. ello* (Figura 1-A).

A energia para alimentação da armadilha foi fornecida por uma bateria de 75 A. A armadilha possuía um sensor fotoelétrico que acionava a lâmpada ao anoitecer e desliga ao amanhecer. Durante o dia, a bateria era recarregada pelo painel Solar Painel Fotovoltaico de 60 Watts (Figura 1-B). O monitoramento das posturas/ovos de *E. ello* foi feito em 20 plantas por parcela, vistoriando o terço apical e médio da planta, local este de maior preferência para oviposição.

Coleta e identificação

A coleta e identificação de *T. pretiosum* Linhagem MS1 (LMS1) foi realizada a partir de ovos parasitados de *E. ello*, obtidos em plantios de mandioca na região de Ivinhema, Mato Grosso do Sul. A identificação da espécie foi feita utilizando chaves de Querino & Zucchi (2011).

Para a multiplicação de *T. pretiosum* LMS1, ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) com 24 horas de idade foram inviabilizados e fixados em cartelas de cartolina azul-celeste (2,0 x 5,0 cm) com goma-arábica a (20%) e expostos ao parasitismo. Adultos de *T. pretiosum* LMS1 foram mantidos em copos plásticos com capacidade de 40 ml, tampados com filme plástico e contendo uma gotícula de mel para alimentar os insetos, adaptado de (Parra, 1997).

Metodologia de liberação do parasitoide

Os tratamentos foram realizados nas seguintes quantidades (tratamentos): ausência de liberação (testemunha); a) liberação em 10 pontos por ha (36.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha); e b) liberação em 15 pontos (54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha) (Figura 02-a, b). A primeira liberação ocorreu no dia 21/11/2014, quando se coletaram 50 adultos de *E. ello* na armadilha luminosa autônoma na noite anterior à liberação. A segunda liberação foi no dia 28/11/2014 e a terceira liberação no dia 12/12/2014, seguindo a mesma metodologia e tratamentos.

Antes e após as liberações, foram realizados amostragens a cada sete dias, registrando a porcentagem de infestação e parasitismo dos ovos de *E. ello* nas parcelas com liberações e nas parcelas sem liberações. Em 20 plantas por parcela, foi observando o número de ovos de *E. ello* por planta e a porcentagem de parasitismo dos ovos de *E. ello*. O inventário dos ovos foi efetuado no terço apical e médio da planta de mandioca, perfazendo 20 plantas por parcela.

Os ovos de *E. ello* foram acondicionados em tubos *eppendorf* separados para cada tratamento, devidamente identificados e levados para o laboratório. Com auxílio de uma lupa estereoscópica, contou-se o número de ovos parasitados e não parasitados, após a emergência dos parasitoides ou eclosão das lagartas. Os dados foram submetidos à ANOVA, análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5%.

Custo de controle

Para determinar o custo de controle de *E. ello* com liberação de *T. pretiosum* LMS1 foi calculado o Tempo Gasto para a Liberação (TGL) em um hectare, o valor de um indivíduo de *T. pretiosum* e o frete, que é fixo. Calculou-se o Valor da Diária (VD), / Hora Trabalhada (HT) = valor de uma Hora Homem (HH), $(VD/HT=HH)$.

O Tempo Gasto de Liberação (TGL) por ha, vezes, Hora Homem (HH), dividido por uma Hora (H) = Valor/ha (V/ha); $(TGL \times HH/H = V/ha)$. O custo de uma liberação de *Trichogramma* foi calculado a partir do tempo gasto e o valor de 3.600 parasitoides.

Resultados

O painel fotovoltaico recarrega a bateria, não necessitando de transporta-la para recarregar, reduzindo o tempo e o custo do monitoramento (Figura 01-A).

A utilização da armadilha luminosa com o painel Fotovoltaico permitiu constatar o início das revoadas, sendo eficiente no monitoramento das diferentes flutuações populacionais de adultos de *E. ello*, na cultura de mandioca. Portanto, foi possível determinar 13 picos populacionais de *E. ello* acima de 30 adultos e 20 picos populacionais acima de 50 adultos (Figura 03).

Com a realização das amostragens foi possível encontrar as três fases do inseto no campo, e o produtor pode escolher antes dos danos qual fase da praga vai controlar. Elaboramos a seguinte metodologia: a primeira opção de controle é na fase de ovo, utilizando o controle biológico com liberações de parasitoides; segunda opção de controle biológico de *E. ello* é a utilização de *Baculovirus erinnyis* ou *Bacillus thuringiensis* nos três primeiros instares larvais; terceira opção de controle é a utilização de produtos químicos (Figura 04).

A amostragem para verificar se estava ocorrendo parasitismo natural dos ovos de *E. ello* por *Trichogramma* spp. foi feito no dia 21/11/2014, momentos antes da primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1 (Figura 03). Constatou-se que o parasitismo natural dos

ovos de *E. ello* por *Trichogramma* spp. foi de 3,12% a 5,85% (Tabela 1 e Figura 03). Tanto as parcelas destinadas às liberações como as sem liberações de *T. pretiosum* LMS1 não diferenciaram entre si, no número de plantas infestadas, número de ovos por planta e parasitismo natural dos ovos de *E. ello* por *Trichogramma* spp. (Tabela 1).

A primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1 foi no dia 21/11/2014. Nas três noites anteriores à liberação, foram coletados acima de 150 adultos de *E. ello* na armadilha luminosa autônoma (Figura 03). Acima de 50 adultos coletados por noite, em três noites consecutivas (Figura 03), representa 60% a 71,25% das plantas de mandioca infestadas com 2,23 a 2,98 ovos de *E. ello* por planta (Tabela 1).

Após sete dias da primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1, efetuada no dia 21/11/2014, foi feita a primeira avaliação do parasitismo dos ovos de *E. ello* no dia 28/11/2014 (Tabela 1). As plantas não infestadas com ovos de *E. ello* representavam em torno de 53,75% a 61,25% do total de plantas na área (Tabela 1). As plantas infestadas com ovos de *E. ello* eram em torno de 38,75% a 46,25% com 1,20 a 1,47 ovos por planta (Tabela 1). A primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1, em 10 e 15 pontos/ha, proporcionou um incremento de parasitismo de 45,26% a 60,54% sobre a testemunha ($F = 6,98$, $P = 0,02$) (Tabela 1). Na primeira semana após liberação, o tratamento com maior controle foi de 15 pontos com de 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha (Tabela 01) e (Figura 05).

No dia 28/11/2014, foi feita a segunda liberação. Nas três noites anteriores ao dia 28/11/2014, coletaram-se 83 adultos de *E. ello* na armadilha luminosa autônoma (Figura 03). Uma semana após a segunda liberação de *T. pretiosum* LMS1, em 10 e 15 pontos por ha no dia 05/12/2014, avaliou-se a porcentagem de controle. O incremento do parasitismo dos ovos de *E. ello* por *T. pretiosum* LMS1 foi de 46,52% e 34,58% em relação à testemunha $F=49,43$, $P=0,01$ (Tabela 1). Na segunda liberação de *T. pretiosum* LMS1, o tratamento que possibilitou maior controle foi de 10 pontos com 36.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha (Tabela 1 e Figura 05). Observou-se, após a segunda liberação de 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha, que ocorreu uma diminuição do parasitismo.

No dia 05/12/2014, não se realizou a liberação de *T. pretiosum* LMS1, em função do baixo número de adultos de *E. ello* capturado nas três noites anteriores na armadilha luminosa autônoma (Figura 03). Foi possível observar que 33% a 45% das plantas não estavam infestadas com ovos de *E. ello* (Tabela 1). Após 14 dias da primeira liberação e sete da segunda liberação, houve-se um incremento de 32,97% e 39,54% de parasitismo sobre a testemunha diferenciando entre si $F=2,03$, $P=0,21$ (Tabela 1). Mesmo não

liberado *T. pretiosum* LMS1, os parasitoides estavam controlando a população de *E. ello*, evidenciando o estabelecimento na área. A liberação de *T. pretiosum* LMS1, em 15 pontos por hectare apresentou controle efetivo de *E. ello* (Tabela 1) e (Figura 05).

No dia 12/12/2014, foi feita a terceira liberação de *T. pretiosum* LMS1. Nas três noites anteriores a liberação, capturaram-se acima de 200 adultos de *E. ello* na armadilha luminosa (Figura 03). Acima de 50 adultos coletados por noite representa infestação de 35% a 76% das plantas de mandioca com 1,06 a 1,62 ovos de *E. ello* (Tabela 1).

A terceira liberação de *T. pretiosum* LMS1 proporcionou incremento de 32,97% e 39,54% de parasitismo dos ovos de *E. ello* na cultura de mandioca (Tabela 1). O melhor controle foi com a liberação de 54.000 adultos do parasitoide *T. pretiosum* LMS1/ha (Tabela 1 e Figura 05).

No dia 19/12/2014, após sete dias da terceira liberação, 21 dias após a segunda e 28 dias após a primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1, 95% a 100% das plantas de mandioca estavam infestadas com 2,40 a 3,84 ovos de *E. ello* por planta (Tabela 1). Nas três noites anteriores da avaliação, coletaram-se 321 adultos de *E. ello* (Figura 03). O incremento do parasitismo em 10 e 15 pontos foi de 50,51% e 44,76% sobre a testemunha, diferenciando entre si $F=7,37$, $P=0,02$ (Tabela 1). O melhor controle foi quando liberaram-se 36.000 *T. pretiosum* LMS1 em 10 pontos por ha (Tabela 1 e Figura 05).

Pode-se observar que as maiores infestações ocorreram entre os dias 12/12/2014 a 23/12/2014, e no dia 23/12/2014, quando 95% a 100% das plantas estavam infestadas (Tabela 1). Após a terceira liberação, o incremento de parasitismo em 10 e 15 pontos foi de 43,71% e 44,8% (Tabela 1). Em todo o período, foram coletados adultos de *E. ello*, e também foram observadas posturas. Foi possível observar nas áreas com liberações, cerca de um a quatro fêmeas de *T. pretiosum* parasitando o mesmo ovo de *E. ello*. A presença dos ovos de *E. ello* proporcionaram a manutenção do ciclo biológico e multiplicação do parasitoide na área em todo o tempo. As liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1, com o parasitismo natural controlaram a fase de ovo, impedindo a eclosão das lagartas de *E. ello* nas lavoura de mandioca.

Em relação ao custo de controle, determinou-se que o valor a ser pago por pessoa para a liberação de *T. pretiosum* LMS1 em 10 e 15 pontos por ha de mandioca é de quatro reais e dezessete centavos, e seis reais e vinte cinco centavos, respectivamente. Um indivíduo de *T. pretiosum* LMS1 custa R\$ 0,0003. O custo de 3.600 parasitoides é de R\$ 1,08, com frete fixo de, no caso, R\$ 80,00. Para adquirir 36.000 e 54.000 adultos de *T.*

pretiosum LMS1/ha fica em torno de R\$ 90,80 e R\$ 96,20 com frete incluso. Portanto, o custo de uma liberação de *T. pretiosum* LMS1 em um hectare fica em torno de R\$ 94,96 e R\$ 102,45.

Por sua vez, o controle químico de *E. ello* custa, considerado a aquisição do ingrediente ativo (i.a.) Cipermetrina e a aplicação do produto, em torno de 65,5 R\$/ha. O controle com liberações de 36.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha é viável a partir de dois hectares, o custo é de 54,96R\$/ha, tornando mais barato que o método químico. E a partir de três hectares, compensa liberar 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha, com um custo de 49,11 R\$/ha, o que representa 16,39 R\$ mais barato que o método químico.

Discussão

O monitoramento no primeiro ciclo da cultura de mandioca identificou 13 revoadas de *E. ello*, acima de 50 adultos capturados/noite. No primeiro ciclo da cultura de mandioca, podem ocorrer quatro revoadas de *E. ello* acima de 50 adultos capturados por noite na armadilha luminosa (Aguiar et al., 2010).

Entre o segundo e sexto mês, é a época onde as raízes tuberosas são definidas, período este que necessita de maior atenção por parte dos agricultores em monitorar as áreas de mandioca. As altas densidades populacionais de insetos pragas ocorrem no início do desenvolvimento da cultura (Silva et al., 2013; Silva et al., 2014; Silva et al., 2016). Uma desfolha nos primeiros meses de desenvolvimento da cultura acarretar perdas de produtividade (Schmitt, 2002; Aguiar et al. 2010).

Os adultos de *E. ello* podem migrar a longas distancias de uma região para outra, para ovipositar, alterando o equilíbrio biológico local (Bellotti et al., 1992; Torrecillas et al., 1992). De ocorrência cíclica, a contagem diária dos adultos de *E. ello* permite o acompanhamento do início da flutuação populacional (Bellotti et al., 1992; Schmitt, 2002; Aguiar et al., 2010). A captura de cinco ou mais adultos de *E. ello* indica o início da infestação (Bellotti et al., 1992; Schmitt, 2002). O monitoramento auxilia o produtor no planejamento e tomada de decisão, em qual fase do desenvolvimento do inseto vai controlar e qual método de controle utilizara. Podendo adotar as seguintes medidas de controle: na fase de ovo, controle biológico com liberações de parasitoides; nos três primeiros instares larvais, controle com *Baculovirus erinnyis* ou *Bacillus thuringiensis*; e após as lagartas atingirem o quarto instar, utilização de produtos químicos.

É importante monitorar a fase de ovo de *E. ello* e a ocorrências do parasitismo natural por *Trichogramma* spp.. O parasitismo por *Trichogramma* spp. controla 42,64% da infestação de *E. ello*. Este parasitoide pode ser encontrado durante todo período da cultura de mandioca, o parasitismo natural de ovos de *E. ello* por *Trichogramma* spp. é de 21,8% atingindo picos de 57% de controle (Schmitt, 2002; Oliveira et al., 2010). O controle natural de *Trichogramma* spp. por si só não é capaz de controlar a explosão populacional de *E. ello*, necessitando de liberações inundativas de *Trichogramma* para seu controle na fase de ovo.

As liberações inundativas de *T. pretiosum* LMS1 controlaram a fase de ovo de *E. ello*, impedindo a eclosão da lagarta, evitando a herbívoros, que causara desfolhas, diminuição da área fotossintética da planta de mandioca reduzindo sua produtividade. O controle na fase de ovo da praga com *Trichogramma* sp. impede o aumento e, conseqüentemente, evita o desfolhamento da cultura (Parra & Cõnsoli, 2009). Para depositar seus ovos os lepidópteros preferem plantas saudáveis, sendo repelidas por plantas atacadas por meio da indução de resistência da planta (De Moraes et al., 2001; Pinto-Zevallos et al., 2013). O que explica a maior porcentagem de plantas infestadas nas parcelas com liberação de *T. pretiosum* LMS1.

Liberações de *Trichogramma* sp. com o parasitismo natural podem aumentar os níveis de parasitismo de ovos de *E. ello* (Bellotti et al., 1999). Estudos de linhagens locais de *Trichogramma* proporcionam mais de 80% de parasitismo (Beserra et al., 2003). Liberações de *Trichogramma ostrinae* Pang & Chen, 1974 e *T. nubilale* Ertle & Davis, 1975 controlam em (60,6%) e (43,1%) a broca europeia do milho *Ostrinia nubilalis* (Wang et al., 1999). As liberações de *T. pretiosum* LMS1 incrementaram o parasitismo, chegando a 72,34% e 87,62% de controle de *E. ello*.

Na Colômbia, a liberação de *Trichogramma* sp., *Trichogramma minutum* Riley, 1871 e *Trichogramma fasciatum* (Perkins, 1912) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) controlaram em 57% a 94% ovos de *E. ello* (Bellotti & Schoonhoven, 1978; Reyes, 1983). A combinação da aplicação de *B. thuringiensis* com liberação de *Trichogramma* sp. proporcionou 98% de parasitismo ao terceiro dia após a liberação (Arias & Bellotti, 1983).

Após a segunda liberação consecutiva e inundativa de 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1, diminuiu a eficiência. O controle de 100% da praga com liberações de *Trichogramma* não ocorre devido à competição intraespecífica, e a alta densidade do parasitoide no campo em relação ao número de ovos da praga (Knipling, 1977). As

primeiras liberações de *T. pretiosum* LMS1 devem ser feitas quanto capturar por noite 30 adultos na armadilha luminosa, e encontra em média 0,5 ovos de *E. ello* por planta de mandioca.

O custo de uma liberação de 36.000 e 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1 ficou em torno de R\$ 94,96 e R\$ 102,45 em um hectare de mandioca. O controle de *E. ello*, com liberações de 36.000 e 54.000 adultos de *T. pretiosum* LMS1/ha, é viável economicamente em relação ao controle químico (i.a.) Cipermetrina a partir de dois e três hectares de mandioca, quando o frete é dividido. Cipermetrina é o produto químico mais utilizado para o controle das lagartas de *E. ello* na cultura de mandioca (Silva et al., 2012). Os produtores relatam que não estão tendo de eficiência de controle de *E. ello* quando aplicado cipermetrina. Esta diminuição da eficiência do produto pode ser pelo fato de o (i.a.) ser utilizado em larga escala há décadas pelos produtores.

A utilização da armadilha luminosa deu autonomia para o monitoramento das revoadas de *E. ello*, identificando os picos populacionais dos adultos e as posturas. Para o controle de *E. ello* na cultura de mandioca recomenda-se fazer três liberações de adultos de *T. pretiosum* LMS1. A primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1 deve ser feita na dose de 36.000 adultos em 10 pontos/ha, quando coletar 30 adultos por noite na armadilha luminosa, tornando-se mais barato que o método químico a partir de dois hectares de mandioca. Realizar a segunda e terceira liberação, de *T. pretiosum* LMS1, na dose de 54.000 adultos em 15 pontos/ha, quando coletar 50 adultos na armadilha por noite, ficando mais barato que o método químico a partir de três hectares de mandioca.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para a condução e divulgação deste trabalho. A empresa Bio-Controle pela doação da armadilha luminosa.

Referencias

- AGUIAR, E.B.; LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; BICUDO, S.J. Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L.1758) para o controle com *baculovirus* (*Baculovirus erinnyis*) **Revista Trópica-Ciências Agrária e Biológicas**, v.4, p.55-59, 2010.
- ARIAS, B.; BELLOTTI, A.C. Perdidas en rendimiento (daño simulado) causadas por *Erinnyis ello* (L.) y niveles críticos de población en diferentes etapas de desarrollo en tres clones de yuca. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.10, p.28-35, 1984.
- ARIAS, B.; BELLOTTI A.C. Eficiencias del *Bacillus thuringiensis*, sobre el gusano cachon de la yuca *Erinnyis ello*, em um programa de controle biológico. In: Reyes, J.A. (Ed.). **Yuca: control integrado de pragas**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia, 1983. p.227-234.
- BARRIGOSI, J.A.F.; ZIMMERMANN, F.J.P.; LIMA, P.S.C. Consumption Rates and Performance of *Erinnyis ello* L. on four Cassava varieties. **Neotropical Entomology**, v.31, p.429-433, 2002.
- BELLOTTI, A.C.; ARIAS, B.V.; GUZMAN, O.L. Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). **Florida Entomologist**, v.75, p.506-515, 1992.
- BELLOTTI, A.C.; SCHOONHOVEN, A.V. Cassava pests and their control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia, 1978
- BELLOTTI, A.C.; SMITH, L.; LAPOINTE, S.L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review Entomology**, v.44, p.343-370, 1999.
- BERTORELLI, M.; MONTILLA, J.; LUNA, C.O.L.L. J. Manejo del gusano cachudo de la yuca en el Sur del Estado Anzoátegui. (2005). Disponível em: http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n8/arti/bertorelli_m/bertorelli_m.htm . Acesso em: 15 Fev. 2016
- BESERRA, E.B.; DIAS, C.T.S.; PARRA, J.R.P. Características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* desenvolvidas em ovos de *Spodoptera frugiperda*. **Acta Scientiarum Agronomy** v.25, p.479-483, 2003. Doi:<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v25i2.2060>.
- BRUN, P.G.; MORAES, G.W.G.; SOARES, L.A. Três espécies novas de Trichogrammatidae parasitoides de lepidópteros desfolhadores da mandioca e do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.19, p.805-810, 1984.
- PARRA, JRP (1997) Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: Parra JRP, Zucchi, RA. *Trichogramma e o controle biológico aplicado*. Piracicaba: FEALQ. Cap.4, pp.121-150.
- DE MORAES, C.M.; MESCHER, M.C.; TUMLINSON, J.H.; Caterpillar-induced nocturnal plant volatiles repel conspecific females. **Nature**, v.410, p.577-580, 2001. Doi:10.1038/35069058.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2010. Statistics Division. Statistical Yearbook 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/015/am081m/PDF/am081m00b.pdf>>. Acesso em: 26.11.15.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2011. Relatório sobre a fome no mundo em 2011: Volatilidade e alta dos preços devem continuar. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/rsfm2011vapdc.asp>>. Acesso em: 26.11.15.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2016. Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5003e.pdf>>. Acesso em: 15.02.16.

FERNÁNDEZ, F.O.; CEBALLOS, L.F.; MEDINA, L.M. Manejo integrado de *Erinnyis ello* (L) (gusano cachón de la yuca). 3rd edn. Cento Internacional de Agricultura Tropical CIAT. (1989)

KNIPLING, E.F. The theoretical basic for augmentation of natural enemies. In: RIDGWAY, R.L.; VISON SB.; (Ed.). **Biological control by augmentation of natural enemies**. Plenum Press, New York and London, USA. 1977. p.79-123.

OLIVEIRA HN, GOMEZ SA, ROHDEN VS, ARCE CCM & DUARTE MM. Record of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) species on *Erinnyis ello* Linnaeus (Lepidoptera: Sphingidae) eggs in Mato Grosso do Sul state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, p.378-379, 2010. Doi:10.5216/pat.v40i3.6453

PARRA, J.R.P.; CÔNSOLI, F.L. Criação massal e controle de qualidade de parasitoides de ovos. In: BUENO, V.H.P. (Ed.). **Controle biológico de pragas: Produção massal e controle de qualidade**. Universidade Federal de Lavras, 2009. p.169-198.

POTRICH, M.; ALVES, L.F.A.; LOZANO, E.; ROMAN, J.C.; PIETROWSKI, V.; NEVES, P.M.O.J. Interactions between *Beauveria bassiana* and *Trichogramma pretiosum* under laboratory conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.154, p.213-221, 2015. Doi:0.1111/eea.12272.

PINTO-ZEVALLOS, D.; MARINS, C.B.C.; PELLEGRINO, A.C.; ZARBIN, P.H.G. Compostos orgânicos voláteis na defesa induzida das plantas contra insetos herbívoros. **Química Nova**, v.36, p.1395-1405, 2013.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A. Guia de identificação de *Trichogramma* para o Brasil. Embrapa. Informação Tecnologia, BR. 2011.

QUERINO, R.B.; SILVA, N.N.P.; ZUCCHI, R.A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural** v.46, p.1521-1523, 2016.

REYES, J.A. Agentes benéficos em el cultivo de La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y su importancia em La regulacion de lãs poblaciones de plagas. In: JESUS, A.; REYES, M. S.C. (Ed.). **Yuca: Control integrado de plagas**. CIAT, 1983. p.203-220.

RONCHI-TELES, B.; QUERINO, R.B. Registro de *Trichogramma demoraesi* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Erynnis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na Amazônia Central. **Neotropical Entomology**, v.34: p515, 2005.

SCHMITT, A.T. Principais insetos pragas da mandioca e seu controle. In: CEREDA, M.P. (Ed.). **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americano**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p.350-369.

SILVA AS, KASSAB SO & GAONA JC Insetos-pragas, produtos e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Verde**, v.7. p.19-23, 2012.

SILVA, A.S.; MOTA, T.A.; FERNANDES, M.G.; KASSAB, S.O.; Spatial distribution of *Bemisia tuberculata* (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava crop in Brasil. **Revista Colombiana de Entomologia**, v.39, p.193-196, 2013.

SILVA, A.S.; MOTA, T.A.; FERNANDES, M.G.; KASSAB, S.O. Sequential sampling of *Bemisia tuberculata* (Bondar 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) on cassava crop. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v.6, p.889-896. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-37652014117212>.

SILVA, A.S.; MOTA, T.A.; PIÑEYRO, N.G.; FERNANDES, M.G.; PEREIRA, F.F.; Distribución espacial de *Vatiga* spp. (Hemiptera: Tingidae) em el cultivo de yuca. **Acta biológica Colombiana**, v.21, p.195-200. 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1.46762>.

SOUZA, A.R.; GIUSTOLIN, T.A.; QUERINO, R.B.; ALVARENGA, C.D. Natural parasitism of lepidopteran eggs by *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in agricultural crops in Minas Gerais, Brazil. **Florida Entomologist**, v.99, p.221-225, 2016. Doi: <http://dx.doi.org/10.1653/024.099.0210>

TORRECILLAS, S.M.; NUNES, F.A.R.; GÓMEZ, E.J.; PEGORARO, R.A. Manejo integrado del marandová de la mandioca em el cono Sur. Banco Internacional de Desarrollo (BID). (1992)

VELÁSQUEZ DE RIOS, M.; TERÁN, J. Description of the species of the *Trichogramma* genus (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Venezuela. In: E WAJNBERG. (Ed.). Institut national de la recherche agronomique. Les colloques I' INRA, Paris. p 41-46, 1995.

VIEIRA, J.M.; 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.1, p.083-089, 2014. <http://dx.doi.org/10.11646/zootaxa.3869.1.8>.

ZUCCHI, R.A.; MONTEIRO, R.C.O. Gênero *Trichogramma* na América do Sul. In: Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A (Ed.). **Trichogramma e o controle biológico aplicado** Piracicaba, 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 America. In: CÔNSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on Trichogramma**. Springer Dordrecht Heidelberg London New York, NY, USA. 2010. p.219-236. DOI 10.1007/978-1-4020-9110-0.

WANG, B.; FERRO, D.N.; & HOSMER, D. W. Effectiveness of *Trichogramma ostrinae* and *T. nubilale* for controlling the European corn borer *Ostrinia nubilalis* in sweet corn. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.91, p.297-303, 1999.

Figuras e Tabelas



Figura 01. Armadilha luminosa Modelo Luiz de Queiroz - A; Paineis fotovoltaicos para carregar a bateria - B; instalada na cultura da mandioca para monitoramento de adultos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae).

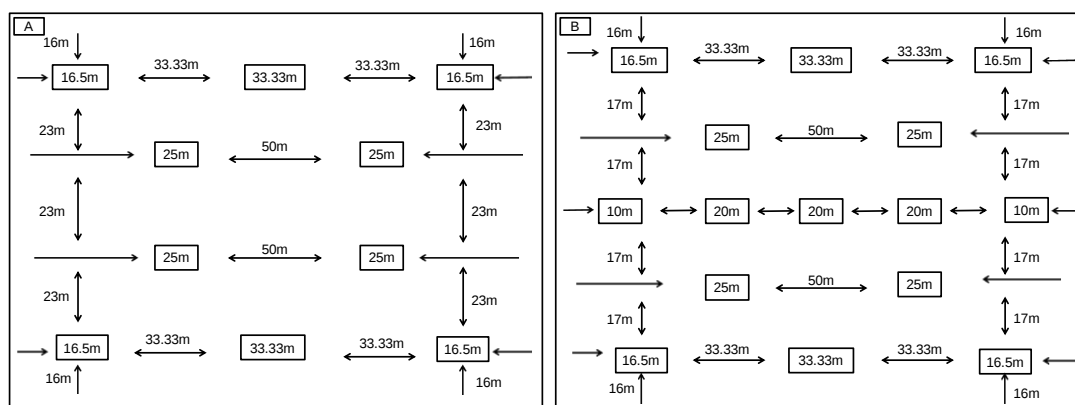


Figura 02. Liberação de 3.600 adultos de *Trichogramma pretiosum* LMS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) por ponto. Liberação de 36.000 *T. pretiosum* adultos / ha, em 10 pontos-A; Liberação de 54.000 *T. pretiosum* adultos / ha, em 15 pontos -B.

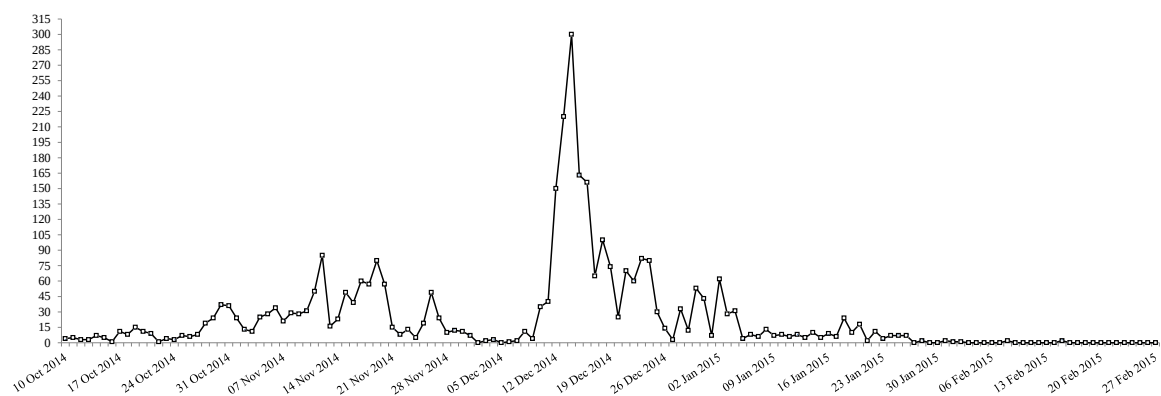


Figura 03. Número de adultos de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) capturados com armadilha luminosa modelo Luiz de Queiroz na cultura da mandioca em Ivinhema - MS.

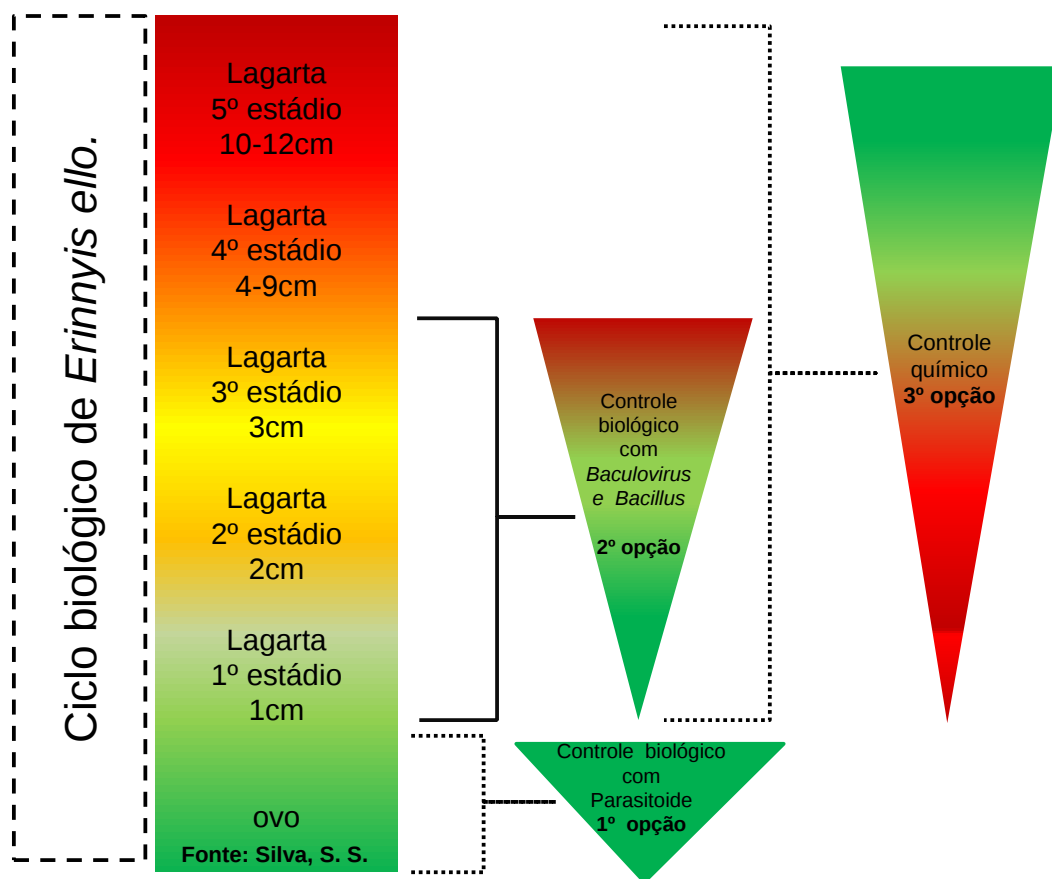


Figura 04. Monitoramento e ações de manejo e tomada de decisão com base nas diferentes fases de desenvolvimento de *E. ello*. Opção 1: controle de *E. ello* na fase de ovo com parasitoides. Opção 2: controle biológico de *E. ello* com *B. erinnyis* e Bt até o terceiro instar de desenvolvimento ou até 3cm de comprimento das lagartas. Opção 3: controle de *E. ello* com produtos químicos, a partir do quarto instar de desenvolvimento ou após 4 cm de comprimento das lagartas.

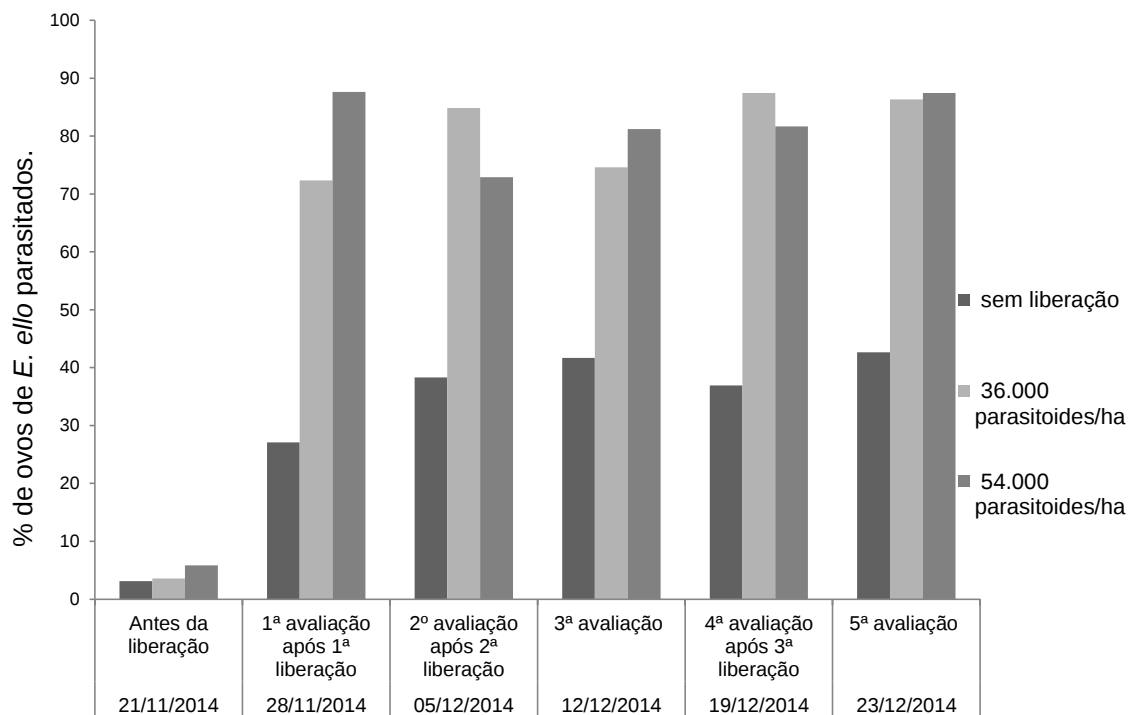


Figura 05. Parasitismo após liberações inundáveis de *Trichogramma pretiosum* LMS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle de *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) na fase de ovo na cultura da mandioca.

Tabela 1. Número médio (%) $\pm$ EP de infestação de plantas de mandioca variedade Santa Helena e parasitismo por *Trichogramma pretiosum* LMS1 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) após liberação inundativa para controle de posturas *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae).

		Testemunha	10 Pontos	15 Pontos	F	P
Antes da liberação 21/11/2014	% Planta não infestada	40,00 $\pm$ 16,33a	28,75 $\pm$ 10,31a	31,25 $\pm$ 21,75a	0,42 ^{ns}	0,66
	% Planta infestada	60,00 $\pm$ 16,33a	71,25 $\pm$ 10,31a	68,30 $\pm$ 21,75a	0,42 ^{ns}	0,66
	Ovo por planta	2,98 $\pm$ 1,38a	2,47 $\pm$ 0,18a	2,23 $\pm$ 0,09a	0,82 ^{ns}	0,48
	% Parasitismo	3,12 $\pm$ 6,25a	3,60 $\pm$ 2,72a	5,85 $\pm$ 2,70a	0,40 ^{ns}	0,68
1ª Avaliação 28/11/2014	% Planta não infestada	55,00 $\pm$ 19,15a	53,75 $\pm$ 7,50a	61,25 $\pm$ 11,09a	0,39 ^{ns}	0,69
	% Planta infestada	45,00 $\pm$ 19,15a	46,25 $\pm$ 7,50a	38,75 $\pm$ 11,09a	0,65 ^{ns}	0,55
	Ovo por planta	1,33 $\pm$ 0,82a	1,20 $\pm$ 0,14a	1,47 $\pm$ 0,32a	0,24 ^{ns}	0,79
	% Parasitismo	27,08 $\pm$ 10,83b	72,34 $\pm$ 28,51ab	87,62 $\pm$ 15,11a	6,98*	0,02
2ª Avaliação 05/12/2014	% Planta não infestada	45,00 $\pm$ 19,15a	33,75 $\pm$ 22,50a	30,00 $\pm$ 21,60a	0,89 ^{ns}	0,45
	% Planta infestada	55,00 $\pm$ 19,15a	66,25 $\pm$ 22,50a	70,00 $\pm$ 21,60a	0,89 ^{ns}	0,45
	Ovo por planta	1,50 $\pm$ 0,91a	1,32 $\pm$ 0,50a	1,64 $\pm$ 0,41a	0,33 ^{ns}	0,72
	% Parasitismo	38,33 $\pm$ 14,43b	84,85 $\pm$ 13,29a	72,91 $\pm$ 15,01a	49,43*	0,01
3ª Avaliação 12/12/2014	% Planta não infestada	65,00 $\pm$ 19,15a	50,00 $\pm$ 20,62a	23,75 $\pm$ 7,50a	4,00 ^{ns}	0,07
	% Planta infestada	35,00 $\pm$ 19,15a	50,00 $\pm$ 20,62a	76,25 $\pm$ 7,50a	4,00 ^{ns}	0,07
	Ovo por planta	1,37 $\pm$ 0,48a	1,62 $\pm$ 0,50a	1,06 $\pm$ 0,06a	1,68 ^{ns}	0,26
	% Parasitismo	41,66 $\pm$ 50,00a	74,63 $\pm$ 5,22a	81,20 $\pm$ 9,46a	2,03 ^{ns}	0,21
4ª Avaliação 19/12/2014	% Planta não infestada	0 $\pm$ a	5,00 $\pm$ 5,77a	2,50 $\pm$ 5,00a	1,28 ^{ns}	0,32
	% Planta infestada	100,00 $\pm$ 00a	95,00 $\pm$ 5,77a	97,50 $\pm$ 5,00a	1,32 ^{ns}	0,32
	Ovo por planta	2,40 $\pm$ 0,52b	3,84 $\pm$ 0,58a	3,56 $\pm$ 0,38a	8,71*	0,01
	% Parasitismo	36,93 $\pm$ 30,96b	87,44 $\pm$ 7,68a	81,69 $\pm$ 10,07a	6,41*	0,03
5ª Avaliação 23/12/2014	% Planta não infestada	0,0 $\pm$ 0a	15,00 $\pm$ 19,15a	5,00 $\pm$ 5,77a	1,61 ^{ns}	0,27
	% Planta infestada	100,00 $\pm$ 0a	85,00 $\pm$ 19,15a	95,00 $\pm$ 5,77a	1,61 ^{ns}	0,27
	Ovo por planta	1,95 $\pm$ 0,30a	1,46 $\pm$ 0,33a	1,56 $\pm$ 0,72a	0,76 ^{ns}	0,5
	% Parasitismo	42,64 $\pm$ 18,29b	86,35 $\pm$ 18,93a	87,44 $\pm$ 7,17a	7,37*	0,02

*Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05. ^{ns}. Não significativo.

Conclusões finais

O elevado índice de parasitismo de *T. pretiosum* LMS1 e de *O. submetallicus* demonstra a capacidade de adaptação ao hospedeiro, podendo ser multiplicados em *E. ello*, com base nos resultados dos experimentos da biologia dos parasitoides, otimizando a multiplicação do inimigo natural, em ovos de mandarová nas condições laboratoriais.

T. pretiosum LMS1 e *O. submetallicus* se desenvolvem e se reproduzem em ovos de *E. ello*, o que nos permite sugerir-los como potenciais candidatos a serem utilizados em programas de controle biológico dessa praga.

Uma fêmea adulta de *T. pretiosum* LMS1 consegue parasitar e se desenvolver em todas as densidades de ovos de *E. ello* avaliadas. A densidade de duas fêmeas de *T. pretiosum* LMS1 por ovo de *E. ello* foi a que proporcionou as melhores características deste parasitoide.

A utilização da armadilha luminosa auxilia o monitoramento de *E. ello*, identificando o início das revoadas na cultura de mandioca.

Para o controle de *E. ello* na cultura de mandioca, recomenda-se fazer três liberações de adultos de *T. pretiosum* LMS1. A primeira liberação de *T. pretiosum* LMS1 deve ser feita na dose de 36.000 adultos em 10 pontos/ha, quando coletar-se 30 adultos por noite na armadilha luminosa, tornando-se mais barato que o custo com o método químico a partir de dois hectares de mandioca. Realizar a segunda e terceira liberação, de *T. pretiosum* LMS1, na dose de 54.000 adultos em 15 pontos/ha quando se coletarem 50 adultos na armadilha por noite, podendo ficar mais barato que o método químico a partir de três hectares de mandioca.