

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS  
AGRÁRIAS E ENGENHARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**FERNANDO ZANOTTI MADALON**

**COMPORTAMENTO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE) NO MANEJO BIOLÓGICO DE *Spodoptera  
eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), NA CULTURA DO  
TOMATEIRO**

ALEGRE

2018

FERNANDO ZANOTTI MADALON

**COMPORTAMENTO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE) NO MANEJO BIOLÓGICO DE *Spodoptera  
eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), NA CULTURA DO  
TOMATEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Dirceu Pratissoli  
Coorientador: Dr. José Salazar Zanúncio Júnior

ALEGRE

2018

Modelo de ficha catalográfica fornecido pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas da Ufes para ser confeccionada pelo autor

---

- M178c Madalon Zanotti, Fernando, 11/01/1993-  
Comportamento de *Trichogramma pretiosum* Riley  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) no manejo biológico de  
*Spodoptera eridania* (Cramer) (Lepidoptera: Noctuidae), na  
cultura do tomateiro / Fernando Madalon Zanotti. - 2018.  
95 f. : il.
- Orientador: Dirceu Pratissoli.  
Coorientador: José Salazar Zanúncio Júnior.  
Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e  
Engenharias.
1. parasitoide de ovos. 2. lagarta-das-folhas. 3.  
comportamento de oviposição. 4. proporção de parasitoides. 5.  
*Solanum lycopersicum*. 6. Manejo Fitossanitário. I. Pratissoli,  
Dirceu. II. Salazar Zanúncio Júnior, José. III. Universidade  
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias e  
Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

---

**FERNANDO ZANOTTI MADALON**

**COMPORTAMENTO DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE) NO MANEJO BIOLÓGICO DE *Spodoptera  
eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE), NA CULTURA DO  
TOMATEIRO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 30 de Janeiro de 2018

**COMISSÃO EXAMINADORA**



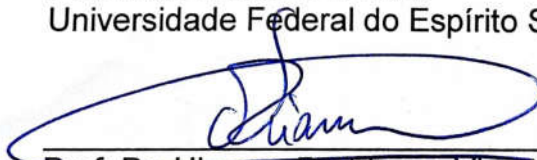
---

Prof. Dr. Dirceu Pratissoli  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



---

Prof. Dr. Leandro Pin Dalvi  
Universidade Federal do Espírito Santo



---

Prof. Dr. Ulysses Rodrigues Vianna  
Universidade Federal do Espírito Santo

Dedico a Deus pelo Dom da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, que me agraciou com o dom da vida, sempre me iluminou nos momentos de dificuldade e me proporcionou forças;

Aos meus pais Geraldo Madalon e Solange Dolacir Zanotti Madalon pela vida, pelo incentivo, carinho e amor;

Ao Prof. Dr. Dirceu Pratissoli, pela orientação, amizade e pela oportunidade de cursar o mestrado em Produção Vegetal no CCAEUFES;

A empresa Koppert<sup>®</sup> pela ajuda financeira e suporte;

A meu irmão Rodrigo e cunhada Bertha, por conselhos, pelas críticas construtivas e estímulo;

Aos meus avós maternos Zilda e Geraldo e paternos Julha e José Pascoal por sempre me ensinarem, a ser uma pessoa melhor. Também agradeço a tios e primos, pela compreensão e incentivo nos estudos;

A Khétrin por sua ajuda, companheirismo e dedicação;

Ao amigo e funcionário Leonardo Mardgan, por ser um verdadeiro pai nesta jornada;

Ao Doutor José Salazar Zanúncio Júnior pela coorientação.

A Dra. Débora Ferreira Melo Fragoso, por sua paciência, dedicação e ensinamentos;

Ao Doutor Victor Lima, por seu companheirismo e ensinamentos;

A Dra. Ranyse Barbosa Querino da Silva, por sua colaboração na identificação morfológica;

Ao Doutor Fabricio Fagundes Pereira, por sua ajuda e ensinamentos;

Ao Doutor Thiago Gechel Kloss, por suas ajudas e ensinamentos;

Ao Doutor Hugo Bolsoni Zago, por suas ajudas e ensinamentos;

Ao Doutor Hugo José Gonçalves dos Santos Júnior, por suas ajudas e ensinamentos;

Ao amigo de trabalho José Romário de Carvalho por sua ajuda e ensinamentos;

Aos funcionários e amigos do NUDEMAFI: Aparecida e Carlos Magno, Priscila, Romário, Mariana, Luíza, Celson, Mariana, Chansislaine, Matheus, Ana Clara, Rafael, Luis, Lorena, Alexandra, Carlos Eduardo, Julielson, Pedro, Raphael Carvalho, Matheus Henrique, Isaac, Jessica, Lucélia, Karine, Ingrid, Christian, Roberta, Camila, Laura, Alice, Saulo e João Marcos;

Aos amigos Caroline, Ana Elisa, Gevson, Jorge e Breno pela ajuda e amizade;

Ao Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Santa Teresa, por ceder a área para o experimento de campo;

Aos professores Dr. Lusinério Prezotti e Dr. João Nacir Colombo por não medir esforços para ajudar nesta Jornada;

Ao NUDEMAFI pela infraestrutura e oportunidade;

A CAPES pela Bolsa de Pós - Graduação;

A Universidade Federal do Espírito Santo.

## **BIOGRAFIA**

Fernando Zanotti Madalon, filho de Solange Dolacir Zanotti Madalon e Geraldo Madalon, nasceu em 11 de janeiro de 1993, no município de Santa Teresa, Estado do Espírito Santo, Brasil.

Residente em Alegre no Estado do Espírito Santo.

Iniciou os estudos em 1999 no município de Santa Teresa – ES, na Escola Unidocente de Caldeirão.

Em Fevereiro de 2003 Começou o ensino Fundamental na Escola Municipal Sebastião José Pivetta.

Em Fevereiro de 2007 iniciou o Ensino médio integrado ao curso Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa se formando no ano de 2009.

Em 2011, ingressou no curso de Agronomia no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Santa Teresa, graduando-se no ano de 2015.

Em março de 2016, ingressou no curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, defendendo a dissertação no mês de Janeiro de 2018.



## RESUMO

O tomate é a olerícola fruto mais importante do Estado do Espírito Santo, estando cultivada em uma vasta área de seu território. Ultimamente *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera.: Noctuidae) tem sido relatada com frequência nestes cultivos, ocasionando prejuízos. No manejo Fitossanitário de Pragas (MFP), a utilização da liberação de parasitoides do gênero *Trichogramma* (Hymenoptera.: Trichogrammatidae) tem se tornado uma ferramenta viável, entretanto necessita de estudos aprofundados para a obtenção de sucesso. Desta maneira, o presente estudo objetivou coletar e identificar novas linhagens de *Trichogramma* spp, e determinar o desempenho sobre ovos de *S. eridania* em laboratório e em cultivos de tomateiro em campo. Todos os indivíduos provenientes das coletas foram identificados como *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Todas as linhagens parasitaram ovos de *S. eridania*, com o parasitismo variando entre 10,37 a 68,50% (H = 50,927; p < 0,001). A linhagem MV apresentou o maior valor médio de parasitismo (68,50%), enquanto que a linhagem MILHO o menor (10,37%). Foi observado que *S. eridania* não apresentou preferência de oviposição com relação aos diferentes tutoramentos do tomateiro (Kruskal-Wallis=  $\chi^2 = 0,1078$ ; gl = 3 ;p > 0,9909). No entanto, houve preferência pela ocorrência de oviposição ( $\chi^2 = 80,055$ ; gl = 1 p < 0,001), com a maior porcentagem de ovos ovipositados no terço médio inferior da planta (94,7%). O número ideal de *T. pretiosum* por hectare na cultura do tomate para o manejo de *S. eridania* é de 500 mil/ha, proporcionando um parasitismo de 13,43%.

**Palavras-chave:** parasitoide de ovos, lagarta-das-folhas, comportamento de oviposição, proporção de parasitoides.

## ABSTRACT

### Behavior of *Trichogramma pretiosum* RILEY (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) IN THE BIOLOGICAL MANAGEMENT OF *Spodoptera eridania* (CRAMER) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) IN THE TOMATO CULTURE

Tomato is the most important fruit of the State of Espírito Santo, being cultivated in a huge area of this territory. Recently *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) has been reported frequently in these crops, causing damages. In phytosanitary management of pests (MFP), release of parasitoids of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) has become a viable tool, however it needs in-depth studies to obtain success. In this way, the present study aimed to collect and identify new *Trichogramma* spp strains, and to determine the performance on *S. eridania* eggs in laboratory and in tomato field crops. All individuals from the collections were identified as *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae). All strains parasitized *S. eridania* eggs, with parasitism ranging from 10.37 to 68.50% ( $H = 50.927$ ,  $p < 0.001$ ). The MV line presented the highest average value of parasitism (68.50%), while the MAH line had the lowest (10.37%). We observed that *S. eridania* had no preference for oviposition in relation to the different tutoring of the tomato (Kruskal-Wallis =  $\chi^2 = 0,1078$ ;  $gl = 3$ ;  $p > 0.9909$ ). However, there was preference for oviposition ( $\chi^2 = 80.055$ ;  $gl = 1$   $p < 0.001$ ), with the highest percentage of oviposited eggs in the lower middle third of the plant (94.7%). The ideal number of *T. pretiosum* per hectare in the tomato crop for the management of *S. eridania* is 500 thousand / ha providing a parasitism of 13.43%.

**Keywords:** egg parasitoid, leafhopper, oviposition behavior, parasitoid density.

## SUMÁRIO

<b>1 CAPÍTULO I</b> .....	<b>11</b>
1.1 INTRODUÇÃO GERAL .....	11
1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
1.2.1 <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) .....	13
1.2.2 Sistemas para o manejo de <i>S. eridania</i> .....	14
1.2.3 O gênero <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	15
1.2.4 Identificação.....	17
1.2.4.1 Identificação morfológica .....	17
1.2.5 Seleção de Linhagens .....	18
1.3 REFERÊNCIAS.....	19
<b>2 CAPÍTULO II</b> .....	<b>30</b>
<b>COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE PARASITÓIDES DO GÊNERO <i>Trichogramma</i> (Hymenoptera: Trichogrammatidae)</b> .....	<b>30</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.2.1 Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae) .....	32
2.2.2 Manutenção de <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	33
2.2.3 Coleta de <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	33
2.2.4 Identificação Morfológica .....	34
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
2.3.1 Coleta de <i>Trichogramma</i> spp.....	35
2.3.2 Identificação das linhagens de <i>Trichogramma</i> coletadas em campo	36
2.4 CONCLUSÕES .....	38
2.5 REFERÊNCIAS.....	38
<b>3 CAPÍTULO III</b> .....	<b>42</b>
<b>SELEÇÃO DE LINHAGENS DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e RESPOSTA FUNCIONAL EM OVOS DE <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae)</b> .....	<b>42</b>

3.1 INTRODUÇÃO .....	44
3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
3.2.1 Coleta, Criação e Multiplicação de <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) .....	45
3.2.2 Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae) .....	46
3.2.3 Manutenção de <i>Trichogramma</i> Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae).....	47
3.2.4 Seleção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). .....	47
3.2.5 Resposta Funcional de <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). .....	49
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	52
3.3.1 Seleção de linhagens de <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). .....	52
3.3.2 Resposta Funcional de <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). .....	57
3.4 CONCLUSÕES.....	64
3.5 REFERÊNCIAS.....	65
<b>4 CAPÍTULO IV.....</b>	<b>72</b>
<b>COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE <i>Spodoptera eridania</i> (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) EM TOMATEIRO ESTAQUEADO E NÚMERO IDEAL DE <i>Trichogramma pretiosum</i> RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) A SER LIBERADO. ....</b>	<b>72</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	75
4.2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	76
4.2.1 Coleta, Criação e Multiplicação de <i>Spodoptera eridania</i> .....	76
4.2.2 Criação do hospedeiro alternativo <i>Anagasta kuehniella</i> (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae) .....	78
4.2.3 Manutenção de <i>Trichogramma</i> spp. ....	78
4.2.4 Comportamento de oviposição de <i>S. eridania</i> em diferentes sistemas de tutoramento de tomateiro.....	79

4.2.5 Estimativa do número ideal de <i>T. pretiosum</i> para o manejo de <i>S. eridania</i> em cultivos de tomateiro .....	80
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	82
4.3.1 Comportamento de oviposição de <i>S. eridania</i> em diferentes sistemas de tutoramento de cultivos de tomateiro.....	82
4.3.2 Estimativa do número ideal de <i>T. pretiosum</i> para o manejo de <i>Spodoptera eridania</i> em cultivos de tomateiro.....	85
4.4 CONCLUSÃO .....	87
4. 5 REFERÊNCIAS.....	88

# 1 CAPÍTULO I

## 1.1 INTRODUÇÃO GERAL

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças mais produzidas no Brasil e no mundo, sendo superada apenas pela batata (MATOS et al., 2012). É uma planta eudicotiledônea da ordem Tubiflora e, pertencente à família Solanaceae, planta herbácea perene, mas que se comporta como anual desde a sementeira até a produção de sementes (FAVÁRIS et al., 2016). Atualmente o Brasil ocupa a oitava colocação mundial na produção de tomate. (FAO, 2015). O estado do Espírito Santo possui uma área de cultivo de 2.508 ha, produzindo ao total 144.844 toneladas de frutos (AGRIANUAL, 2015; IBGE, 2016). O tomateiro possui condução difícil, por ser muito susceptível a pragas e doenças e exigir vários tratamentos culturais, causando assim um risco econômico elevado, o que torna massiva a aplicação de agrotóxicos (LUZ et al., 2007).

Recentemente detectou-se as primeiras intervenções de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivos de tomateiro (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015). *S. eridania* é considerada uma das espécies mais generalistas dentre todos os insetos fitófagos, possui elevada voracidade e capacidade reprodutiva e de dispersão (MATTANA; FOERSTER, 1988; SANTOS et al., 2005), permitindo desta maneira que se instalasse em quase todas as regiões agrícolas brasileiras. Os surtos dessa espécie passaram a ser frequentes devido à intensificação do uso de agrotóxicos para o manejo daqueles insetos denominados de pragas-chave; além do plantio de culturas hospedeiras em áreas adjacentes e em sistema escalonado, o que permite abrigo e alimento para o inseto. Isto propiciou o surgimento de linhagens resistentes e sem a barreira natural que era os inimigos naturais (decorrente do uso indiscriminado de agrotóxicos de amplo espectro).

Não existem produtos químicos recomendados para a praga na cultura do tomate, fazendo com que agricultores façam utilização de produtos não registrados para seu manejo. Desta forma, tornam-se necessárias alternativas para o manejo da praga dentre elas, o manejo biológico, utilizando a liberação

de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Agentes biológicos do gênero *Trichogramma* são de ampla distribuição, altamente especializados, eficientes (PRATISSOLI et al., 2005) e trazem como vantagem a sua facilidade de serem criados em hospedeiros alternativos (PARRA, 1997).

Os parasitoides do gênero *Trichogramma* são microhimenópteros parasitoides de ovos, utilizados em todo o mundo no manejo biológico de insetos, principalmente da ordem Lepidoptera e, conseqüentemente, está entre os inimigos naturais mais estudados (QUERINO; ZUCCHI, 2011). Para o sucesso de um programa de manejo biológico é importante a escolha adequada de uma espécie ou linhagem de inimigo natural a ser utilizada (MOLINA; PARRA, 2006).

Espécies/linhagens de *Trichogramma* possuem preferência por hospedeiros específicos (HASSAN, 1997), sendo de crucial importância realizar estudos pertinentes à seleção de linhagens para a praga a ser manejada. Em um estudo realizado por Carvalho et al., (2012a) em ovos de *S. eridania*, a conclusão foi que *T. pretiosum* linhagem Tbug e *Trichogramma pratissolii* Querino e Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) demonstraram melhores resultados.

Apesar da seleção das espécies/linhagens de *Trichogramma* ser de suma importância para o sucesso do uso do parasitoide, outros fatores podem interferir na eficiência do parasitismo sobre os ovos do hospedeiro (VINSON, 1997). A arquitetura da cultura alvo, espaçamento, tricomas, variedades, estágios fenológicos são alguns. (ROMEIS et al., 2005; ZAGO et al., 2010).

Estudos que antecedem a liberação do parasitoide em campo devem ser realizados, em função dos parâmetros biológicos e comportamentais (BUENO, 2008). Para o uso deste agente biológico em campo deve ser determinado o número de parasitoides a ser liberado, o número de pontos de liberação, época, horário, forma de liberação e eficiência do parasitoide em campo para assegurar uma boa distribuição do parasitoide na área em que se deseja

realizar o manejo (BOTELHO, 1997).

Circunstanciado por vários fatores benéficos, a utilização de *Trichogramma* é promissora, exigindo planejamento e atenção por parte de quem implanta o sistema de manejo da praga alvo. É de grande relevância quando utilizar este agente biológico, efetuar diversos testes que podem contribuir para seu sucesso.

## 1.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2.1 *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae)

A ordem Lepidoptera agrupa o maior número e diversidade de borboletas e mariposas, constituindo um grupo de insetos muito diversificados e bem-sucedidos ecologicamente (SACKIS; MORAES, 2008; ZAHIRI et al., 2010). A família mais numerosa desta ordem é a Noctuidae, em que se encontra o gênero *Spodoptera* Guenee, 1852 que são amplamente distribuídas no mundo e das 30 espécies descritas, metade é considerada praga de variadas culturas de importância econômica (POGUE, 2002; ANGULO et al., 2008).

Entre as pragas do gênero *Spodoptera*, *S. eridania*, conhecida comumente por lagarta-das-folhas, é uma praga de grande importância agrícola e nativa do continente Americano (POGUE, 2002). No Brasil se tem relatos da praga alimentando-se de diversas plantas de importância comercial entre várias espécies de plantas daninhas (HAAS et al., 2012; MONTEZANO et al., 2014; POGUE, 2016).

O período de oviposição da mariposa varia em média de 4,0 a 11,5 dias, podendo ovipositar até 3000 ovos. O período de incubação varia de 3 a 4 dias em temperaturas entre 25 a 30°C, com uma viabilidade de 50 a 85%. O ciclo de desenvolvimento larval da praga pode durar de 15 a 32 dias, com uma viabilidade larval acima de 80%. O ciclo total da praga tem duração média de 35 dias (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).



As injúrias causadas por esta praga se decorrem pelas lagartas cortarem as plantas jovens na base do caule, causando desfolhamento e perfuração de estruturas reprodutivas, chegando a ser considerada como a principal praga, com grande potencial de dano para as culturas do algodoeiro, soja, milho, tomate e feijão (JESUS et al., 2013).

Por ser uma praga de elevado grau de polifagia, se alimentando de diversas espécies vegetais, pressupõem-se que provavelmente *S. eridania* possua uma forma de se desintoxicar e processar a biomassa de plantas ou alimentos que contenham altas concentrações de alomônios conhecidos (BRATTSTEN et al., 1973; MANUWOTO; SCRIBER, 1982).

*Spodoptera eridania* é considerada muito generalista, voraz e prejudicial a cultivos agrícolas (SANTOS et al., 2010), além de possuir alta capacidade reprodutiva e dispersão (MATTANA; FOERSTER, 1988; CARVALHO et al., 2012a), se instalando em uma vasta área brasileira. Os surtos dessa espécie se intensificaram com o uso de agrotóxicos para o manejo de insetos considerados pragas-chaves, além do plantio escalonado de culturas hospedeiras em áreas confrontantes, favorecendo a alimentação e o desenvolvimento da praga ao longo de sucessivos cultivos.

No estado do Espírito Santo esta espécie vinha sendo encontrada em diversas culturas e plantas daninhas. Entretanto, pelo fato do uso em larga escala de agrotóxicos, principalmente em hortaliças, surtos tornaram-se frequentes na cultura do tomateiro, contudo, a mesma tem sido registrada em morango, beterraba e mais recentemente em mudas de café e pimentão (PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

#### 1.2.2 Sistemas para o manejo de *S. eridania*

*Spodoptera eridania* por muitos anos foi considerada uma praga de pouca expressão no meio rural, devido à sua susceptibilidade a inseticidas de amplo espectro. Com a utilização de apenas este método de manejo, linhagens

resistentes cresceram em exponencial, se tornando um grave entrave para a produtividade de cultivos agrícolas.

Métodos de manejo para a praga já foram propostos como a captura das mariposas utilizando-se de lâmpada fluorescentes (CARVALHO et al., 2012b), utilização de agentes entomopatógenos em estágios larvais, com destaque para a bactéria *Bacillus thuringiensis* (PEREIRA et al., 2009) e seleção de genótipos resistentes de tomate (SOUZA et al., 2013).

Para que se alcance melhores resultados no manejo desta praga, outras técnicas devem ser acrescentadas. Uma das alternativas é a utilização de parasitoides, que são agentes biológicos de grande sucesso no manejo biológico mundial (GUO et al., 2017).

Diversas espécies de parasitoides estão associadas a *S. eridania*, merecendo destaque os gêneros *Colpotrochia* spp. e *Ophion* spp. (Hymenoptera: Ichneumonidae), que são parasitoides de lagartas (EFROM et al., 2013). Já outros parasitoides como os do gênero *Trichogramma* se mostraram promissores para o manejo da praga em condições laboratoriais (GOULART et al., 2011; CARVALHO et al., 2012a).

### 1.2.3 O gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Os parasitoides de ovos são uma estratégia importante para o Manejo Integrado de Pragas (MIP), pois promovem a redução da linhagem de pragas antes que possa danificar as culturas (BALE et al., 2008). Entre os parasitoides de ovos de pragas da ordem Lepidoptera, o gênero *Trichogramma* é o mais utilizado no mundo, por sua eficiência, facilidade de criação em laboratório e liberação em campo inundativa, promovendo excelentes resultados (DAVIES et al., 2009; ZUIM et al., 2017; GUO et al., 2017).

O gênero *Trichogramma* é o maior da família Trichogrammatidae, com 210 espécies em todo o mundo (PINTO, 2006). De um total de 123 espécies

registradas nas Américas, 26 ocorrem no Brasil, sendo *T. pretiosum* o mais amplamente distribuído (ZUCCHI et al., 2010; QUERINO et al., 2017).

Para busca e reconhecimento dos ovos do hospedeiro, *Trichogramma* utiliza estímulos que incluem feromônios sexuais do hospedeiro, secreções depositadas pela fêmea da espécie hospedeira sobre seus ovos, escamas do hospedeiro, e características físicas do próprio ovo (HANSON; GAULD, 1995; VARGAS et al., 2017).

Esses microhimenópteros oófagos, com tamanho variando de 0,2 a 1,5 mm de comprimento, se reproduzem por partenogênese arrenótoca, em que ovos fecundados são diploides e originam fêmeas, enquanto ovos não fecundados são haploides e originam machos. Também pode ocorrer partenogênese telítoca reversível ou não, normalmente induzida por *Wolbachia* Hertig, 1924 (STOUTHAMER; WERREN, 1993; ZUCCHI; MONTEIRO, 1997).

Parasitoides deste gênero possuem metamorfose completa, apresentando apenas um único instar (VOLKOFF et al., 1995, DAHLAN; GORDH, 1996), sendo seu desenvolvimento no interior dos ovos caracterizado pelo escurecimento do ovo do hospedeiro, pela presença de sais de urato na região central do abdomen da pupa (CONSOLI et al., 1999).

O número de ovos produzidos por uma fêmea de *Trichogramma* depende de diversos fatores como a disponibilidade de nutrientes presentes no ovo do hospedeiro e sua quantidade (MEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017). Fatores físicos como temperatura, podem interferir em vários aspectos biológicos de *Trichogramma*, entre eles a razão sexual, viabilidade, fecundidade e longevidade (CARVALHO et al., 2017; FURLONG ; ZALUCKI, 2017).

Mundialmente o gênero *Trichogramma* é amplamente utilizado para o manejo de pragas em cultivos agrícolas. Na tomaticultura pesquisadores de diversos países destacam o parasitoide como ferramenta de sucesso no Manejo

Integrado de Pragas (CAGNOTTI et al., 2017; MOHAMADI et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017).

#### 1.2.4 Identificação

##### 1.2.4.1 Identificação morfológica

Para o Manejo Integrado de pragas, é de fundamental importância conhecer a espécie causadora de injúrias na cultura alvo, assim como seus inimigos naturais. No gênero *Trichogramma* a identificação morfológica é difícil, pois possuem similaridade genética e tamanho diminuto, requerendo habilidade e demandando tempo (BORBA et al., 2005; PINTO, 2006).

Estudos com tricogramatídeos na América do Sul são relativamente recentes, sendo a característica da genitália do macho a característica efetiva para o reconhecimento da espécie. As primeiras descrições de espécies, com base nesta característica, foram feitas, em 1973, para *Trichogramma rojasi* Nagaraja e Nagarkatti (Hymenoptera: Trichogrammatidae), no Chile e, em 1980, para *Trichogramma maxacalii* (VOEGELÉ e POINTEL) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) no Brasil (NAGARAJA; NAGARKATTI, 1973; VOEGELÉ; POINTEL, 1980; QUERINO; ZUCCHI, 2011).

Além das dificuldades mencionadas anteriormente, outro agravante para a identificação dos parasitoides deste gênero é que sua morfologia pode ser influenciada por fatores relacionados às variações ambientais e do hospedeiro. Apesar desta plasticidade em diferentes caracteres morfológicos, observa-se que a genitália do macho parece ser particularmente resistente à variação ecofenotípica (PINTO et al., 1989; GRENIER et al., 2001).

Mesmo após a descoberta dos caracteres morfológicos dos machos, estudos moleculares para identificação deste gênero foram propostos, com o intuito de facilitar e evitar erros decorrentes da plasticidade nos parâmetros morfológicos e falta de especialistas (BORBA et al., 2005; SANTOS et al., 2015 ).

### 1.2.5 Seleção de Linhagens

A escolha correta da espécie/linhagem é de suma importância para se obter uma boa taxa de parasitismo, pois mesmo dentro de uma mesma espécie existem linhagens com características distintas, quanto a adaptabilidade e exploração do hospedeiro, preferência do conteúdo nutricional do ovo, tamanho do ovo, características físicas da postura (camadas sobrepostas, presença de escamas), idade dos ovos e espessura do córion (PRATISSOLI; PARRA, 2001; OLIVEIRA et al., 2003; RORIZ et al., 2006).

O estudo de seleções de linhagens de *Trichogramma* iniciou-se na década de 80, em que Pak (1984) selecionou parasitoides para o manejo de lepidóptera praga de couve. Segundo Pintureau et al., (1981), os caracteres biológicos para se realizar uma seleção são fecundidade, longevidade, fertilidade e razão sexual, incluindo atualmente outros parâmetros importantes como o número de ovos parasitados (PARRA et al., 2002).

Em estudos realizados com 17 linhagens de *Trichogramma* de diferentes espécies com o intuito de manejo biológico para três pragas sendo elas *Carpocapsa pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae), *Adoxophyes orana* (Fischer von Röslerstamm) (Lepidoptera: Tortricidae), *Pandemis heparana* (Denis e Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae), chegou-se ao final com duas espécies do parasitoide escolhidas, sendo elas *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *Trichogramma embryophagum* Hartig (Hymenoptera: Trichogrammatidae) (HASSAN, 1989).

Em estudos realizados por Pratisoli e Parra, 2001 visando o manejo das Traças, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae), chegou-se a conclusão que de seis linhagens de *T. pretiosum*, a melhor para estas pragas foi a linhagem L1, proporcionando um parasitismo de 68,4 % e 70%.

Molina e Parra, (2006), em uma seleção de linhagens para o manejo de *Gymnandrosoma aurantianum* (Lima) (Lepidoptera: Tortricidae), utilizaram 13

linhagens, das quais dez pertenciam a *T. pretiosum*, duas de *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), e uma *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae), sendo as linhagens/espécies Atp (*T. atopovirilia*) e G18 (*T. pretiosum*) as melhores.

Desta forma, *Trichogramma* possui um grande número de espécies e linhagens que apresentam diferenças entre si que podem influenciar a eficiência no manejo de uma determinada praga, sendo assim necessária a seleção de espécies/linhagens (BESERRA et al., 2003; BUENO et al., 2009).

### 1.3 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. AGRIANUAL 2015: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2015.472 p. Disponível em: <<http://www.agrianual.com.br/>>. Acesso em: 01 dezembro 2017.

ANGULO, A. O.; OLIVARES, T. S.; WEIGERT, G. T. Estados imaduros de lepidópteros nóctuidos de importancia agrícola y forestal en Chile y claves para su identificación (Lepidoptera: Noctuidae). **Concepción, Universidad de Concepción**, n.3 p.154, 2008.

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, n. 2, p. 479-483, 2008.

BALE, J. S.; LENTEREN, J. C.; BIGLER, F. Biological control and sustainable food production. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1492, p. 761-776, 2008.

BORBA R. S.; SILVEIRA, G. M.; ADALÉCIO, K.; ANDRESSA, C.; LOUREIRO, C. R. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Ciência Rural**. v. 36, p. 1345-1352, 2006.

BOTELHO, P.M. Eficiência de *Trichogramma* em campo. In: PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. (Ed.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: Fealq, 1997. p. 303 - 318.

BRATTSTEN, L. B.; WILKINSON, C. F. Induction of microsomal enzymes in the southern armyworm (*Spodoptera eridania*). ***Pesticide Biochemistry and Physiology***, v. 3, n. 4, p. 393-407, 1973.

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* (HÜBNER, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae) em soja**. 2008. 119 f. Tese (Doutor em Entomologia) – Universidade de São Paulo (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP), Piracicaba , 2008.

BUENO, R. C.; PARRA, J. R.; BUENO, A. D. F.; HADDAD, M. L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). ***Neotropical Entomology***, v. 38, n. 3, p. 389-394, 2009.

CAGNOTTI, C. L.; VIRGALA, M. R.; BOTTO, E. N.; LÓPEZ, S. N. Dispersion and Persistence of *Trichogrammatoidea bactrae* (Nagaraja) over *Tuta absoluta* (Meyrick), in Tomato Greenhouses. ***Neotropical entomology***, p. 1-7, 2017.

CARVALHO, G. D. S.; SILVA, L. B.; REIS, S. S.; VERAS, M. S.; CARNEIRO, E.; ALMEIDA, M. L. D. S.; LOPES, G. N. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* reared on *Helicoverpa armigera* eggs. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, v. 52, n. 11, p. 961-968, 2017.

CARVALHO, J. R.; DA SILVA QUADROS, I. P.; FORNAZIER, D. L.; PRATISSOLI, D.; ZAGO, H. B. Captura de *Spodoptera eridania* usando como atrativo luz fluorescente. ***Nucleus***, v. 9, n. 2, 2012b.

CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; ZAGO, H. B.; SOUZA, L. P.; OLIVEIRA,

C. M. R.; SANTOS, V. P.; SALOMÃO, K.; SILVA, P. O. Desempenho de diferentes espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). **Nucleus** (Ituverava. Online), v. 9, p. 211-219, 2012a.

CÔNSOLI, F.L.; ROSSI, M.M.; PARRA, J.R.P. Developmental time and characteristics of the immature stages of *Trichogramma galoii* and *T. pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 43, n. 3,4, p. 271-275, 1999.

DAHLAN, N. A.; GORDH G. Development of *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Helicoverpa armigera* (Hubner) Eggs (Lepidoptera: Noctuidae). **Austral Entomology**, v. 35, n. 4, p. 337-344, 1996.

DAVIES, A. P.; PUFKE, U. S.; ZALUCKI, M. P. *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ecology in a tropical bt transgenic cotton cropping system: sampling to improve seasonal pest impact estimates in the Ord River Irrigation Area, Australia. **Journal of economic entomology**, v. 102, n. 3, p. 1018-1031, 2009.

EFROM, C. F. S.; BORTOLI, L. C. ; BERTIN, A. ; SPECHT, A. ; BOTTON, M. . Bioecologia e Controle de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae) em Videira no Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 2014 (Comunicado Técnico 150).

FAO. **Food And Agriculture Organization Of The United Nations**. 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/parceiros/pt>>. Acesso em: 01 janeiro 2018.

FÁVARIS, N. A. B.; LOPES, J. C.; FREITAS, A. R.; FONSECA R. Z.; MONTEIRO, C. B. Qualidade fisiológica de genótipos de tomate fertilizados com lodo de esgoto. **Nucleus**, v. 13, p. 49-58, 2016.



FURLONG, M. J.; ZALUCKI, M. P. Climate change and biological control: the consequences of increasing temperatures on host-parasitoid interactions. **Current Opinion in Insect Science**, 2017.

GRENIER, S.; BASSO, C.; PINTUREAU, B. Effects of the host species and the number of parasitoids per host on the size of some *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 11, n. 1, p. 21-26, 2001.

GOULART, M. M.; P.; BUENO, A. DE F.; BUENO, R. C. O. DE F.; VIEIRA, S. S. Interaction between *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in the management of *Spodoptera* spp.. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 55, n. 1, p. 121-124, 2011.

GUO, L., JIAO, X., SONG, K. BABENDREIER, D., ZHANG, F., HOU, M. Thermal tolerance of potential *Trichogramma* strains for mass-production and paddy field release in the Greater Mekong Subregion. **BioControl**, v. 62, n. 6, p. 731-740, 2017.

HAAS, J.; MORCELLI, S. V. K.; HAIDA, K. S.; PIRES, E.; GARCIA, B. C.; ALVES, L. F. A. Avaliação de Extratos Vegetais Aquosos sobre *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, v. 7, n. 7, p. 1-4, 2012.

HANSON, P. E.; GAULD, Ian D. **The Hymenoptera of Costa Rica**. Oxford University Press, 1995.

HASSAN, S. A.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba, FEALQ, 324p, p. 183-206, 1997.

HASSAN, S. A. Selection of suitable *Trichogramma* strains to control the codling moth *Cydia pomonella* and the two summer fruit tortrix

moths *Adoxophyes orana*, *Pandemis heparana* (Lep.: Tortricidae). **Entomophaga**, v. 34, n. 1, p. 19-27, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento sistemático de produção agrícola, Fevereiro de 2016**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\_Agricola/Levantamento\_Sistematico\_da\_Producao\_Agricola\_[mensal]/Fasciculo/lspa\_201602.pdf>. Acesso em 04 de dezembro de 2017.

JESUS, F. G.; SOUSA, P. V.; MACHADO, R. B.; PEREIRA, A. I. A.; ALVES, G. C. S. Desenvolvimento de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.80, n. 4, p. 430-435, 2013.

LUZ, J. M. Q.; SHINZATO, A. V.; SILVA, M. A. D. Comparação dos sistemas de produção de tomate convencional e orgânico em cultivo protegido. **Bioscience Journal** (UFU), v. 23, n. 2, p. 7-15, 2007.

MANUWOTO, S.; SCRIBER, M. J. Consumption and Utilization of Three Maize Genotypes by the Southern Armyworm 1 2. **Journal of economic entomology**, v. 75, n. 2, p. 163-167, 1982.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; MELO, P. C. T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

MATTANA, A. L.; FOERSTER, L. A. Ciclo de vida de *Spodoptera eridania* (CRAMER, 1782) (Lepidoptera: Noctuidae) em um novo hospedeiro, Bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) (Leguminosae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 17, n. 1, p. 173-183, 1988.

MEIRA, A. L.; STRUM, G. M.; ZINGER, F. D.; MARDGAN, L.; PRATISSOLI, D. Características biológicas de parasitóide de ovos criados em diferentes hospedeiros. **Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 10-17, 2017.

MOHAMADI, P.; RAZMJOU, J.; NASERI, B.; HASSANPOUR, M. Humic Fertilizer and Vermicompost Applied to the Soil Can Positively Affect Population Growth Parameters of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on Eggs of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical entomology**, v. 46, n. 6, p. 678-684, 2017.

MOLINA, R. M. S.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e determinação do número de parasitóides a ser liberado para o controle de *Gymnandrosoma aurantianum* Lima (Lepidoptera, Tortricidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 4, p. 534-539, 2006.

MONTEZANO, D. G.; SPECHT, A.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; ROQUE-SPECHT, V. F.; BARROS, N. M. Immature Stages of *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae): Developmental Parameters and Host Plants. **Journal of Insect Science**, v. 14, n. 1, p. 238, 2014.

NAGARAJA, H.; NAGARKATTI, S. A key to some new world species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), with descriptions of four new species. **Proceedings of the Entomological Society of Washington**. v. 75, p. 288-297, 1973.

OLIVEIRA, L.; DURÃO, A. C.; FONTES, J.; ROJA, I. S.; TAVARES, J. Potential of *Trichogramma achaeae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Biological Control of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Azorean Greenhouse Tomato Crops. **Journal of economic entomology**, v. 110, n. 5, p. 2010-2015, 2017.

OLIVEIRA, H. N.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 551-554, 2003.

PAK, G. A. Inundative release of *Trichogramma* for the control of cruciferous Lepidoptera: preintroductory selection of an effective parasitoid. In: **Diamondback moth and other crucifers pests: Proceedings of the second International Workshop, Tainan, Taiwan.** p. 10-14, 1984.

PARRA, J. R. P. Técnicas de criação de *Anagasta kuehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma*. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. (eds). ***Trichogramma e o Controle Biológico Aplicado***. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.121-150.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S.; Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Bento, J. M. S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. São Paulo: Manole**, p. 125-142, 2002.

PEREIRA, J. M.; SEII, A. H.; OLIVEIRA, M. F.; BRUSTOLIN, C.; FERNANDES, P. M. Mortality of *Spodoptera eridania* (CRAMER) caterpillars by *Bacillus thuringiensis* (Berliner). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 140, 2009.

PINTO, J.D. A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **International Society of Hymenopterists**, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

PINTO, J. D.; VELTEN, R. K.; PLATNER, G. R.; OATMAN, E. R. Phenotypic plasticity and taxonomic characters in *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annals of the entomological Society of America**, v. 82, n. 4, p. 414-425, 1989.

PINTUREAU, B. Enzymatic analysis of the genus *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) in Europe. *Entomophaga*, v. 38, p. 411-431, 1993. In: PINTUREAU, B. BABAULT, M. Characterization enzymatique de *Trichogramma evanescens* et de *T. maidis* (Hym.: Trichogrammatidae). **Entomophaga**, v. 26, p. 11-22, 1981.

POGUE, G. M. **World Database *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae)**. Disponível em: <http://www.sel.barc.usda.gov/lep/spodoptera/spodoptera.html>. (Acessado em 15 de fevereiro de 2016).

POGUE, M. G. **A world revision of the genus *Spodoptera* GUENÉE:(Lepidoptera: Noctuidae)**. Philadelphia: American Entomological Society, 2002.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocão. *In*: PRATISSOLI, D. **Pragas emergentes no estado do Espírito Santo**. UNICOPY: Alegre, 2015. Cap. 6, p 46-53.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J.R.P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.3, p. 613-616, 2005.

QUERINO, RB.; VIEIRA, J. M.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R.A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4232, n. 1, p. 137-143, 2017.

QUERINO, R. B; ZUCCHI, R. A. **Guia de Identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 103, 2011.

ROMEIS J.; BABENDREIER D.; WÄCKERS F. L.; SHANOWER T. G. Habitat and plant specificity of *Trichogramma* egg parasitoids underlying mechanisms and implications. **Basic and Applied Ecology**, v. 6, n. 3, p. 215-236, 2005.

RORIZ, V.; OLIVEIRA, L.; GARCIA, P. Host suitability and performance studies of *Trichogramma cordubensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Biological Control**, v. 36, n. 3, p. 331-336, 2006.

SACKIS, G. D.; MORAIS, A. B. B. . Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 151-158, 2008.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; dos SANTOS, W. J, NEVES, P. M. O. J.; dos SANTOS, R. B. Caracterização dos danos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) e *Spodoptera cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) a estruturas de algodoeiro. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 4, p. 626-631, 2010.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P. M. O. J. Biologia de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes hospedeiros. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.

SANTOS, N. R.; ALMEIDA, R. P.; PADILHA, I. Q. M.; ARAÚJO, D. A. M.; CREÃO-DUARTE, A. J. Molecular identification of *Trichogramma* species from regions in Brazil using the sequencing of the ITS2 region of ribosomal DNA. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 2, p. 391-395, 2015.

SOUZA, B. H. S. D.; BOTTEGA, D. B.; SILVA, A. G. D.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2013.

STOUTHAMER, R.; WERREN, J.H. Microbes associated with parthenogenesis in wasps of the genus *Trichogramma*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 61, n. 1, p. 6-9, 1993.

VARGAS, C. C.; REDAELLI, L. R.; SANT'ANA, J.; MORAIS, R. M.; PADILHA, P. Influência da idade do hospedeiro e da aprendizagem no comportamento

quimiotáxico e no parasitismo de *Trichogramma pretiosum*. **Iheringia Serie Zoologia**, v. 107, p. 1-7, 2017.

VINSON, S. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba: FEALQ, p. 67-119, 1997.

VOEGELÉ, J. J.; POINTEL, J.G. Une nouvelle espèce de Trichogramme, *Trichogramma maxacalii* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Annais Sociedade Entomologica**, v. 16, p. 599-603, 1980.

VOLKOFF, A.N, J.; DAUMAL, P.; BARRY, M.C. F.; N. HAWLITZKY.; ROSSI, M.M. Desenvolvimento de *Trichogramma cacoeciae* Marchal (Hymenoptera: Trichogrammatidae): cronograma e evidência de um único estágio larvário. **International Journal of Insect Morphology and Embryology**, v. 24, n. 4, p. 459-466, 1995.

ZAGO, H. B.; BARROS, R.; TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D. Distribuição de Ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o Parasitismo por *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n.2, p. 241-247, 2010.

ZAHIRI, R.; KITCHING, I.J.; LAFONTAINE, J.D.; MUTANEN, M.; KAILA, L.; HOLLOWAY, J.D.; WAHLBERG, N. A new molecular phylogeny offers hope for a stable family-level classification of the Noctuoidea (Insecta: Lepidoptera). **Molecular Phylogenetics and Evolution**. v. 40, n. 2, p. 138-173, 2010.

ZUCCHI, R. A.; MONTEIRO, R. C. O gênero *Trichogramma* na América do Sul, p.41- 66. In J. R. P. Parra; R. A. Zucchi. (Eds.). ***Trichogramma e o controle biológico aplicado***. Piracicaba, FEALQ, p. 324, 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: Egg

parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. **Springer Netherlands**, p. 219-236, 2009.

ZUIM, V., DE SOUZA R., H.; PRATISSOLI, D.; TORRES, J. B., FRAGOSO, D. F. M.; DE FREITAS BUENO, R. C. O. Age and density of eggs of *Helicoverpa armigera* influence on *Trichogramma pretiosum* parasitism. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 39, n. 4, p. 513-520, 2017.



## 2 CAPÍTULO II

### COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE PARASITOIDES DO GÊNERO *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

#### RESUMO

Objetivou-se com este trabalho realizar coletas de parasitoides do gênero *Trichogramma* em municípios do Espírito Santo, realizando a identificação da(s) espécie(s). As coletas ocorreram em áreas com atividades agrícolas de olericultura, fruticultura, culturas anuais, cafeicultura e áreas com vegetação nativa. Em um total de 24 coletas, 9 linhagens parasitaram os ovos do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae), sendo as altitudes variando de 41 a 857 metros. Todas as linhagens coletadas foram identificadas morfológicamente, sendo pertencentes a *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

**Palavras-chave:** parasitoides de ovos, controle biológico.

## ABSTRACT

The objective of this work was to carry out the collection of parasitoids of the genus *Trichogramma* in municipalities of Espírito Santo, identifying the species (s). The collections occurred in areas with agricultural activities of olericulture, orcharding, annual crops, coffee cultivation and areas with native vegetation. In a total of 24 collections, 9 populations parasitized the eggs of the alternate host *Anagasta kuehniella* ZELLER (Lepidoptera: Pyralidae), with altitudes varying from (41 to 857 meters). All the collected populations were identified morphologically belonging to *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

**Keywords:** parasitoids of eggs, biological control.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Trichogrammatidae pertence à ordem Hymenoptera. Nesta família, se destaca o gênero *Trichogramma* com cerca de 210 espécies catalogadas em todo o mundo (PINTO, 2006). Nas Américas se tem ocorrência de 123 espécies, destas, 26 ocorrem no Brasil, sendo *T. pretiosum* o mais amplamente distribuído (ZUCCHI, et al., 2010; QUERINO, et al., 2017).

Uma das alternativas para o manejo de pragas é o controle biológico com a utilização de parasitoides do gênero *Trichogramma*. Este inimigo natural está associado naturalmente em diversos cultivos no Brasil, (PRATISSOLI, et al., 2002; MEDEIROS, et al., 2010), sendo uma ferramenta promissora para o Manejo Integrado de pragas.

O Brasil apresenta grande diversidade de áreas e microclimas, permitindo que espécies/linhagens estejam adaptadas a estas condições. O sucesso na utilização do gênero *Trichogramma* em campo envolve etapas como: coleta, identificação das espécies ou linhagens, manutenção e seleção de linhagens (SHARMA; AGGARWAL, 2015; CARLI, et al., 2017).

A Identificação das espécies destes parasitoides é realizada, através de características morfológicas das genitálias de insetos machos (PINTO; STOUTHAMER, 1994; QUERINO; ZUCCHI, 2011).

Assim, o objetivo deste trabalho foi coletar ovos parasitados, em municípios do Espírito Santo, e identificar esses agentes de manejo biológico através do método morfológico.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae)

Utilizou-se como hospedeiro alternativo *A. kuehniella* (ZELLER), criada em laboratório nas condições de  $25 \pm 1$  ° C, umidade relativa de 70% e fotofase de 14 horas de acordo com a metodologia desenvolvida por (PARRA et al., 2002) e adaptada por Pratisoli et al., 2003.

### 2.2.2 Manutenção de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

A criação e multiplicação das espécies/linhagens de *Trichogramma* foram realizadas em ovos de *A. kuehniella* da criação existente no NUDEMAFI. Neste local, o hospedeiro alternativo é mantido a  $25 \pm 1$ °C, com umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas, sendo os adultos alimentados por dieta artificial desenvolvida pelo laboratório do NUDEMAFI a base de farinha de trigo integral (60%), farinha de milho (37%) e levedura de cerveja (3%). (PRATISSOLI et al., 2003).

Os ovos destinados para serem parasitados por *Trichogramma* spp. foram colados com goma arábica, diluída em água (5%), em retângulos de cartolina azul (8,0 cm x 2,0cm). A sua inviabilização foi realizada pela exposição à luz germicida por um período de 50 minutos e uma distância de 15 cm da fonte de luz. Após este processo, os ovos foram oferecidos aos adultos de *Trichogramma*, em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), alimentados com gotículas de mel depositadas na parede de cada tubo com auxílio de um estilete. Informações quanto a data do parasitismo e o código de identificação foram anotadas nas extremidades das cartelas.

Os tubos foram alocados em grades metálicas, e mantidos em câmara climatizada, regulada na temperatura de  $25 \pm 1$ °C, umidade relativa (UR):  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas para o desenvolvimento do parasitoide.

### 2.2.3 Coleta de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

O levantamento foi realizado na região serrana do Espírito Santo, em áreas com atividades agrícolas de olericultura, fruticultura, culturas anuais,

cafeicultura e áreas com vegetação nativa. As coletas foram realizadas de abril de 2016 a outubro de 2016 em diferentes localidades dos municípios do estado do Espírito Santo, entre eles Santa Teresa, Santa Maria de Jetibá, Itarana, Itaguaçu, Atílio Vivácqua, São Roque do Canaã e Alegre.

Para realização da coleta foram utilizadas, cartelas de cartolina azul celeste com dimensões (2 cm x 4cm), e uma área central de 4cm<sup>2</sup>. Cada uma destas cartelas contendo uma média de 200 ovos de *A. kuehniella*, fixados com goma arábica em 5% e inviabilizados por exposição sob lâmpada germicida por 50 minutos. As cartelas contendo ovos do hospedeiro foram preparadas no setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI), situado no campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), Alegre-ES. Estas foram acondicionadas individualmente no interior de armadilhas confeccionadas com tecido micro-tuller no tamanho de (5 cm x 3cm). Foram realizadas o máximo de coletas possíveis em diferentes ambientes, que possivelmente o parasitoide poderia ser encontrado. Cada armadilha foi distribuída aleatoriamente e fixadas em altura mediana na cultura alvo de coleta, através de um fitilho, permanecendo por um período de 48 horas. Posteriormente foram realizadas as coletadas e todas as armadilhas levadas para o NUDEMAFI.

Cada cartela coletada foi identificada constando um código, local de coleta, cidade, cultura, coordenadas e altitude. Após tais procedimentos, as cartelas foram isoladas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5cm), fechados com filme plástico de PVC e mantidas em câmara climatizada, regulada com temperatura de 25 ± 1°C, umidade relativa de 70±10% e fotofase de 14h, sendo observadas por 10 dias para a constatação da emergência de adultos.

#### 2.2.4 Identificação Morfológica

Os adultos emergidos foram mantidos em laboratório para a multiplicação em ovos de *A. kuehniella*, a outra parte acondicionada em álcool 70%, para posterior identificação, conforme os caracteres morfológicos do macho

(QUERINO; ZUCHI, 2011).

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Coleta de *Trichogramma* spp.

Em um total de 24 coletas, 9 linhagens do gênero *Trichogramma* foram coletadas (TABELA 1). O baixo número de coletas positivas pode estar relacionado com a baixa densidade pluviométrica enfrentada pelos agricultores nesta época, baixas temperaturas e utilização de inseticidas de amplo espectro utilizado principalmente em áreas com cultivo de olerícolas, o que não favoreceu hospedeiros naturais do parasitoide. Das 9 linhagens coletadas, 8 foram provenientes de cultivos com milho. Isto se deve ao fato destes cultivos serem de origem agroecológica, sem a utilização de inseticidas de amplo espectro, o que favoreceu que pragas como *Helicoverpa zea* (BODDIE) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) servissem de hospedeiro natural.

Tabela 1 – Coletas positivas de *Trichogramma* spp. realizadas em áreas com atividades agrícolas de olericultura, fruticultura, culturas anuais, cafeicultura e áreas com vegetação nativa em algumas regiões do Espírito Santo

Código	Cultura	Local	Cidades	Coordenadas	Altitude (m)
MR	Milho	Córrego Misterioso	São Roque do Canaã	S 19°45'13.07" WO 40°45'17.20"	130
I	Milho/Olerícolas	Distrito de São João de Petrópolis	Santa Teresa	S 19°48'13.81" WO 40°40'44.20"	127
MC	Milho	Caldeirão de São José	Santa Teresa	S 19°54'46.11" WO 40°44'50.76"	534
MV	Milho	Distrito de Várzea Alegre	Santa Teresa	S 19°53'30.51" WO 40°46'20.37"	238
NP	Alface (Não parasitou em Laboratório)	Limoeiro do Santo Antônio	Itarana	S 19°56'29.53" W 40°47'51.33"	742
MFS	Milho	Limoeiro do Santo Antônio	Itarana	S 19°56'55.80" W 40°47'51.61"	824
LUIS	Milho	Roseiral	Alegre	S 20°52'28.75" O 41°29'1.65"	636

IA	Milho	Rive	Alegre	S 20°45'43.86" O 41°27'26.02"	120
MILHO	Milho	Santo Antônio	Atílio Vivácqua	S 20°57'44.69" O 41°8'53.79"	41

Quando comparou o relevo pertinente às coletas foi possível verificar que apenas duas coletas positivas ocorreram em altitudes superiores a 700 metros, o que corrobora com resultados encontrados por Pratissoli et al., (2002), que verificaram que plantios localizados em menores altitudes (200 e 380 m), o número médio de amostras com parasitismo foi superior, enquanto que em altitudes entre 750 e 1050 metros, menores índices foram encontrados.

A altitude de coleta influencia diretamente o clima regional, principalmente a temperatura, que em altitudes mais elevadas tende a ser menor (SILVA; JARDIM, 2017). A temperatura é o fator abiótico com maior influência sobre *Trichogramma*, alterando a taxa de parasitismo, duração do ciclo de vida, longevidade dos parasitoides e razão sexual (CARVALHO, et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2017).

Além de fatores abióticos, fatores bióticos como presença de hospedeiro disponível, adaptabilidade e capacidade intrínseca das linhagens sob as condições de cada agroambiente podem ter contribuído para o sucesso das coletas positivas (PRATISSOLI et al., 2002).

Na maioria dos locais, nunca havia sido realizado coletas de parasitoides deste gênero, o que evidencia que as linhagens encontradas possam apresentar características biológicas, comportamentais em função da característica do microclima da região. Sendo assim a escolha destas linhagens é um fator primordial para que ocorra o sucesso do manejo biológico da praga alvo (PRATISSOLI; PARRA, 2001; VIANNA et al., 2011; MEIRA et al., 2017).

### 2.3.2 Identificação das linhagens de *Trichogramma* coletadas em campo

Todas as coletas realizadas foram pertencentes à espécie *T. pretiosum*. Os caracteres para a identificação foram seguidos conforme (QUERINO; ZUCCHI,

2011): Cerdas flageliformes longas, com o ápice afilado uniformemente; Lâmina dorsal longa, alcançando o ápice das volselas; Carena ventral curta, não alcançando a metade da cápsula genital; Processos ventrais próximos da base do processo intervolselar e Processo intervolselar pontiagudo e longo, não alcançando o ápice das volselas (FIGURA 1).

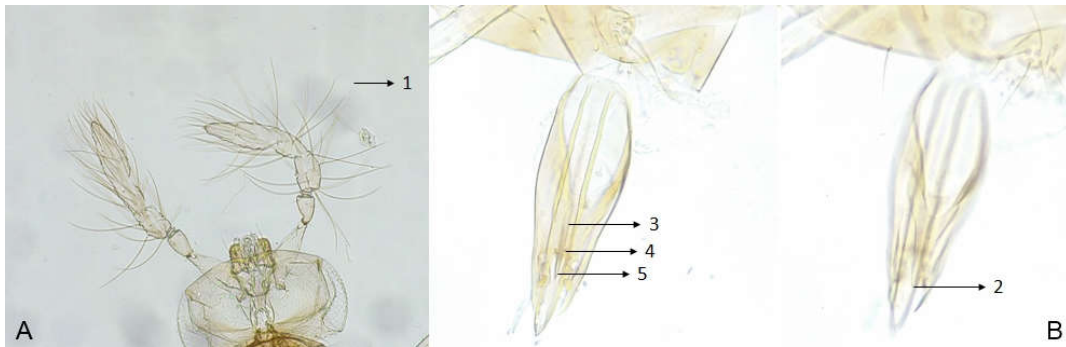


Figura 1. A) Antenas de *T. pretiosum*; B) Genitália masculina; 1 Cerdas flageliformes longas, com o ápice afilado uniformemente; 2 Lâmina dorsal longa, alcançando o ápice das volselas; 3 Carena ventral curta, não alcançando a metade da cápsula genital; 4 Processos ventrais próximos da base do processo intervolselar; 5 Processo intervolselar pontiagudo e longo, não alcançando o ápice das volselas (QUERINO; ZUCCHI, 2011)

Devido ao tamanho diminuto e à similaridade morfológica, a identificação das espécies do gênero *Trichogramma* tem sido problemática (BORBA et al., 2005). Dentre a Similaridade morfológica, fatores como lamina dorsal não apresentando reentrância basal, ou suavidade neste aspecto e variação nas cerdas flagiliformes são características variantes para *T. pretiosum* (ZUCCHI, 1985).

A constatação de *T. pretiosum* nas áreas estudadas reforça a ampla distribuição desta espécie no Brasil. Coletas realizadas por Querino e Zucchi, (2004), em um Horto Florestal, no município de Piracicaba – SP, verificaram que *Trichogramma bruni* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi a mais frequente, sendo *T. pretiosum* a quarta.



O conhecimento da espécie das linhagens coletadas é de suma importância, com isso as características intrínsecas da linhagem a ser utilizada no manejo biológico de pragas podem ser efetuadas com sucesso.

## 2.4 CONCLUSÕES

- Foi encontrado parasitoide de ovos em diferentes municípios do Espírito Santo.

- De acordo com a identificação morfológica todas as linhagens coletadas pertencem à espécie *T. pretiosum*.

## 2.5 REFERÊNCIAS

BORBA R. S.; SILVEIRA, G. M.; ADALÉCIO, K.; ANDRESSA, C.; LOUREIRO, C. R. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) sobre ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae). **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1345-1352, 2006.

CARLI, M. D.; COELHO JÚNIOR, A.; MILANEZ, J. M.; NARDI, C.; PARRA, J. R. P. Selection of *Trichogramma* species as potential natural enemies for the control of *Opogona sacchari* (Bojer). **Scientia Agricola**, v. 74, n. 5, p. 401-404, 2017.

CARVALHO, J. R. D.; PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; SILVA, M. A.; BUENO, R. C. O. D. F.; BUENO, A. D. F. Parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* on eggs of *Trichoplusia ni* at different temperatures. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 36, n. 4, p. 417-424, 2014.

MEDEIROS, M. A. D.; RYOITI SUJII, E.; CASTANHEIRA DE MORAIS, H. (2011). Fatores de mortalidade na fase de ovo de *Tuta absoluta* em sistemas de produção orgânica e convencional de tomate. **Bragantia**, V. 70, N. 1, 2011.

MEIRA, A. L.; STRUM, G. M.; ZINGER, F. D.; MARDGAN, L.; PRATISSOLI, D. Características biológicas de parasitóide de ovos criados em diferentes hospedeiros. **Agrarian**, v. 10, n. 35, p. 10-17, 2017.

OLIVEIRA, C. M DE.; DE OLIVEIRA, J. V.; BREDA, M. O.; de FRANÇA, S. M.; DUARTE, B. L. R. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* for the management of the tomato fruit borer (Lepidoptera: Crambidae) in tomatoes. **Crop Protection**, v. 99, p. 39-44, 2017.

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, C.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: uma visão inter e multidisciplinar. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; FERREIRA, C.; BENTO, J. M. S. (Ed.). Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores. cap. 8, p. 125-137, 2002.

PINTO, J.D. A Review of the New World Genera of. **International Society of Hymenopterists**, v. 15, n. 1, p. 38-163, 2006.

PINTO J. D.; STOUTHAMER, R. **Systematics of the Trichogrammatidae with emphasis on *Trichogramma***, p. 1-36. In E. Wajnberg e S. A. Hassan. (eds.). Biological Control with egg parasitoids. IOBC, CAB International, p. 286, 1994.

PRATISSOLI, D.; FORNAZIER, M. J.; HOLTZ, A. M.; GONÇALVES, J. R.; CHIORAMITAL, A. B.; ZAGO, H. B. Ocorrência de *Trichogramma pretiosum* em áreas comerciais de tomate, no Espírito Santo, em regiões de diferentes altitudes. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 01, p. 73-76, 2002.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R. ; OLIVEIRA, H. N.; PERREIRA, F.F. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) nas

características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 50, n. 287, p. 95-105, 2003.

QUERINO, R. B.; MENDES, J. V.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R. A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. *Zootaxa*, v. 4232, n. 1, p. 137-143, 2017.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. Espécies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) coletadas em armadilha de sucção em reserva florestal. *Neotropical entomology*, v. 33, n. 4, p. 451-455, 2004.

QUERINO, R. B.; ZUCCHI, R. A. **Guia de Identificação de *Trichogramma* para o Brasil**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 103, 2011.

SHARMA, S.; AGGARWAL, N. Dispersal ability and parasitisation performance of *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in organic Basmati rice. *Journal of environmental biology*, v. 36, n. 6, p. 1345, 2015.

SILVA, M. R.; JARDIM, C. H. Influência da Topografia e Uso da Terra na Variação dos Elementos Climáticos em Belo Horizonte, Ibirité, Sete Lagoas e Conceição do Mato Dentro–MG: O Segmento Temporal Entre 11 a 23/09/2016. *Revista do Departamento de Geografia*, n. spe, p. 48-57, 2017.

VIANNA, U. R.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; DE 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). *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 78, n. 1, p. 81-87, 2011.

ZUCCHI, R. A. **Taxonomia de espécies de *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) associados a algumas pragas (Lepidoptera) no Brasil**. 1985. f. 77. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

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. (Eds.), **Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on *Trichogramma***. Springer, New York, p. 219–236, 2010.

### 3 CAPÍTULO III

#### SELEÇÃO DE LINHAGENS DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e RESPOSTA FUNCIONAL EM OVOS DE *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae)

##### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar as melhores linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e verificar a resposta funcional dos parasitoides em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) em laboratório. As variáveis analisadas para o teste de seleção foram: percentual de parasitismo, viabilidade, razão sexual e número de indivíduos/ovo. Para avaliar a resposta funcional de *T. pretiosum* em ovos de *S. eridania*, fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* linhagem MV (escolhida no bioensaio de seleção) foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato, sendo posteriormente ofertadas 8 proporções de ovos de *S. eridania* (1; 2; 4; 8; 16; 24; 32; 64 ovos), oriundos da criação de laboratório, com idades de 24, 48, e 72 horas. Após a emergência e morte dos parasitoides, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de ovos parasitados, percentagem de emergência, número de indivíduo por ovo e razão sexual. Na seleção de linhagens de *T. pretiosum* o parasitismo foi observado em todas as linhagens avaliadas, sendo que a linhagem MV foi a que apresentou o maior valor médio de parasitismo, enquanto que a linhagem MILHO o menor 68,50 e 10,37% ( $H = 50,927$ ;  $p < 0,001$ ). Para as variáveis número de indivíduos por ovo e razão sexual não se observou diferença significativa. Dentre as linhagens estudadas, MV de *T. pretiosum*, é a mais indicada para utilização em programas de manejo biológico de *S. eridania*. Quanto à resposta funcional de *T. pretiosum* linhagem MV em ovos de *S. eridania* essa se mostrou do Tipo II.

**Palavras-chave:** Parasitoide de ovos, lagarta-das-folhas, manejo biológico.

## ABSTRACT

The objective of this work was to select as best strains of *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and to verify the functional response of the parasitoids in *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in the laboratory. The variables analyzed for the fall test were: percentage of parasitism, viability, sex ratio and person / egg number. To evaluate the functional response of *T. pretiosum* in *S. eridania* eggs, freshly emerged *T. pretiosum* MV lineages (choice without selection bioassay) were individualized in flat bottom glass tubes, and afterwards 8 egg proportions were offered of *S. eridania* (1; 2; 4; 8; 16; 24; 32; 64 eggs) from the laboratory, aged 24, 48 and 72 hours. After emergence and periods of parasitoids, the following variables were selected: number of parasitized eggs, percentage of emergence, number of individuals per egg and sexual reasons. In the selection of *T. pretiosum* strains, parasitism was observed in all strains evaluated, with the MV line being one that presented the highest average parasitism, while the lineage MAH the lowest 68.50 and 10.37% (  $H = 50.927$ ,  $p < 0.001$ ). For as variables identification number by name and sex ratio I do not observed significant difference. Among the studied strains, MV of *T. pretiosum*, are best indicated for use in biological management programs of *S. eridania*. Regarding the functional response of *T. pretiosum* MV lineage in *s. eridania* this was shown to be Type II.

**Keywords:** Parasitoid of eggs, leaf caterpillar, biological management.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A espécie de lepidóptera *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) é nativa do continente americano, ocorrendo amplamente na América Central, América do Sul e Caribe (SOUZA et al., 2014). Essa praga é de grande importância econômica, causando sérios prejuízos em diversas culturas agrícolas tais como: amendoim, batata-doce, girassol, milho (TEODORO et al., 2013), tomate (SOUZA et al., 2013), soja e até em algumas plantas daninhas, como é o caso da corda de viola (SANTOS et al., 2005).

Devido ao fato desta praga ser generalista, sem produtos químicos recomendados para o seu manejo em cultivos de tomateiro, tornam-se fundamentais métodos alternativos. Assim, o controle biológico utilizando a liberação de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), inimigo natural com ampla distribuição e altamente especializado e eficiente, pode ser uma alternativa (PRATISSOLI et al., 2005a). Esse método de manejo é citado em várias literaturas, trazendo como vantagem a sua facilidade de ser criado em hospedeiros alternativos (PRATISSOLI et al., 2003).

Para esse método de manejo ser eficaz torna-se fundamental a seleção de linhagens de *Trichogramma* para cada cultura, pois esses parasitoides possuem grande número de espécies e linhagens que apresentam diferenças entre si que podem influenciar no controle da praga (BUENO et al., 2009). Resultados obtidos por Pratisoli et al., (2005a) avaliando características biológicas de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae), criados em ovos de *Sitotroga cerealella* (OLIVER) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *A. kuehniella* demonstram que a linhagem proveniente de Venda Nova do Imigrante a 750 m de altitude apresentou os melhores resultados. Em outro trabalho, Pratisoli et al., (2008) selecionando espécies de *Trichogramma* visando o manejo da traça-das-crucíferas, concluíram que *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) foi a espécie de melhor desempenho.

Estudos de eficiência do *Trichogramma* devem ser realizados em laboratórios (preliminares) e a campo para verificar a real eficiência dos mesmos. Desta maneira, os estudos são de seleção de linhagens, número ideal e intervalo de liberações dos parasitoides, além da capacidade de dispersão (PRATISSOLI et al., 2005a). Além disso, é importante a escolha de parasitoides locais no desenvolvimento de um programa de manejo biológico aplicado (PRATISSOLI; PARRA 2001), pois, além da facilidade de coleta, essas linhagens/espécies são mais adaptadas às condições locais.

Face ao exposto, o objetivo da realização deste trabalho foi selecionar a melhor linhagem de *T. pretiosum*, e verificar a resposta funcional do parasitismo em ovos de *S. eridania* em condições de laboratório.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.2.1 Coleta, Criação e Multiplicação de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae)

Lagartas de *S. eridania* foram coletadas em lavouras comerciais de tomate, morango e repolho localizadas na região serrana do Estado do Espírito Santo, onde se concentra a maior produção de olerícolas. Estas foram criadas em folhas de couve *Brassica oleraceae* cultivar Manteiga até atingirem a fase adulta ( $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h). Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura) revestidos internamente com folha de papel branco, sendo a extremidade superior fechada com tecido do tipo “voil” e a inferior fechada com uma placa quadrada de isopor (25 cm de lado x 3 cm de espessura), sendo oferecida diariamente uma solução de mel em 10% (m/v) como substrato alimentar, por meio de algodão embebido de solução em frasco de vidro (5 mL). As folhas de papel, contendo as posturas, foram recortadas e as massas de ovos acondicionadas em placas de plástico tipo Gerbox® (6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura), que foram mantidas em condições controladas ( $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h), até a emergência das lagartas.



As lagartas recém-emergidas foram acondicionadas em potes plásticos (20 cm x 40 cm x 12 cm altura) com tampa possuindo uma abertura, fechada com tecido microtuler. Com o crescimento das lagartas e a perda de hábito gregário que acaba no segundo instar, estas lagartas foram repicadas em novos potes até atingir um stand final de 100 lagartas por pote. Cada pote continha dieta artificial constituída por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de ágar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol em 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B12) (GREENE et al., 1976), suficiente para a alimentação pertinente a 24 horas de alimentação. Todos os dias os potes eram trocados e a alimentação realizada. Quando as lagartas chegavam à fase de instares finais eram individualizadas em potes (10 cm de diâmetro x 7 cm de altura) com tampas perfuradas e tampadas com tecido microtuler, forradas com ¼ de folha de papel formato A4. Estes potes recebiam 1 cm<sup>3</sup> de dieta descrita acima e recebiam 7 lagartas, que permaneciam no recipiente até a fase de pupa. Estas eram coletadas e acondicionadas em placas de plástico tipo Gerbox® (6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) até a emergência dos adultos, que eram destinados a uma gaiola de acrílico (80 cm x 80 cm x 70 cm), permanecendo nesta condição por 48 horas, sendo os insetos transferidos para tubo PVC com as mesmas condições citadas anteriormente.

### 3.2.2 Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae)

Utilizou-se como hospedeiro alternativo *A. kuehniella* (ZELLER), criada em laboratório nas condições de 25 ± 1 ° C, umidade relativa de 70% e fotofase de 14 horas de acordo com a metodologia desenvolvida por (PARRA et al., 2002) e adaptada por Pratissoli et al., (2003).

### 3.2.3 Manutenção de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

A criação e multiplicação das linhagens de *Trichogramma* foram realizadas em ovos de *A. kuehniella* da criação existente no NUDEMAFI. Neste local, o hospedeiro alternativo é mantido a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , com umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas, sendo os adultos alimentados por dieta artificial desenvolvida pelo laboratório do NUDEMAFI a base de farinha de trigo integral (60%), farinha de milho (37%) e levedura de cerveja (3%) (PRATISSOLI, 2003).

Os ovos destinados para serem parasitados por *Trichogramma* spp. foram colados com goma arábica, diluída em água (5%), em retângulos de cartolina azul (8,0 cm x 2,0cm). A sua inviabilização foi realizada pela exposição à luz germicida por um período de 50 minutos e uma distância de 15 cm da fonte de luz. Após este processo, os ovos foram oferecidos aos adultos de *Trichogramma*, em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), alimentados com gotículas de mel depositadas na parede de cada tubo com auxílio de um estilete. Informações quanto a data do parasitismo e o código de identificação foram anotadas nas extremidades das cartelas.

Os tubos foram alocados em grades metálicas, e mantidos em câmara climatizada, regulada na temperatura de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa (UR):  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas para o desenvolvimento do parasitoide.

### 3.2.4 Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae).

A seleção foi realizada em laboratório nas condições de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , umidade relativa de  $70\% \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas. Utilizou-se, 8 linhagens provenientes das coletas realizadas no (ITEM 2.3.1) e mais 4 linhagens advindas do biotério NUDEMAFI, nomeadas de (TG, TP, A2, A3). Foram individualizadas 20 fêmeas, das espécies e/ou linhagens de *Trichogramma* coletadas em campo, em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm) tamponados com

filme plástico de PVC. Para cada fêmea foi oferecido 30 ovos de *S. eridania*, com até 24 horas de idade, os quais foram colados em cartolina azul celeste (3,0 x 0,5 cm) com goma arábica em 10% (m/v). Cada fêmea constituiu uma repetição. Permitiu-se o parasitismo por 24 horas, retirando-se após este período as fêmeas com o auxílio de um pincel fino. As cartelas contendo os ovos parasitados foram mantidas em câmara climatizada ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas). As variáveis analisadas foram: Ovos parasitados (n), viabilidade (%), razão sexual e número de indivíduos/ovo (n).

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e os resíduos submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) e Bartlett ( $p > 0,05$ ), respectivamente. Verificada a ausência de normalidade e homogeneidade de variância, pressupostos estes da análise paramétrica, procedeu-se a análise dos dados por meio da anova não paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ), sendo em caso de significância as medianas comparadas pelo teste de Dunn ( $p < 0,05$ ) (CAMPOS, 1983).

Com o intuito de verificar quais linhagens de *Trichogramma* possuem características mais similares realizaram-se procedimentos multivariados. A partir das médias das variáveis estudadas das linhagens construiu-se uma matriz 12 x 5 (linhagens x variáveis explicativas). Essa matriz foi submetida à transformação escalar e linear de centralização e normalização para então ser calculada a distância Euclidiana, obtendo-se desta forma, uma matriz 12 x 12 de dissimilaridades, onde valores mais elevados entre duas linhagens indicam que estes são mais distantes, enquanto que menores valores indicam maior proximidade (APÊNDICE I) (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011; MINGOTI, 2013).

Com base na matriz de dissimilaridades foi determinado o número de grupos de ligação. Para tal, utilizou-se o método de ligação simples (do inglês *Single Linkage*) com o intuito de se obter grupos formados a partir de linhagens mais próximas (semelhantes). O procedimento constou da utilização de 26 critérios (CHARRAD et al., 2014) utilizados na seleção e validação do número de

grupos de ligação para Métodos Hierárquicos Aglomerativos (BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011; MINGOTI, 2013) (APÊNDICE II). A partir da definição do número de grupos procedeu-se com a confecção do dendograma a partir da matriz de dissimilaridades.

Buscou-se também compreender a influência das variáveis explicativas na formação dos agrupamentos. Desta maneira, realizou-se uma análise de coordenadas principais (PCoA) (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998), a partir da matriz de dissimilaridades e posteriormente construiu-se um gráfico do tipo “Biplot” que permitiu compreender a influência de tais variáveis (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998; BORCARD; GILLET; LEGENDRE, 2011).

Para todas as análises realizadas foi utilizado o aplicativo computacional R versão 3.3.3 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017). Para a análise de não paramétrica utilizou-se a função (KRUSKAL.TEST()) do pacote (STATS) (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017), enquanto que para o teste de Dunn utilizou-se o pacote (PMCMR) (POHLERT, 2014). Para os procedimentos da análise multivariada utilizou-se o pacote (VEGAN) (OKSANEN et al., 2017). Na determinação do número de clusters utilizou-se o pacote (NBCLUST) (CHARRAD et al., 2014), enquanto que na construção do dendograma utilizou-se o pacote (COLORSPACE) (IHAKA et al., 2016).

3.2.5 Resposta Funcional de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae).

Fêmeas recém-emergidas de *T. pretiosum* linhagem MV provenientes de Santa Teresa – ES, escolhida no teste de seleção, foram individualizadas em tubos de vidro de fundo chato (8,5 cm x 2,5 cm), sendo posteriormente ofertadas 8 proporções de ovos de *S. eridania* (1; 4; 8; 16; 24; 32; 64), oriundos da criação de laboratório, com idades de 24, 48, e 72 horas. Esses ovos foram colados em retângulos de cartolina azul celeste (7,5 cm x 2 cm) com auxílio de pincel umedecido com goma arábica em 10%. Como alimento, as fêmeas receberam uma gotícula de mel depositada na parede interna do tubo. Após 24 h de

parasitismo, os parasitoides foram removidos e eliminados. As cartelas contendo ovos parasitados foram mantidas nos mesmos tubos de vidro, os quais foram novamente fechados com filme plástico PVC e mantidos em câmara climatizada ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14h). Após a emergência e morte dos parasitoides, foram avaliadas as seguintes variáveis: número de ovos parasitados, porcentagem de emergência, número de indivíduo por ovo e razão sexual. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $3 \times 8$ , sendo, três fases de desenvolvimento embrionário (24, 48 e 72 horas), oito proporções de ovos e vinte repetições (Tubo de vidro com uma fêmea do parasitoide, e a proporção de ovos). Para avaliar o efeito da proporção e da idade de ovos de *S. eridania* foi realizada análise de variância, ajustando modelos lineares generalizados (GLM), com distribuição Binomial, corrigindo a sobredispersão por meio do uso de distribuição quasibinomial. A porcentagem de parasitismo dos ovos, porcentagem de emergência dos parasitoides e a razão sexual dos indivíduos eclodidos foram consideradas variáveis resposta e a proporção e idade dos ovos aos quais os parasitoides estiveram submetidos, foram consideradas como variáveis categóricas. Foram utilizadas análises de contraste para avaliar as diferenças entre os níveis dos fatores proporção e idade de ovos, simplificando os modelos completos por amalgamamento dos níveis não significativos. Foi utilizado teste F para comparar as diferenças entre os modelos.

Para avaliar o efeito da proporção e da idade de ovos, foi realizada análise de variância, ajustando modelos lineares generalizados (GLM), com distribuição Binomial, corrigindo a sobredispersão por meio do uso de distribuição quasibinomial. A porcentagem de parasitismo dos ovos, porcentagem de emergência dos parasitoides e a razão sexual dos indivíduos eclodidos foram consideradas variáveis resposta e a proporção e idade dos ovos aos quais os descendentes estiveram submetidos, foram consideradas como variáveis categóricas. Foram utilizadas análises de contraste para avaliar as diferenças entre os níveis dos fatores proporção e idade de ovos, simplificando os modelos completos por amalgamamento dos níveis não significativos. Foi utilizado teste F para comparar as diferenças entre os modelos.

O número de ovos parasitados foi utilizado para a análise da resposta funcional. Os dados foram submetidos à verificação do tipo de resposta funcional pela função (FRAIR\_TEST()) do pacote (FRAIR) (PRITCHARD, 2016) por meio do aplicativo computacional R versão 3.4 (R DEVELOPMENT CORE EQUIPE, 2017). Após este procedimento verificou-se que os dados seguem uma resposta funcional do tipo II, ou seja, o parasitoide apresenta um ponto a partir do qual tende à estabilidade em comportamento de ovipositar. Assim, testou-se os modelos propostos por Holling (1959) (EQUAÇÃO 1) e Rogers (1972) (EQUAÇÃO 2), que representam respostas funcional do tipo II.

$$N_e = \frac{a \cdot N_0 \cdot P \cdot T}{(1 + a \cdot Th \cdot N_0)} \quad (\text{EQ. 1})$$

$$N_e = N_0 \cdot [1 - \exp(a \cdot N_e \cdot Th - T)] \quad (\text{EQ. 2})$$

Onde:  $N_e$ : número de ovos parasitados;  $N_0$ : proporção de ovos;  $a$ : eficiência de busca;  $P$ : número de parasitoides ( $P=1$ );  $T$ : duração do experimento ( $T=24\text{h}$ ); e  $Th$ : tempo de manuseio.

Para determinar os coeficientes de eficiência de busca e de tempo de manuseio utilizou-se a regressão de mínimos quadrados não linear por meio do método de Levenberg - Marquardt, usando-se o pacote (MINPACK.LM) (ELZHOV et al., 2016).

Os modelos foram comparados com base no coeficiente de determinação ( $R^2$ ), no logaritmo de verossimilhança (LOGLIK) e por meio do critério e peso de informação de Akaike (AIC e peso AIC, respectivamente) e do critério de informação Bayesiano (BIC), sendo que, para LogLik quanto maior o valor melhor será o ajuste, enquanto que para AIC e BIC quanto menor o valor e maior o peso do valor melhor é o ajuste do modelo (KONISHI; KITAGAWA, 2008). O número máximo de ovos parasitados foi obtido pela razão entre  $T/Th$ .

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.3.1 Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae).

No que se refere à variável ovos parasitados, a linhagem MV apresentou resultados superiores a Milho e MR e semelhante às demais (FIGURA 2 A). Como o gênero *Trichogramma* possui um grande número de espécies e cada espécie possui várias linhagens as diferenças entre si podem influenciar a eficiência no controle de uma determinada praga (BUENO et al. 2009). Assim, diferentes linhagens mesmo que dentro da mesma espécie podem diferenciar na capacidade de parasitar ovos de *S. eridania*. Meira et al. (2011) ao avaliarem a seleção de espécies de *Trichogramma* spp. em ovos de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) também observaram diferença entre as espécies para esta variável, sendo os melhores resultados encontrados com as espécies *T. atopovirilia* e *T. pretiosum*.

Para viabilidade houve pouca variação, onde somente a linhagem Luis demonstrou-se inferior a IFESST e semelhante às demais (FIGURA 2 B). Além disso, a baixa viabilidade pode estar associada com a dificuldade do parasitoide em parasitar o hospedeiro, provavelmente por *S. eridania* não ser um bom hospedeiro para linhagens de *T. pretiosum*. A diferença de viabilidade entre as espécies pode estar relacionada com a agressividade de cada uma delas (PRATISSOLI et al., 2003). Melo et al. (2007) ressaltam que, se o hospedeiro proporcionar bom desenvolvimento embrionário, irá favorecer o desempenho do parasitoide no campo. Rodrigues et al., (2012) avaliando linhagens de *T. pretiosum* para o controle de *Grapholita molesta* (BUSK) (Lepidoptera: Tortricidae) também não observaram diferença de viabilidade entre as linhagens estudadas.

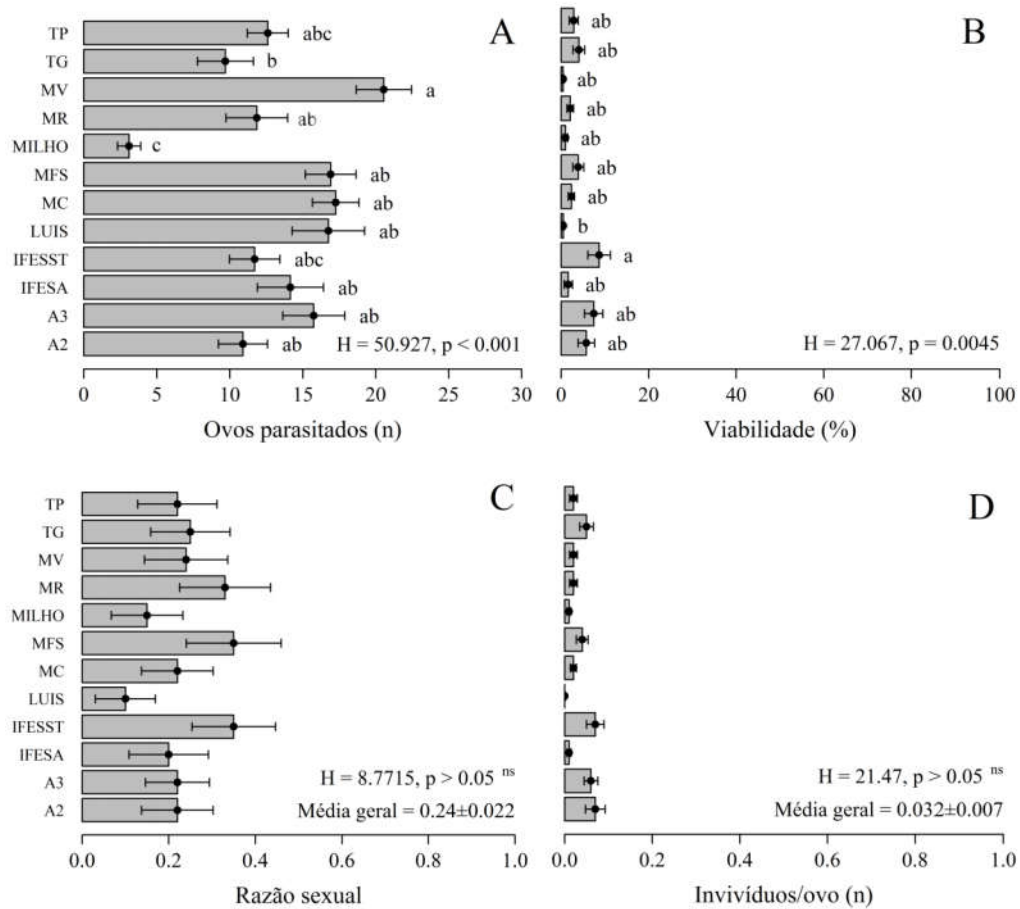


Figura 2 - Número de ovos parasitados (A), viabilidade do parasitismo (%) (B), número de indivíduos por ovo (C) e razão sexual (D), entre linhagens de *Trichogramma*, em condições de laboratório (Temp.: 25±1°C, UR = 70±10% e Fotofase = 12h). Barras (média ± erro padrão) seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunn (p < 0,05).<sup>ns</sup> = Não significativo pelo teste de Kruskal - Wallis (p > 0,05)

A baixa viabilidade dos ovos parasitados, não afeta o programa de manejo biológico da praga, visto que, o maior objetivo da liberação massal de *Trichogramma* é obter o parasitismo e não proporcionar a permanência deste agente natural em campo.

Para a variável razão sexual (FIGURA 2 C) não se observou diferença significativa, sendo observada uma média de 0,24 ± 0,022 para a razão sexual. Isto aconteceu, pelo hospedeiro não ser o mais adequado para as linhagens



em estudo. Quando em condições impróprias, de stress, a fêmea de *Trichogramma*, tende a optar por uma prole com mais machos do que fêmea, em virtude de tentar aumentar a variabilidade genética e conseguir adaptação.

A razão sexual ideal deveria ser superior a 0,5, para criação massal em ovos de hospedeiros alternativos (DIAS et al., 2008).

O nascimento de uma maior quantidade de fêmeas é desejável em programas de manejo biológico (WAKEIL et al., 2008). Assim, existem técnicas que podem ser utilizadas para aumentar a razão sexual. Russell e Stouthamer (2011), citam a infecção de *T. pretiosum* por PI-*Wolbachia*.

Para a variável número de indivíduo por ovo (FIGURA 2 D), não se observou diferença significativa, sendo observada uma média de  $0,032 \pm 0,007$ .

O número baixo de indivíduos por ovo se deve ao fato dos ovos de *S. eridania* apresentarem características intrínsecas que não permitem que *Trichogramma* tenha um bom desenvolvimento no interior dos ovos, não se mostrando como bom hospedeiro. Resultados semelhantes foram observados por Andrade et al., (2009). Apesar dos resultados mostrarem um menor número de indivíduos por ovo do hospedeiro, isso torna - se vantajoso para o desenvolvimento de *Trichogramma*, pois mais nutrientes estarão disponíveis para a sua assimilação e desenvolvimento, gerando, indivíduos maiores e mais competitivos. Por outro lado, o aumento no número de adultos por hospedeiro, pode diminuir a qualidade do indivíduo gerado, refletindo na eficiência de manejo, já que poderá resultar em uma menor quantidade de ovos parasitados (BESERRA; DIAS; PARRA, 2003).

A análise multivariada para a determinação do número de grupo utilizando 26 critérios de seleção revelou forte indício da existência de 5 grupos, baseados na matriz de dissimilaridades e no método de ligação simples (FIGURA 3 A).

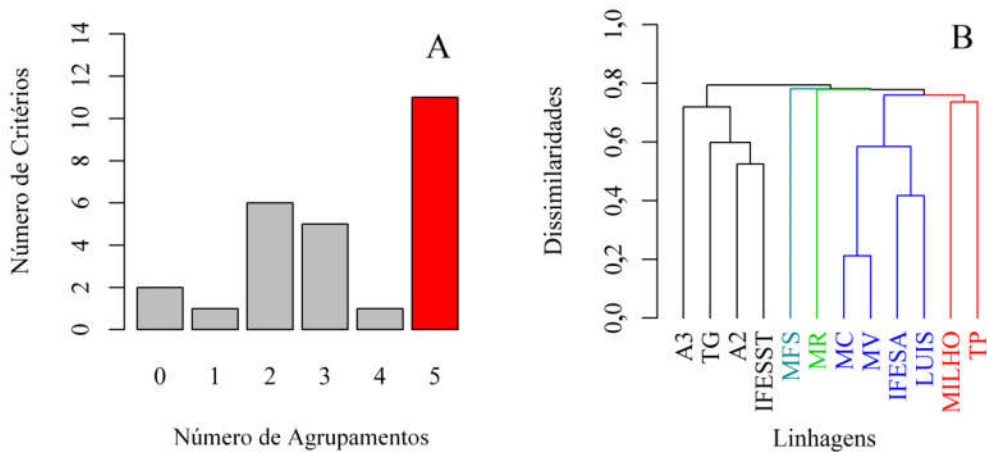


Figura 3 - Número de agrupamentos (clusters) baseados em 26 critérios de seleção de grupos (A) e análise de agrupamento (B) de diferentes linhagens de *Trichogramma* utilizando distância Euclidiana e método de ligação simples. Destaque em vermelho para o número de grupos relevante (A). Linhagens pertencentes ao mesmo agrupamento possuem a mesma coloração

A (FIGURA 3 A) mostra que com base no agrupamento de 26 critérios, podemos dividir as linhagens em 5 grupos.

O dendograma (FIGURA 3 B) revelou que os grupos formados foram compostos pelas seguintes linhagens: grupo 1 (COR PRETA) – A3, TG, A2 e IFESST; grupo 2 (COR TURQUESA) – MFS; grupo 3 (COR VERDE) – MR; grupo 4 (COR AZUL) – MC, MV, IFESA e LUIS; e grupo 5 (COR VERMELHA) – MILHO e TP. Esta separação das linhagens quanto às suas características, evidenciam que apesar de ter apenas a espécie *T. pretiosum*, cada linhagem possui características particulares. Em um estudo de apenas duas linhagens de *Trichogramma brassicae* Bezd. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), para o manejo de *Autographa gamma* (L.) (Lepidoptera: Noctuidae) os autores concluíram que a linhagem 2 possui um alto potencial (KLUG; MEYHÖFER, 2009).

A análise de PCoA apresentou existência de 5 eixos explicativos, sendo que os

dois primeiros eixos correspondem a 92,07% da variação observada (FIGURA 4 A).

Pela PCoA (FIGURA 4 B) pode-se observar o posicionamento dos grupos e das variáveis explicativas. Ao analisar o eixo 1 (maior percentual de variação) verifica-se que o grupo 4 (AZUL) foi o grupo que apresentou os maiores valores de ovos parasitados e menores valores para a viabilidade e número de indivíduos por ovo, conforme pode ser confirmado nas (FIGURAS 2 A, B e D). O grupo 1 (PRETO), por outro lado, foi composto pelas linhagens que apresentaram os maiores valores de viabilidade e número de indivíduos por ovo e menor número de ovos parasitados.

No eixo 2 verifica-se que o grupo 2 (AZUL TURQUESA) foi o grupo que apresentou os maiores valores de ovos parasitados e razão sexual, conforme também pode ser observado nas (FIGURAS 2 A e C). O grupo 5 (VERMELHO), para essas variáveis, foi composto pelas linhagens que apresentaram os menores valores. Para viabilidade e indivíduos/ovo, as linhagens alocadas no grupo 1 (PRETO) apresentam os melhores resultados.

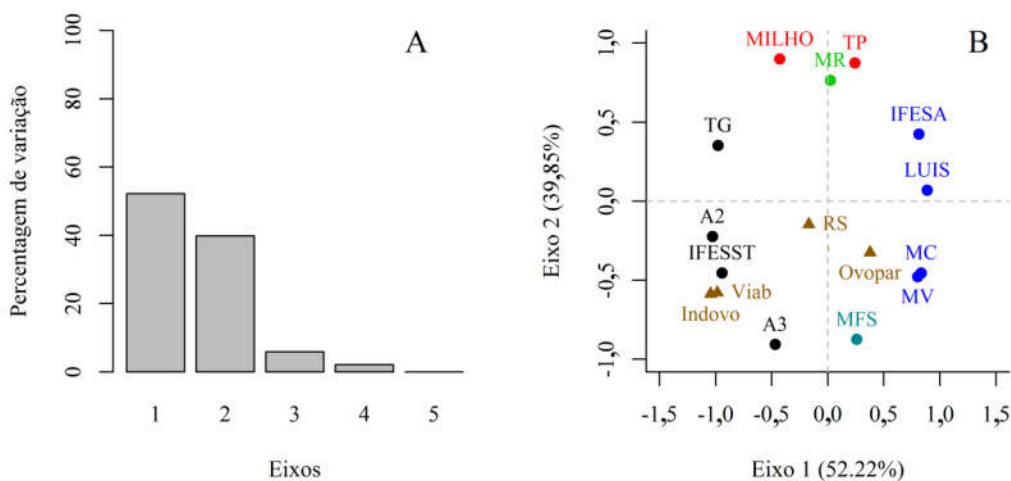


Figura 4 - Percentual de variação dos eixos da análise de coordenadas principais (PCoA) de linhagens de *Trichogramma* (A) e gráfico tipo “Biplot” (B) demonstrando a influência das variáveis explicativas (COLORAÇÃO

MARRROM) sobre os agrupamentos formados. Grupos formados de linhagens: grupo 1 (PRETO), grupo 2 (TURQUESA), grupo 3 (VERDE), grupo 4 (AZUL) e grupo 5 (VERMELHO)

3.3.2 Resposta Funcional de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae).

De acordo com a análise de contrastes verifica-se que houve diferença entre os tratamentos para porcentagem de parasitismo ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 5 A). Para porcentagem de emergência e razão sexual, Figuras 5 (B) e (C), respectivamente, não houve diferença entre as diferentes idades de ovos de *Trichogramma pretiosum* linhagem MV ( $p < 0,05$ ).

Para porcentagem de parasitismo (%), o melhor modelo foi unindo 24 - 72h, separado de 48 h (FIGURA 5 A). A diferença desses grupos foi ( $F_{1,478} = 14,29$ ;  $p < 0,001$ ).

O parasitismo com ovos de 24, 48 e 72 horas foi de 57%; 46% e 62% ( $\pm 0,02$ ), respectivamente. Os resultados encontrados são diferentes dos encontrados por (ZUIM, et al., 2017; TIAN, et al., 2017) com parasitoides do mesmo gênero em ovos de *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) (Lepidoptera: Noctuidae) e *Cnaphalocrocis medinalis* (GUENÉE) (Lepidoptera: Pyralidae); aonde constataram que conforme a idade dos ovos do hospedeiro aumentava o parasitismo era reduzido.

No presente estudo ovos de 48 horas apresentaram, estatisticamente, um menor percentual de parasitismo em relação aos ovos de 24 e 72 horas. Este fato pode ter ocorrido em função da fase de desenvolvimento dos ovos do hospedeiro, na qual pode ter ocorrido a produção e/ou a concentração de algum composto, o qual interfere na aceitação do hospedeiro e/ou o desenvolvimento do parasitoide (FIGURA 5 A).

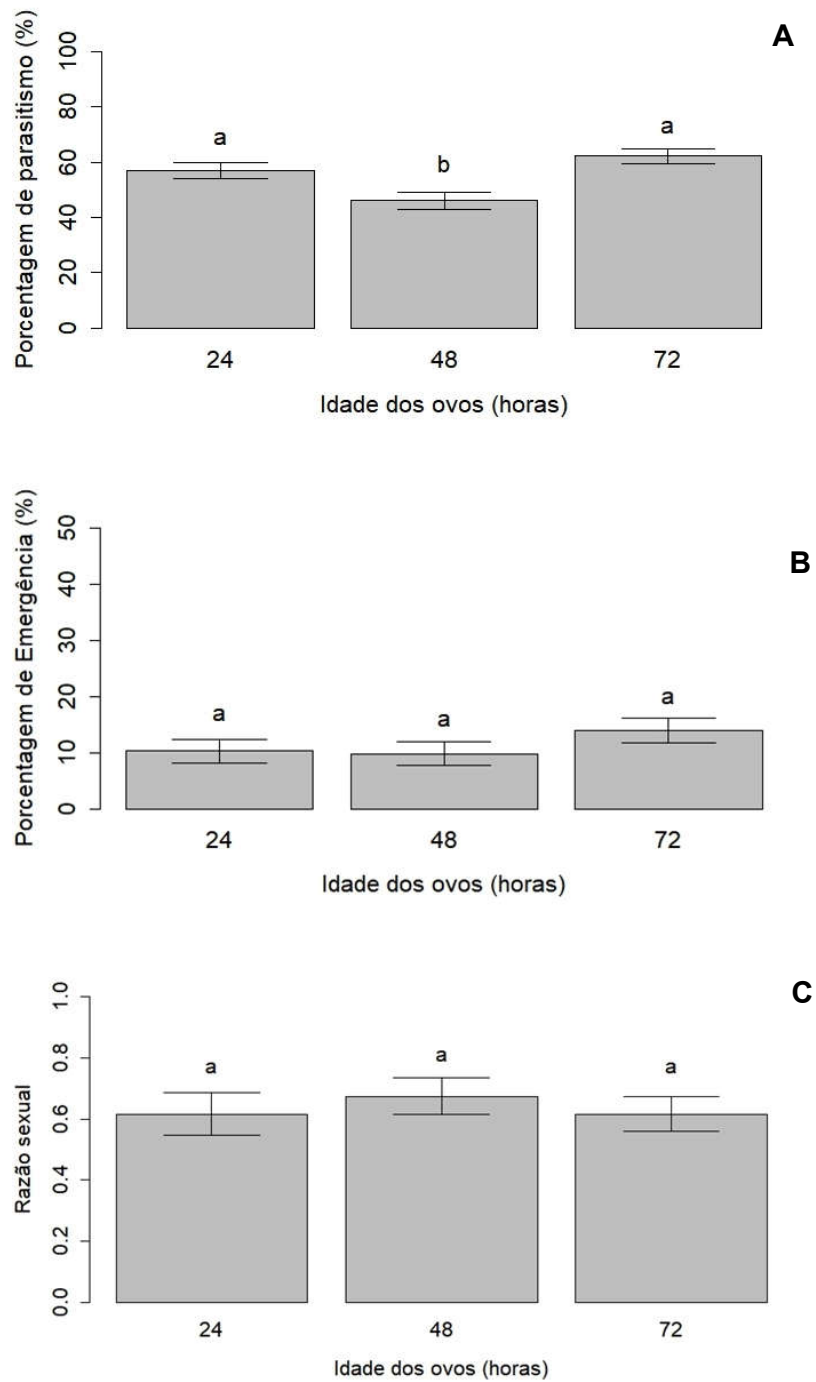


Figura 5 – Análise comparativa de porcentagem de parasitismo (A); (%) porcentagem de emergência (%) (B) e razão sexual (C) de *T. pretiosum* linhagem MV, em diferentes idades dos ovos (horas). Barras (média  $\pm$  erro padrão) seguidas de mesma letra não diferem entre si pela análise de contrastes ( $p < 0,05$ )

Em um trabalho utilizando *Trichogramma maxacalii* (VOEGELÉ e POINTEL) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de diferentes idades de *Oxydia vesulia* (CRAMER) (Lepidoptera: Geometridae), se constatou que até a idade de 5 dias de idade o parasitismo foi crescente, apesar de não haver diferença estatística significativa, sendo que o parasitismo não ocorreu apenas na emergência das lagartas, aos 7 dias de idade (OLIVEIRA et al., 2003).

Para porcentagem de emergência (FIGURA 5 B) e razão sexual (Figura 5 C) não houve diferença significativa entre as idades dos ovos, sendo observados os valores variando entre 0,9 ( $\pm 0,02$ ) e 0,13 ( $\pm 0,02$ ) para porcentagem de emergência; 0,67% ( $\pm 0,06$ ) e 0,62 ( $\pm 0,05$ ) para razão sexual. Em trabalho semelhante, Pratissolli e Oliveira (1999) observaram resultados distintos ao presente trabalho, onde a partir de 48 horas notaram que houve decréscimo significativo na porcentagem de emergência quando submetida ao manejo de *H. zea*. Assim, acredita-se que, em campo, ovos com até 72 horas podem ser parasitados.

Quando considerado o fator proporção de ovos, para as variáveis porcentagem de emergência e razão sexual foi observada diferença entre os tratamentos, conforme apresentado nas Figuras 6 (A) e (B) ( $p < 0,05$ ).

Existe pelo menos uma diferença entre os níveis de densidade de ovos para parasitismo ( $F_{1,7} = 9,37$ ;  $p < 0,001$ ). O melhor modelo foi unindo os níveis de densidade 1; 2; 4; 8; 16; 24; 32 e 64, como pode ser visto na (FIGURA 6 A). A diferença significativa entre esses grupos foi ( $F_{1,2} = 29,09$ ;  $p < 0,001$ ).

O parasitismo foi verificado para todas as densidades testadas, todavia, os valores médios observados diferiram, variando entre 28 % ( $\pm 0,02$ ), na maior densidade e 69 % ( $\pm 0,03$ ) nas densidades de 16 e 24 ovos. Esta variação no comportamento de parasitismo pode estar atrelada a fatores como: hospedeiro, fatores climáticos e espécie/linhagem de *Trichogramma*. Pratissoli et al., (2005b), em um estudo com *S. frugiperda*, concluíram que os melhores resultados de parasitismo de *T. pretiosum* foram alcançados nas densidades de 20, 25 e 30 ovos. O percentual de parasitismo é uma das variáveis de maior

importância, visto que, é este que efetivamente determina a eficiência do controle biológico no campo (BUENO et al., 2009).

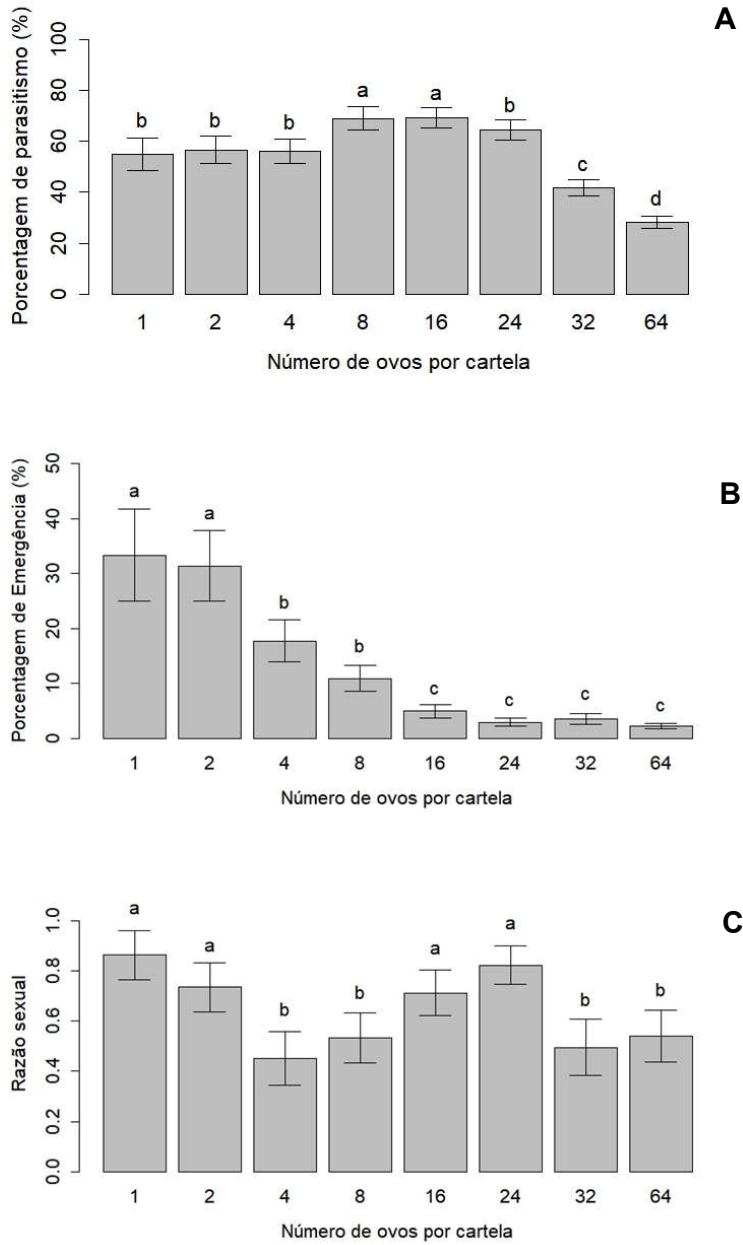


Figura 6 – Análise comparativa de porcentagem de Parasitismo (A); porcentagem de emergência (%) (B) e razão sexual (C), de *T. pretiosum* linhagem MV, em diferentes proporções de ovos. Barras (média ± erro padrão)

seguidas de mesma letra não diferem entre si pela análise de contrastes ( $p < 0,05$ )

Para porcentagem de emergência (FIGURA 6 B) os melhores resultados foram encontrados com o uso de 1 (33%) e 2 (31%) ovos quando comparado com os demais tratamentos ( $p < 0,05$ ). Nas demais proporções, com o aumento constatou-se uma redução gradativa, sendo as de 4 (17%) e 8 (11%) semelhantes, e as com 16, 24, 32 e 64 ovos demonstraram os piores índices de emergência. Polanczyk et al., (2011), observaram resultados semelhante ao presente trabalho, onde os melhores resultados encontrados para porcentagem de emergência, foram com as menores proporções (5, 10 e 15 ovos/fêmea) de ovos de *Diaphania hyalinata* (LINNAEUS) (Lepidoptera: Pyralidae). Esses resultados podem estar associados com a capacidade de parasitismo da espécie, uma vez que à medida que se aumenta a proporção de ovos por fêmea, o parasitoide não tem a capacidade de ovopositar em todos os ovos devido ao tempo necessário para cada ovoposição.

Para razão sexual (FIGURA 6 C) nas proporções de 1 (0,86), 2 (74), 16 (0,71) e 24 (0,82) ovos, constatou-se índices superiores quando comparado com as de 4 (0,45), 8 (0,53), 32 (0,49) e 64 (0,54) ovos. Esse fator pode estar relacionado à oferta de ovos, onde com a maior oferta pode não ocorrer a pressão de seleção e com isso uma maior emergência dos dois sexos. Fato este também constatado por Pratisoli et al. (2005b), que também observaram aumento da razão sexual com até 30 ovos/fêmea de *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho.

Para a resposta funcional o modelo de Holling foi o melhor, apresentando menor critério de informação de Akaike (AIC) e critério de informação bayesiano (BIC), com maior peso de AIC. Além disso, apresentou o maior logaritmo de máxima verossimilhança (Tabela 2).



Tabela 2 - Comparação entre os modelos de Roger e Holling para a proporção de ovos de *S. eridania* parasitados por *T. pretiosum* Linhagem MV

Modelo	R <sup>2a</sup>	AIC	Peso AIC	BIC	Log. Máxima Verossimilhança
Holling	0,728	2561,712	1	2573,959	-1277,856
Roger	0,8099	2660,881	<0,001	2673,128	-1327,441

<sup>a</sup> Teste qui-quadrado.

Na (tabela 3) é possível verificar que o parasitismo máximo foi de 44,32 ovos com o tempo de exposição (t) dos ovos de 24 horas.

A resposta funcional do inimigo natural a ser estudado é de extrema importância, todavia características como menor tempo de manipulação e alta eficiência de busca são cruciais (HASSELL, 1978).

O tempo de manipulação e a eficiência de busca do parasitoide *T. pretiosum* linhagem MV foi de 0,54142 h e 0,03853 h<sup>-1</sup> (Tabela 3). Esses resultados são superiores aos observados por (MILANEZ et al., 2018) utilizando a mesma espécie de parasitoide sobre ovos de *Trichoplusia ni* (HÜBNER) (Lepidoptera: Noctuidae), em três temperaturas, cujos valores encontrados foram de 0,04947 h; 0,06928 h; 0,06862 h para o tempo de manipulação e 1,69104 h<sup>-1</sup>; 1,54093 h<sup>-1</sup>; 1,82112 h<sup>-1</sup> para eficiência de busca em temperaturas de (20°C; 30°C; 25°C), respectivamente.

Em outro estudo utilizando *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae) forrageando ovos de *H. armigera* (VAEZ, et al., 2013) obtiveram os valores de 1,134 h para o tempo de manipulação e 0,0310 h<sup>-1</sup> para eficiência de busca, mostrando que o tempo de manipulação e a eficiência do presente estudo é superior e próximos, respectivamente. Desta forma, *T. pretiosum* linhagem MV se concretiza com excelentes resultados quando submetidos ao parasitismo em ovos de *S. eridania*.

Tabela 3 - Parâmetros estimados pelo modelo Holling sobre *T. pretiosum* linhagem MV em ovos de *S. eridania*

Parâmetros <sup>1</sup>	Estimativa	Erro padrão	Intervalo de confiança		t	p-valor
			Inferior	Superior		
a	0,03853	0,00224	0,03413649	0,04291788	17,2	< 0,0001
T <sub>n</sub>	0,54142	0,04154	0,46000239	0,62283365	13,03	< 0,0001

<sup>1</sup> Parâmetros: a = Eficiência de busca (h<sup>-1</sup>); T<sub>n</sub> = Tempo de manipulação (h).

O parasitoide *T. pretiosum* Linhagem MV apresenta uma resposta funcional do tipo II (HOLLING et al., 1959) em ovos de *S. eridania*. (FIGURA 7). Vários trabalhos como os realizados por (HOLLING, 1961; FARIA et al., 2000; FATHIPOUR et al., 2003; LASHGARI et al., 2006; NIKBIN et al., 2014), retratam que as respostas funcionais mais comuns para este tipo de parasitoide são as do tipo II e III.

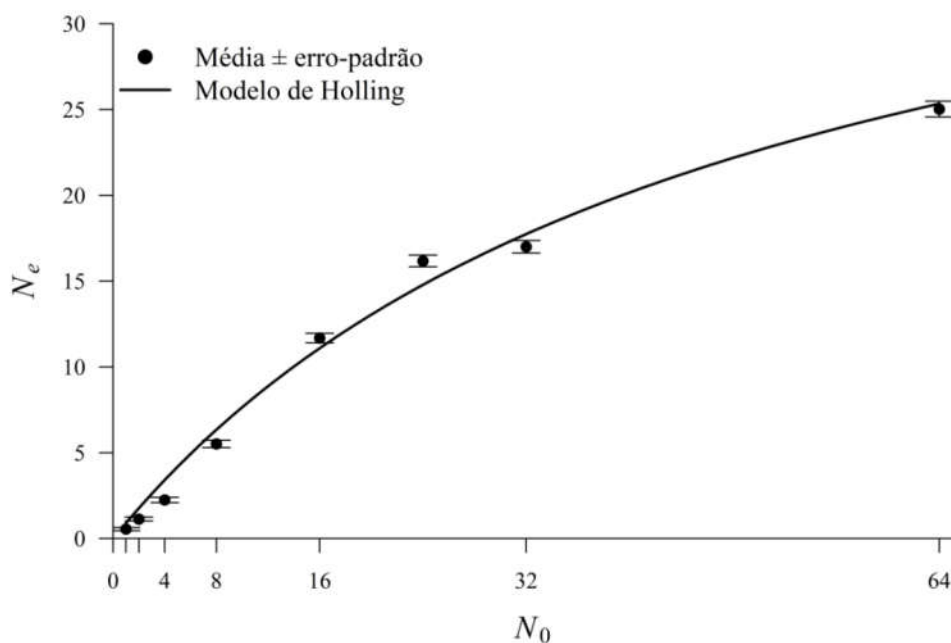


Figura 7 - Resposta funcional do tipo II pelo modelo de Holling para *T. pretiosum* Linhagem MV, em função da proporção de ovos de *S. eridania*

Os tipos de resposta funcional de um parasitoide variam de acordo com proporção, idade, linhagem, hospedeiro e condições ambientes, sendo as características das respostas do tipo I, discernido por aumento linear; resposta

de tipo II, por aumento de desaceleração monotônico e a resposta de tipo III por um aumento sigmoidal em hospedeiros atacados (HOLLING, et al., 1959; KFIR, 1983; WANG; FERRO, 1998).

A resposta funcional do tipo II encontrada neste estudo demonstra que houve uma taxa de parasitismo aumentando em função da proporção do hospedeiro até atingir um valor máximo.

Em outros estudos realizados com *T. pretiosum* forrageando ovos de *T. ni*, *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (Lepidoptera: Crambidae), *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae) e *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), também apresentaram resposta funcional tipo II (KFIR 1983; FARIA et al., 2000; MILANEZ et al., 2018; PAES et al., 2018). Todavia, o gênero *Trichogramma* também apresenta resposta funcional tipo III, como a espécie *Trichogramma chilonis* ISHII (Hymenoptera: Trichogrammatidae) e *T. brassicae*, parasitando ovos de *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) e *Ephestia kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae), respectivamente (WANG; FERRO, 1998; REAY - JONES, et al., 2006).

Este estudo permite determinar a capacidade de *T. pretiosum* linhagem MV em parasitar diversas proporções de ovos de *S. eridania*. Os resultados apresentados aqui fornecem um referencial base para futuros experimentos de campo visando o manejo de *S. eridania*.

### 3.4 CONCLUSÕES

- Todas as linhagens avaliadas parasitaram ovos de *S. eridania*.
- A linhagem de *T. pretiosum* coletada no município de Santa Teresa, no Distrito de Várzea Alegre em cultivo de milho (MV) foi apontada como a que possui as características mais relevantes para ovos de *S. eridania*.
- A resposta funcional para *T. pretiosum* Linhagem MV em ovos de *S. eridania*

apresenta uma resposta funcional do tipo II.

### 3.5 REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. G.; PRATISSOLI, D.; TORRES, J. B.; BARROS, R.; DALVI, L. P.; ZAGO, H. B. Parasitismo de ovos de *Heliothis virescens* por *Trichogramma* spp. pode ser afetado por cultivares de algodão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 569-573, 2009.

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, n. 2, p. 479-483, 2003.

BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. **Numerical Ecology with R**. Springer: New York. 2011.

BUENO, R. C. O. F.; PARRA, J. R. P.; BUENO, A. F.; HADDAD, M. L. Desempenho de Tricogramatídeos como potenciais agentes de controle de *Pseudoplusia includens* Walker (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 3, p. 389-394, 2009.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba: ESALQ, p. 349, 1983

CHARRAD M.; GHAZZALI N.; BOITEAU V.; NIKNAFS A. NbClust: An R Package for Determining the Relevant Number of Clusters in a Data Set. **Journal of Statistical Software**, v. 61, n. 6, p.1-36, 2014.

DIAS, N. S.; PARRA, J. R. P.; LIMA, T. C. C. Seleção de hospedeiro alternativo para três espécies de tricogramatídeos neotropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 11, p.1467-1473, 2008.

ELZHOV; T. V. et al. **minpack.lm**: R Interface to the Levenberg-Marquardt Nonlinear Least-Squares Algorithm Found in MINPACK, Plus Support for Bounds. R package version 1.2-1.2016.

FARIA, C. A.; TORRES, J. B.; FARIAS, A. M. Functional response of *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) eggs: effect of host age. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 1, p. 85-93, 2000.

FATHIPOUR, Y.; HAGHANI, M.; TALEBI, A. A.; MOHARAMIPOUR, S.; ATARAN, M. Functional response of *Trichogramma embryophagum* (Hym.: Trichogrammatidae) on two laboratory hosts. **Journal of Entomological Society of Iran**, v.23, p.41–54, 2003.

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal Economic Entomology**, n. 69, p. 487-497, 1976.

HASSELL, M.P. **The dynamics of arthropod predator-prey systems**. Princeton University Press, v.13, p. 1–237, 1978.

HOLLING, C. S. Principles of insect predation. **Annual review of entomology**, v. 6, n. 1, p. 163-182, 1961.

HOLLING, C. S. Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism. **The Canadian Entomologist**, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

IHAKA, R.; MURRELL, P.; HORNIK, K.; FISHER, J. C.; ZEILEIS, A. **Colorspace: Color Space Manipulation**. R package version 1. P. 2-3, 2016.

KFIR, R. Functional response to host density by the egg parasite *Trichogramma pretiosum*. **Bio Control**, v. 28, n. 4, p. 345-353, 1983.

KLUG, T.; MEYHÖFER, R. RAINER. Performance of two *Trichogramma*

*brassicae* strains under greenhouse and field conditions for biocontrol of the silver Y moth in spinach cultures. **Journal of pest science**, v. 82, n. 1, p. 73, 2009.

KONISHI, S.; KITAGAWA, G. **Information criteria and statistical modeling**. New York: Springer, p. 321, 2008.

LASHGARI, A.; TALEBI, A. A.; FATHIPOUR, Y.; MOHARAMIPOUR, S. Behavioral characteristics of *Trichogramma brassicae* (HYM., trichogrammatidae) on three host species in laboratory conditions. **Journal of Agricultural Science**, v. 15, n. 4, p. 279–296, 2006.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. 2nd English edition. Amsterdam: Elsevier Science BV, p. 853 1998.

MEIRA, A. L.; PRATISSOLI, D.; SOUZA, L. P.; STURM, G. Seleção de espécies de *Trichogramma* spp. em ovos da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella*. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 2, p. 1-8, 2011.

MELO, R. L.; PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; MELO, D. F.; BARROS, R.; MILANEZ, A. M. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma atopovirilia* Oatman e Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos de *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae). **Neotropical Entomology**, v. 36, n. 3, p. 431-435, 2007.

MILANEZ, A. M.; CARVALHO, J. R. DE.; LIMA, V. L. S.; PRATISSOLI, D. **Functional response of *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on *Trichoplusia ni* HÜBNER (Lepidoptera: Noctuidae) eggs in different temperatures**. 2018. (no Prelo).

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2ª Reimp, p, 297, 2013.

NIKBIN, R.; SAHRAGARD, A.; HOSSEINI, M. Age-specific functional response of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing different egg densities of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 16, n. 6, p. 1217-1227, 2014.

OKSANEN, J. et al. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.4-2. 2017.

OLIVEIRA, H. N.; PRATISSOLI, D.; ZANUNCIO, J. C.; SERRÃO, J. E. Influência da idade dos ovos de *Oxydia vesulia* no parasitismo de *Trichogramma maxacalii*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 551-554, 2003.

PAES, J.P.P.; LIMA, V. L. S.; PRATISSOLI, D.; PIROVANI, V. D.; CARVALHO, J. R. D. E.; BUENO, R. C. O. de F. **Thermal requirements, development and number of generations of *Duponchelia fovealis* (ZELLER) (Lepidoptera: Crambidae)**. 2018 (no Prelo).

PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S.; Parra, J. R. P.; Botelho, P. S. M.; Bento, J. M. S. Controle biológico: Uma visão inter e multidisciplinar. **Controle biológico no Brasil: parasitóides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 125-142, 2002.

POHLERT T. **The Pairwise Multiple Comparison of Mean Ranks Package(PMCMR)**. R package. p. 2004-2006, 2014.

POLANCZYK, R. A.; BARBOSA, W. F.; CELESTINO, F. N.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A. M.; MILANEZ, A. M.; COCHETO, J. G.; DA SILVA, A. F. Influence of *Diaphania hyalinata* (L.) (Lepidoptera: Crambidae) egg density on the parasitization capacity of *Trichogramma exiguum* Pinto e Platner and *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Neotropical entomology**, v. 40, n. 2, p. 238 - 243, 2011.

PRATISSOLI, D.; OLIVEIRA, H.N. Influence of egg age of *Helicoverpa zea* (BODDIE) on the parasitism by *Trichogramma pretiosum* RILEY. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 5, p. 891-896, 1999.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; HOLTZ, A. M.; DALVI, L. P.; SILVA, A. F.; SILVA, L. N. Selection of *Trichogramma* species for controlling the Diamond back moth. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 259-261, 2008.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; OLIVEIRA, H. N.; PEREIRA, F. F. Efeito do armazenamento de ovos de *Anagasta kuehniella* (Lep.: Pyralidae) nas características biológicas de três espécies de *Trichogramma* (hym.: Trichogrammatidae). **Revista Ceres**, v. 50, n. 287, p. 95-105 2003.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; REIS, E. F.; ANDRADE, G. S.; SILVA, A. F. Influência da densidade de ovos de *Spodoptera frugiperda* em alguns aspectos biológicos de três espécies de *Trichogramma*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 01, p. 1-7, 2005b.

PRATISSOLI, D.; PARRA, J. R. P. Seleção de linhagens de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para o controle das traças *Tuta absoluta* (Meyrick) e *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae). **Neotropical Entomology**, v. 30, n. 2, p. 277-282, 2001.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P. L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 3, p. 613-616, 2005a.

PRITCHARD, D. **frair**: Tools for Functional Response Analysis. R package version 0.5, 2017. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=frair>. Acesso em: 30 dezembro de 2017.

R Development Core Team. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2017. Disponível em: <http://www.Rproject.org> Acesso em: 15 jan. 2018.



REAY - JONES, F. P. F.; ROCHAT, J.; GOEBEL, R.; TABONE, E. Functional response of *Trichogramma chilonis* to *Galleria mellonella* and *Chilo sacchariphagus* eggs. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 118, n. 3, p. 229-236, 2006.

RODRIGUES, M. L.; GARCIA, M. S.; NAVA, D. E.; BOTTON, M.; PARRA, J. R. P.; GUERRERO, M. Selection of *Trichogramma pretiosum* Lineages for Control of *Grapholita molesta* in Peach. **Florida Entomologist**, v. 94, n. 3, p. 398-403, 2011.

RUSSELL, J. E.; STOUTHAMER, R. The genetics and evolution of obligate reproductive parasitism in *Trichogramma pretiosum* infected with parthenogenesis inducing *Wolbachia*. **Heredity**, v. 106, n. 1, p. 58-67, 2011.

SANTOS, K. B.; MENEGUIM, A. M.; NEVES, P. M. Biology and consumption of *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) in different hosts. **Neotropical entomology (online)**, v. 34, n. 6, p. 903-910, 2005.

SOUZA, B. H. S. D.; BOTTEGA, D. B.; SILVA, A. G. D.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Feeding non-preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2013.

SOUZA, B.H.S.; COSTA, E. N.; SILVA, A. G.; JÚNIOR, A. L. B. Aspectos Bionômicos de *Spodoptera eridania* (CRAMER): Uma Praga em Expansão na Cultura da Soja na Região do Cerrado Brasileiro. **EntomoBrasilis (online)**, v. 7, n. 2, p. 75-80, 2014.

TEODORO, A.; PROCOPIO, S. D. O.; BUENO, A. D. F.; NEGRISOLI JUNIOR, A. S.; DE CARVALHO, H. W. L.; NEGRISOLI, C. D. C.; BRITO, L. F. GUZZO, E. C. *Spodoptera cosmioides* (Walker) e *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae): novas pragas de cultivos da Região Nordeste. - **Comunicado Técnico**, 2013. 8p.

TIAN, J. C.; WANG, Z. C.; WANG, G. R.; ZHONG, L. Q.; ZHENG, X. S.; XU, H.

X.; ZANG, L. S.; LU, Z. X. The Effects of Temperature and Host Age on the Fecundity of Four *Trichogramma* Species, Egg Parasitoids of the *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 110, n. 3, p. 949-953, 2017.

VAEZ, N.; IRANIPOUR, S.; HEJAZI, M. J. Effect of treating eggs of cotton bollworm with *Bacillus thuringiensis* Berliner on functional response of *Trichogramma brassicae* Bezdenko. **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 46, n. 20, p. 2501-2511, 2013.

WAKEIL, N. E.; FARGHALY, H. T.; RAGAB, Z. A. Efficacy of inundative releases of *Trichogramma evanescens* in controlling *Lobesia botrana* in vineyards in Egypt. **Journal of Pesticide Science**, v. 81, n. 1, p. 49-55, 2008.

WANG, B.; FERRO, D. N. Functional responses of *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) under laboratory and field conditions. **Environmental Entomology**, v. 27, n. 3, p. 752-758, 1998.

ZUIM, V., DE SOUZA R., H.; PRATISSOLI, D.; TORRES, J. B., FRAGOSO, D. F. M.; DE FREITAS BUENO, R. C. O. Age and density of eggs of *Helicoverpa armigera* influence on *Trichogramma pretiosum* parasitism. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 39, n. 4, p. 513-520, 2017.

#### 4 CAPÍTULO IV

### **COMPORTAMENTO DE OVIPOSIÇÃO DE *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) EM TOMATEIRO ESTAQUEADO E NÚMERO IDEAL DE *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) A SER LIBERADO.**

#### RESUMO

Em função de surtos recorrentes de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do tomateiro e carência de estudos para o manejo biológico da praga, o uso de parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) se torna uma excelente alternativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar os diferentes sistemas de tutoramento em função da preferência de oviposição de *S. eridania*, posteriormente determinar o número ideal de *T. pretiosum* Linhagem MV para o manejo da praga. O local de preferência de oviposição foi avaliado na variedade tomate cv. Paron. Foram utilizadas gaiolas de oviposição confeccionadas com tela antiáfideos, contendo plantas com 60 dias de idade. A proporção utilizada por gaiola foi de 3 casais de *S. eridania*, mantidos por 72 horas. As plantas foram cortadas em três seções (superior, média e inferior) e as folhas em proximal, mediana e distal. A determinação do número ideal de *Trichogramma* foi estimada utilizando diferentes proporções de 50.000, 100.000, 500.000 e 1.300.000 *Trichogrammas*/ha, com quatro repetições. Foram utilizadas gaiolas contendo 3 casais de *S. eridania*, com 72 horas de idade. A liberação da praga ocorreu no turno vespertino e 12 horas após foram liberadas as vespas. Após 10 dias, analisou-se a quantidade de ovos parasitados e percentual de parasitismo. Os diferentes tutoramentos não influenciaram no comportamento de oviposição de *S. eridania*. Os números de ovos por posição na planta não diferiram para as partes inferiores e medianas, respectivamente. Na parte superior não foram identificadas posturas. O percentual de ocorrência de posturas foi de 94,7% na região inferior da planta de tomate enquanto que apenas 5,3% na parte mediana. Os resultados observados para o número ideal de *T. pretiosum* para cultivos de tomateiro de

mesa indicam a proporção de 500.000 *Trichogrammas*/ha, sendo a mais viável para o manejo biológico de *S. eridania* proporcionando um parasitismo de 13,43% de ovos.

**Palavras-chave:** lagarta-das-folhas, controle biológico, parasitoides de ovos, *Solanum lycopersicum*, manejo fitossanitário.

## ABSTRACT

Due to recurrent outbreaks of *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) in the tomato crop and lack of studies for the biological management of the pest, the use of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoids is an excellent alternative. The objective of this work was to evaluate the different mentoring systems according to the oviposition preference of *S. eridania*, later to determine the ideal number of *T. pretiosum* MV Line for pest management. The oviposition preference site was evaluated in the tomato cv. Paron. Oviposition cages made with anti-Aphids were used, containing plants with 60 days of age. The density used per cage was 3 couples of *S. eridania*, maintained for 72 hours. The plants were cut in three sections (upper, middle and lower) and the folds were proximal, medial and distal. The determination of the ideal number of *Trichogramma* was estimated using different proportions of 50,000, 100,000, 500,000 and 1,300,000 *Trichogrammas* / ha, with four replications. Cages containing 3 couples of *S. eridania*, at 72 hours of age, were used. The release of the pest occurred on the evening shift and 12 hours later the wasps were released. After 10 days, the amount of parasitized eggs and percentage of parasitism were analyzed. The different tutorials did not influence the oviposition behavior of *S. eridania*. The numbers of eggs per position in the plant did not differ for the lower and middle parts, respectively. At the top, postures were not identified. The percentage of occurrence of postures was 94.7% in the lower region of the tomato plant, while only 5.3% in the middle part. The observed results for the ideal number of *T. pretiosum* for table tomato crops indicate the density of 500,000 *Trichogrammas* / ha being the most viable for the biological management of *S. eridania*, providing a parasitism of 13.43% of eggs.

**Keywords:** leaf caterpillar, biological control, egg parasitoids, *Solanum lycopersicum*, phytosanitary management.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) É o vegetal mais consumido em todo o mundo, sendo um dos componentes principais nas refeições diárias em muitos países (KAVITHA et al., 2014; SIRACUSA et al., 2018).

Dentre as dificuldades para a produção de frutos de tomate no Brasil destacam-se as pragas da ordem Lepidoptera, entre elas, *Neoleucinodes elegantalis* (GUENÉE) (Lepidoptera: Pyralidae) - broca-pequena; *Helicoverpa zea* (BODDIE) (Lepidoptera: Noctuidae) - broca-grande; *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) - traça-do-tomateiro; *Phthorimaea operculella* (ZELLER) (Lepidoptera: Gelechiidae) - traça-da-batatinha - brocão-do-Fruto; *Helicoverpa armigera* (HÜBNER) (Lepidoptera: Noctuidae) e recentemente grandes surtos de *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae) (LEBEDENCO et al., 2007; PRATISSOLI et al., 2015).

Diversas espécies do gênero *Spodoptera* (Lepidoptera: Noctuidae) são consideradas danosas a inúmeras culturas, apresentando, portanto, grande importância no cenário econômico (SANTOS, 2007). Dentre estas pragas agrícolas destaca-se a espécie *Spodoptera eridania* (CRAMER) (Lepidoptera: Noctuidae), um desfoliador polífago que constitui a base alimentar para diversas espécies de importância econômica e encontradas na cultura do tomateiro (SOUZA et al., 2013). Devido à sua polifagia, a adaptação dessa espécie a diferentes agrossistemas é considerada rápida (SILVA et al., 2017). Além disso, os danos causados impactam na produção e na qualidade.

Para o controle da praga, não há produtos químicos específicos ou os mesmos possuem baixa efetividade na espécie. Neste sentido, o uso de controladores biológicos, como parasitoides do gênero *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae), mostra-se como uma alternativa viável para minimizar os problemas ocasionados por pragas, devido à sua ampla distribuição, especificidade e eficiência (PRATISSOLI et al., 2005a).

O sucesso do manejo biológico utilizando parasitoides de ovos do gênero *Trichogramma*, está diretamente atrelado com a sua capacidade de localizar a praga (PRATISSOLI et al., 2005b). Todavia, pesquisas na área precisam ser feitas para avaliar a interação entre o comportamento de oviposição da praga, relacionando com a eficiência do parasitismo.

Segundo Zago et al., (2010), o padrão de oviposição da praga alvo pode ser usado como base para a análise de eficiência de liberações de parasitoides. O comportamento de busca do *Trichogramma* pelo hospedeiro, sendo principalmente sua eficiência, influenciada pela complexidade estrutural da planta (ANDOW; PROKRYM, 1990).

Existem diversos sistemas de tutoramento de tomateiro de mesa, cada um propiciando uma arquitetura específica. A escolha do tipo de sistema de tutoramento do tomateiro pode influenciar na eficiência de manejo de pragas. (PICANÇO et al., 1998).

O número ideal de parasitoides a ser liberado por unidade de área é um dos fatores que afetam a eficiência do parasitoide liberado artificialmente no campo (HASSAN, 1994), estando este fator diretamente ligado ao aumento dos índices de parasitismo (PARRA; ZUCCHI, 2004). Diversos estudos apontam que o número de parasitoides varia em função da fenologia da planta, da espécie e da linhagem, observando também a dinâmica de postura do hospedeiro.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de oviposição de *S. eridania* em diferentes sistemas de tutoramento de tomateiro e determinar o número ideal de *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera: Trichogrammatidae) linhagem MV em cultivos de tomateiro.

## 4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.2.1 Coleta, Criação e Multiplicação de *Spodoptera eridania*

Lagartas de *S. eridania* foram coletadas em lavouras comerciais de tomate, morango e repolho localizadas na região serrana do Estado do Espírito Santo, onde se concentra a maior produção de olerícolas. Estas foram criadas em folhas de couve *Brassica oleraceae* cultivar Manteiga até atingirem a fase adulta ( $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h). Após a emergência, os adultos foram mantidos em gaiolas de PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura) revestidos internamente com folha de papel branco, sendo a extremidade superior fechada com tecido do tipo “voil” e a inferior fechada com uma placa quadrada de isopor (25 cm de lado x 3 cm de espessura), sendo oferecida diariamente uma solução de mel em 10% (m/v) como substrato alimentar, por meio de algodão embebido de solução em frasco de vidro (5 mL). As folhas de papel, contendo as posturas, foram recortadas e as massas de ovos acondicionadas em placas de plástico tipo Gerbox® (6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura), que foram mantidas em condições controladas ( $25 \pm 1$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12h), até a emergência das lagartas. As lagartas recém-emergidas foram acondicionadas em potes plásticos (20 cm x 40 cm x 12 cm altura) com tampa possuindo uma abertura, fechada com tecido microtuler. Com o crescimento das lagartas e a perda de hábito gregário que acaba no segundo instar, estas lagartas foram repicadas em novos potes até atingir um stand final de 100 lagartas por pote. Cada pote continha dieta artificial constituída por 125 g de feijão, 62,4 g de levedo de cerveja, 100 g de gérmen de trigo, 100 g de proteína de soja, 50 g de caseína, 35 g de ágar, 5 g de nipagin, 6 g de ácido ascórbico, 3 g de ácido sórbico, 6 mL de formol a 40% e 10 g de solução vitamínica (niacinamida, pantotenato de cálcio, tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido fólico, biotina e vitamina B12) (GREENE et al., 1976), suficiente para a alimentação pertinente a 24 horas de alimentação. Todos os dias os potes eram trocados e a alimentação realizada. Quando as lagartas chegavam à fase de instares finais eram individualizadas em potes (10 cm de diâmetro x 7 cm de altura) com tampas perfuradas e tampadas com tecido microtuler, forradas com  $\frac{1}{4}$  de folha de papel formato A4. Estes potes recebiam 1 cm<sup>3</sup> de dieta descrita acima e recebiam 7 lagartas, que permaneciam no recipiente até a fase de pupa. Estas eram coletadas e acondicionadas em placas de plástico tipo Gerbox® (6 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) até a emergência dos adultos, que eram destinados a uma gaiola de



acrílico (80 cm x 80 cm x 70 cm) permanecendo nesta condição por 48 horas, sendo os insetos transferidos para tubo PVC com as mesmas condições citadas anteriormente.

#### 4.2.2 Criação do hospedeiro alternativo *Anagasta kuehniella* (ZELLER) (Lepidoptera: Pyralidae)

Utilizou-se como hospedeiro alternativo *A. kuehniella* (ZELLER), criada em laboratório nas condições de  $25 \pm 1$  °C, umidade relativa de 70% e fotofase de 14 horas de acordo com a metodologia desenvolvida por (PARRA et al., 2002) e adaptada por Pratisoli et al., 2003.

#### 4.2.3 Manutenção de *Trichogramma* spp.

A criação e multiplicação das espécies/linhagens de *Trichogramma* foram realizadas em ovos de *A. kuehniella* da criação existente no NUDEMAFI. Neste local, o hospedeiro alternativo é mantido a  $25 \pm 1$ °C, com umidade relativa (UR) de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 14 horas, sendo os adultos alimentados por dieta artificial desenvolvida pelo laboratório do NUDEMAFI a base de farinha de trigo integral (60%), farinha de milho (37%) e levedura de cerveja (3%). (PRATISSOLI et al., 2003).

Os ovos destinados para serem parasitados por *Trichogramma* spp. foram colados com goma arábica, diluída em água (5%), em retângulos de cartolina azul (8,0 cm x 2,0cm). A sua inviabilização foi realizada pela exposição à luz germicida por um período de 50 minutos e uma distância de 15 cm da fonte de luz. Após este processo, os ovos foram oferecidos aos adultos de *Trichogramma*, em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm), alimentados com gotículas de mel depositadas na parede de cada tubo com auxílio de um estilete. Informações quanto a data do parasitismo e o código de identificação foram anotadas nas extremidades das cartelas.

Os tubos foram alocados em grades metálicas, e mantidos em câmara climatizada, regulada na temperatura de  $25 \pm 1$ °C, umidade relativa (UR):  $70 \pm$

10% e fotofase de 14 horas para o desenvolvimento do parasitoide.

#### 4.2.4 Comportamento de oviposição de *S. eridania* em diferentes sistemas de tutoramento de tomateiro

Cultivos de tomateiro cv. 'Paron' foram realizados sob condições de campo em diferentes sistemas de tutoramento (Cerca cruzada, Sistema Viçosa (ALMEIDA et al., 2015), Sistema de tutoramento individual com fitilho e Sistema de tutoramento individual com bambu), no município de Santa Teresa, ES.

A linhagem de *S. eridania* utilizada neste experimento foi proveniente da criação estoque do NUDEMAFI, conforme metodologia de criação encontrada no item (4.2.1).

As pupas foram retiradas da criação e ordenadas de acordo com tamanho e peso, dando-se preferência para as melhores pupas. Aproximadamente 100 pupas foram separadas por sexo e colocadas dentro de gaiolas de Acrílico (80 cm x 80 cm x 70 cm). O lote de pupas sexados foi destinado a gaiolas diferentes, até a emergência dos adultos.

Após os adultos emergirem os mesmos ficavam por 24 horas nas gaiolas de acrílico. Posteriormente separou-se 3 casais em cada gaiola de PVC (20 cm de diâmetro x 25 cm de altura) revestidas internamente com folha de papel branco, sendo a extremidade superior fechada com tecido do tipo "voil" e a inferior fechada com uma placa quadrada de isopor (25 cm de lado x 3 cm de espessura), sendo oferecida diariamente uma solução de mel em 10% (m/v) como substrato alimentar, por meio de algodão embebido de solução em frasco de vidro (5 mL), por 48 horas.

Passando-se um total de 72 horas após a emergência dos adultos, estes foram levados a campo durante o período da tarde (Crepusculo) e liberados em gaiolas de dimensões (60 cm x 60 cm x 150 cm) confeccionadas com tela antiafídio.

Para cada tutoramento mencionado anteriormente, utilizou-se 4 plantas de tomate, sendo cada planta uma repetição, que foram envoltas com gaiola confeccionada com tela antiafídio e receberam 3 casais da praga em estudo.

Os adultos da praga permaneceram nas gaiolas por 12 horas (uma noite). Após a oviposição das fêmeas das mariposas, as plantas de tomateiro foram retiradas das gaiolas e cortadas em três seções (superior, média e inferior), folíolos (proximal, mediana e distal) e as folhas divididas em 3 partes (base, mediana e ápice), sendo estes parâmetros para todos os tutoramentos em estudo. Todas as posturas da praga foram acondicionadas em caixas térmicas e destinadas ao NUDEMAFI, aonde cada ovo foi contabilizado.

As análises foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017). Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e os resíduos submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ) e Bartlett ( $p > 0,05$ ), respectivamente. Verificada a ausência de normalidade e homogeneidade de variância, pressupostos estes da análise paramétrica, procedeu-se a análise dos dados por meio da anova não paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ), sendo em caso de significância as medianas comparadas pelo teste Chi-quadrado ( $p < 0,001$ ) (CAMPOS, 1983). Para cada análise estudada foi confeccionado um gráfico tipo Bloxplot, para avaliar a distribuição empírica dos dados.

#### 4.2.5 Estimativa do número ideal de *T. pretiosum* para o manejo de *S. eridania* em cultivos de tomateiro

O experimento foi realizado no município de Santa Teresa, região serrana do Espírito Santo, utilizando-se o sistema de tutoramento individual com bambu, ao qual é o mais empregado pelos olericultores da região.

Foram testadas diferentes proporções de *T. pretiosum*, linhagem MV, sendo elas: (50.000; 100.000; 500.000 e 1.3000.000 *Trichogrammas/ha*, com quatro repetições para cada proporção (HAJI, 1996; CRUZ; MONTEIRO, 2004;

PRATISSOLI et al., 2005a; REDDY; JALALI, 2015).

Foram utilizadas gaiolas com armação de arame (60 cm x 60 cm x 150 cm) confeccionadas em tela antiáfideos para cobrir as plantas de tomateiro com idade de 60 dias. Em cada gaiola foram liberados 3 casais de *S. eridania* com 72 horas de idade. A liberação ocorreu no turno vespertino (17: 00 horas) e 12 horas após (manhã do dia seguinte), foram liberadas as vespas do gênero *Trichogramma* na proporção descrita anteriormente, sendo estas obtidas pelo espaçamento de 1,0 m x 0,70 m.

Após 24 horas de parasitismo as plantas de tomateiro foram cortadas em três seções (superior, média e inferior), folhas (parte abaxial e adaxial) e os folíolos divididos em 3 partes, conforme a inserção da folha no caule da planta (base, mediana e ápice) e levadas ao Laboratório de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário NUDEMAFI, situado no campus do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), Alegre-ES. As posturas recuperadas foram cortadas, identificadas e colocadas em tubos de vidro (8,5 cm x 2,5 cm) e tamponados com filme plástico de PVC. Após 10 dias que os ovos foram parasitados, analisou-se a quantidade de ovos parasitados e percentual de parasitismo.

As análises dos dados foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2017). Os dados de porcentagem de parasitismo foram submetidos à análise de regressão não linear, relacionada à porcentagem de parasitismo e ao número de fêmeas da linhagem do parasitoide ao número de ovos da praga.

Os dados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de Regressão não linear sendo o modelo exponencial o mais adequado, apresentando menor soma de quadrados residuais, maior  $R^2$ , maior logaritmo de Verossimilhança, menor valor para o critério de informação de Akaike (AIC) e maior peso de AIC.

## 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.3.1 Comportamento de oviposição de *S. eridania* em diferentes sistemas de tutoramento de cultivos de tomateiro.

O total de 3.543 ovos de *S. eridania* foi recuperado e contabilizado para os diferentes tipos de tutoramentos e mapeados de acordo com a posição na planta. *S. eridania* ovipositou em todos os sistemas de tutoramento (FIGURA 8). Os tutoramentos não influenciaram o comportamento de oviposição da praga.

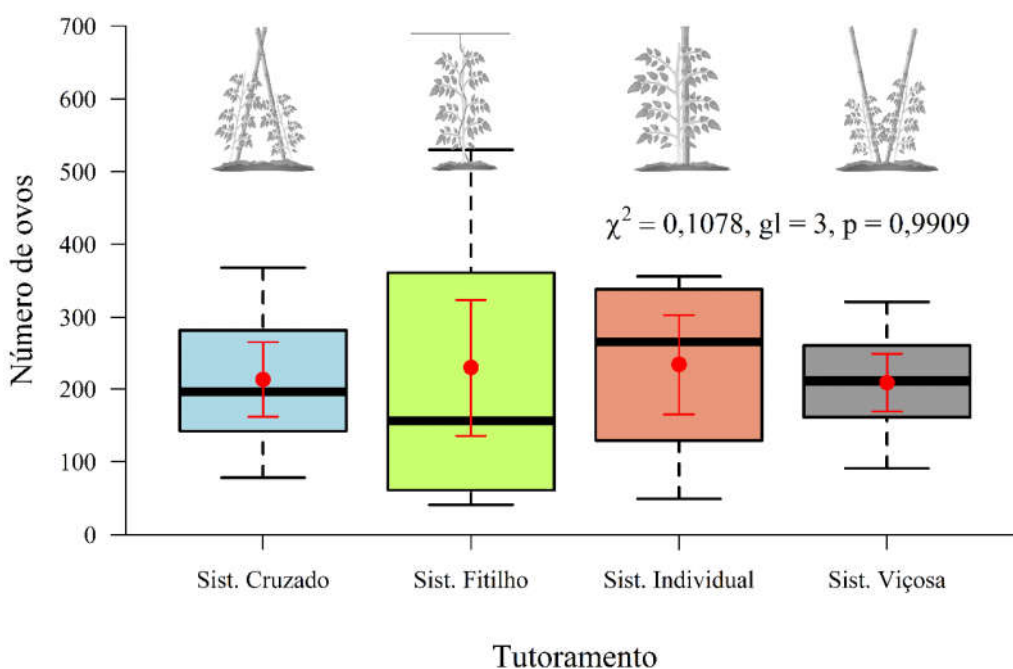


Figura 8 - Boxplot do número de ovos de *S. eridania* em plantas de tomateiro por tipo de tutoramento. A menor observação (Gráfico de caixa), (amostra mínima), quartil inferior, mediana, quartil superior, maior observação (amostra máxima) e média  $\pm$  erro padrão são indicados. Valores observados não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ )

A média de posturas foi maior para os sistemas filho e individual, com valores de 229,8 e 234,0 ovos, respectivamente, enquanto que os sistemas de tutoramento cruzado e Viçosa apresentaram médias inferiores, de 213,2 e

208,8 ovos, respectivamente.

Analisando a arquitetura da planta de tomate nos diferentes tratamentos, observou-se que ambos permitem uma posição ligeiramente ereta da planta, ficando bem próximos entre si. Os sistemas de tutoramento por fitilho e individual apresentaram maiores médias, possivelmente por serem os que mais se aproximam entre si na arquitetura da planta, enquanto que os sistemas de tutoramento cruzado e Viçosa mais semelhantes entre si apresentaram médias aproximadas.

Os métodos de condução e de tutoramento na cultura do tomateiro são condicionantes para severidade do ataque de pragas (PICANÇO et al., 1995; MARIM et al., 2005; WAMSER et al., 2008). Neste trabalho, não se observou esta afirmativa, sendo estes sistemas de condução semelhantes para o comportamento de oviposição da praga.

O comportamento de oviposição em diferentes partes da planta de tomateiro foi avaliado buscando quantificar e entender a dinâmica de distribuição de ovos de *S. eridania*. Os dados de números de ovos por posição da planta não diferiram pelo teste Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ), sendo as médias de ovos de 217,3 e 282,0, para a parte inferior e mediana, respectivamente. Na parte superior não foram identificadas posturas (FIGURA 9 A).

Entretanto, houve diferença na proporção de ocorrências de posturas pelo teste Chi-quadrado ( $p < 0,001$ ). O percentual de ocorrência de posturas foi de 94,7% na região inferior da planta de tomate enquanto que apenas 5,3% na parte mediana. Na região superior não se constatou postura (FIGURA 9 B).

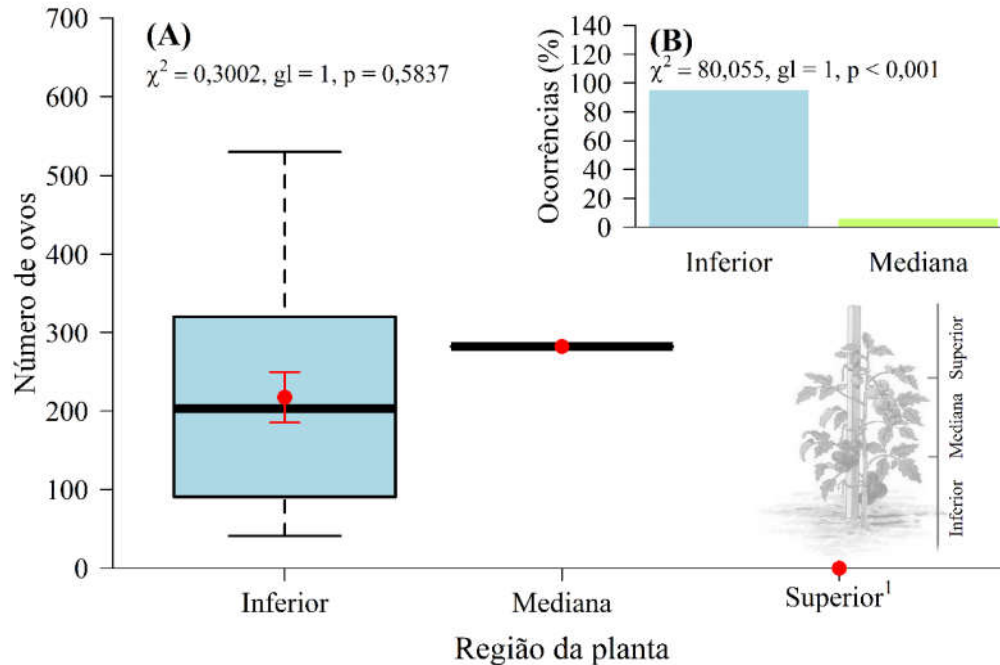


Figura 9 - Boxplot do número de ovos de *S. eridania* em plantas de tomateiro (A) e percentual de ocorrência de posturas (B) por região da planta. A menor observação (Gráfico de caixa), (amostra mínima), quartil inferior, mediana, quartil superior, maior observação (amostra máxima) e média  $\pm$  erro padrão são indicados.<sup>1</sup> Região não foi considerada para a análise. Valores observados não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ) (A). Percentuais observados diferem entre si pelo teste de Chi-quadrado ( $p < 0,001$ ) (B)

Os dados analisados permitiram observar uma predominância na deposição dos ovos na parte inferior da planta. Este comportamento certamente lhe permite evitar que inimigos naturais cheguem aos ovos, além de proteger da ação de inseticidas de contato e de fatores climáticos, por exemplo. A variação no local de oviposição de *S. eridania* em plantas de tomateiro também é influenciada pelo seu habito alimentar, já que após os primeiros instares esta praga tende a buscar frutos de tomate maduros para se alimentar (FERNANDES, 2002; PRATISSOLI; GONÇALVES, 2015).

Os números de ovos em função da posição nos folíolos nas folhas em relação à inserção do caule foram quantificados. As médias de ovos recuperados foram de 231,5, 202,5 e 221,8 para as partes proximal, mediana e distal,

respectivamente. O comportamento de oviposição de *S. eridania* acontece basicamente uniforme nos diferentes terços de inserção dos folíolos, não havendo diferenças estatísticas significativas (FIGURA 10).

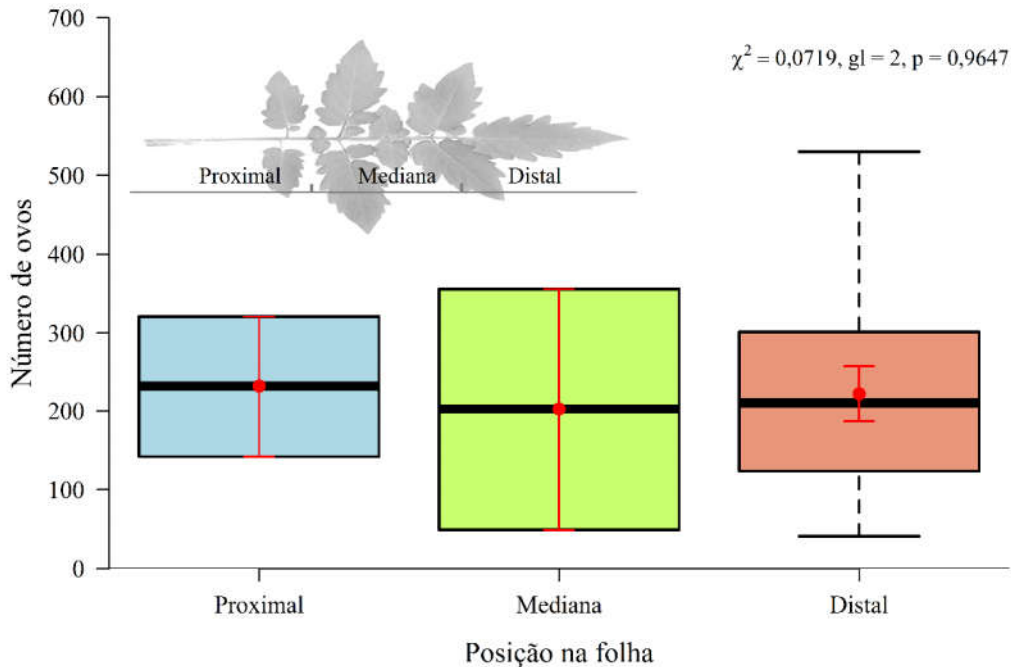


Figura 10 - Boxplot do número de ovos de *S. eridania* em plantas de tomateiro por posição da folha. A menor observação (Gráfico de caixa), (amostra mínima), quartil inferior, mediana, quartil superior, maior observação (amostra máxima) e média  $\pm$  erro padrão são indicados. Valores observados não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ )

#### 4.3.2 Estimativa do número ideal de *T. pretiosum* para o manejo de *Spodoptera eridania* em cultivos de tomateiro

O número de ovos parasitados por *T. pretiosum*, linhagem MV, foi relacionado com a proporção de parasitoides liberados. A taxa de parasitismo encontrada mostra uma curva de aumento exponencial até o limite ideal da proporção de 500.000 *Trichogrammas*/ha, a partir da qual se tem um pequeno ganho (FIGURA 11).



Os resultados observados para as médias de ovos parasitados foram de 9,75 para a proporção de 50.000 *Trichogrammas*/ha; 9,81 para 100.000 *Trichogrammas*/ha; 35,31 para 500.000 *Trichogrammas*/ha e 36,50 para 1.300.000 *Trichogrammas*/ha. Estes dados mostram um aumento crescente do número de ovos parasitados à medida que se aumenta a proporção (FIGURA 11).

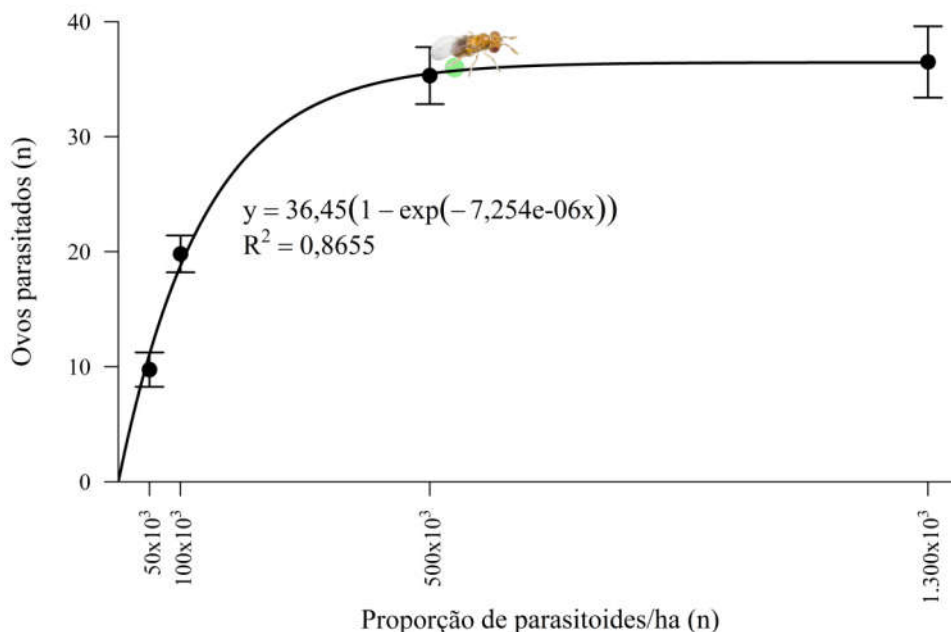


Figura 11 - Números de *T. pretiosum* Linhagem MV por hectare para a cultura do tomateiro.

Embora o melhor resultado tenha sido alcançado com a maior proporção (1.300.000 *Trichogrammas*/ha), deve-se levar em consideração a relação entre custo e benefício. O tratamento com proporção de 500.000 *Trichogrammas*/ha obteve diferença inferior a 3,2% no valor do parasitismo, mesmo correspondendo a apenas 38,5% do total liberado do tratamento de maior proporção.

No presente estudo visando o manejo de *S. eridania*, a proporção de 500.000 *Trichogrammas*/ha foi a mais viável, proporcionando um percentual de parasitismo de 13,43%. Em estudo realizado por Reddy e Jalali, 2015 verificaram que a melhor proporção por hectare de *trichogramma chilonis* Ishii

para o manejo de *Earias vittella* (FABRICIUS) (Lepidoptera: Noctuidae) é de 1.500.000, proporcionando um parasitismo de 55,1%.

Para o manejo de *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae), na cultura do milho, Balestrin e Bordin, (2016), liberaram a proporção de 100.000 mil parasitoides da espécie *T. pretiosum* por hectare, não obtendo resultados satisfatórios, evidenciando que uma maior proporção seria o ideal.

O gênero *Trichogramma*, é reconhecido como propício para empregar no manejo biológico do gênero *Spodoptera* (GOULART et al., 2011; DEQUECH et al., 2013; SILVA et al., 2015). Mostrando-se efetivo, podendo ser associado a outros fatores no manejo integrado de pragas do tomateiro.

Pratissoli et al., 2005a obtiveram a proporção de 16 parasitoides por ovo de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) em plantios comerciais de tomateiro de mesa, o que corresponde de 500 a 600 mil *Trichogrammas* por hectare, corroborando com os resultados deste estudo.

#### 4.4 CONCLUSÃO

- *Spodoptera eridania* oviposita em plantas submetidas a diferentes tutoramentos.
- *Spodoptera eridania* oviposita somente nos terços mediano e inferior do tomateiro.
- A oviposição de *S. eridania* acontece basicamente uniforme nos diferentes terços de inserção dos folíolos.
- O número ideal de *T. pretiosum*, linhagem MV, a ser liberada por hectare para o manejo de *S. eridania* é de 500.000 mil.

#### 4. 5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. S.; DA SILVA, D. J. H.; GOMES, C. N.; ANTONIO, A. C.; MOURA, A. D.; LIMA, A. L. R. Sistema Viçosa para o cultivo de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 01, 2015.

ANDOW, D.A.; PROKRYM, D. R. Plant structural complexity and host-finding by a parasitoid. **Oecologia**, Heidelberg, v. 82, n. 2, p.162-165, 1990.

BALESTRIN, A. L.; BORDIN, S. Uso de *Trichogramma pretiosum* no controle de *Spodoptera frugiperda* em lavoura de milho. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 2, n. 3, p. 259-266, 2016.

CAMPOS, H. **Estatística experimental não paramétrica**. Piracicaba : ESALQ, 1983. 349p.

CRUZ, I.; MONTEIRO, M. A. R. Controle biológico da lagarta-do-cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Comunicado Técnico Embrapa**, Sete Lagoas, 2004.

DEQUECH, S. T. B.; CAMERA, C.; STURZA, V. S.; RIBEIRO, L. D. P.; QUERINO, R. B.; PONCIO, S. Population fluctuation of *Spodoptera frugiperda* eggs and natural parasitism by *Trichogramma* in maize. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 295-300, 2013.

FERNANDES, M. G. **Distribuição espacial e amostragem sequencial dos principais noctuídeos do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 2002. F. 140. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) – Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2002.

GOULART, M. M. P.; BUENO, A. F.; BUENO, C. O. F.; VIEIRA, S. S. Interaction between *Telenomus remus* and *Trichogramma pretiosum* in the management of *Spodoptera* spp. **Revista Brasileira de entomologia**, v. 55, n. 1, p. 121-124, 2011 .

GREENE, G. L.; LEPPLA, N. C.; DICKERSON, W. A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal Economic Entomology**, n. 69, p. 487-497, 1976.

HAJI, F. N. P. Controle biológico da traça do tomateiro, com uso de *Trichogramma*, na região do submédio São Francisco. **SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO**, v. 5, n. 1996, p. 355-360, 1996.

HASSAN, S. A. Strategies to select *Trichogramma* species for use in biological control. **Biological control with egg parasitoids**, p. 55-71, 1994.

KAVITHA, P.; SHIVASHANKARA, K. S.; RAO, V. K.; SADASHIVA, A. T.; RAVISHANKAR, K. V.; SATHISH, G. J. Genotypic variability for antioxidant and quality parameters among tomato cultivars, hybrids, cherry tomatoes and wild species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 5, p. 993-999, 2014.

LEBEDENCO, A.; AUAD, A. M.; KRONKA, S. D. N. Métodos de controle de lepidópteros na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 3, p. 339-344, 2007.

MARIM B. G.; SILVA D. J. H.; GUIMARÃES M. A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura Brasileira**, v.23, p. 951-955, 2005.

PARRA, J.R.P. **Técnicas de criação de *Anagasta huehniella*, hospedeiro alternativo para produção de *Trichogramma***. In: PARRA., J.R.P.; ZUCCHI, R.A. *Trichogramma* e o controle biológico aplicado. Piracicaba: FEALQ, 1997. Cap.4, p.121-150.

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

PICANÇO, M.; GUEDES, R. N. C.; LEITE, G. L. D.; FONTES, P. C. R.; SILVA, E. A. Incidência de *Scrobipalpus absoluta* em tomateiro sob diferentes sistemas de tutoramento e de controle químico. **Horticultura Brasileira**, v. 13, n. 2, p. 180-183, 1995.

PICANÇO, M. C.; LEITE G. L. D.; GUEDES, R. N. C.; SILVA, E. E. A. Effect of spacing and chemical control on losses and pest attacks on tomato plant with vertical tutoring in Brazil. **CropProtection**, v.17, p.447–452, 1998.

PRATISSOLI, D.; GONÇALVES, J. R. Brocão. *In*: PRATISSOLI, D. **Pragas emergentes no estado do Espírito Santo**. UNICOPY: Alegre, 2015. Cap. 6, p 46-53.

PRATISSOLI, D.; LIMA, V. L.; PIROVANI, V. D.; LIMA, W. L. Occurrence of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on tomato in the Espírito Santo state. **Horticultura brasileira**, v. 33, n. 1, p. 101-105, 2015.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R. A.; VIANNA, U. R.; ANDRADE, G. S.; OLIVEIRA, R. G. D. S. *Trichogramma pratissolii* Querino e Zucchi (Hymenoptera, Trichogrammatidae) performance in *Anagasta kuehniella* (ZELLER)(Lepidoptera, Pyralidae) eggs affected by *Bacillus thuringiensis* Berliner. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 369-377, 2006.

PRATISSOLI, D.; THULER, R. T.; ANDRADE, G. S.; ZANOTTI, L. C. M.; SILVA, A. F. Estimativa de *Trichogramma pretiosum* para controle de *Tuta absoluta* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7, p.715-718, 2005a.

PRATISSOLI, D.; VIANNA, U. R.; ZAGO, H. B.; PASTORI, P.L. Capacidade de dispersão de *Trichogramma* em tomateiro estaqueado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.3, p. 613-616, 2005b.

R Development Core Team. **R Foundation for Statistical Computing**. Vienna, Austria. 2017.

REDDY, G. N.; JALALI, S. K. Identification of Most Suitable Species of *Trichogramma* for the Management of *Earias vittella* (Fabricius) on Okra. **ecialise Sp**, v. 49, n. 2, p. 329-331, 2015.

SANTOS, W. J. **Manejo das pragas do algodão com destaque para o Cerrado Brasileiro**. In: FREIRE, E.C. (Ed.). Algodão no Cerrado do Brasil. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, p. 403-521, 2007.

SILVA, C. S. B.; VIEIRA, J. M. ; LOIACONO, M.; MARGARIA, C.; PARRA, J. R. P. Evidence of exploitative competition among egg parasitoids of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 41, p. 184-186, 2015.

SIRACUSA, L.; PATANÈ, C.; RIZZO, V.; COSENTINO, S. L.; RUBERTO, G. Targeted secondary metabolic and physic - chemical traits analysis to assess genetic variability with in a germplasm collection of “long storage” tomatoes. **Food chemistry**, v. 244, p. 275-283, 2018.

SOUZA, B. H. S.; BOTTEGA, D. B.; SILVA, A.G.; BOIÇA-JÚNIOR, A.L. Feeding non- preference by *Spodoptera frugiperda* and *Spodoptera eridania* on tomato genotypes. **Revista Ceres**, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2013.

WAMSER, A. F.; BECKER, W. F.; SANTOS, J. P.; MUELLER, S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 180-185, 2008.

ZAGO, H. B.; BARROS, R.; TORRES, J. B.; PRATISSOLI, D. Distribuição de Ovos de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) e o Parasitismo por *Trichogramma pretiosum* RILEY (Hymenoptera:Trichogrammatidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n.2, p. 241-247, 2010.

## APÊNDICE I

Tabela 4 - Matriz de dissimilaridades de espécies/linhagens de *Trichogramma* gerada por meio de distâncias Euclidianas.

	A2	A3	IFESA	IFESST	LUIS	MC	MFS	MILHO	MR	MV	TG
A3	0.956										
IFESA	1.966	1.857									
IFESST	0.525	0.719	1.98								
LUIS	1.946	1.688	0.417	1.956							
MC	1.889	1.402	0.882	1.793	0.584						
MFS	1.559	0.965	1.499	1.326	1.328	0.837					
MILHO	1.281	1.824	1.333	1.484	1.565	1.852	1.97				
MR	1.633	1.919	1.096	1.642	1.408	1.588	1.666	0.833			
MV	1.861	1.416	0.944	1.79	0.668	0.212	0.781	1.859	1.571		
TG	0.599	1.422	1.811	0.904	1.913	1.993	1.801	0.794	1.247	1.967	
TP	1.735	1.922	0.759	1.793	1.087	1.48	1.842	0.737	0.778	1.541	1.403

**APÊNDICE II - 26 critérios de seleção utilizados na análise multivariada  
para a determinação do número de grupos**

<b>INDEXINNBCLUST</b>	<b>OPTIMAL NUMBER OF CLUSTERS</b>
1. "kl" or "all" or "alllong" (Krzano wski and Lai 1988)	Maximum value of the index
2. "ch" or "all" or "alllong" (Calinski and Harabasz 1974)	Maximum value of the index
3. "hartigan" or "all" or "alllong" (Hartigan 1975)	Maximum difference between hierarchy levels of the index
4. "ccc" or "all" or "alllong" (Sarle 1983)	Maximum value of the index
5. "scott" or "all" or "alllong" (Scott and Symons 1971)	Maximum difference between hierarchy levels of the index
6. "marriot" or "all" or "alllong" (Marriot 1971)	Max. value of second differences between levels of the index
7. "trcovw" or "all" or "alllong" (Milligan and Cooper 1985)	Maximum difference between hierarchy levels of the index
8. "tracew" or "all" or "alllong" (Milligan and Cooper 1985)	Maximum value of absolute second differences between levels of the index
9. "friedman" or "all" or "alllong" (Friedman and Rubin 1967)	Maximum difference between hierarchy levels of the index
10. "rubin" or "all" or "alllong" (Friedman and Rubin 1967)	Minimum value of second differences between levels of the index
11. "cindex" or "all" or "alllong" (Hubert and Levin 1976)	Minimum value of the index
12. "db" or "all" or "alllong"	Minimum value of the index



- (Davies and Bouldin 1979)
13. "silhouette" or "all" or "alllong" (Rousseeuw 1987) Maximum value of the index
14. "duda" or "all" or "alllong" (Duda and Hart 1973) Smallest  $n_c$  such that index  $>$  critical Value
15. "pseudot2" or "all" or "alllong" (Duda and Hart 1973) Smallest  $n_c$  such that index  $<$  critical Value
16. "beale" or "all" or "alllong" (Beale 1969)  $n_c$  such that critical value of the index  $\geq$  alpha
17. "ratkowsky" or "all" or "alllong" (Ratkowsky and Lance 1978) Maximum value of the index
18. "ball" or "all" or "alllong" (Ball and Hall 1965) Maximum difference between hierarchy levels of the index
19. "ptbiserial" or "all" or "alllong" (Milligan 1980, 1981) Maximum value of the index
20. "gap" or "alllong" (Tibshirani et al. 2001) Smallest  $n_c$  such that critical Value  $\geq 0$
21. "frey" or "all" or "alllong" (Frey and Van Groenewoud 1972) The cluster level before that index value  $< 1.00$
22. "mcclain" or "all" or "alllong" (McClain and Rao 1975) Minimum value of the index
23. "gamma" or "alllong" (Baker and Hubert 1975) Maximum value of the index
24. "gplus" or "alllong" (Rohlf 1974) (Milligan 1981) Minimum value of the index
25. "tau" or "alllong" (Milligan 1981) Minimum value of the index
26. "dunn" or "all" or "alllong" (Dunn) Maximum value of the index

1974)