

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**CLARIFICACIÓN POR MORFOMETRÍA DE ESPECIES, Y CALIDAD  
DE *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE) DE CENTROS REPRODUCTORES  
Y ÁREAS AGRÍCOLAS DEL NORTE DE MÉXICO.**

**POR**  
**FABIÁN GARCÍA GONZÁLEZ**

**Como requisito parcial para obtener el grado de DOCTOR EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS CON ESPECIALIDAD EN ENTOMOLOGÍA**

**SEPTIEMBRE, 2006**

**CLARIFICACIÓN POR MORFOMETRÍA DE ESPECIES, Y CALIDAD  
DE *TRICHOGRAMMA* WESTWOOD (HYMENOPTERA:  
TRICHOGRAMMATIDAE) DE CENTROS REPRODUCTORES Y  
ÁREAS AGRÍCOLAS DEL NORTE DE MÉXICO.**

**Comité de Tesis**

---

Dr. Alejandro González Hernández  
Director de tesis

---

Dr. Mohammad H. Badii Zabeh  
Secretario

---

Dr. Urbano Nava Camberos  
1<sup>er</sup> Vocal

---

Dra. Adriana Elizabeth Flores Suárez  
2<sup>o</sup> Vocal

---

Dr. José María Viader Salvado  
3<sup>er</sup> Vocal

## AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, Dr. Alejandro González Hernández por su valiosa asesoría y apoyo brindado para el desarrollo y conclusión de la presente investigación.

A los doctores Dr. Mohammad H. Badii Zabeh, Dr. Urbano Nava Camberos, Dra. Adriana Elizabeth Flores Suárez y Dr. José María Viader Salvado, por sus valiosos comentarios en la elaboración y redacción final del presente escrito y por haber aceptado formar parte de mi comité de tesis.

Al Dr. Roberto Mercado Hernández por su valiosa asesoría en el análisis estadístico de los resultados del presente estudio.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por haberme otorgado la beca para realizar mis estudios de doctorado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) porque a través del proyecto 45527-Z, se realizaron las recolectas de las muestras diagnosticadas en el presente estudio.

A la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León por haberme aceptado y brindado el apoyo para la realización de mis estudios de doctorado.

A todos los directivos de diversas instituciones y responsables de centros reproductores que apoyaron el presente estudio con el envío de muestras de *Trichogramma* para su diagnóstico.

Al M. C. Hugo César Arredondo Bernal, subdirector del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico SENASICA-SAGARPA por su apoyo institucional para la obtención de muestras y en la obtención de recursos para la realización del presente estudio.

## **DEDICATORIA**

De manera especial dedico la presente investigación con todo mi cariño a mi mamá, Teresita González Rocha, por haberme dado la vida, su cariño y siempre estuvo al pendiente de mí, quien no pudo ver físicamente la conclusión de esta importante meta profesional, pero me sigue apoyando y enviando sus bendiciones desde donde esta.....con Dios.

A mi esposa e hijas: Profa. María Emma Pérez Moreno, Ana Patricia y Valeria García Pérez, quienes siempre me apoyaron incondicionalmente y sufrieron mi frecuente ausencia durante este periodo. Gracias por todo y por ser el motivo principal para seguir adelante.

A mi papá y hermanos, Sr. Pedro García Trujillo, Profa. Ma. Sofía, Profa. Ma. Mayela y Prof. Marcelino García González por todo su apoyo y unión familiar, y porque formamos una familia de mucho trabajo y sólidos principios morales gracias a la educación y guía de nuestros padres.

A mis suegros y cuñados Sr. Apolonio Pérez y Catalina Moreno, Mario, Cristina Belem, Celso, Luz, Rosalva, Adriana, Lorena y Jorge, por su incondicional apoyo que me han brindado en momentos difíciles.

## TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
1 RESUMEN Y ABSTRACT.....	1
2 INTRODUCCIÓN.....	3
3 HIPÓTESIS.....	5
4 OBJETIVOS.....	5
4.1. Objetivo general.....	5
4.2. Objetivos particulares.....	5
5 ANTECEDENTES.....	6
5.1 Trichogrammatidae.....	6
5.2 <i>Trichogramma</i> .....	11
5.2.1 Importancia económica.....	11
5.2.2 Taxonomía.....	12
5.2.3 Biología y hábitos.....	22
5.2.4 Evaluación de calidad.....	25
5.2.5 Evaluaciones de campo .....	26
6 METÓDOS.....	28
6.1 Determinación de especies de centros reproductores.....	28
6.1.1 Obtención de muestras.....	28
6.1.2 Clarificación, acomodo, deshidratación y montaje de especímenes.....	28
6.1.3 Determinación de especies por morfología.....	29
6.1.4 Análisis de especies por morfometría.....	29
6.2 Determinación de especies de áreas agrícolas.....	31
6.2.1 Obtención de muestras.....	31
6.2.2 Clarificación, acomodo, deshidratación, montaje de especímenes y determinación de especies por morfología.....	31
6.3 Evaluación de calidad de muestras de centros reproductores.....	31
7 RESULTADOS.....	32
7.1 Especies de centros reproductores.....	32
7.1.1 Determinación por morfología.....	32
7.1.2 Análisis por morfometría.....	35
7.1.2.1 Análisis de varianza.....	35
7.1.2.2 Análisis de grupos.....	38
7.2 Especies de áreas agrícolas.....	46

7.3 Clave para la identificación de <i>T. atopovirilia</i> , <i>T. deion</i> , <i>T. exiguum</i> , <i>T. fuentesi</i> , <i>T. pinto</i> y <i>T. pretiosum</i> .....	48
7.4 Calidad en muestras de centros reproductores.....	54
8 DISCUSIÓN.....	58
8.1 Especies de centros reproductores.....	58
8.1.1 Determinación por morfología.....	58
8.1.2 Análisis por morfometría.....	60
8.2 Especies de áreas agrícolas.....	61
8.3 Calidad de muestras de centros reproductores.....	64
9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
10 LITERATURA CITADA.....	69
11 APENDICE A: Muestras de <i>Trichogramma</i> colectadas en diez cultivos del norte de México.....	81

## LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
I Variables morfométricas de cada estructura de <i>Trichogramma</i> .....	30
II Especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México por estado.....	33
III Registros de <i>Trichogramma atopovirilia</i> , <i>T. exiguum</i> , <i>T. fuentesi</i> y <i>T. pretiosum</i> en México.....	34
IV Media en mm ( $\pm$ Desviación Estándar) de diecisiete variables morfométricas de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	37
V Grupos combinados de la distancia euclidiana al cuadrado ( $\times 10^{-5}$ ) de seis variables morfométricas de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	39
VI Relaciones obtenidas entre especies en seis variables morfométricas de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	41
VII Especies de <i>Trichogramma</i> Westwood de áreas agrícolas de ocho estados de México.....	47
VIII Variables de calidad de catorce centros reproductores de <i>Trichogramma</i> en México (Expresadas en medias aritméticas por pulgada cuadrada)....	56
IX Variables de calidad de catorce centros reproductores de <i>Trichogramma</i> en México (Expresadas en porcentajes medios).....	57
X Insectos plaga parasitados por 1) <i>T. atopovirilia</i> , 2) <i>T. deion</i> , 3) <i>T. exiguum</i> , 4) <i>T. fuentesi</i> y 5) <i>T. pretiosum</i> .....	63

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Dendrograma de la longitud del proceso intervoselar de la genitalia de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México...	42
2 Dendrograma de la longitud de la seta funicular de la antena de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	43
3 Dendrograma de la longitud de la vena estigmal del ala anterior de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México...	44
4 Dendrograma del ancho de la lamina dorsal de la genitalia de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	44
5 Dendrograma de la longitud de la seta marginal del ala anterior de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México..	45
6 Dendrograma de la longitud del ala posterior de cuatro especies de <i>Trichogramma</i> de centros reproductores de México.....	45
7 <i>T. atopovirilia</i> : a) Voselas (VS), espinas voselares (EV); b) Línea anterior (LA) y Línea posterior (LP) de setas.....	50
8 <i>T. pintoi</i> : a) Extensión posterior de la lamina dorsal (EPLD); b) Proceso intervoselar (PIV); c) carina ventral (CV).....	50
9 a) Antena con setas del flagelo largas; b) Antena con setas del flagelo cortas.....	51
10 <i>T. pretiosum</i> ; a) Flagelo con sensilas basicónicas peg (SBP); b) Lámina dorsal (LD) de la genitalia.....	51
11 <i>T. deion</i> ; a) Flagelo con sensilas basicónicas peg (SBP); b) Lámina dorsal (LD) de la genitalia.....	52
12 <i>T. fuentesi</i> ; a) Proceso intervoselar (PIV), voselas (VS) y carina ventral (CV); b) Tercer línea de setas (TLS) y hámuli (HM).....	53
13 <i>T. exiguum</i> ; a) Proceso intervoselar (PIV), voselas (VS) y carina ventral (CV); b) tercer línea de setas (TLS) y hámuli (HM).....	53



## 1. RESUMEN

La importancia de *Trichogramma* como agente de control biológico de plagas contrasta con el conocimiento de su taxonomía en México, debido a que no existen estudios que muestren una adecuada identidad de las especies que se reproducen y existen en forma nativa en las áreas agrícolas. El objetivo de este estudio fue determinar las especies de *Trichogramma* en México y evaluar la calidad de las reproducidas en centros comercializadores. En estos centros, las especies determinadas fueron *T. exiguum* Pinto y Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. pinto*i Voegelé y *T. pretiosum* Riley; esta última fue encontrada en el 80% de las muestras. En una corroboración por morfometría, el análisis de varianza y la comparación de medias por el método de Duncan permitieron separar a *T. pretiosum* y *T. exiguum* de *T. fuentesi* y *T. pinto*i con la longitud de la seta funicular mas larga de la antena (LSF). Con la longitud del proceso intervoselar (LPIV) de la genitalia, fue posible diferenciar a *T. pretiosum* y *T. pinto*i de *T. fuentesi* y *T. exiguum*. En el análisis de grupos (cluster jerárquico), la longitud del proceso intervoselar de la genitalia (LPIV) permitió diferenciar las cuatro especies referidas. Las especies nativas de áreas agrícolas fueron: *T. pretiosum*, *T. fuentesi*, *T. deion* Pinto y Oatman, *T. atopovirilia* Oatman y Platner y *T. exiguum*, encontradas en diecinueve, siete, tres, una y una muestras, respectivamente. *T. deion* y *T. fuentesi* en las muestras de maíz, se consideran como nuevos registros para México. Se presenta una clave taxonómica ilustrada para la identificación de *T. atopovirilia*, *T. deion*, *T. exiguum*, *T. fuentesi*, *T. pinto*i y *T. pretiosum*. La calidad de dieciséis muestras de centros reproductores fue muy variable ya que hubo un gran contraste en los resultados. Los porcentajes de hembras viables fueron: 38.4, 39.9, 45.2 y 55.1% con respecto a los huevos totales, huevos parasitados, adultos emergidos y adultos viables, respectivamente.

## ABSTRACT

The importance of *Trichogramma*, as a biological control agent of crop pests, contrasts with the knowledge of his taxonomy in Mexico, due to the lack of studies that show a suitable identity of the species that are mass reared and exist in native form in agricultural areas. The objective of this study was determining the *Trichogramma* species and evaluating the quality of those ones produced in commercial insectaries in Mexico. In these insectaries, the species determined were *T. exiguum* Pinto and Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. pinto* Voegelé and *T. pretiosum* Riley; this last one was found in 80% of the samples. In a morphometric corroboration, the analysis of variance and mean comparisons by the Duncan's test allowed separate *T. pretiosum* and *T. exiguum* from *T. fuentesi* and *T. pinto* based on the longest funicular setae length (FSL) of the antenna. With the intervolar process length (IVPL) of the genitalia, it was possible to differentiate *T. pretiosum* and *T. pinto* from *T. fuentesi* and *T. exiguum*. In the cluster analysis (hierarchic cluster analysis), the intervolar process length (IVPL) allowed differentiate the four species referred. The native species of agricultural areas were: *T. pretiosum*, *T. fuentesi*, *T. deion* Pinto and Oatman, *T. atopovirilia* Oatman and Platner and *T. exiguum*, found in nineteen, seven, three, one and one samples, respectively. *T. deion* and *T. fuentesi*, in the maize samples, are considered new records for Mexico. An illustrated taxonomic key for the identification of *T. atopovirilia*, *T. deion*, *T. exiguum*, *T. fuentesi*, *T. pinto* and *T. pretiosum*, is presented. The quality of sixteen samples of *Trichogramma* from commercial insectaries was very variable due to there was a great contrast in the results. The viable females were 38.4, 39.9, 45.2 and 55.1% with respect to total eggs, parasited eggs, emerged adults and viable adult, respectively.

## 2. INTRODUCCION

En México, actualmente se conoce una rica y diversa fauna de tricogramátidos, considerando que en el país confluyen dos regiones zoogeográficas bien representadas: la región Neártica y la región Neotropical. Lo anterior concuerda con la alta riqueza y diversidad de otros grupos de Chalcidoidea registrada en México (González, 2000). El origen de esta diversidad de tricogramátidos en México puede estar relacionada al gran parecido que tienen las especies recientes con las encontradas en ámbar de oligoceno en Chiapas, México, y es probable que el hábitat base de desarrollo en los huevos de otros insectos es de al menos 30 millones de años de edad (Doutt y Viggiani, 1968).

De los 83 géneros que tiene la familia Trichogrammatidae (Pinto, 1998; Owen y Pinto, 2004; Pinto y Jeremiah, 2004; Pinto y Owen, 2004), *Trichogramma* es el más importante y ha sido ampliamente usado como agente de control biológico desde hace cerca de 100 años. No obstante este género fue considerado seriamente para el control de plagas, principalmente de lepidópteros, hasta que Flanders (1930) desarrolló la técnica de su reproducción masiva.

*Trichogramma*, es uno de los géneros de mayor riqueza de especies registrada de esta familia en el mundo, sin embargo, aún quedan regiones o áreas en las que no se han realizado colectas exhaustivas. Como con la mayoría de los micro himenópteros, los tricogramátidos a menudo pasan desapercibidos para los colectores por su tamaño diminuto y en consecuencia son relativamente desconocidos (Pinto, 1997). La practica de la identificación de especies de *Trichogramma*, es importante ya que permite el conocimiento de la diversidad especies de este grupo de organismos y permite elaborar estudios relativos a su conservación y aprovechamiento sustentable.

Desde el punto de vista empresarial, el aprovechamiento de la fauna nativa benéfica de una determinada región, tiene gran importancia ya que los laboratorios que reproducen y/o comercializan este parasitoide, pueden conocer su potencial de especies y en consecuencia, la apertura y consolidación de nuevos mercados de comercialización, ya que dichos laboratorios dispondrán de especies nativas de determinadas regiones, permitiendo mantener la pureza biológica (la especie) y otras variables de calidad.

Aun conociendo los registros que actualmente existen de este parasitoide obtenidos de colectas de campo como de centros reproductores, se considera que en México existe poco conocimiento de las especies de *Trichogramma*. También es posible que entre el personal involucrado con este parasitoide no se tenga un conocimiento sobre la taxonomía de este micro himenóptero ya que al revisar los trabajos relativos al mismo, presentados en ocho reuniones y once congresos nacionales de control biológico de 1976 a 2001, se encontró que solo el 15% (14 estudios) indican las especies de tricogramas y el 85% (78 estudios) no, refiriéndose solo a *Trichogramma*, *Trichogramma* sp, o *Trichogramma* spp. Esto refleja la necesidad de realizar la presente investigación para profundizar en el conocimiento de la taxonomía de este grupo con la finalidad de contribuir técnicamente en la realización de proyectos de investigación y aplicados en México.

### **3. HIPÓTESIS**

El conocimiento de la diversidad de especies de *Trichogramma* en áreas agrícolas de México, permitirá explicar su reproducción y calidad de las especies reproducidas comercialmente.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las especies de *Trichogramma* en México y evaluar la calidad de las reproducidas en centros comercializadores.

#### **4.2 OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Determinar por morfología y morfometría las especies de *Trichogramma* de dieciocho centros reproductores de México.
2. Evaluar la calidad de catorce muestras de centros reproductores de *Trichogramma* de México.
3. Determinar las especies nativas de *Trichogramma* de diez cultivos agrícolas del norte de México.

## 5. ANTECEDENTES

### 5.1 Trichogrammatidae:

Los miembros de esta familia son muy pequeños, su tamaño varía de 0.18 (*Megaphragma*) a 1.5 mm, la mayoría son menores de 1.0 mm. Forma del cuerpo compacta o elongada, sin constricción distinguible entre el mesosoma y metasoma. Antena sexualmente dimórfica en varios géneros, con flagelo con 2-9 segmentos (usualmente 3-7) incluyendo 1 o 2 anillos, segmentos funiculares 0-2 y clava con 1-5 segmentos. Alas anteriores varían desde extremadamente angosta y delgada a muy ancha y ligeramente redonda apicalmente, ocasionalmente sin alas o alas cortas, vena posmarginal completamente ausente, o extremadamente corta, setas discales en ambas alas (anteriores y posteriores, frecuentemente arregladas en forma lineal. Tarsos con tres segmentos. Color varía desde amarillo claro hasta café oscuro, frecuentemente con una combinación, menos común anaranjados o rojos (Pinto, 1995).

Las especies de Trichogrammatidae son estrictamente parasitoides de huevecillos de insectos en varios ordenes, tales como Coleoptera, Díptera, Homóptera, Heteróptera, Hymenoptera, Neuróptera, Orthoptera, y Thysanoptera. Esta familia también contiene algunas de las pocas especies verdaderamente acuáticas de Hymenoptera conocidas. La propulsión bajo el agua puede darse nadando con las patas o con las alas dependiendo de las especies (Grissell y Schauff, 1990).

La mayoría son idiobiontes entomófagos gregarios o solitarios de otros insectos. La mayor cantidad son parasitoides primarios, pero unas especies de *Trichogramma* ocasionalmente se desarrollan como hiperparasitoides facultativos de *Telenomus* (Scelionidae) en huevos del orden Lepidoptera. En general la biología de esta familia es poco conocida y la mayor cantidad de información es relacionada a *Trichogramma* por su importancia en el control biológico de plagas del orden Lepidoptera (Pinto, 1995).

Los tricogramátidos atacan una gran variedad de huevos de insectos, principalmente de los ordenes: Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera y Coleoptera. Algunos géneros tienen un rango de hospederos muy restringido mientras otros son notoriamente polífagos. Por ejemplo *Megaphragma* ha sido asociada solamente a huevos de Thysanoptera y *Poropoea* parasita huevos de Attelabidae (Coleoptera). En contraste, especies de *Trichogramma* no tienen una notoria especificidad por sus huéspedes pues ciertas especies no solamente se desarrollan en varias familias de Lepidoptera, si no también en otros ordenes. Algunos géneros como *Hydrophylita* y *Prestwichia* atacan huevos de insectos acuáticos pertenecientes a Odonata, Notonectidae y Dytiscidae (Pinto, 1995).

Algunas especies presentan un alto grado de especificidad por sus huéspedes, mientras que otras presentan muy poca especificidad. Todos los miembros de esta familia son parasitoides solitarios o gregarios, endoparasitoides primarios; ejemplos son *Olgosita* Walker y *Paracentrobia* Howard en Cicadellidae (Homóptera) y Lestidae (Odonata); dos géneros *Hydrophylita* y *Prestwichia*, parasitan huevos de insectos acuáticos y han sido reportados nadando bajo el agua buscando hospederos (*Hydrophylita*, en Oenagrionidae, Odonata); *Trichogramma* Westwood en muchos diferentes hospederos; *Trichogrammatomyia* Girault en Lepidoptera; Homoptera es parasitado por un gran número de géneros (ejemplos *Ufens*, *Paracentrobia*, y *Aphelinoidea*) (Pinto, 1997).

Un análisis de la historia de la clasificación de Trichogrammatidae fue realizada por Viggiani (2001). Las especies fósiles son conocidas del ámbar canadiense cretáceo (70-90 millones de años). La especie tipo de la familia, *Trichogramma evanescens* fue descrita en 1833. Divide la historia de Trichogrammatidae en la “edad de los pioneros”, la “edad de la genitalia masculina” y la “edad del DNA”. Los pioneros en el estudio de estos parasitoides fueron principalmente A. A. Girault, J. P. Kryger y S. Nowicki, quienes propusieron varias categorías supragenéricas. Posteriormente se realiza una revisión mundial moderna de la familia por Doutt y Viggiani (1968). Una contribución importante a la clasificación de Trichogrammatidae fue el descubrimiento de

importantes variaciones en la genitalia del macho, en forma y estructura. Sobre esta base, fue propuesto un nuevo sistema de categorías supragenéricas por Viggiani (1971), parcialmente modificado por Yousuf & Shafee (1987). Una monografía moderna, excepcional de Trichogrammatidae de China fue publicada por Lin (1994). Un progreso impresionante ha sido hecho en la revisión biosistemática del género *Trichogramma*, empezando por el trabajo pionero realizado por Nagarkatti y Nagaraja (1968, 1971) y continuado particularmente por J. Pinto y colaboradores. Durante la última década las técnicas moleculares fueron aplicadas con éxito para la identificación de especies teletiquias, morfológicamente indistinguibles y de variantes intraespecíficas de especies biparentales. A pesar del gran progreso alcanzado en la clasificación de Trichogrammatidae, varios conceptos genéricos permanecen como tentativos y la mayoría de la diversidad conocida en varios grupos es limitada. La bio-ecología de Trichogrammatidae apenas está siendo investigada. La mayor parte del actual conocimiento se refiere al género *Trichogramma*.

Recientes revisiones indican que a nivel mundial, la familia Trichogrammatidae tiene 811 especies incluidos en 83 géneros, tres de estos descritos recientemente con 11 especies: *Adryas* con 8 especies, *Kyuwia* con 2 especies y *Pachamama* con una (Owen y George, 2003; Owen y Pinto, 2004; Pinto y Owen, 2004; Pinto y George, 2004). Para el nuevo mundo, Pinto (2006) realiza una revisión de los géneros de esta familia, reporta 55 géneros agrupados en dos subfamilias y cuatro tribus: Trichogrammatinae (Trichogrammatini) y Ologositinae (Paracentrobiini, Chaetostrichini y Oligositini). Propone como nuevos géneros a *Adelogramma*, *Pseuduscana*, *Thanatogramma* y *Viggianiella*, y coloca en sinonimia a *Uscanoidea* Girault (= *Gnorimogramma* De Santis), *Zaga* (= *Lathrogramma* De Santis), *Burksiella* (= *Parahispidophila* Yousuf y Shafee) y *Xenufens* Girault (= *Pseudoxenufens* Yoshimoto). De los 55 géneros referidos, 35 están presentes en México, de los cuales 18 coinciden con los reportados por González y Ávila (2006): *Brachyufens* Viggiani, *Haeckeliana* Girault, *Mirufens* Girault, *Trichogramma* Westwood, *Ittys* Girault, *Paracentrobia* Howard, *Aphelinoidea* Girault, *Brachista* Walker, *Brachygrammatella* Girault, *Chaetogramma* Doult, *Chaetostricha* Walker, *Pintoa* Viggiani, *Tumidiclava*



Girault, *Ufens* Girault, *Uscana* Girault, *Xiphogramma* Nowicki, *Zagella* Girault y *Oligosita* Walter. *Lathrogramma* De Santis, *Lathromeris* Foerster y *Soikiella* Nowicki, fueron diferentes a los reportados por Pinto (2006). De esta manera estos dos estudios reportan 38 géneros diferentes para México.

Pinto y Viggiani (2004), realizaron una revisión de los géneros de Oligositini con una hipótesis preliminar de relaciones filogenéticas, para intentar definir el género *Oligosita*. Refieren que se reconocen dos subfamilias de Trichogrammatidae, cada una con dos tribus (Trichogrammatinae: Trichogrammatini y Paracetrobiini; Oligositinae: Chaetostrichini y Oligositini). Las genitalias de Oligositinae son reducidas y modificadas para formar una estructura simple tubular el cual carece de vosela, parámetros y un edeago separado. Las grandes modificaciones ocurren en Oligositini donde la apertura antero dorsal, la apertura dentro del cual el conducto eyaculatorio entra, es extremadamente reducida en tamaño. Los rasgos raros de la genitalia soportan la monofilia de tribu, incluyen ojos compuestos negros y el simple par de setas sobre el lóbulo medio del mesoscuto y el escutelum. Los géneros asignados a Oligositini incluyen a: *Chaetostrichella* Girault, *Doirania* Waterston, *Epoligosita* Girault, *Eteroligosita* Viggiani, *Hayatia* Viggiani, *Megaphragma* Timberlake, *Oligosita* Walker, *Prestwichia* Lubbock, *Probrachista* Viggiani, *Sinepalpigramma* Viggiani y Pinto. *Pseudoligosita* tratado mucho como un sinónimo junior de *Oligosita* es removido a *Oligosita*. El género monofilético *Brachistagrapha* aunque es relacionado a *Chaetostrichella*, cuando se describe no es un Oligositini. Los autores examinaron el holotipo y paratipo de *B. caudata* y encontraron que la especie pertenece al género *Chaetogramma* (Trichogrammatini). Por lo tanto consideran a *Brachistagrapha* como un sinónimo junior de *Chaetogramma* (nuevo sinónimo). En resumen los géneros de Oligositini quedan de la siguiente manera:

Sub-tribus:

Oligositina: *Epoligosita* Girault; *Megaphragma* Timberlake; *Prestwichia* Lubbock; *Prosoligosita* Hayat y Husain; *Sinepalpigramma* Viggiani y Pinto y *Oligosita* Walker  
Eteroligositina: *Doirania* Waterston; *Pseudoligosita* Girault; *Chaetostrichella* Girault; *Probrachista* Viggiani; *Hayatia* Viggiani y *Eteroligosita* Viggiani

Zambrano (1986) reportó para Nuevo León diez géneros: *Aphelinoidea*, *Brachyufens*, *Doirana*, *Mirufens*, *Oligosita*, *Paracentrobia*, *Trichogramma*, *Tumidiclava*, *Ufens*, *Uscana*; siendo el más común *Paracentrobia* y presentando a *Doirana* como nuevo registro para la región Neártica.

*Ittysella lagunera* Pinto y Viggiani (N. Gen, N. Sp.) y *Epoligosita mexicana* Viggiani (N. Sp.) son tricogramátidos de origen mexicano. *I. lagunera*, fue colectada por D. González de huevos de chicharritas de la vid de *Dickrella cockerelli* (En Nuevo México y Coahuila), *Erythronerura ziczac* (En Coahuila) y *Erythronerura varabilis* (En Sonora). El holotipo y alotipo son especímenes colectados de *D. cockerelli* y *E. ziczac* de Torreón Coahuila, México. Respecto a *E. mexicana*, reportan que este es el primer registro de este género para el Nuevo Mundo (Pinto y Viggiani, 1987).

Reyes (1989), registró 13 géneros para Tamaulipas: *Aphelinoidea*, *Lathrogramma*, *Lathromeroidea*, *Oligosita*, *Ophioneurus*, *Paracentrobia*, *Paratrachogramma*, *Trichogramma*, *Tumidiclava*, *Ufens*, *Uscana*, *Zaga*, *Zagella*, y 3 especies para *Trichogramma* (*T. atopovirilia*, *T. exiguum*, *T. pretiosum*). En este trabajo se considera a *Ophioneurus* como nuevo reporte para México.

Reyes y Flores (1991), en un estudio realizado en el noreste de México y sur de San Luís Potosí reportaron 9 géneros: *Aphelinoidea*, *Oligosita*, *Paracentrobia* (*Brachistella*), *Paracentrobia* (*Paracentrobia*), *Paracentrobia* (*Ittys*), *Trichogramma*, *Ufens*, se incluye un posible nuevo reporte como *Soikiella* y *Brachygrammatella* para la región Holártica.

## 5.2 *Trichogramma*

### 5.2.1 Importancia económica

De acuerdo con Li (1994), cerca de 32 millones de hectáreas son tratadas anualmente con *Trichogramma* empleándose aproximadamente 70 especies y cerca de 20 de estas, son producidas masivamente para su liberación y su uso es muy importante en la Unión Soviética, China y México.

En México, la reproducción y utilización masiva de la avispa tricograma inicia cuando en 1963, la Dirección General de Sanidad Vegetal (D. G. S. V.) dependiente de la SAGARPA, establece el primer insectario de control biológico en Torreón, Coah., denominándolo Centro Reprodutor de Insectos Benéficos (C. R. I. B.) (Arredondo, 1993). En 1999 ya se tenían registrados 47 centros que reproducían y/o comercializaban las especies *T. pretiosum*, *T. exiguum*, *T. minutum*, *T. atopovirilia*, *T. platneri* y *T. pintoii*, siendo la mas común *T. pretiosum* (Rodríguez del Bosque y Arredondo, 1999), sin embargo la veracidad de los reportes de las especies que tiene cada laboratorio es dudosa, ya que no cuentan con los reportes de su identificación por taxónomos especializados en tricogramátidos.

En información reciente se indica que esta avispa se libera en México en 1.5 millones de hectáreas, una gran parte de estas tricogramas son reproducidas en 34 centros reproductores y comercializadores. El 70.6% de estos centros, reproducen a *Trichogramma pretiosum*, representando el agente de control biológico más importante en nuestro país (Anónimo, 2004; van Lenteren y Bueno, 2003).

Cranshaw *et al.* (1996), indican que en los Estados Unidos de Norteamérica existían 95 proveedores de: 24 especies de ácaros depredadores, 8 especies de parasitoides de escamas, 15 especies de parasitoides de Lepidópteros, 12 especies de depredadores y parasitoides de moscas, 4 de nemátodos entomopatógenos y 43 de otros organismos.

### 5.2.2 Taxonomía:

Moreno y Pérez (2002) hacen referencia a los problemas o dificultades que se tienen en la identificación de especies de *Trichogramma* y que básicamente son debidos a la notable homogeneidad morfológica del género. Refieren que, la genitalia del macho sigue teniendo un gran peso en la sistemática de *Trichogramma*, sin embargo, la identificación de especies no es posible cuando los ejemplares que se desean determinar son hembras. Indican que otra característica del género que dificulta su identificación es su tamaño y muchos entomólogos consideran a este grupo como un grupo de taxonomía compleja debido a su diminuta talla (entre 0.2 y 1.5 mm) y suelen desecharlos sistemáticamente del material recolectado. Además, el tamaño también tiene implicaciones negativas en aspectos como la captura, la conservación y el montaje de los ejemplares. Enfatizan que solución a muchos problemas de efectividad de control de *Trichogramma* es debida al desconocimiento de su identidad por lo que consideran la necesidad de la realización de más estudios acerca de la variabilidad intraespecífica del género y la plasticidad de sus caracteres, y la integración de taxónomos en los programas de control biológico, los cuales se encargarían de realizar estudios rigurosos en ese campo.

A nivel mundial se tienen descritas 180 especies, de las cuales 68 se encuentran en Norte América. Los miembros de esta familia son parasitoides de huevecillos de plagas hospedadas principalmente del orden Lepidoptera, los cuales raramente exceden de 0.7 mm de longitud. Las especies de *Trichogramma* están divididas en tres subgéneros: *Trichogramma* (con 173 especies); *Vanlisus* (con cuatro especies) y *Trichogrammanza* (con tres especies). El subgénero *Trichogramma* es cosmopolita, *Trichogrammanza* se conoce sólo en Australia y Nueva Zelanda, y *Vanlisus* se encuentra en América Central, Baja California Sur (México) y Australia. El número más grande de especies se encuentra en Norteamérica (68) y la región paleártica (52 especies). Se conocen pocas especies en la región oriental (40), América del Sur (24), África tropical (8), Australia (7) y Nueva Zelanda (4). Estos números están altamente correlacionados con los niveles de muestreo y aplicación agrícola (Pinto, 1998).

Un estudio para determinar las funciones de las sensilas de las antenas y ovipositor de las hembras de *Trichogramma galloi* y *T. pretiosum*, refiere que las sensilas presentes en estas estructuras está implicadas en el reconocimiento y la aceptación del huésped, y que la identificación de los tipos de estímulos (físico o químico) es percibido por esta estructura, la cual proporciona datos sobre las características del huésped que obtiene del comportamiento del parasitismo. Se indica que siete sensilas y una estructura setiforme están presentes en ambas especies de parasitoides, con una mezcla de funciones quimio-mecano receptivos. El ovipositor tiene cuatro diferentes sensilas y se sugiere su función en la evaluación del huésped (Consoli *et al.* 1999).

Pinto *et al.* (1993) examinaron las variaciones allosímicas en el loci 13 en *T. pretiosum* Riley y *T. deion* Pinto & Oatman, dos especies crípticas de *Trichogramma* en 23 cultivos de *T. pretiosum* y 21 de *T. deion*, los cuales representan una significativa muestra del rango geográfico conocido de ambas especies. Reportan que así como por morfología, los datos electroforéticos sugieren una estrecha relación de ambas especies. La única diferencia aparente constante ocurre en el locus G6pd. Las colecciones sintópicas de la Universidad de California, Riverside también difieren en el loci Acp-II y Pgm, indicando que el intercambio genético no ocurre. Así mismo ocurre una considerable variación intraespecífica en estas especies. Las colecciones de *T. pretiosum* de Australia son similares a las de Norte América, sugiriendo que esta especie fue recientemente introducida a Australia.

Un adecuado conocimiento de la identidad de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. deion* Pinto y Oatman, surge de las observaciones realizadas por Pinto *et al.* (1986) a especímenes inicialmente identificados como *T. pretiosum* colectados del oeste de Texas al sureste de California, quienes notaron pequeñas diferencias en las antenas y genitalia de los machos. Al hacer una detallada revisión determinan definir a estos especímenes como *T. deion*. Ambas especies son morfológicamente muy similares, sin embargo estas pueden ser diferenciadas de la siguiente manera. *T. pretiosum* presenta en el flagelo de la antena un par de sensilas peg capitadas en las posiciones dos y tres, en

tanto que *T. deion* presenta en las mismas posiciones solo una sensila peg capitada. La parte apical de la extensión posterior de la lamina dorsal de ambas especies también presentan diferencias (observación en contraste de fases), en *T. deion* es más esclerotizada (obscura), en tanto que en *T. pretiosum* es menor la esclerotización.

Pinto *et al.* (1991) realizaron ciento treinta y dos experimentos de cruza entre poblaciones de *Trichogramma pretiosum*, de *T. deion* y del complejo del *T. minutum* para determinar la variación en la compatibilidad reproductiva de estas especies. Indican que los patrones extremadamente complejos de la compatibilidad reproductiva existen entre las colecciones consideradas conepecíficas en los argumentos morfológicos. Éstos incluyen compatibilidad completa, variando niveles parciales de uno y dos vías, e incompatibilidad completa. Las relaciones reproductivas aparecen ser correlacionadas con el rango geográfico en el complejo de *T. minutum* pero no en *T. pretiosum* o *T. deion*. La separación reproductiva entre cultivos de laboratorio ha servido frecuentemente como justificación para el reconocimiento formal de la especie en *Trichogramma*. La conveniencia de esta práctica es discutida, dado a la variación intraespecífica considerable en compatibilidad.

Respecto a la correcta identidad de *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner y *T. fuentesi* Torre. Pinto *et al.* (1983) realizaron un análisis detallado de las especies relacionadas a estas. Indican que las poblaciones identificadas por Nagarkatti y Nagaraja (1971) como *T. perkinsi* (Girault), corresponden a *T. exiguum* Pinto y Platner y las identificaciones referidas a *T. fasciatum* (Perkins) son específicas a *T. fuentesi*. Las diferencias entre *T. exiguum* y *T. fuentesi* son: *T. fuentesi* su proyección media ventral (proceso intervoselar en Pinto, 1998) llega o esta cercana al ápice de las estructuras queladas (voselas en Pinto, 1998); la carina ventral no llega a la mitad basal de la capsula genital; ala posterior con la línea posterior de setas llegando a 3/5 – 4/5 de la distancia del ala. *T. exiguum*: la proyección media ventral no llega ni esta cercana al ápice de las estructuras queladas; la carina ventral llega a la mitad basal de la capsula genital; en el ala posterior la línea posterior de setas no se extiende a la 1/2 de la distancia del ala.

Torre (1982), describe nuevos parasitoides del género *Trichogramma* recientemente liberados para plagas de importancia económica en Cuba. Estos son *T. sudhae* sp. n. y *T. oatmani* sp. n., los cuales fueron liberados para huevos de *Erinnyis ello* (L.) en cassava, y *T. fuentesi* sp. n., liberado para huevos de *Diatraea saccharalis* (F.) en caña de azúcar. Una variedad de *T. fuentesi* también se ha distinguido (se discuten 15 características morfológicas), aunque no se propone ningún nombre para él. Un parasitoide introducido en Cuba de Europa bajo el nombre de *T. evanescens* Westw. ha sido encontrado como *T. euproctidis* (Gir.), el cual es redescrito. Nueve especies, muchas de las cuales se han identificado mal ocasionalmente, se cree están presentes en Cuba, algunas de ellas son utilizadas para el control biológico. Se discuten sus identidades, y una también se da una lista de 52 especies más importante del género, presentando los países en los cuales se han colectado.

Rodríguez *et al.*, (1996) indican que *T. pretiosum*, *T. pintureaui*, *T. sudhae* y *T. deion*, presentan una gran semejanza en su morfología. Realizaron una serie de cruces entre *T. pretiosum*, *T. pintureaui* y *T. deion* obtenidos de material colectados en Cuba y el continente americano, indicando que estas especies presentan un aislamiento reproductivo. Reportan que los estudios morfológicos y morfométrico (análisis factorial discriminante) de individuos que venían de cultivos y de la serie original usada para la primera descripción de *T. sudhae*, permitieron establecer la validez de *T. pintureaui* y proponer a *T. sudhae* como nuevo sinónimo de *T. pretiosum*. Al realizar un análisis de esterazas y de superóxido de dismutasas demostraron diferencias entre *T. pretiosum*, *T. pintureaui* y *T. deion*. para los loci Est 1, Est 2 y Est 5'. La semejanza morfológica entre dos especies *T. pretiosum* y *T. pintureaui* conduce a su consideración como especies duales.

Browning y Melton (1987) estudiaron la conveniencia relativa de huevos de caña de azúcar *Eoreuma loftini* (Dyar) y *Diatraea saccharalis* (F.) para ser parasitados por tricogramátidos nativos y exóticos. Evaluaron ocho especies de tricogramátidos los cuales fueron liberados con éxito en los huevos de ambos huéspedes. Reportan que el número de los huevos parasitados por hembra fluctuó de 14.0 a 36.6 para *E. loftini* y de

0.1 a 21.5 sobre *D. saccharalis*. Las especies más comunes que parasitaron a *E. loftini* y *D. saccharalis* fueron *Trichogramma retorridum* (Girault) y *Trichogramma fuentesi* Torre, respectivamente. Además, la exposición de las masas de huevos de *E. loftini* colocadas en sustrato como papel o en hojas secas, demostró diferencias entre las especies de parasitoides en la proporción de huevos parasitados, variando del 92.0% para *T. retorridum* a 18.0% para *Trichogramma chilonis* Ishii. Los resultados indican que aunque las ocho especies se desarrollan en *E. loftini* en el laboratorio, la localización encubierta de las masas del huevo de *E. loftini* en el campo puede poner límites en la parasitación por los tricogramátidos.

Cuatro nuevas especies, *Trichogramma dissimilis* sp nov., *T. distinctum* sp. nov., *T. galloi* sp. nov. y *T. jalmirezi* sp. nov., las cuales emergieron de huevos de *D. saccharalis* colectados en el Brasil, se describen y se comparan con otros miembros del género. Estas nuevas especies son muy relacionadas *T. minutum*, *T. fuentesi* y *T. exiguum*. La genitalia del macho es la principal característica usada para distinguir estas especies (Zucchi, 1988).

La variación caracteres morfológicos y morfométricos, compatibilidad reproductiva y esterazas separadas por el electroforesis, fue analizada en varias líneas de dos especies comunes de *Trichogramma* de Uruguay. Los caracteres morfológicos y morfométricos demostraron que una de las especies es *Trichogramma pretiosum*, ya conocida en Uruguay, y que la otra especie es probablemente *Trichogramma exiguum*, y no la especie muy cercana *Trichogramma fuentesi*. *Trichogramma exiguum* se registra por primera vez en Uruguay. Las dos especies *T. pretiosum* y *T. exiguum* son completamente incompatibles y demostración importantes diferencias de las esterazas lo cual se pueden utilizar como caracteres de diagnóstico (Basso *et al.* 1999).

Velásquez y Terán (2003) registran trece especies *Trichogramma* en la región Noroccidental del estado Guárico, Venezuela, las cuales son: *T. diazi* Velásquez & Terán y *T. terani* Velásquez & Terán (nuevas especies); *T. atropos* Pinto; *T. bennetti* Nagaraja & Nagarkatti; *T. fasciatum* (Perkins); *T. lasallei* Pinto y *T. obscurum* Pinto



(nuevos registros para Venezuela); y *T. atopovirilia* Oatman & Platner; *T. bruni* Nagaraja; *T. colombiensis* Velásquez & Terán; *T. exiguum* Pinto & Oatman; *T. fuentesi* Torre; *T. pretiosum* Riley (especies asociadas con agroecosistemas). *T. castrensis* Velásquez & Terán, 1995, *T. guariquensis* Velásquez & Terán, 1995 y *T. minutum* Riley son consideradas nuevos sinónimos. Presentan una clave de las especies de *Trichogramma* de la región y de otras partes de Venezuela e incluyen datos relacionados con la distribución de especies y hospederos.

Querino y Zucchi (2003) realizaron una caracterización morfológica de diez especies de *Trichogramma* de Sur América, basada en la morfología del macho. Las especies que encontraron fueron *T. acacioi* Brun, Moraes & Soares, *T. atopovirilia* Oatman & Platner, *T. exiguum* Pinto & Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. galloi* Zucchi, *T. lasallei* Pinto, *T. lopezandinensis* Sarmiento, *T. nerudai* Pintureau & Gerding, *T. pintoi* Voegelé y *T. rojasi* Nagaraja & Nagarkatti. Indican que los nuevos registros para esta región son: *T. acacioi* de *Hamadryas feronia* (L.) (Brazil), *T. nerudai* de *Tuta absoluta* Meyrick (Chile) y *T. lasallei* de *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (primer registro en Uruguay) ambas especies colectadas de huevos de las plagas referidas.

El uso de feromonas sexuales como una herramienta taxonómica fue estudiado por Silva y Stouthamer (1997). Realizaron pruebas de apareamiento inter e intra específicas en seis especies de *Trichogramma* de origen portugués como una primera etapa para estudiar la posibilidad de usar feromonas sexuales como una herramienta taxonómica en especies de este parasitoide. Reportan que con excepción de *Trichogramma cordubesis*, la mayoría los machos se aparean con sus co-específica hembra. También observaron intentos de apareamientos en forma interespecífica, por lo que consideran que el uso de feromonas como una herramienta taxonómica en especies de *Trichogramma* puede ser impráctica. Sin embargo debido a que en algunos casos se encontró una completa especificidad, su uso potencial en la diferenciación de algunas especies de otras no debe ser excluido.

Burks y Heraty (2002) distinguieron cuatro especies de *Trichogramma* Westwood con traslape usando análisis morfométrico de 496 especímenes con 27 mediciones de machos y 26 de hembras. Las especies crípticas del complejo *T. minutum*, *T. minutum* Riley y *T. platneri* Nagarkatti, se distinguieron morfológicamente para la primera vez usando análisis canónico variado. La intermediación entre *T. californicum* Nagaraja y Nagarkatti y el complejo de *T. minutum* se examinó, con referencia a otras fuentes de la variación. Los machos de las cuatro especies pueden ser identificados usando una función discriminante lineal con 0-3.9% de error, con *T. minutum* y *T. californicum* identificadas con rango de error de 10.3-12.8%; las hembras pueden ser separadas con rango de error de 3.3-18.9% usando solamente los especímenes de la calibración, *T. minutum* y *T. californicum* fueron identificados con un rango de error de 7.2-29.4%. Una clave de identificación para machos de las cuatro especies es elaborada la cual usa una combinación de caracteres morfológicos y de las funciones discriminantes.

Galán y Rodríguez (1993), realizaron mediciones de 25 estructuras de los machos (genitalia, antena y pata posterior) de cinco cultivos de cinco especies de *Trichogramma*, cuatro cubanas y una introducida. *T. fuentesi* Torre, *T. pretiosum* Riley, *T. rojasi* Nagaraja y Nagarkatti, *T. pintureauoi* Rodríguez y Galán y *T. pintoii* Voegelé (especie introducida). Indican que el análisis factorial discriminante permite definir las estructuras y razones de la discriminación entre especies. En orden de importancia estas fueron: distancia entre la extremidad posterior de los parámetros y la extremidad posterior de las voselas, longitud de la seta mayor del flagelo, longitud de la seta mayor del ala anterior, distancia entre la extremidad posterior de los parámetros y la extremidad posterior de la expansión dorsal de la gonobase y ancho de la capsula posterior. Las razones fueron: longitud de la mayor seta del flagelo entre el ancho del flagelo, longitud de la mayor seta del ala anterior entre el ancho del ala anterior, ancho de la capsula genital entre su longitud y la longitud del edeago entre la longitud de la tibia posterior.

Velásquez y Colmenares (1999) evaluaron la utilidad del análisis de componentes principales (A. C. A.) como método estadístico para diferenciar dos especies del género *Trichogramma*: *T. pretiosum* Riley y *T. atopovirilia* Oatman y Platner. Quince

estructuras anatómicas fueron medidas para sesenta especímenes reproducidos en huevos de *Sitotroga cerealella*. El análisis de componentes principales y la proyección de los individuos sobre los tres primeros componentes obtenidos de la matriz de correlaciones, mostró dos grupos bien definidos que representan a *T. pretiosum* y *T. atopovirilia* respectivamente. Se observó que de las variables incluidas en el análisis las que tienen un aporte mayor en la formación de los tres primeros componentes son las relacionadas con la genitalia, apoyando las diferencias encontradas a este nivel entre estas dos especies.

Pintureau (1993), analizó morfométricamente diez especies europeas de *Trichogramma* considerando 19 caracteres de machos. Indica que el análisis multivariado permite la estimación de divergencias interespecíficas. Confirma que los principales caracteres discriminantes son los incluidos en la antena y genitalia. Estos distinguen todas las especies analizadas excepto *T. brassicae* y *T. voegelei*. Los grupos *T. minutum* y *T. pretiosum* por un lado y el grupo *T. pintoi* y *T. perkinsi* por otro lado, fueron morfológicamente muy relacionados. El grupo *T. dendrolimi* fue muy distantemente relacionado a los grupos *T. minutum* y *T. pretiosum* que al grupo *T. evanescens*.

Un intento de identificar especies de *Trichogramma* por medio de la morfometría de hembras fue realizado por Kostadinov y Pintureau (1991). Indican que *Trichogramma maidis* Pintureau y Voegelé, *T. rhenanum* Voegelé y Russo, y *T. evanescens sensu* Pintureau y Voegelé fueron previamente designadas por varios autores como *T. evanescens*. Usaron el análisis discriminante para identificar 14 caracteres morfológicos de las hembras, los cuales permiten separar las tres especies. Encuentran que el análisis del tipo de *T. evanescens* demuestra que *T. evanescens* Westwood y *T. rhenanum* fueron idénticos.

Silva (1999) utilizó los métodos de PCR (reacción en cadena de la polimerasa) amplificando el espaciador transcrito interno 2 del DNA ribosomal, seguido por digestiones de la endonucleasa de restricción, y electroforesis de la esterasa para

distinguir entre *T. cordubensis*, *T. evanescens*, *T. turkestanica*, *T. pintoii* y *T. bourarachae*. El mismo autor indica que: la especificidad de tentativas de acoplamiento no fue una herramienta taxonómica confiable para especies de *Trichogramma*. La producción de hijas de *T. cordubensis* y *T. oleae* fue más alta para las líneas fijas teletóquias (donde todas las hembras fueron infectadas con *Wolbachia* sp.) que para su contraparte sexual. El impacto negativo de *Wolbachia* sp. sobre el número total de descendientes fue mucho más severo para las líneas mezcladas (con hembras infectadas y no infectadas de *T. deion* y *T. kaykai*) que líneas fijas. En pruebas del invernadero y de laboratorio, líneas teletóquias de *T. cordubensis* y razas de *T. deion* presentaron tener mayor potencial de control biológico que líneas arrenotoquias. Pruebas de laboratorio en el parasitismo de *Helicoverpa armigera* y del insecto benéfico *Chrysoperla carnea*, indican que *T. bourarachae* y *T. pintoii* son candidatos prometedores para el control de *H. armigera*.

El uso de técnicas moleculares en la determinación de especies de *Trichogramma* ha sido evaluado por varios investigadores, principalmente en la determinación y corroboración de especies sibilinas. Las técnicas moleculares que han sido evaluadas son: análisis de proteínas, reacción en cadena de la polimerasa (PCR), polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción de productos amplificados por PCR (PCR-RFLP), secuenciación, y amplificación al azar del DNA polimórfico (RAPDs). Con respecto al análisis de proteínas, Pinto *et al.* (1992) utilizaron estos métodos bioquímicos para diferenciar a *T. minutum* y *T. platneri*, demostrando que los niveles de incompatibilidad reproductiva están correlacionados con las diferencias genéticas midiendo la variación de alozimas. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR), es una de las más utilizadas en la determinación de especies de *Trichogramma*, como *T. pretiosum*, *T. deion*, *T. fuentesi*, *T. exiguum*, *T. minutum*, *T. atopovirilia*, *T. platneri*, *T. brassicae* y *T. pintoii* (Stouthamer *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 1999; Pinto *et al.*, 2002; Ciciola *et al.*, 2001; Thompson *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2004). El Polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción de productos amplificados por PCR (PCR-RFLP) es otra de las técnicas más utilizadas en la taxonomía de este parasitoide en la cual las diferencias en la digestión de productos de PCR con frecuencia son utilizadas

para elaborar claves dicotómicas para identificar especies de *Trichogramma*. De esta forma la enzima de restricción *Mn*II empleada por Silva *et al.*, (1999) para digerir el ITS2, fue de utilidad para elaborar la clave dicotómica de identificación de las especies presentes en Portugal *T. turkestanica*, *T. cordubensis*, *T. evanescens*, *T. pinto* y *T. bourarachae*. Mientras que las enzimas *Eco* RI, *M*s1 y *B*sm1 fueron utilizadas por Pinto *et al.* (2002) para digerir el ITS2, y construir la clave de identificación para las especies *T. californicum*, *T. cacaeciae*, *T. exiguum*, *T. deion*, *T. pretiosum*, *T. minutum*/*T. platneri*, *T. sibericum*/*T. alpha*, *T. aurosum* y *T. itsybitsi*.

Rodríguez-del-Bosque *et al.*, (1989), colectaron huevos de *Diatraea grandiosella* de un campo de maíz en Jalisco, México el 12 de septiembre de 1988. Encontraron un promedio de 9.7 masas de huevos por lugar de muestreo y cada masa tuvo un promedio de 1.38 huevos. De los huevos que colectaron, el 94.1% fueron parasitados, 3.8% no fueron parasitados y 2.1% produjeron larvas viables. En los primeros encontraron dos especies de parasitoides, *Trichogramma atopovirilia* (el 65%) y *T. pretiosum* (el 35%).

Rodríguez-del-Bosque y Smith Jr. (1994), reportan a *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. atopovirilia* Oatman y Platner, *T. exiguum* Pinto y Platner y *Telenomus alecto* (Crawford) como parasitoides de barrenadores de caña de azúcar en México. Indican que *T. atopovirilia* fue colectada junto con *T. pretiosum* en huevos de *D. grandiosella* en caña de azúcar de Sinaloa y en maíz en el estado de Jalisco y fue la especie dominante.

González (1991), al hacer una compilación de especies entomófagas nativas e introducidas en México desde los años ochentas a 1991, encuentra a *T. brasiliensis* Ashmead (Coahuila), *T. evanescens* Westwood y *T. nigrum* Ashmead en Tamaulipas, *T. exiguum* Pinto and Platner (Edo. de México), *T. pretiosum* Riley (México), y *T. minutum* (Chihuahua).

En 1994 Perales y Arredondo identificaron las especies de tricogramas de 12 laboratorios (CREROBs), utilizando las claves de Voegelé y Pintureau (1982) y Sorokina (1993), encontrando que en tres CREROBs (Durango, Dgo., Hermosillo, Son. y

Torreón, Coah.) la especie identificada fue *T. exiguum*, en tanto que *T. pretiosum* se encontró en nueve de estos centros, entre ellos los de Matamoros, Tamps., Guasave, Sin. y Tecomán, Col.

Pinto (1998), reporta 23 especies en México, de las cuales solo ocho fueron colectadas en áreas agrícolas: *T. browningi*, *T. exiguum*, *T. fasciatum*, *T. interius*, *T. minutum*, *T. sathon*, *T. pretiosum* y *T. atopovirilia* estas dos últimas con mayor distribución, en 15 y 9 estados, respectivamente.

García *et al.* (2000), identificó especies nativas de tricograma de la Comarca Lagunera, en particular de los agroecosistemas de maíz y nogal, las especies encontradas fueron *T. exiguum* en maíz, en nogal encontró *T. platneri* y *T. pretiosum*.

### **5.2.3 Biología y hábitos**

El ciclo biológico de las avispitas tricogramas puede variar notablemente dependiendo de la especie y de las condiciones de temperatura y humedad relativa (H. R.). Sin embargo, a una temperatura constante de 27 °C y 75% de H. R. el ciclo biológico es de 7 días. La longevidad del adulto además de depender de las condiciones ambientales, se ve afectada por la alimentación, viviendo desde tres días sin alimento, a 22 días con él (Arredondo y Perales, 1994).

La hembra adulta, una vez que descubre el huevecillo huésped, se posa en él para introducir su ovipositor y colocar en el interior sus huevecillos. La hembra se alimenta del fluido del huevecillo que sale del orificio hecho con el ovipositor. Varias especies de *Trichogramma* tienen preferencia por huevecillos de cierto grado de desarrollo como los recién ovipositados (Hernández, 1983; Pérez, 1991).

La hembra tiene la capacidad de parasitar el mismo día que emerge un promedio general de 30 huevecillos, aunque en ocasiones hasta 200 durante su vida reproductiva, dependiendo de las condiciones ambientales (Arredondo y Perales, 1994). La capacidad reproductiva de las hembras de *Trichogramma* se ve reducida por la falta de huevecillos

huésped durante un periodo de dos o tres días después de la emergencia (Pérez, 1991). Stavradi (1976) y Urías (1986), reportan que la máxima productividad en fecundidad se presenta entre los 20 y 25°C de temperatura, disminuyendo debajo de los 20°C y arriba de los 30 °C. Calvin *et al.* (1984), reportaron que a un 80% de humedad relativa la fecundidad es significativamente mayor. Farghaly (1975), encontró que a una humedad relativa entre 55 y 62% la fecundidad disminuye. El número de huevecillos puestos por *Trichogramma* dependerá del tamaño del huevecillo huésped (Arredondo y Perales, 1994).

El parasitoide se desarrolla a través de tres instares larvales dentro del huevecillo huésped, al que impide su ciclo normal pues se alimenta de los nutrientes que éste contiene. Luego de cuatro días de estar parasitados, los huevecillos huésped adquieren una coloración oscura, síntoma indicativo del parasitismo. El adulto emerge entre los cuatro a ocho días posteriores (Franz y Voegelé, 1974).

En relación a las tácticas para seleccionar el huésped, las hembras de *Trichogramma*, se deslizan en líneas más o menos rectas antes de encontrar sus hospederos para parasitar e inmediatamente después los abandonan, dando vueltas de radio corto, además son capaces de distinguir entre huevecillos no parasitados y los parasitados, evitando así atacar a éstos últimos (Galván, 1985).

Para simular condiciones en el campo cuando *Trichogramma brassicae* Bezdenko es liberada contra el barrenador europeo del maíz *Ostrinia nubilalis* Hübner, se realizaron exposiciones a altas temperaturas (35 y 44 °C) por 6 horas aplicadas a la etapa blanca de las crisálidas (WP) de *T. brassicae* (exposiciones sencillas o dobles) y al imago (exposición sencilla), para determinar la eficacia de parasitación al incrementarse la temperatura. Los resultados demostraron que la prepupa e imago de *T. brassicae* son susceptibles a los choques del calor (especialmente a 44 °C). Después de la exposición de la prepupa a 44 °C, la pérdida de eficacia de la parasitación fue considerable. Esta alcanzó 85.8% después de un doble choque a 44 °C. La proporción de hembras de la progenie (G1) de los parasitoides expuestos al calor, disminuyó después un tratamiento

de 35 o de 44 °C. Para los imagos tratados a 44 °C, la eficacia de parasitación de G0 y la proporción de hembras de la G1 fueron reducidas substancialmente. Este estudio también demuestra que el imago es más susceptible a una temperatura alta que la prepupa (Chihrane y Lauge', 1996).

La velocidad y actividad de caminar (tiempo de caminar dividido por tiempo total) de *Trichogramma brassicae* fueron determinadas a 12, 16, 20 y 25 °C. La velocidad de caminar fue estimada durante un período de 5 minutos y actividad el caminar en un período de cuatro días. Ambas variables fueron influenciadas fuertemente por la temperatura. La velocidad el caminar aumentó linealmente con la temperatura y fue dos veces alta a 20 que a 12 °C. En 25 °C, la actividad el caminar fue alta durante el día entero, en 20 y 16 °C disminuyó durante la tarde, mientras que en 12 °C las avispas llegaron a ser más activas al mediodía o más adelante. En las bajas temperaturas, hubo una variación individual fuerte en actividad de caminar. A 25 °C, *T. brassicae* fue activo más tiempo, así que el área buscada por unidad de tiempo puede aumentar solamente en temperaturas superiores a 25 °C si la velocidad de caminar aumenta. En temperaturas menores de 20 °C, la búsqueda fue más restringida por la baja actividad de caminar que por baja velocidad de caminar (Suverkropp *et al.* 2001).

Navarro y Marcano (2000), presentan tablas de vida de *Trichogramma pretiosum* Riley y de *Trichogramma atopovirilia* Oatman y Platner, reproducidas a temperaturas constantes de 18, 23, 28 y 33 grados centígrados en huevos del gusano elotero del maíz *Helicoverpa zea* (Boddie). Reportan que los valores de  $r$  (índice intrínscico de crecimiento natural) fueron constantemente mayores para *T. pretiosum* que para *T. atopovirilia* en todas las temperaturas constantes probadas. *T. atopovirilia* no pudo terminar el desarrollo a 32 °C. Los datos sugieren que *T. pretiosum* es más productivo y adaptado mejor a las altas temperaturas que *T. atopovirilia*.

La influencia de la temperatura (15-30 °C) en el parasitismo de *Trichogramma atopovirilia* en huevos de *Helicoverpa zea* fue estudiado. Se encontró que el número de



huevos parasitados y del período del parasitismo fue el más alto entre 15 y 25 °C (Resende y Ciociola, 1996).

#### **5.2.4 Evaluación de calidad**

El éxito del control biológico está relacionado, entre otros factores, a la calidad de los organismos liberados (van Lenteren, 1991), La conservación de los atributos naturales de la colonia del insecto es por consiguiente uno de los objetivos particulares en la cría del insecto para su liberación en los programas de control biológico. Esto está frecuentemente en contraste a la eficiencia máxima de producción debido a las restricciones económicas. Las condiciones artificiales mejoran el éxito de cría y la reorganización de tiempo pero pueden dañar la calidad de la colonia (Bigler, 1994).

Los sistemas de cría masiva de *Trichogramma* son, en general, completamente distintos al hábitat del cultivo donde los parasitoides son liberados. Algunas características comunes de la producción de *Trichogramma*, relacionadas con la calidad, son: huevecillos huéspedes en altas densidades, competencia intraespecífica alta, huéspedes y espacio muy limitados, un número alto de generaciones a través del tiempo, posibilidades limitadas o no para almacenamiento y renovación incompleto o no de la colonia. Estos rasgos generales de los sistemas de producción masiva son críticos para cualquier población de *Trichogramma* porque está propensa a alteraciones adaptativas y/o genéticas. La conservación de atributos de calidad en las poblaciones de cría masiva es por lo tanto crucial para el éxito (Bigler, 1994).

Boller & Chambers (1977), definieron el papel del control de calidad para proporcionar y coordinar un sistema de producción que asegure que la operación producirá números adecuados de una calidad óptima a costos mínimos del producto. Chambers & Ashley (1984) y Leppla & Fisher (1989), subdividieron el control de calidad en control de producción, control del proceso y control del producto y definieron estos términos en general para los programas de cría de insectos. El control de producción es la regulación de consistencia, confiabilidad y oportunidades de

producción total. La producción de parasitoides de alta calidad depende del uso apropiado de instalaciones adecuadas, equipo y del funcionamiento preciso de las operaciones de cría. Esto incluye disponibilidad de una alta calidad de huevecillos huéspedes, el mantenimiento de la colonia, sincronización de emergencia de las generaciones paternas, regulación de la densidad en unidades de cría, saneamiento y condiciones físicas óptimas. El control del proceso es la evaluación de los parámetros biológicos del producto no terminado que nos dice qué tan bien se realizan los procesos de elaboración. Desviaciones inaceptables de las normas o de la especificación del producto son una señal de alarma y podría prestarse a correcciones de los procesos de cría. Los parámetros medidos periódicamente tales como porcentaje de parasitismo, superparasitismo, proporción sexual, fecundidad, actividad de desplazamiento y de vuelo, reconocimiento del huésped, etc., nos pueden decir el funcionamiento de las operaciones de cría y pueden servir para posibles correcciones. El control del producto es la evaluación de los parámetros biológicos del producto terminado que nos dice cómo el producto está en conformidad a las normas y especificaciones de calidad.

### **5.2.5 Evaluaciones de campo**

Losey *et al.* (1995) llevaron a cabo una evaluación de *Trichogramma nubilalis* y *Bacillus thuringiensis* en el manejo de *Ostrinia nubilalis* en parcelas de maíz dulce en 1990 y 1991. Se realizaron liberaciones del parasitoide durante el periodo de puesta de masa de huevecillos de *O. nubilalis* y, se utilizó *Bacillus thuringiensis* contra las larvas huéspedes que escaparon al parasitismo de *Trichogramma* en la etapa de huevecillo. *Trichogramma* parasitó un 70 y 56% de los huevecillos del barrenador en 1990 y 1991. La mortalidad total del barrenador europeo del maíz desde la deposición de huevecillo hasta el adulto en el cultivo de maíz dulce fue de un 94 y 92% en 1990 y 1991 respectivamente.

Ahumada *et al.* (1997) evaluaron la eficiencia de la avispa *Trichogramma pretiosum* para el control del gusano elotero (*Heliothis zea* Boddie) en maíz en el sur del estado de México. El trabajo se llevó a cabo en 16 hectáreas de maíz infestadas con la plaga. Se evaluaron tres niveles de población de *Trichogramma pretiosum* (30, 40 y 50

mil avispidas/ha) y un testigo. Se realizaron cinco liberaciones, a intervalos de 5-6 días. Las variables de respuesta evaluadas fueron porcentaje final de elotes con daño asociado a gusano elotero y producción de grano. Se realizó un análisis estadístico de separación de medias y no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de población de la avispa, pero sí hubo diferencias entre estos niveles y el testigo. El porcentaje final de daño en elote fue de 25% para el testigo y 7% para los tratamientos con la avispa. La diferencia en la producción de grano fue 300 kg/ha más en los tratamientos, en comparación al testigo.

## 6. MÉTODOS

**Determinación de especies por morfología y morfometría:** se realizó la determinación de especies en base a las características de su morfología y en la medición de variables morfométricas, de las muestras de los centros reproductores de este parasitoide. La determinación de especies de las muestras recolectadas en áreas agrícolas, se realizó únicamente por taxonomía tradicional (en base a características morfológicas) ya que el número de repeticiones o laminillas de cada muestra fue muy bajo (menor de 10).

### 6.1 Determinación de especies de centros reproductores.

6.1.1 Obtención de muestras: Se diagnosticó material biológico de 21 muestras de 18 centros reproductores ubicados en 13 estados, los cuales representan el 53% de los centros reportados (37). Cada centro envió una muestra de 20 pulgadas cuadradas de huevecillos de *Sitotroga cerealella* parasitado por tricograma, la muestra se colocó en una cámara de emergencia, de ahí las avispidas se transfirieron a viales con alcohol al 70% para su posterior procesamiento.

6.1.2 Clarificación, acomodo, deshidratación y montaje de especímenes: del alcohol al 70%, las avispidas se clarificaron en KOH al 10% durante tres horas, se enjuagaron en agua bidestilada, se acomodaron en portaobjetos, y deshidrataron según la técnica de Ramírez (2000) modificada por el autor del presente escrito, la cual consiste en la colocación de cuatro avispidas en forma ventral sobre la mitad de un portaobjetos con un trocito de papel Kleenex® saturado con alcohol al 10% con Tritón x-100® colocándose un cubreobjetos de 11.0 x 11.0 mm, posteriormente se deshidrataron con soluciones de alcohol al 20, 40, 60, 80, 95 y 100%. Del alcohol al 100% los especímenes se pasaron a una pequeña siracusa con esencia de aceite de clavo, dejándolos toda una noche, al día siguiente se realizó un pre-montaje de los especímenes, colocándolos adecuadamente en

un portaobjetos sobre una pequeña gota de bálsamo de Canadá diluido (seis partes de bálsamo de Canadá más cuatro partes de esencia de aceite de clavo). Las preparaciones se transfirieron a una estufa a 40 °C para secarlas durante la noche. Al día siguiente, a cada preparación se le colocó otra pequeña gota de bálsamo de Canadá y un cubreobjetos de 5.5 x 5.5 mm y se transfirieron en una estufa a 40 °C para secarlas durante cinco días y posteriormente realizar la determinación de especies por morfología.

6.1.3 Determinación de especies por morfología: las laminillas de cada muestra se revisaron detalladamente por medio de un microscopio Carl Zeiss® modelo Axiostar Plus con objetivos 5x, 10x y 40x CP achromat de óptica infinita, para realizar la determinación de las especies siguiendo las claves de Pinto (1998), Pinto *et al.*, (1983 y 1986) en la que se consideran las características del macho, principalmente de la cápsula genital, antenas y alas posteriores. Además, se realizó la comparación del material estudiado con preparaciones de especies de referencia proporcionadas por el doctor John D. Pinto de la Universidad de California Riverside y por el doctor Víctor N. Furzov del Instituto de Zoología de la Academia Nacional de Ciencias de Ucrania. Los especímenes de *Trichogramma* están depositados en la Colección de Insectos Benéficos Entomófagos (CIBE) de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

6.1.4 Análisis de especies por morfometría: se revisaron 305 especímenes de machos de este micro himenóptero, montados en un mismo número de laminillas en Bálsamo de Canadá, de los cuales 217 pertenecieron a *T. pretiosum*, 64 a *T. fuentesi*, 14 a *T. exiguum* y 10 a *T. pintoi*. De las laminillas fueron tomadas 2,071 fotografías de siete estructuras de la genitalia, dos de la antena, cinco del ala anterior y tres del ala posterior (Tabla I) utilizando una cámara Nikon D100 y un microscopio Carl Zeiss® modelo Axiostar Plus con objetivos 10x y 40x CP achromat de óptica infinita. Una vez obtenidas las fotografías, se realizó la medición de las estructuras con el software Image Pro® Plus Ver. 4.0. de la empresa Media Cybernetics (Anónimo, 1999a).

Las especies antes referidas fueron determinadas previamente en base a características morfológicas utilizando las claves de Pinto (1998), Pinto *et al.* (1983 y 1986). Los especímenes antes referidos son de 23 muestras de 17 centros reproductores y comercializadores de México, los cuales están distribuidos en los estados de Coahuila, Colima, Chihuahua, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

TABLA I

Variables morfométricas de cada estructura de *Trichogramma*.

ESTRUCTURA	VARIABLE
Genitalia	Longitud de la cápsula genital-lcg
	Ancho de la cápsula genital-acg
	Longitud del edeago-led
	Longitud del proceso intervoselar- lpiv
	Longitud de la extensión posterior de la lamina dorsal-lepld
	Ancho de la lamina dorsal-ald
Antena	Longitud de la apertura dorsal-lapd
	Longitud de la seta funicular-lsf
	Longitud de la antena-la
Ala anterior	Longitud de la vena estigmal-lgvs
	Ancho de la vena estigmal-anvs
	Longitud de la seta marginal-lsm
	Longitud del ala anterior-laa
	Ancho del ala anterior-aaa
Ala posterior	Longitud de la seta marginal-lsma
	Longitud-lgap
	Ancho-anap

En el análisis estadístico de las mediciones realizadas a las partes morfológicas antes referidas, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias por el método de Duncan (C. M. D.) para caracterizar las especies antes citadas, en tanto que para realizar una agrupación de los centros reproductores de cada especie se llevó a cabo un análisis de grupos (análisis de cluster jerárquico) con el método de agrupación de la distancia euclidiana al cuadrado. Ambos análisis se realizaron utilizando el software SPSS Inc. 1999 (Anónimo, 1999b).

## **6.2 Determinación de especies de áreas agrícolas.**

6.2.1 Obtención de muestras: fueron revisadas 27 muestras de tricogramas nativas (en áreas donde no se realizan liberaciones de tricogramas reproducidas masivamente), colectadas en algodón, caña de azúcar, chile serrano, col, girasol, maíz, naranjo, nogal, soya y tomate, establecidos en áreas agrícolas de ocho estados del norte de México. La obtención de los parasitoides se realizó colectando directamente huevecillos parasitados de plagas y por métodos indirectos como colectas con red entomológica, platos amarillos con agua jabonosa y con cartonillos con huevecillo de *Sitotroga cerealella* como huevecillo trampa. Los especímenes obtenidos de cada colecta se transfirieron a viales con alcohol al 70% para su posterior procesamiento.

6.2.2 La clarificación, acomodo, deshidratación, montaje de especímenes y determinación de especies por morfología se realizó según el procedimiento descrito para las muestras de centros reproductores.

De las especies determinadas tanto por morfología como por morfometría de centros reproductores como de áreas agrícolas, se elaboró una clave ilustrada basada en las claves de Pinto (1998) y Pinto *et al.* (1983 y 1986), además se incluyen fotografías tomadas con una cámara Nikon D100 y un microscopio compuesto Carl Zeiss® modelo Axiostar Plus y objetivo 40x CP achromat de óptica infinita.

## **6.3 Evaluación de calidad de muestras de centros reproductores.**

De las muestras recibidas de los centros reproductores, en catorce se realizó la evaluación de su calidad. Las variables de calidad evaluadas fueron: 1) medias aritméticas y estadísticas descriptivas de huevos totales, huevos parasitados, adultos emergidos, adultos viables y hembras viables por pulgada cuadrada. 2) porcentajes medios y estadísticas descriptivas de huevos parasitados, adultos emergidos, adultos viables y hembras viables por pulgada cuadrada respectivamente.

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Especies de centros reproductores.

#### 7.1.1 Determinación por morfología.

Los resultados de esta sección se indican en la Tabla II, los nombres de los centros reproductores se omiten por acuerdo de confidencialidad. Se observa que las especies determinadas fueron *T. exiguum* Pinto y Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. pinto*i Voegelé y *T. pretiosum* Riley. *Trichogramma pretiosum* se encontró en 17 de las 21 muestras, *T. fuentesi* en cuatro, *T. exiguum* en dos y *T. pinto*i en una.

*Trichogramma pretiosum* fue encontrada en las muestras de los centros ubicados en los estados de Coahuila, Colima, Chihuahua, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz. *Trichogramma fuentesi*, se encontró en las muestras de los centros de Coahuila, Colima, Jalisco y Zacatecas. En muestras de Coahuila y Colima a *T. exiguum* y a *T. pinto*i en una muestra de Guanajuato (Tabla II).

De las especies determinadas en las muestras de esta sección, se tienen antecedentes de registros de *T. pretiosum* y *T. exiguum* en muestras de centros reproductores: Perales y Arredondo (1994) encontraron a *T. pretiosum* en nueve centros establecidos en cinco estados (Colima, Guerrero, Nayarit, Sinaloa y Tamaulipas) y *T. exiguum* en tres centros ubicados en los estados de Coahuila, Durango y Sonora. *Trichogramma fuentesi* fue reportado por Pinto (1998) en una muestra del CREROB de Torreón, Coah. (Tabla III).



TABLA II

Especies de *Trichogramma* de centros reproductores de México por estado.

Centro	Ubicación	<i>T. exiguum</i>	<i>T. fuentesi</i>	<i>T. pintoii</i>	<i>T. pretiosum</i>
1	Coahuila		X		
2	Coahuila	X			X
3 M1	Colima	X	X		X
3 M2	Colima				X
4	Chihuahua				X
5 M1	Guanajuato				X
5 M2	Guanajuato			X	
6	Jalisco		X		
7	Michoacán				X
8	Morelos				X
9 M1	Nuevo León				X
9 M2	Nuevo León				X
10	Sinaloa				X
11	Sinaloa				X
12	Sinaloa				X
13	Sonora				X
14	Sonora				X
15	Sonora				X
16	Tamaulipas				X
17	Veracruz				X
18	Zacatecas		X		

M= Muestra

Algunos reportes de *T. exiguum* y *T. pretiosum* determinadas en el presente capítulo en muestras de áreas agrícolas de México son: *T. exiguum* se ha reportado en muestras colectadas en los estados de Coahuila, Chiapas, Edo. de México, Nuevo León y Tamaulipas, en tanto que *T. pretiosum* es reportado en muestras de 17 estados como Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Durango, Oaxaca, Sonora, y Yucatán, entre otros (Tabla III) (García *et al.*, 2000; Pinto, 1998; González, 1991; Paredes, 1986; Reyes, 1989).

TABLA III

Registros de *Trichogramma atopovirilia*, *T. exiguum*, *T. fuentesi* y *T. pretiosum* en México. A = En centros reproductores. B = En campo.

Estado	<i>T. atopovirilia</i>	<i>T. exiguum</i>	<i>T. fuentesi</i>	<i>T. pretiosum</i>
Baja California Norte				6 B
Baja California Sur	6 B			6 B
Campeche				6 B
Coahuila		1, 5 A B	6 A	
Colima				5 A
Chiapas	6 B	6 B		6 B
Durango		5 A		1 B
Guerrero				5, 6 A B
Jalisco	6 B			6 B
México		2 B		2 B
Michoacán				6 B
Morelos	6 B			
Nayarit				5 A
Nuevo León	6 B	4 y 6 B		4 y 6 B
Oaxaca				6 B
San Luís Potosí				6 B
Sinaloa	3 y 6 B			3, 4, 5 y 6 A B
Sonora	6 B	5 A		6 B
Tamaulipas	6 B	6 y 7 B		5, 6 y 7 A B
Veracruz	6 B			6 B
Yucatán				6 B

1: García *et al.* (2000); 2: González-Hernández (1991); 3: Lugo y Vejar (2004); 4: Paredes (1986); 5: Perales y Arredondo (1994); 6: Pinto (1998); 7: Reyes (1989)

Las cuatro especies encontradas en este capítulo parasitan 32 especies diferentes de insectos plagas, las cuales causan daño a 21 cultivos, entre ellos: alfalfa, algodón, arándano, brócoli, caña de azúcar, maíz, manzano y nopal, entre otros. Veintiocho especies plaga son parasitadas por *T. pretiosum*, 11 por *T. exiguum*, seis por *T. pinto* y *T. fuentesi* parasita a cuatro. Algunas plagas que parasitan las especies de *Trichogramma* referidas en este capítulo son: *Alabama argillacea* Hübner, *Diatraea grandiosella* Dyar, *Diatraea saccharalis* Fabricius, *Helicoverpa zea* Boddie, *Pieris rapae* L. y *Manduca sexta* L., *Cydia pomonella* L., *Trichoplusia ni* Hübner (Hoffman *et al.*, 1990; Noyes, 2001; Pinto, 1998).

## 7.1.2 Análisis por morfometría.

7.1.2.1 Del análisis de varianza (ANOVA) y la comparación de medias por el método de Duncan (C. M. D.) realizados a la matriz de datos elaborada para el análisis estadístico, se obtuvo un resumen de resultados indicados en la Tabla IV, del cual se puede indicar que:

Según el valor de la F estimada (67.834) y a la alta significancia ( $\leq 0.01$ ) obtenida, la longitud de la seta funicular de la antena (LSF) permitió separar mejor las especies referidas, sin embargo las medias y la C. M. D. reflejaron cierta relación entre *T. fuentesi* y *T. pintoi*, no obstante *T. fuentesi* presentó una mayor desviación estándar lo cual indica una mayor variación de los datos de esta especie que los de *T. pintoi*, además morfológicamente son muy diferentes. *T. pretiosum* presentó la mayor longitud de esta estructura (0.075 mm.) en tanto que *T. exiguum* la menor longitud (0.042 mm.).

Otras estructuras que permitieron separar las especies referidas son la longitud del ala posterior (LAP), ancho de la lamina dorsal de la genitalia (ALD) y la longitud del proceso intervoselar (LPIV), las cuales presentaron una alta significancia ( $\leq 0.01$ ) y F estimada de 39.639, 39.204 y 29.478, respectivamente.

En contraste, las variables que presentaron resultados no significativos ( $> 0.05$ ) para la separación de las especies son el ancho de la ala anterior (AAA), longitud de la capsula genital (LCG), la longitud de la vena estigmal de la ala anterior (LVE) y el ancho de la ala posterior (AAP) con valores de F estimada de 1.161, 1.362, 2.127 y 2.358, respectivamente.

Al analizar los datos de las variables de cada estructura diagnosticada (genitalia, antena, ala anterior y ala posterior), se encontró que:

Genitalia: Cinco de las siete variables revisadas presentaron datos altamente significativos ( $\leq 0.01$ ), sin embargo las que presentaron valores de F más altos, fueron

el ancho de la lamina dorsal (ALD), la longitud del proceso intervoseolar (LPIV) y la longitud de la extensión posterior de la lamina dorsal (LEPLD), las cuales permiten diferenciar claramente a *T. pretiosum* y *T. pintoii*, sin embargo *T. fuentesi* y *T. exiguum* presentan una estrecha relación según los valores de las medias, desviación estándar y la C. M. D., las cuales tienen una genitalia, muy similar. Aunque estadísticamente no existen diferencias en la LCG, se aprecia en la Tabla IV que *T. exiguum* presentó la mayor longitud de esta variable (0.141 mm). *T. exiguum* y *T. fuentesi* presentaron una gran similitud como grupo de especies sibilinas en particular en las variables ACG, LPIV, LEPLD y ALD.

Antena: Las dos variables de la antena estudiadas presentaron una alta significancia en sus resultados, no obstante la longitud de la seta funicular (LSF) presentó el valor más alto de la F estimada. *T. pretiosum* fue claramente separada de las otras tres especies con una media de 0.075 mm. *T. fuentesi* y *T. exiguum* fueron diferenciadas claramente con medias de 0.053 mm y 0.042 mm., respectivamente, sin embargo en la LAN, son estadísticamente iguales. *T. pintoii* fue muy similar a *T. fuentesi* en esta estructura, sin embargo por sus estructuras restantes, fueron muy diferentes.

Ala anterior: De las cinco variables estudiadas, los resultados de la longitud de la seta marginal (LSM) y el ancho de la vena estigmal (AVE), presentaron una alta significancia estadística ( $\leq 0.01$ ), no obstante según la comparación de medias por el método de Duncan, la única especie que puede diferenciarse es *T. pintoii*. *T. pretiosum*, *T. fuentesi* y *T. exiguum* son estadísticamente similares en estas dos variables y en la longitud de la vena estigmal (LVE). Se puede indicar que las variables del ala anterior no permitieron separar las especies antes referidas.

TABLA IV

Media en mm ( $\pm$  Desviación Estándar) de diecisiete variables morfométricas de cuatro especies de *Trichogramma* de centros reproductores de México.

Variable	<i>T. pretiosum</i>	<i>T. fuentesi</i>	<i>T. exiguum</i>	<i>T. pintoii</i>	Media
Genitalia					
LCG (NS)	0.135a ( $\pm 0.010$ )	0.136a ( $\pm 0.011$ )	0.141a ( $\pm 0.007$ )	0.135a ( $\pm 0.007$ )	0.135 ( $\pm 0.010$ )
ACG**	0.038b ( $\pm 0.004$ )	0.041b ( $\pm 0.003$ )	0.041b ( $\pm 0.003$ )	0.033b ( $\pm 0.002$ )	0.039 ( $\pm 0.004$ )
LED**	0.128b ( $\pm 0.009$ )	0.130b ( $\pm 0.011$ )	0.134b ( $\pm 0.007$ )	0.120a ( $\pm 0.004$ )	0.129 ( $\pm 0.009$ )
LPIV**	0.012b ( $\pm 0.003$ )	0.014c ( $\pm 0.002$ )	0.015c ( $\pm 0.001$ )	0.005a ( $\pm 0.001$ )	0.012 ( $\pm 0.003$ )
LEPLD**	0.035a ( $\pm 0.003$ )	0.039b ( $\pm 0.005$ )	0.038b ( $\pm 0.004$ )	0.037ab ( $\pm 0.003$ )	0.036 ( $\pm 0.004$ )
ALD**	0.030b ( $\pm 0.003$ )	0.034c ( $\pm 0.003$ )	0.034c ( $\pm 0.003$ )	0.023a ( $\pm 0.004$ )	0.031 ( $\pm 0.004$ )
LAPD*	0.079b ( $\pm 0.006$ )	0.077ab ( $\pm 0.006$ )	0.081b ( $\pm 0.006$ )	0.074a ( $\pm 0.004$ )	0.079 ( $\pm 0.006$ )
Antena					
LSF**	0.075c ( $\pm 0.010$ )	0.053b ( $\pm 0.016$ )	0.042a ( $\pm 0.013$ )	0.054b ( $\pm 0.003$ )	0.069 ( $\pm 0.015$ )
LAN**	0.158b ( $\pm 0.022$ )	0.142a ( $\pm 0.011$ )	0.142a ( $\pm 0.012$ )	0.155ab ( $\pm 0.012$ )	0.154 ( $\pm 0.021$ )
Ala anterior					
LAA*	0.406a ( $\pm 0.026$ )	0.411a ( $\pm 0.027$ )	0.408a ( $\pm 0.010$ )	0.434b ( $\pm 0.017$ )	0.408 ( $\pm 0.026$ )
AAA (NS)	0.192ab ( $\pm 0.011$ )	0.192ab ( $\pm 0.012$ )	0.187a ( $\pm 0.006$ )	0.198b ( $\pm 0.013$ )	0.192 ( $\pm 0.012$ )
LSM**	0.037b ( $\pm 0.004$ )	0.040b ( $\pm 0.005$ )	0.039b ( $\pm 0.003$ )	0.029a ( $\pm 0.004$ )	0.038 ( $\pm 0.005$ )
LVE (NS)	0.038ab ( $\pm 0.005$ )	0.039b ( $\pm 0.003$ )	0.038ab ( $\pm 0.003$ )	0.035a ( $\pm 0.004$ )	0.038 ( $\pm 0.005$ )
AVE**	0.005b ( $\pm 0.001$ )	0.006b ( $\pm 0.001$ )	0.006b ( $\pm 0.001$ )	0.004a ( $\pm 0.001$ )	0.005 ( $\pm 0.001$ )
Ala posterior					
LAP**	0.177b ( $\pm 0.011$ )	0.174ab ( $\pm 0.010$ )	0.168a ( $\pm 0.009$ )	0.217c ( $\pm 0.011$ )	0.177 ( $\pm 0.014$ )
AAP (NS)	0.032ab ( $\pm 0.004$ )	0.034b ( $\pm 0.004$ )	0.031a ( $\pm 0.003$ )	0.032ab ( $\pm 0.004$ )	0.032 ( $\pm 0.004$ )
LSM**	0.050b ( $\pm 0.004$ )	0.051b ( $\pm 0.004$ )	0.045a ( $\pm 0.006$ )	0.048ab ( $\pm 0.006$ )	0.050 ( $\pm 0.005$ )

Medias en hileras con letra diferente difieren: \* Significativa, \*\* Altamente significativa. NS: No significativa

Ala posterior: Dos de las tres variables analizadas, presentaron una alta significancia estadística, sin embargo la longitud del ala posterior presento el mayor valor de F (39.639) y permitió diferenciar a *T. pretiosum*, *T. exiguum* y *T. pintoii*. *T. fuentesii* presentó una relación con *T. pretiosum*, las cuales morfológicamente son muy diferentes.

Al analizar en conjunto los resultados indicados en la Tabla II, y considerando que *T. fuentesii* y *T. exiguum* taxonómicamente forman un grupo hermano y presentan una estrecha relación, la genitalia, en particular la longitud del proceso intervoselar (LPIV) y el ancho de la lamina dorsal (ALD) fueron las estructuras que permitieron diferenciar adecuadamente las especies antes citadas.

#### 7.1.2.2 Análisis de grupos

Al realizar un análisis de grupos (análisis de cluster jerárquico) por el método de la distancia euclidiana al cuadrado de las diecisiete variables morfométricas referidas en la Tabla I, se observó que solo seis presentaron información que permitieron diferenciar las especies determinadas por taxonomía tradicional. De este análisis, se obtuvo la Tabla V en donde se presentan para cada variable, los grupos combinados y sus coeficientes. Los dendrogramas de cada variable se ilustran en las figuras 1 a 6.

Al considerar los valores máximos de los coeficientes de la distancia euclidiana al cuadrado de las estructuras referidas en la Tabla V, se observó que los correspondientes a la longitud del proceso intervoselar de la genitalia y la longitud de la seta marginal del ala anterior presentaron menor valor (5.82 y 4.55 respectivamente), lo cual indica que los datos de las mediciones de estas variables fueron muy similares entre las muestras y presentaron una menor variación entre sus datos, en relación a los de las otras variables.

De la Tabla V se presenta un resumen de las relaciones entre las cuatro especies determinadas por morfología en la Tabla VI. De este se puede indicar que las relaciones fueron: A) entre muestras con *T. pretiosum* (1)-(1), B) *T. pretiosum* con *T. fuentesii* (1)-(2), C) *T. pretiosum* con *T. exiguum* (1)-(3), D) *T. pretiosum* con *T. pintoii* (1)-(4), E) *T. fuentesii* con *T. fuentesii* (2)-(2), F) *T. fuentesii* con *T. exiguum* (2)-(3) y G) *T. exiguum*

con *T. pintoi* (3)-(4). Estas relaciones reflejan la similitud de las variables morfométricas que se presentan entre las especies. Se observó que las muestras de *T. pretiosum* presentaron una mayor cantidad de grupos combinados los cual es debido a que el número de muestra con esta especie fue 16, de *T. fuentesi* cuatro, *T. exiguum* dos y *T. pintoi* con una.

TABLA V

Grupos combinados de la distancia euclidiana al cuadrado ( $\times 10^{-5}$ ) de seis variables morfométricas de *Trichogramma* de centros reproductores de México.

LPIV			LSF			LVE		
Grupo Combinado			Grupo Combinado			Grupo Combinado		
C. A.	C. B.	Co.	C. A.	C. B.	Co.	C. A.	C. B.	Co.
17M1(2)	17M2(3)	0.00	17M1(2)	17M2(3)	0.00	13M2(3)	9M1(4)	0.00
8(2)	17M1(2)	0.00	8(2)	10(2)	0.00	7(1)	13M2(3)	0.00
2(1)	10(2)	0.00	11(1)	4(2)	0.00	13M1(1)	17M1(2)	0.00
17M4(1)	4(2)	0.00	6(1)	17M3(1)	0.00	8(2)	10(2)	0.00
1(1)	17M4(1)	0.00	9M2(1)	14(1)	0.00	4(2)	8(2)	0.00
5M2(1)	17M3(1)	0.00	12(1)	5M2(1)	0.00	16(1)	17M4(1)	0.00
15(1)	16(1)	0.00	1(1)	12(1)	0.00	7(1)	16(1)	0.00
1(1)	15(1)	0.00	1(1)	7(1)	0.00	11(1)	15(1)	0.00
11(1)	14(1)	0.00	16(1)	17M4(1)	0.10	9M2(1)	14(1)	0.00
6(1)	5M2(1)	0.00	6(1)	15(1)	0.10	6(1)	12(1)	0.00
7(1)	12(1)	0.00	9M2(1)	11(1)	0.10	7(1)	11(1)	0.00
1(1)	11(1)	0.00	2(1)	5M1(1)	0.10	5M2(1)	17M2(3)	0.10
3(1)	9M2(1)	0.00	1(1)	9M2(1)	0.25	9M2(1)	4(2)	0.10
6(1)	7(1)	0.00	13M1(1)	8(2)	0.90	6(1)	13M1(1)	0.10
1(1)	3(1)	0.00	1(1)	16(1)	1.15	3(1)	5M1(1)	0.10
1(1)	6(1)	0.10	2(1)	3(1)	1.25	6(1)	7(1)	0.20
13M1(1)	13M2(3)	0.10	13M2(3)	9M1(4)	1.60	3(1)	5M2(1)	0.45
2(1)	8(2)	0.10	13M1(1)	17M1(2)	3.80	6(1)	9M2(1)	1.03
1(1)	5M1(1)	0.21	1(1)	6(1)	4.39	2(1)	3(1)	1.35
2(1)	13M1(1)	0.41	1(1)	2(1)	8.81	2(1)	6(1)	3.74
1(1)	2(1)	1.42	13M1(1)	13M2(3)	25.10	1(1)	2(1)	13.16
1(1)	9M1(4)	5.82	1(1)	13M1(1)	105.30			

LPIV: longitud del proceso intervoselar; LSF: longitud de la seta funicular; LVE: longitud de la vena estigmal; M: muestra; C. A: grupo A; C. B: grupo B; Co: coeficiente; (1): *T. pretiosum*; (2): *T. fuentesi*; (3): *T. exiguum*; (4): *T. pintoi*

TABLA V

Continuación....

ALD			LSMAA			LAP		
Grupo Combinado			Grupo Combinado			Grupo Combinado		
C. A.	C. B.	Co.	C. A.	C. B.	Co.	C. A.	C. B.	Co.
10(2)	17M2(3)	0.00	8(2)	17M2(3)	0.00	6(1)	13M2(3)	0.00
7(1)	13M2(3)	0.00	3(1)	13M2(3)	0.00	4(2)	17M1(2)	0.00
13M1(1)	10(2)	0.00	14(1)	17M1 (2)	0.00	17M3(1)	8(2)	0.00
13M1(1)	8(2)	0.00	4(2)	10(2)	0.00	12(1)	17M3(1)	0.00
5M1(1)	4(2)	0.00	12(1)	8(2)	0.00	1(1)	16(1)	0.00
17M3(1)	17M4(1)	0.00	15(1)	16(1)	0.00	9M2(1)	15(1)	0.00
9M2(1)	17M3(1)	0.00	7(1)	15(1)	0.00	3(1)	11(1)	0.00
5M2(1)	16(1)	0.00	9M2(1)	14(1)	0.00	2(1)	3(1)	0.00
9M2(1)	15(1)	0.00	9M2(1)	5M2(1)	0.00	7(1)	17M2(3)	0.10
6(1)	14(1)	0.00	11(1)	13M1(1)	0.00	12(1)	10(2)	0.10
1(1)	5M2(1)	0.00	2(1)	11(1)	0.00	1(1)	17M4(1)	0.10
11(1)	12(1)	0.00	1(1)	3(1)	0.00	2(1)	9M2(1)	0.10
1(1)	11(1)	0.00	1(1)	4(2)	0.10	1(1)	6(1)	0.20
2(1)	3(1)	0.00	7(1)	17M4(1)	0.10	7(1)	13M1(1)	0.25
13M1(1)	17M1(2)	0.10	2(1)	12(1)	0.10	5M1(1)	16(1)	0.40
1(1)	9M2(1)	0.10	5M1(1)	7(1)	0.18	1(1)	12(1)	0.68
5M1(1)	7(1)	0.10	2(1)	9M2(1)	0.25	7(1)	4(2)	1.67
2(1)	13M1(1)	0.16	1(1)	6(1)	0.28	2(1)	14(1)	2.14
1(1)	6(1)	0.27	1(1)	2(1)	1.54	1(1)	2(1)	3.29
1(1)	5M1(1)	0.58	5M1(1)	9M1(4)	2.54	1(1)	7(1)	12.15
1(1)	2(1)	2.68	1(1)	5M1(1)	4.55	1(1)	5M1(1)	24.23
1(1)	9M1(4)	7.80				1(1)	9M1(4)	174.70

ALD: ancho de la lamina dorsal; LSMAA: longitud de la seta marginal del ala anterior; LAP: longitud del ala posterior; M: muestra; C. A: grupo A; C. B: grupo B; Co: coeficiente; (1): *T. pretiosum*; (2): *T. fuentesi*; (3): *T. exiguum*; (4): *T. pintoii*



TABLA V1

Relaciones obtenidas entre especies en seis variables morfométricas de *Trichogramma* de centros reproductores de México.

Relaciones entre especies	LPIV	LSF	LVE	ALD	LSMAA	LAP
(1)-(1)	15	15	14	15	14	15
(1)-(2)	3	3	2	4	3	3
(1)-(3)	1	1	2	1	1	2
(1)-(4)	1	0	0	1	1	1
(2)-(2)	1	1	2	0	1	1
(2)-(3)	1	1	0	1	0	0
(3)-(4)	0	1	1	0	0	0

(1): *T. pretiosum*; (2): *T. fuentesi*; (3): *T. exiguum*; (4): *T. pintoii*

LPIV: longitud del proceso intervoselar; LSF: longitud de la seta funicular; LVE: longitud de la vena estigmal; ALD: ancho de la lamina dorsal; LSMAA: longitud de la seta marginal del ala anterior; LAP: longitud del ala posterior.

Los dendrogramas (Figuras 1 a 6), permitieron ubicar los diferentes grupos que el análisis de grupos determinó en base a la similaridad de las mediciones de cada estructura de cada centro y de cada especie (indicada entre paréntesis). De estos dendrogramas se puede inferir que:

El dendrograma de la longitud del proceso intervoselar de la genitalia (Fig. 1), permitió ubicar tres grupos. En el grupo A se observan los dos centros de *T. exiguum* (13M2 y 17M2) y tres de los cuatro centros de *T. fuentesi* (8, 10 y 17M1), la muestra restante de esta especie (4) se ubicó en el grupo B. En el mismo grupo A se ubicaron dos centros de *T. pretiosum* (2 y 13 M1) los cuales forman los grupos combinados 2(1)-8(2) y 13M1(1)-13M2, ambos con un coeficiente de  $0.10 (x 10^{-5})$ . En el grupo B se ubicaron 14 de los dieciséis centros de *T. pretiosum*, en tanto que en el grupo C se ubicó el centro 9M1 de *T. pintoii*. De manera general se puede indicar que esta estructura permitió ubicar mejor las cuatro especies referidas, aunque algunos centros de estas especies, en particular de *T. fuentesi* y *T. pretiosum* tuvieron una alta similaridad de sus datos entre ellas.

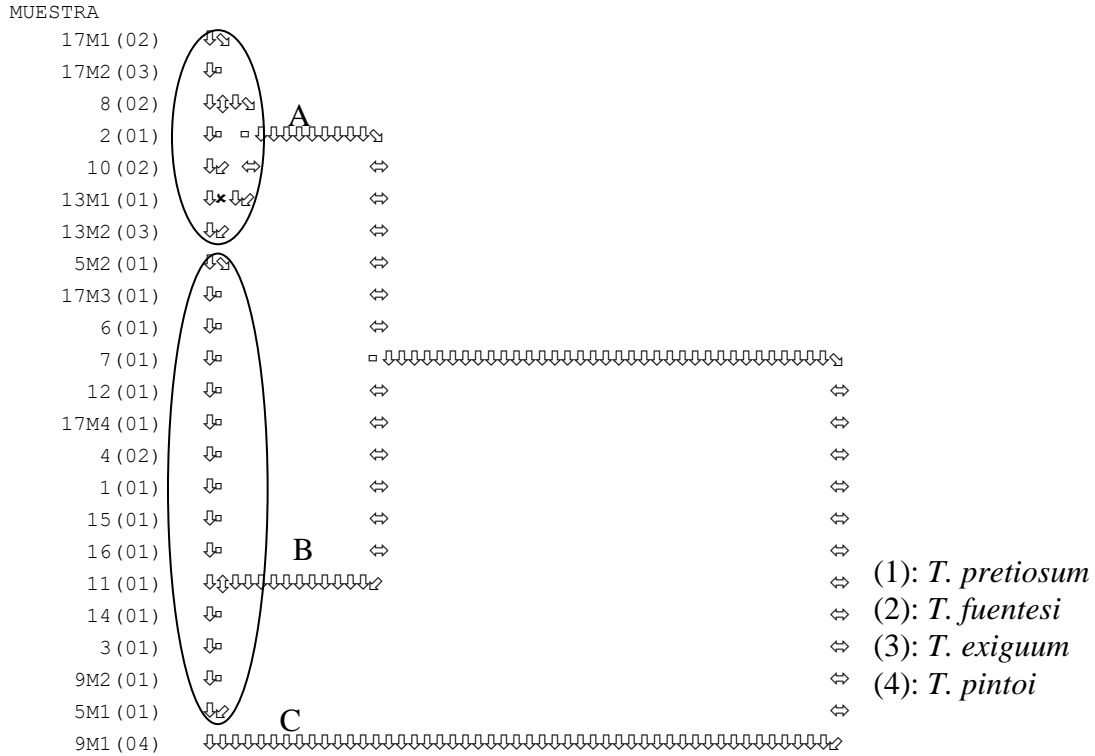


Figura 1. Dendrograma de la longitud del proceso intervoselar de la genitalia de cuatro especies de *Trichogramma* de centros reproductores de México.

En el dendrograma de la longitud de la seta funicular de la antena (Fig. 2), se ubican claramente dos grupos. El grupo A incluye a las especies con setas funiculares cortas a excepción del centro 4 de *T. fuentesi*, el cual forma el grupo combinado 11(1)-4(2). Este grupo es formado por los dos centros de *T. exiguum* (13M2 y 17M2), el centro 9M1 de *T. pintoï* y tres de los cuatro centros de *T. fuentesi*. En este grupo también se presenta el centro 13M1 de *T. pretiosum*, el cual forma el grupo combinado 13M1(1)-8(2) con un coeficiente de  $0.90 \times 10^{-5}$ . En el grupo B se incluyen quince de los dieciséis centros de *T. pretiosum* el cual es una de las especies de *Trichogramma* que se caracteriza por tener setas funiculares largas. Dentro de este grupo se pueden ubicar tres subgrupos: uno formado por los centros 2, 5M1 y 3; 6, 17M3 y 15; y el tercer grupo con diez de los dieciséis centros que lo conforman.

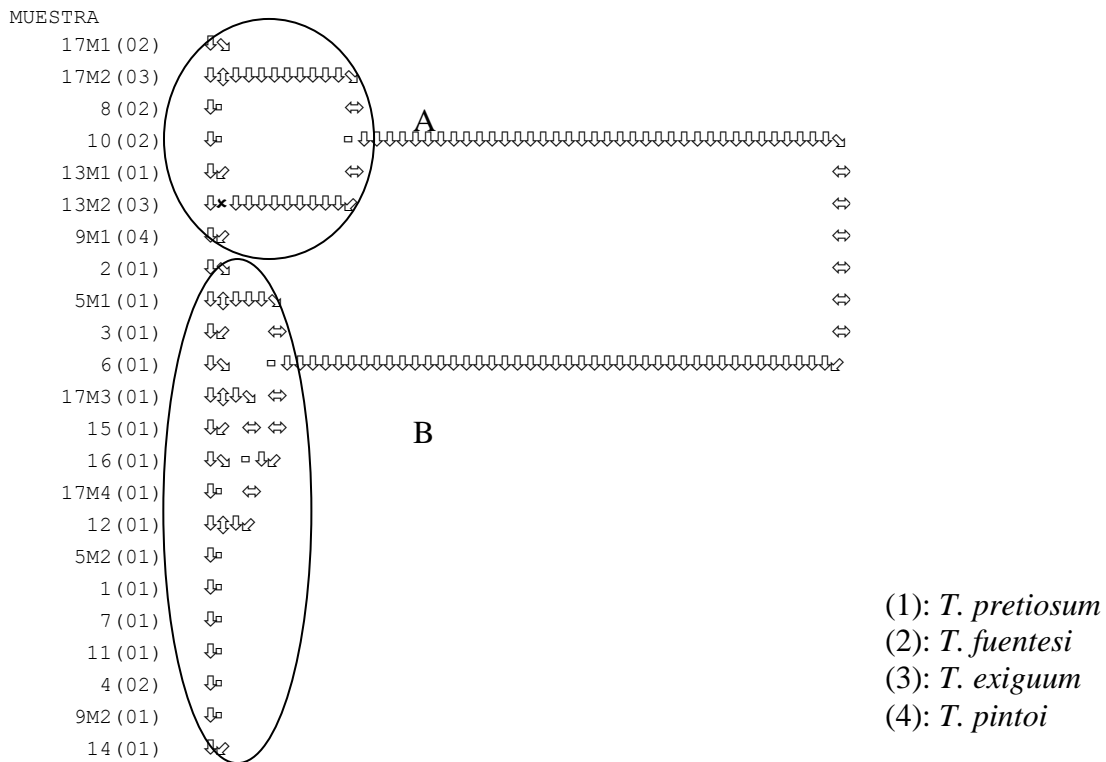


Figura 2. Dendrograma de la longitud de la seta funicular de la antena de cuatro especies de *Trichogramma* de centros reproductores de México.

En la Figura 3 correspondiente al dendrograma de la longitud de la vena estigmal del ala anterior, pueden apreciarse claramente tres grupos y en forma independiente a los centros 1 y 2, sin embargo el segundo grupo incluye a los cuatro centros de *T. fuentesi* (4, 8, 10 y 17 M1), en tanto en los dos grupos restantes se encuentran centros de *T. pretiosum*, *T. exiguum* y el centro de *T. pintoï*. Los centros de *T. pretiosum* 9M2 y 14 también se ubicaron en este grupo las cuales formaron los grupos combinados 9M2(1)-14(1) y 9M2(1)-4(2) con coeficientes de 0.00 y 0.10 ( $\times 10^{-5}$ ). Se puede inferir que esta estructura permitió ubicar en un solo grupo los centros de *T. fuentesi* de las demás especies referidas.

Los dendrogramas correspondientes al ancho de la lamina dorsal de la genitalia, longitud de la seta marginal del ala anterior y longitud del ala posterior (Fig. 4, 5 y 6, respectivamente) permitieron separar a *T. pintoï* de *T. pretiosum*, *T. fuentesi* y *T. exiguum*.





## 7.2 Especies de áreas agrícolas

Los resultados de esta sección se presentan en la Tabla VII, en el se observa que las especies de *Trichogramma* nativas determinadas en el presente estudio fueron, *T. atopovirilia* Oatman y Platner, *T. deion* Pinto y Oatman, *T. exiguum* Pinto y Platner, *T. fuentesi* Torre y *T. pretiosum* Riley.

*T. pretiosum* se encontró en diecinueve muestras, *T. fuentesi* en siete, *T. deion* en tres, y una muestra, *T. atopovirilia* y *T. exiguum*.

*T. pretiosum* se determinó en muestras de colectadas en algodónero, chile serrano, col, fresno, girasol, maíz, naranjo, nogal, soya y tomate, excepto en caña de azúcar; *T. fuentesi* en muestras de maíz y nogal; en muestras de maíz a *T. exiguum* y *T. deion*; y *T. atopovirilia* en una muestra de colectada en caña de azúcar.

Se presentó una predominancia de *T. pretiosum* en las muestras revisadas en este estudio, en contraste con *T. atopovirilia* y *T. exiguum* las cuales se determinaron en una muestra cada una.

En maíz se encontró el mayor número de especies (*T. deion*, *T. exiguum*, *T. fuentesi* y *T. pretiosum*), en contraste, solo nueve cultivos sólo presentaron una especie.

Las muestras colectadas por cultivo fueron: maíz con once, nogal con cuatro, tres en tomate, dos en soya y algodónero y una sola en col, caña de azúcar, chile serrano, col, y girasol.

Según el diagnóstico y la revisión de literatura realizada de *T. deion* y *T. fuentesi* en las muestras de maíz. Se considera a estos reportes como nuevos para México.

TABLA VII

Especies de *Trichogramma* Westwood de áreas agrícolas de ocho estados de México: 1) *T. atopovirilia*, 2) *T. deion*, 3) *T. exiguum*, 4) *T. fuentesi*, 5) *T. pretiosum*.

No. CIBE	Estado	Cultivo	1	2	3	4	5
CIB03-013	Sonora	Algodonero					X
CIB03-014	Sonora	Algodonero					X
CIB01-0312	Sinaloa	Caña de azúcar	X				
CIB04-114	Chihuahua	Chile Serrano					X
CIB03-015	Durango	Col					X
CIB03-017	Tamaulipas	Girasol					X
CIB01-0311	Coahuila	Maíz			X		
CIB04-098	Coahuila	Maíz					X
CIB00-0132	Durango	Maíz				X	
CIB00-0133	Durango	Maíz				X	
CIB03-039	Durango	Maíz				X	X
CIB00-0135	Nuevo León	Maíz				X	
CIB04-086	Zacatecas	Maíz		X			X
CIB04-088	Zacatecas	Maíz		X			X
CIB04-089	Zacatecas	Maíz		X			X
CIB04-100	Chihuahua	Maíz					X
CIB04-103	Chihuahua	Maíz					X
CIB03-018	Nuevo León	Naranja					X
CIB03-016	Coahuila	Nogal					X
CIB03-019	Coahuila	Nogal				X	
CIB04-072	Coahuila	Nogal				X	
CIB00-0134	Durango	Nogal				X	
CIB04-101	Chihuahua	Soya					X
CIB04-102	Chihuahua	Soya					X
CIB04-073	Coahuila	Tomate					X
CIB03-011	Sinaloa	Tomate					X
CIB03-012	Sonora	Tomate					X

Para facilitar la determinación de las especies identificadas en muestras de centros reproductores y colectadas en campo (*T. atopovirilia*, *T. exiguum*, *T. fuentesi*, *T. pinto* y *T. pretiosum*), se presenta una clave taxonómica ilustrada, adaptada de Pinto *et al.* (1983 y 1986) y Pinto (1998).

**7.3 Clave para la identificación de *T. atopovirilia*, *T. deion*, *T. exiguum*, *T. fuentesi*, *T. pintoï* y *T. pretiosum*. Adaptada de Pinto *et al.* (1983 y 1986) y Pinto (1998).**

- 1 Cápsula genital muy ancha, relación del ancho/largo mayor de 0.5; lámina dorsal (LD) corta y de manera general, triangular con ápice sub-angular; las voselas (VS) abruptamente se adelgazan en la mitad apical y con espina apical (EA) elongada y terminada en punta (Fig. 7a). Ala posterior sin seta (o raramente 1) en la línea anterior (LA) y línea posterior (LP) llegando a 0.9 de la distancia del hámuli al ápice y con longitud similar a la línea media (Fig. 7b) ....*T. atopovirilia*
- 1' Cápsula genital angosta, relación del ancho/largo menor de 0.5; lámina dorsal (LD) elongada lingüiforme o subtriangular; voselas (VS) con forma variable..... 2
- 2(1) Cápsula genital angosta con relación del ancho/largo menor de 0.3; cuerpo de color café oscuro; ala posterior con tercer línea de setas llegando a 0.8 de la distancia del hámuli al ápice; extensión posterior de la lamina dorsal (EPLD) angosta y subtriangular (Fig. 8a); proceso intervoselar (PIV) muy corto con longitud menor de 0.3 de la longitud de las voselas (VS) (Fig. 8b); carina ventral (CV) elongada llegando a 0.5 de la distancia basal (DB) (Fig. 8c) .....*T. pintoï*.
- 2' Cápsula genital angosta con relación del ancho/largo que varia de 0.3 a 0.5; cuerpo de color amarillento, algunos con abdomen oscuro; ala posterior con distancia del hámuli al ápice de tercer línea de setas que varía de 0.5 a 0.8 ..... 3
- 3(2') Setas del flagelo largas que gradualmente se adelgazan hacia el ápice, la longitud de la seta más larga varía de 2.25 a 3.50 veces el ancho de la base del flagelo (Fig. 9a)..... 4



- 3' Setas del flagelo cortas relativamente gruesas adelgazándose abruptamente en el ápice; la longitud de la seta más larga varía de 1.75 a 2.3 veces el ancho de la base del flagelo (Fig. 9b) ..... 5
- 4(3) Flagelo de las antenas con un par de sensilas basicónica peg (SBP) en las posiciones 2 y 3 (Fig. 10a); genitalia con lámina dorsal (LD) con hombros angostos y usualmente no llegando a los márgenes laterales (Fig. 10b).....*T. pretiosum*.
- 4' Flagelo con una sensila basicónica peg (SBP) en las posiciones 2 y 3 (Fig. 11a); lámina dorsal (LD) de la genitalia con hombros más pronunciados y usualmente aproximándose a los márgenes laterales de la cápsula genital (Fig. 11b)....*T. deion*.
- 5(3') Proceso intervoselar (PIV) llegando al nivel del ápice de las voselas (VS) (Fig. 12a); ala posterior con tercer línea de setas (TLS) que varía de 0.6 a 0.8 de distancia del hámulu (HM) al ápice (Fig. 12b); carina ventral (CV) poco desarrollada no llega a 0.5 de la distancia basal (DB) (Fig. 12a); base de los parámetros (PM) moderadamente hinchados..... *T. fuentesi*.
- 5 Proceso intervoselar (PIV) corto, no llega al nivel del ápice de las voselas (VS) (Fig. 13a); ala posterior con tercer línea de setas (TLS) que llega de 0.5 de distancia del hámulu (HM) al ápice (Fig. 13b); carina ventral (CV) aproximándose a 0.5 de la distancia basal (DB) (Fig. 13a); base de los parámetros (PM) no hinchados .....*T. exiguum*

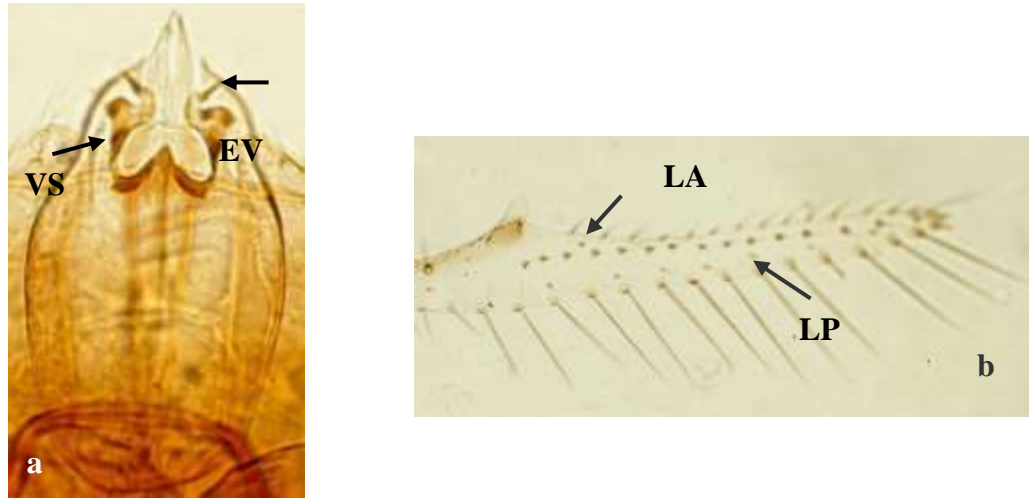


Figura 7. *T. atopovirilia*: a) Voselas (VS), espinas voselares (EV); b) Línea anterior (LA) y Línea posterior (LP) de setas.

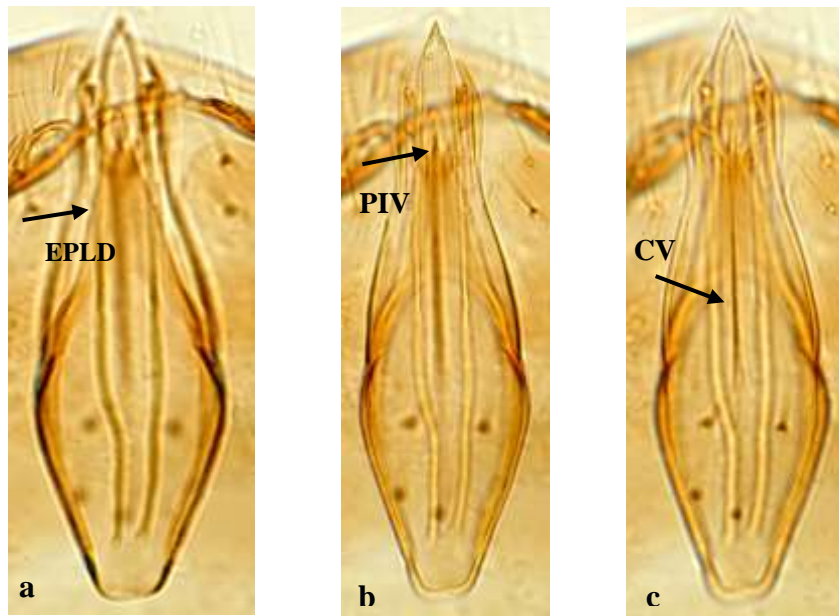


Figura 8. *T. pintoii*: a) Extensión posterior de la lamina dorsal (EPLD); b) Proceso intervoselar (PIV); c) carina ventral (CV).



Figura 9. a) Antena con setas del flagelo largas; b) Antena con setas del flagelo cortas.

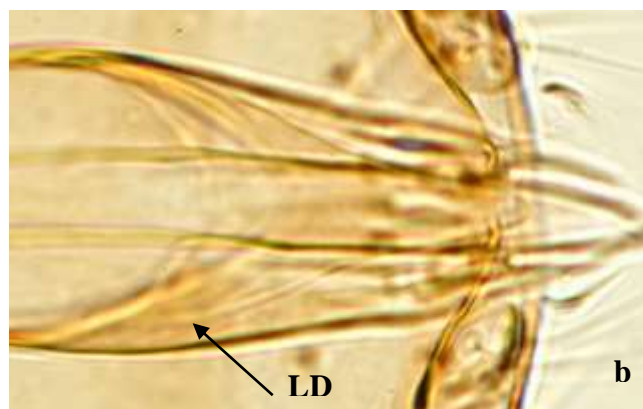
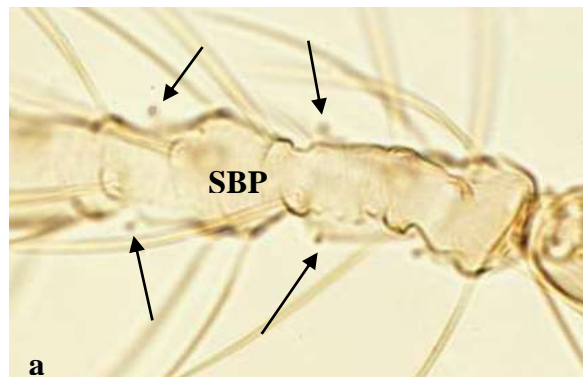


Figura 10. *T. pretiosum*; a) Flagelo con sensilas basicónicas peg (SBP); b) Lámina dorsal (LD) de la genitalia.

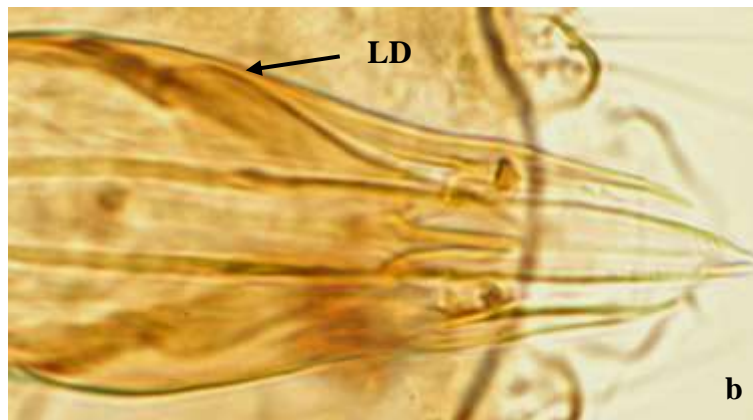
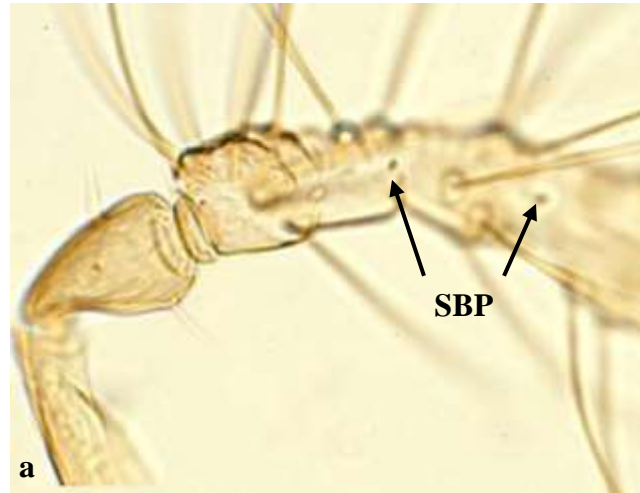


Figura 11. *T. deion*; a) Flagelo con sensilas basicónicas peg (SBP); b) Lámina dorsal (LD) de la genitalia.

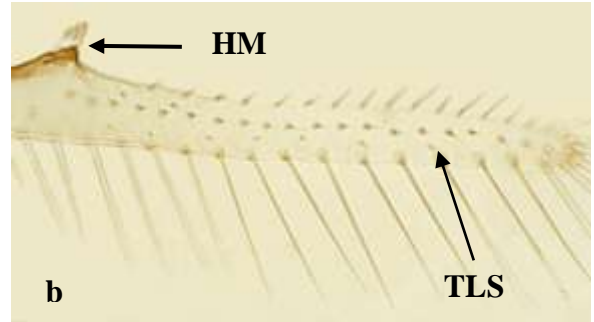
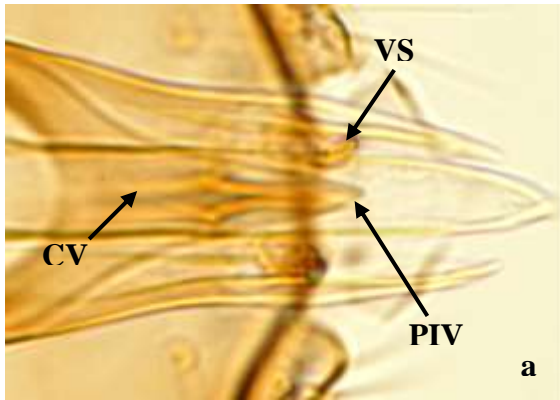
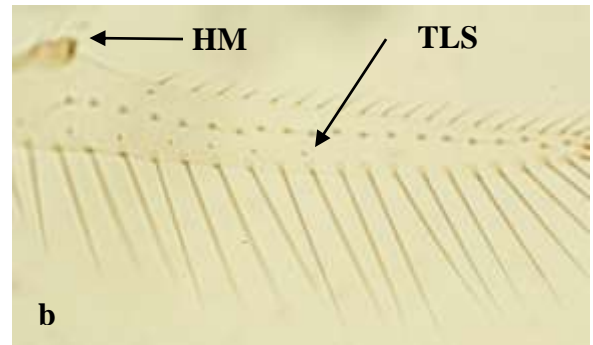
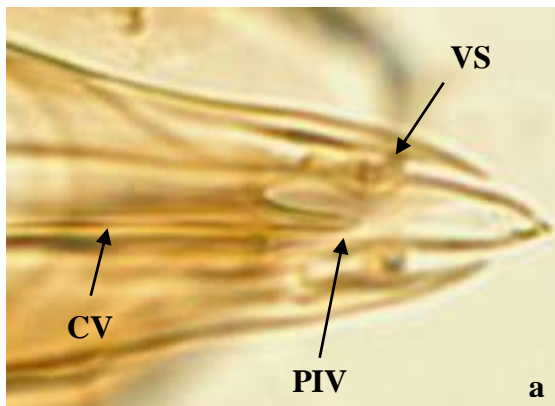


Figura 12. *T. fuentesi*; a) Proceso intervoselar (PIV), voselas (VS) y carina ventral (CV); b) Tercer línea de setas (TLS) y hámuli (HM).



selar (PIV), voselas (VS) y carina ventral (CV);  
M).



#### **7.4 Calidad en muestras de centros reproductores.**

Considerando que el conocimiento de identidad de las especies que tienen los centros reproductores es muy importante para decidir contra que plagas se deben hacer sus liberaciones, se determinó las especies de las muestras en que se realizó la evaluación de su calidad en el cual se considera como principal variable la identidad de las especies. En estas muestras las especies de *Trichogramma* determinadas fueron: *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. pintoi* Voegelé y *T. pretiosum* Riley. Esta última se determinó en doce muestras, *T. fuentesi* en tres y *T. exiguum* y *T. pintoi* en una respectivamente. Al solicitar las muestras se les pidió a los responsables de los centros, indicaran las especies que tenían, en once de las dieciséis muestras, las especies indicadas por los centros no coincidieron con las determinadas y en solo cinco si hubo coincidencia, en la muestra doce, además de *T. exiguum* se determinó a *T. pretiosum*.

En las Tablas VIII y IX, se indican los resultados de la evaluación de la calidad realizada a catorce muestras de *Trichogramma*. Con respecto a los resultados referidos en la tabla VIII se puede indicar que:

En el promedio general de las variables de calidad, se observa una reducción de las mismas partiendo de los huevos totales hacia las hembras viables. Los huevos totales por pulgada, es considerada como la variable base para la estimación de las demás variables, de esta manera, si esta variable tiene valores bajos, las demás tendrán valores más bajos. En general, el promedio de esta variable es muy bueno si se considera como un total óptimo a 3,300 huevecillos. Además de la pureza biológica (conocimiento de la especie), las hembras viables es considerada como la segunda variable más importante de calidad de *Trichogramma*. Tomando como referencia esta variable y relacionándola con las restantes se puede indicar que el promedio obtenido 935, representa el 28.4, 38.9, 45.2 y 55.1% con respecto a los huevos totales, huevos parasitados, adultos emergidos y adultos viables, respectivamente. De estos porcentajes se puede observar que del total de huevos parasitados que se tienen en una pulgada cuadrada, solo el 38.9% llegan a ser hembras viables.

Como se indicó en la sección anterior, las hembras viables es la segunda variable de calidad más importante y puede considerarse como la variable dependiente de las cuantificadas en este estudio, por lo que se realizó un análisis de regresión lineal múltiple, para establecer la relación de esta variable con las variables independientes con ecuación  $y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$  en donde  $y$  es la variable dependiente (hembras viables HV);  $x_1$  y  $x_2$  son las variables independientes,  $b_0$  el intercepto de la línea de regresión con el eje, y  $b_1$  y  $b_2$  son las pendientes de las variables independientes. De las variables independientes analizadas, el análisis de regresión solo seccionó a los adultos viables (AV) y hembras (H) con una alta significancia. La ecuación de regresión de este análisis quedo:  $HV = -86.46 + (0.31)AV + (0.79)H$ . Esta ecuación indica que por cada incremento de 100 ejemplares de AV se tendrá un incremento de 32 ejemplares de HV cuando los valores de H sean constantes, en tanto que por cada incremento de 100 ejemplares de H, se tendrá un incremento de 79 ejemplares de HV estando constante el valor de AV.

Con respecto a las variables expresadas en porcentajes medios (Tabla IX) se puede inferir que:

Porcentaje de huevecillos parasitados. Los datos fluctuaron entre el 29.1% y 91.0%, correspondiendo a muestras de los centros once y doce respectivamente, en tanto que el promedio general de esta variable fue de 72.0% y error estándar de 2.2.

Porcentaje de adultos emergidos. La variación de los resultados de esta variable fue del 58.8% al 99.4%, su promedio de 85.6% y 1.5 de error estándar.

Porcentaje de adultos viables. Esta variable fue estimada en base a los adultos totales emergidos, el promedio de los datos fue de 82.4% con una variación del 58.9% y 94.3%, correspondiendo estos datos a muestras de los centros doce y trece. El error estándar estimado fue de 1.1.

Porcentaje de hembras viables por pulgada cuadrada: Esta puede ser considerada como una de las variables de calidad más importantes junto con la especie diagnosticada, ya que las hembras son las que parasitan las plagas, por consiguiente si el % de esta variable es muy bajo, el efecto en el control de una determinada plaga con este parasitoide, se afecta seriamente. El promedio general de esta variable fue de 27.6% con un valor mínimo de 3.7% y un máximo de 46.5%.

TABLA VIII

Variables de calidad de catorce centros reproductores de *Trichogramma* en México (Expresadas en medias aritméticas por pulgada cuadrada y estadísticas descriptivas).

Centro	Huevos Totales	Huevos Parasitados	Adultos Emergidos	Adultos Viables	Hembras Viables
1	3632	3163	2604	2101	1224
2M1	3589	2766	2280	1925	927
2M2	3129	2210	2010	1555	877
3	3531	2847	2473	2129	1344
4M1	2862	1593	1348	1120	396
4M2	3255	2602	1766	1538	688
5	3819	3228	2950	2482	1630
6	3821	2959	2912	2409	1366
7	3533	2570	2211	1869	1217
8	2892	2080	1662	1116	716
9	3123	2131	1606	1307	667
10	2606	806	686	604	146
11	3687	3352	3123	1952	1445
12	3086	2039	1933	1766	959
13	3054	1774	1525	1196	591
14	3032	2628	2346	2118	920
Prom.	3286	2406	2069	1697	935
E. E.	60	100	99	81	62
Min.	2581	761	600	516	97
Máx.	4097	3729	3484	2871	1864

M: Muestra,  
Máx: Máximo,

Prom: Promedio,  
Min: Mínimo

E. E: Error Estándar



TABLA IX

VARIABLES DE CALIDAD DE CATORCE CENTROS REPRODUCTORES DE *Trichogramma* EN MÉXICO (EXPRESADAS EN PORCENTAJES MEDIOS Y ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS TOTALES).

Centro	Huevos Parasitados	Adultos Emergidos	Adultos Viables	Hembras Viables/p <sup>2</sup>
1	87.1	82.4	80.7	33.8
2M1	77.1	82.8	84.4	26.0
2M2	70.6	91.0	77.3	28.1
3	80.6	86.5	85.8	38.0
4M1	55.6	83.9	82.7	13.6
4M2	79.9	67.5	87.7	21.0
5	84.5	91.3	84.2	42.6
6	77.4	98.4	82.7	35.7
7	72.9	85.9	84.4	34.8
8	71.9	79.9	67.2	24.8
9	68.2	75.3	81.7	21.4
10	30.9	85.0	88.1	5.6
11	90.9	93.1	63.0	39.4
12	65.9	94.8	91.3	31.0
13	58.1	86.8	78.5	19.7
14	86.7	89.2	90.3	30.4
Prom.	72.0	85.6	82.4	27.6
E. E.	2.2	1.5	1.1	1.5
Min.	29.1	58.8	58.9	3.7
Máx.	91.0	99.4	94.3	46.5

M: Muestra, Prom: Promedio, E. E.: Error Estándar  
Máx: Máximo, Min: Mínimo, p<sup>2</sup>: pulgada cuadrada

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 Especies de centros reproductores

#### 8.1.1 Determinación por morfología:

La predominancia de *T. pretiosum* en las muestras de centros reproductores de esta avispa, coincide con lo reportado por Perales y Arredondo (1994), quienes de doce muestras de centros reproductores diagnosticadas, en nueve determinaron a *T. pretiosum*, sin embargo, dichos autores no reportan a *T. pintoii* ni a *T. fuentesii*, no obstante Pinto (1998) si reporta a esta ultima especie en una muestra del CREROB Torreón.

La presencia de más de una especie en dos muestras representan un serio problema ya que existen especies que con el tiempo tienden a desplazar a otras, lo cual en un tiempo determinado puede predominar una especie y en otro, otra. Además esto no garantiza la pureza biológica del tricograma que se comercializa y libera en las áreas de cultivo, al menos que periódicamente se realice la determinación de las especies para conocer su estatus y de tener más de una especie, proceder separarlas y reproducirlas en forma aislada.

De las especies encontradas, solo tres coinciden con las indicadas por Rodríguez del Bosque y Arredondo (1999) quienes además de *T. pretiosum*, *T. exiguum* y *T. pintoii*, reportan a *T. minutum*, *T. atopovirilia* y *T. platneri*.

Al considerar la información indicada por los centros reproductores que enviaron muestras, respecto a la especie que tenían y al compararla con la determinada en este estudio, en trece muestras los centros indicaron que tenían *Trichogramma* sin indicar la especie (61.9%), en solo seis muestras, la especie indicada por los centros coincidió con

la especie determinada (28.6%) y en solo dos muestras los centros si indicaron la especie, pero ésta no coincidió con la determinada (9.5%). Esta información es muy similar a la encontrada al revisar los trabajos relativos a *Trichogramma* presentados en ocho reuniones y once congresos nacionales de control biológico de 1976 a 2001, en donde se encontró que el 85% (78 estudios) no se indicaba el nombre de la especie, refiriéndose sólo a *Trichogramma*, *Trichogramma* sp. o *Trichogramma* spp. Esto indica que la mayoría de los centros que apoyaron este estudio con muestras de *Trichogramma*, desconocían que especie tenían, lo cual refleja un serio problema ya que al desconocerse la especie que reproducen, se desconoce contra que plagas se deben liberar, ya que hay especies que tienen una alta especificidad de las plagas que parasitan, por ejemplo, *T. pintoi* es la única especie reportada que parasita la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella* L.), en contraste con *T. pretiosum* la cual llega a parasitar 28 especies diferentes de insectos plaga, sin embargo a *Plutella xylostella* L., no la parasita (Hoffman *et al.*, 1990; Noyes, 2001; Pinto, 1998).

Debido a que la pureza biológica o predominancia de una determinada especie de *Trichogramma* en centros reproductores no es permanente (es posible que una especie sea desplazada por otra después de un tiempo), se sugiere la revisión periódica de las especies de *Trichogramma* que se reproducen en México. El conocer las especies de los centros reproductores nos permite relacionar estas en forma efectiva con sus respectivas especies plagas naturales, mejorando la eficiencia de control de las mismas.

La predominancia de *T. pretiosum* puede ser debida a la práctica que muchos centros realizan de adquirir tricogramas entre ellos como pies de cría ya sea cuando inician la reproducción de este parasitoide o cuando por otras razones no tienen material biológico para continuar su reproducción, originado que la distribución de esta especie entre los centros sea mayor. La predominancia de esta especie presenta un serio problema ya que en México existen plagas que no se pueden controlar biológicamente con esta especie y al no contarse con más especies en los centros o empresas comercializadoras de esta avispa, el control biológico de estas plagas con este parasitoide no puede realizarse correctamente.

### 8.1.2 Análisis por morfometría

Además de la taxonomía basada en caracteres morfológicos, actualmente existen varias técnicas que han sido evaluadas para diferenciar especies de *Trichogramma*, entre estas se tiene a las técnicas basadas en: feromonas, en diferenciación enzimática, reproducción ínter específica, moleculares y morfométricas. Una limitante de la taxonomía tradicional basada en caracteres morfológicos en la identificación de especies de *Trichogramma*, es que esta desarrollada en la morfología de los machos, lo cual restringe la determinación de especímenes colectados en campo, los cuales en un gran número de casos sólo se colectan hembras y de poblaciones teletóquias en las cuales sólo se tienen hembras. De las técnicas evaluadas recientemente, las moleculares y enzimáticas tienen la ventaja de diferenciar tanto hembras como machos, sin embargo para poder realizarlas es necesario estar bien capacitado y contar con equipos y suministros muy costosos.

El análisis de grupos permitió obtener las siguientes relaciones entre las muestras diagnosticadas: a) entre muestras con *T. pretiosum* (1)-(1); b) *T. pretiosum* con *T. fuentesi* (1)-(2); c) *T. pretiosum* con *T. exiguum* (1)-(3); d) *T. pretiosum* con *T. pintoii* (1)-(4); e) *T. fuentesi* con *T. fuentesi* (2)-(2); f) *T. fuentesi* con *T. exiguum* (2)-(3) y g) *T. exiguum* con *T. pintoii* (3)-(4). La mayoría de las relaciones de los grupos combinados fueron de las muestras de *T. pretiosum* ya que el número de muestras con esta especie fue de 16.

La morfometría tiene la facultad de poder corroborar o confirmar especies de *Trichogramma* que previamente hayan sido determinadas en base a características morfológicas, principalmente en base a variables morfométricas de los machos, aunque Kostadinov y Pintureau (1991) diferenciaron tres especies de *Trichogramma* por morfometría de hembras.

Una ventaja que tiene esta técnica con respecto a las técnicas moleculares es que no se requiere equipos y suministros muy costosos para poder desarrollarla. Sólo se

requiere como equipo básico, un microscopio compuesto con foto tubo, una cámara fotográfica de alta resolución y equipo de cómputo con analizador de imágenes y Microsoft office®.

En la actualidad existen pocos estudios de diferenciación de especies de *Trichogramma* por morfometría (Burks y Heraty, 2002; Galán y Rodríguez, 1993; Velásquez y Colmenares, 1999; Pintureau, 1993; Kostadinov y Pintureau, 1991) y los que existen han considerado muy pocas especies reportadas en Norte América y en específico para México entre las que se tienen a *T. exiguum*, *T. fuentesi*, *T. pretiosum* y *T. pinto*.

Es importante considerar que la aplicación de la morfometría y de las técnicas moleculares debe enfocarse a especies que por taxonomía morfológica no pueden ser diferenciadas, esto es a especies sibilinas o hermanas (Pinto *et al.*, 1992; Burks y Heraty, 2002), ya que un gran número de especies de *Trichogramma* pueden ser determinadas por taxonomía morfológica con precisión.

## **8.2 Especies de áreas agrícolas**

De las especies identificadas en las muestras de esta sección, sólo existen registros de *T. atopovirilia*, *T. exiguum* y *T. pretiosum* en 19 estados, de los cuales en 17 se reporta a *T. pretiosum*, *T. atopovirilia* en nueve y en cinco a *T. exiguum*. Los estados en que se han registrado las tres especies son Chiapas, Nuevo León y Tamaulipas, en contraste sólo una especie de las antes referidas se han encontrado en Baja California Norte, Campeche, Coahuila, Durango, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca, San Luís Potosí y Yucatán. Esta información muestra la amplia distribución de *T. pretiosum* en nuestro país, aunque sólo exista información de 19 estados para las tres especies (Tabla III) (Lugo y Vejar, 2004; García *et. al.*, 2000; Pinto, 1998; González, 1991; Reyes, 1989; Paredes, 1986).

Con respecto a las plagas hospederas que parasitan las especies de *Trichogramma* determinadas en el presente estudio, se puede indicar que 28 especies de insectos plaga

de importancia agrícola, son parasitadas por *T. pretiosum*, 11 por *T. exiguum*, ocho por *T. deion*, seis por *T. atopovirilia*, y *T. fuentesi* cuatro. Esto indica que *T. pretiosum*, tiene un mayor número de plagas hospederas que las demás especies referidas (Tabla X).

De las plagas que parasita *T. deion* se encuentran especies de gran importancia en México como el gusano enrollador de la hoja del aguacate (*Amorbia cuneana* Walsingham), *Cydia pomonella* L. (palomilla de la manzana), gusano barrenador del tallo (*Diatraea grandiosella* Dyar), mariposita blanca de la col (*Pieris rapae* L.), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hübner) y el gusano elotero (*Helicoverpa zea* Boddie) (Hoffman *et al.*, 1990; Noyes 2001; Pinto 1998). En esta última (*Helicoverpa zea* Boddie), se determinó a *T. deion* en el presente estudio, sin embargo Hoffman *et al.* (1990) determinaron a esta especie en tomate junto con *T. pretiosum*, *T. thalense* y *T. brevicapillum*. *T. deion* puede considerarse como buen candidato para liberarse contra las plagas antes referidas.

De *T. fuentesi* no existen reportes en México, esta especie fue descrita por Torre en 1980 de especímenes colectados de huevos de *Diatraea saccharalis* Fabricius en Cuba, además de esta plaga, sólo hay reportes que parasita a *Cydia pomonella* L., palomilla de la manzana; *Plodia interpunctella* Hübner, palomilla de la harina y *Trichoplusia ni* Hübner, gusano soldado (Noyes 2001; Pinto 1998), no obstante en el presente estudio fue determinado en muestras colectadas en maíz y nogal con red entomológica y cartoncillos con huevecillo de *Sitotroga cerealella* Olivier, respectivamente.

El conocimiento de las especies nativas de un organismo benéfico, en particular de *Trichogramma*, permite conocer que especies se pueden encontrar en una determinada plaga hospedera, un agro ecosistema y en una región, según sea el universo a estudiar. Esto permite definir y planear programas de reproducción y liberación de *Trichogramma* para una determinada región, partiendo de la base de que la reproducción de *Trichogramma* partiría de pies de cría obtenidos de especímenes colectados directamente de un determinado cultivo o directamente de huevecillos de plagas

hospederas. Esto contribuye a mejorar la eficiencia de control de la especie reproducida en laboratorio.

TABLA X

Insectos plaga parasitados por 1) *T. atopovirilia*, 2) *T. deion*, 3) *T. exiguum*, 4) *T. fuentesi* y 5) *T. pretiosum*.

Insecto Plaga	1	2	3	4	5
<i>Acrobasis vaccinii</i> Riley (g. del fruto del arándaro)					X
<i>Alabama argillacea</i> Hübner (g. peludo del algodónero)			X		X
<i>Amorbia cuneana</i> Wals. (g. enrollador de la hoja del aguacate)		X			
<i>Anthonomus grandis</i> Boheman (picudo del algodónero)					X
<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hübner (g. terciopelo de la soya)	X				X
<i>Cactoblastis cactorum</i> Berg (palomilla del nopal)					X
<i>Colias sp</i> (mariposita amarilla del alfalfa)		X			X
<i>Cydia pomonella</i> L. (palomilla de la manzana)		X		X	X
<i>Diatraea considerata</i> Heinrich (gusano barrenador del tallo)	X				
<i>Diatraea grandiosella</i> Dyar (gusano barrenador del tallo)	X	X	X		X
<i>Diatraea lineolata</i> Walker (gusano barrenador del tallo)					X
<i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius (gusano barrenador del tallo)				X	X
<i>Dyaphania hyalinata</i> L. (gusano del melón)					X
<i>Ephestia kuehniella</i> Keller (palomilla mediterranea de la harina)					X
<i>Eoreuma loftini</i> Dyar (perforador del tallo)					X
<i>Grapholita molesta</i> Busck (palomilla oriental del melocotonero)					X
<i>Helicoverpa armigera</i> Hübner (gusano de la cápsula)					X
<i>Helicoverpa zea</i> Boddie (gusano elotero)	X	X	X		X
<i>Heliothis sp.</i> (gusano tabacalero)	X		X		X
<i>Heliothis virescens</i> Fabricius (gusano bellotero)			X		X
<i>Manduca sp</i> (gusano del cuerno)		X	X		X
<i>Manduca sexta</i> L. (gusano del cuerno)			X		X
<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner (barrenador europeo del maíz)					X
<i>Pectinophora gossypiella</i> Saunders (g. rosado del algodónero)					X
<i>Pieris rapae</i> L. (mariposita blanca de la col)		X	X		X
<i>Plodia interpunctella</i> Hübner (palomilla de la harina)				X	X
<i>Pseudoplusia includens</i> Walker (gusano falso medidor)			X		
<i>Sitotroga cerealella</i> Olivier (palomilla del trigo)					X
<i>Spodoptera exigua</i> Hübner (gusano soldado)					X
<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith (gusano cogollero)	X		X		X
<i>Trichoplusia ni</i> Hübner (gusano falso medidor)		X	X	X	X

Hoffman *et al.* (1990); Noyes (2001); Pinto (1998).

### 8.3 Calidad de muestras de centros reproductores

Los porcentajes de parasitismo de las muestras de los centros 2M2, 4M1, 7, 8, 9, 10, 12 y 13 (ocho muestras) son menores a  $80.0 \pm 5 \%$  considerado como óptimos por Cerutti y Bigler (1991). Con respecto al porcentaje de adultos emergidos, ocho muestras de las 16, presentaron porcentajes menores al indicado como optimo por los mismos autores,  $90.0 \pm 5 \%$ . Estas muestras representan el 50% de las analizadas (16), lo cual indica que las muestras presentan una baja calidad.

Al considerar los porcentajes mínimos de huevos parasitados, de hembras, de machos y hembras viables (30.9%, 33.0%, 38.1% y 33.0%) que correspondieron a los centros diez, 4M1, siete y 4M1, se puede inferir que estos centros presentaron la menor calidad de las muestras diagnosticadas.

En nuestro país se comercializa este organismo benéfico como pulgada cuadrada de huevecillos de *Sitotroga cerealella*, esto origina cierta controversia ya que las hembras viables son las que verdaderamente parasitan los huevecillos de las plagas agrícolas.

Al hacer un análisis de los datos por variable de calidad y comparando el dato mínimo con el promedio de cada variable, la variación entre estos es del 79.0% y 21.0% en adultos defectuosos y huevecillos parasitados respectivamente, esto indica que en esta ultima variable se presento menos variación entre los datos de dieciséis muestras. La variación en las demás variables fluctuó entre 58.4% y 77.6% (machos y hembras, respectivamente).

El centro diez presentó las menores cantidades en todas las variables de calidad estimadas, infiriendo que fue la muestra de menor calidad que se diagnosticó. Tres muestras más presentaron valores menores de los promedios en todas las variables estimadas, en contraste tres muestras presentaron datos superiores al promedio en todas las variables. Si se considera que la dosis de liberación de que algunos proveedores recomiendan es de 10 pulgadas cuadradas ( $p^2$ ) de huevecillo de *Sitotroga* parasitado por hectárea y relacionando el promedio de hembras viables obtenido en este estudio fue de



989/ p<sup>2</sup>, realmente se estarían liberando 9,890 hembras viables/ p<sup>2</sup> representando el 30% con respecto al promedio de huevecillos totales de *Sitotroga* obtenidos.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### **Especies de centros reproductores.**

Las especies determinadas fueron: *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner, *T. fuentesi* Torre, *T. pintoi* Voegelé y *T. pretiosum* Riley.

*T. pretiosum* se encontró en 17 de las 21 muestras de los centros ubicados en los estados de Coahuila, Colima, Chihuahua, Guanajuato, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Veracruz.

En algunas muestras se presentó más de una especie, lo cual indica una inadecuada pureza biológica de las tricogramas que reproducen.

Las especies encontradas en los centros, pueden variar con el tiempo, por lo que se sugieren realizar revisiones periódicas, al menos cada seis meses.

En la mayoría de los centros que apoyaron el presente estudio con material biológico, se desconoce la especie de *Trichogramma* que están reproduciendo y comercializando.

La longitud de la seta funicular de la antena (LSF), permitió separar a *T. pretiosum* y *T. exiguum* de *T. fuentesi* y *T. pintoi*; estas dos últimas son diferenciadas por su genitalia.

Con la longitud del proceso intervoselar (LPIV) fue posible separar a *T. pretiosum* y *T. pintoi* de *T. fuentesi* y *T. exiguum*, aunque estas dos última fueron estadísticamente iguales.

Las estructuras que presentaron resultados no significativos ( $> 0.05$ ) para la separación de las especies fueron: el ancho de la ala anterior (AAA), longitud de la

cápsula genital (LCG), la longitud de la vena estigmal de la ala anterior (LVE) y el ancho de la ala posterior (AAP).

El dendrograma de la longitud del proceso intervoselar de la genitalia (LPIV) permitió separar las cuatro especies, aunque las especies de algunos centros (2, 13M1 y 4), en particular de *T. fuentesi* y *T. pretiosum*, tuvieron una alta similaridad.

Con los dendrogramas correspondientes a la longitud del proceso intervoselar de la genitalia (LPIV), ancho de la lámina dorsal de la genitalia (ALD), longitud de la seta marginal del ala anterior (LSMAA) y longitud del ala posterior (LAP), fue posible separar a *T. pintoii* de *T. pretiosum*, *T. fuentesi* y *T. exiguum*.

En el dendrograma de la longitud de la vena estigmal del ala anterior, se separó a *T. fuentesi* de las demás especies referidas.

La morfometría es una buena técnica de diagnóstico de especies de *Trichogramma*. Sus diagnósticos son menos costosos que los realizados por técnicas moleculares, sin embargo en la actualidad su aplicabilidad es limitada.

### **Especies de áreas agrícolas.**

Las especies nativas de *Trichogramma* fueron: *T. atopovirilia*, *T. deion*, *T. exiguum*, *T. fuentesi* y *T. pretiosum*.

*Trichogramma pretiosum* predominó en las muestras colectadas en algodónero, chile serrano, col, fresno, girasol, maíz, naranjo, nogal, soya y tomate.

En base a la determinación taxonómica y la revisión de literatura realizada, *T. deion* y *T. fuentesi* en las muestras de maíz, se consideran como nuevos registros para México.

Puede considerarse a *T. deion* como buen candidato para liberarse contra el gusano enrollador de la hoja del aguacate (*Amorbia cuneana* Walsingham), *Cydia pomonella* L.

(palomilla de la manzana), gusano barrenador del tallo (*Diatraea grandiosella* Dyar), mariposita blanca de la col (*Pieris rapae* L.), gusano falso medidor (*Trichoplusia ni* Hübner) y el gusano elotero (*Helicoverpa zea* Boddie).

### **Calidad de muestras de centros reproductores.**

La calidad de las muestras evaluadas, se considera que fue de mala a buena.

Se encontró una gran variabilidad en la calidad ya que hubo un gran contraste de ésta en las muestras diagnosticadas.

El análisis de regresión múltiple, permite predecir el incremento de hembras viables en base a un incremento de adultos viables y hembras.

Se sugiere que la unidad de venta de *Trichogramma*, sea en hembras viables y no pulgada cuadrada de huevecillos de *Sitotroga cerealella* parasitados, ya que las hembras viables son las que parasitan las plagas agrícolas.

## 10. LITERATURA CITADA

Anónimo. 2004. Centros reproductores de organismos benéficos. In: Directorio Fitosanitario. DGSV-SENASICA-SAGARPA. Sin publicar. s/p.

Anónimo. 1999a. *Reference Guide Image Pro Plus Version 4.0 for Windows* [CDROM]. Media Cybernetics. Silver Spring, MD.

Anónimo. 1999b. *SPSS 10.0 for Windows*. [CDROM]. Chicago, IL., USA.

Ahumada AT, Hernández AC, Hernández AO, Sánchez JD, Saldaña JR. 1997. Control del gusano elotero (*Heliothis zea*) en maíz en el sur del estado de México utilizando *Trichogramma pretiosum*. Memoria del XXXII Congreso Nacional de Entomología. 25-28 de Mayo. Puebla, Pue. México. 51 p.

Arredondo BH. 1993. El control biológico y sus metodologías. In: Reyes E, Pérez PS. (eds.). Primer taller sobre control biológico de plagas agrícolas. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico-DGSV Tecomán, Col. 20-28

Arredondo H, Perales GM. 1994. Cría masiva de *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In: Técnicas de Cría para Insectos, Bautista M, Vejar G, Carrillo J (eds.). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp. 99-120.

Basso C, Pintureau B, Grille G. 1999. Taxonomic study of two *Trichogramma* species from Uruguay (Hym.: Trichogrammatidae). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 25 (3): 373-382.

Bigler F. 1994. Quality Control in *Trichogramma* Production. In: Biological Control with Egg Parasitoids, Wajnberg E, Hassan S (eds.). Cab International. Berkshire, Uk. pp. 93 -110.

Boller E, Chambers D. 1977. Concepts and approaches. In: Boller E, Chambers, DL (eds). Quality Control- An idea book for fruit fly workers. IOBC/WPRS Bulletin 5: 4-13.

Browning HW, Melton CW. 1987. Indigenous and exotic trichogrammatids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) evaluated for Biological control of *Eoreuma loftini* and *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) borers on sugarcane. Environ. Entomol. 16(2): 360-364.

Burks RA, Heraty J M. 2002. Morphometric analysis of four species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) attacking codling moth and other tortricid pests in North America. Journal Hymenoptera Research. 11(2):167-187.

Cerutti F, Bigler F. 1991. Methods for the quality evaluation of *Trichogramma evanescens* used against the european corn borer. In: Bigler F. (ed.). Proceedings of the 5<sup>th</sup> workshop of the global IOBC working group on quality control of mass reared organisms. Wageningen, Netherlands. 119-126.

Chambers D, Ashley TR. 1984. Putting the control in quality control in insect rearing. In: King E, Leppla NC. (eds). Advances and Challenges in Insect Rearing. USDA. Agricultural Research Service. 256-260.

Chihrane J, Lauge G. 1996. Loss of parasitization efficiency of *Trichogramma brassicae* (Hym.: Trichogrammatidae) under high-temperature conditions. *Biological Control* 7: 95-99.

Ciciola AI Jr, Querino RB, Zuchi RA, Stouthamer R. 2001. Systematics, morphology and physiology. Molecular tool for identification of closely related species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): *T. rojasi* Nagaraja & Nagarkatii and *T. lasallei* Pinto. *Neotropical Entomology* 30(4):575-578.

Consoli FL, Kitajima EW, Parra JR. 1999. Sensilla on the antenna and ovipositor of the parasitic wasps *Trichogramma galloi* Zucchi and *T. pretiosum* Riley (Hym., Trichogrammatidae). *Microsc. Res Tech.* 45(4-5): 313-324.

Cranshaw W, Casey DS, Cooper D. 1996. A review of 1994 Pricing and Marketing by Suppliers of Organisms for Biological Control of Arthropods in the United States. *Biological Control* 6: 291-296.

Doutt RL, Viggiani G. 1968. The classification of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Proceedings of the California Academy of Sciences.* 35(20): 477-586.

Farghaly HT. 1975. Some bionomics dates on the parasite *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Anagasta kuehniella* (Lep., Phycitidae). *Entom. Abst.* 7(3): 57

Flanders SE. 1930. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. *Hilgardia.* 4: 465-501.

Franz JM, Voegelé J. 1974. Les trichogammes en Vergers. *IOLB/SROP.* 201-210.

Galán M, Rodríguez J. 1993. Caracterización morfométrica de *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Protección Vegetal*. 8:157-165.

Galván S, 1985. *Observación de conducta y ciclo de vida de Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), tratado con seis dosis de Diazinon, bajo condiciones de laboratorio*. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey. 53 p.

García F, Silva C, Nava U, González A. 2000. Monitoreo de especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en la Comarca Lagunera, México. In: Torres J, González A, Salas D, Salazar E, Velasco JL (eds.). *Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico*. Guanajuato, Gto. México. 16-18 noviembre. 28-30.

González H.A. y Ávila R.V. 2006. Determinación, abundancia y distribución de los géneros de Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en México. *Entomología mexicana* Vol. 5 (Tomo 1):447-451.

González HA. 2000. Chalcidoidea (Hymenoptera). In: *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México* Vol. II, Lorete-Bousquets J, González-Soriano E y Papayero N (eds.). UNAM. México, D.F. p.p. 649-659.

González HA. 1991. Catálogo de organismos benéficos a la agricultura presentes en México. *Insectos Entomófagos*. (Catálogo inédito) SARH. Dirección General de Sanidad Vegetal, IICA 1. pp.1145-1151.

Grissell E, Schauff EM. 1990. *A Handbook of the Families of the Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera)*. The Entomological Society of Washington. Washington, D. C. pp. 71-72.



Hernández, M, 1983. *El parásito Trichogramma sp. Westwood, su reproducción masiva en laboratorio y normas para evaluar su calidad*. Tesis. Facultad de Agronomía. UANL. México.

Hoffman MP, Wilson LT, Salom FG, Hilton RJ. 1990. Parasitism of *Heliothis zea* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs: effect on pest management decision rules for processing tomatoes in the Sacramento Valley of California. *Environ. Entomol.* 19 (3): 753-763.

Kostadinov D, Pintureau B. 1991. A possibility to discriminate females of three closely related species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with special purpose analysis of the type of *Trichogramma evanescens* Westwood. *Annales de la Société Entomologique de France.* 27 (4): 393-400.

Leppla NC, Fisher WR. 1989. Total quality control in insect mass production for insect pest management. *Journal of Applied Entomology.* 108: 452-461.

Li L. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: A survey. In: *Biological control with egg parasitoids*, Wajnberg E and Hassan S. (eds.). CAB International, Wallingford. pp. 37-53.

Li ZX, Zheng L, Shen ZR. 2004. Using internally transcribed spacer 2 sequences to re-examine the taxonomic status of several cryptic species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *European Journal of Entomology.* 101(3):347-358

Losey JE, Fleisher SJ, Calvin DD, Harknees WL, Leahy T. 1995. Evaluation of *Trichogramma nubilalis* and *Bacillus thuringiensis* in management of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae) in sweet corn. *Environmental Entomology.* 24 (2): 436-445.

Lugo P, Vejar G. 2004. Parásitos naturales y establecidos del gusano barrenador de la caña de azúcar (Lepidoptera: Crambidae) en el norte de Sonora. In: Cortez E, Vejar G,

Gálvez J, Barrientos J, Meza L, Apodaca M, Quintero A. (eds.). Memoria del XXVII Congreso Nacional de Control Biológico. Los Mochis, Sin. 8-13 de noviembre. 195-198.

Moreno GF, Pérez IM. 2002. El empleo de *Trichogramma* en control biológico de plagas: problemas taxonómicos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa. 31: 239-242.

Navarro RV, Marcano R. 2000. Life tables of *Trichogramma pretiosum* Riley and *T. atopovirilia* Oatman y Platner in the laboratory. Agronomía Tropical (Maracay). 50 (1): 123-134.

Noyes, S, 2001. *Interactive catalogue of world Chalcidoidea 2001*. [CDROM]. Taxapad. Vancouver, Can. ISBN 0-9731172-1-4.

Owen KA, Pinto JD. 2004. *Pachamama*, an uncommon and distinctive new genus of Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from tropical America. *Zootaxa*. 664: 1-8.

Owen A, George J. 2003. Molecular phylogeny of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Student Competition Ten-Minute Papers, A2, Systematics, Morphology, and Evolution. The 2003 ESA Annual Meeting and Exhibition. Cincinnati, OH. 27 October 2003*. Disponible en el sitio de red: [http://esa.confex.com/esa/2003/techprogram/meeting\\_2003.htm](http://esa.confex.com/esa/2003/techprogram/meeting_2003.htm). [Revisado el 20 de abril de 2005].

Paredes, R, 1986. *Especies de la Familia Trichogrammatidae colectadas en los estados de Nuevo León y Sinaloa, durante el período de diciembre de 1994 a octubre de 1985*. Tesis inédita. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Programa de Graduados en Agricultura ITESM. Monterrey, N. L.

Perales M, Arredondo H. 1994. Identificación de especies de *Trichogramma* producidas en laboratorios de control biológico de México. In: Memorias del XVII Congreso Nacional de Control Biológico. Oaxaca, Oax., México. 54-55.

Pérez, F, 1991. *Control de calidad de la reproducción masiva de Trichogramma spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) y su impacto en la metodología.* Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.

Pinto JD, Owen AK. 2004. *Adryas*, a new genus of Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from the New World Tropics. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 106 (4): 905-922.

Pinto JD, Viggiani G. 2004. A review of the genera of Oligositini (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with a preliminary hypothesis of phylogenetic relationships. Journal Hymenoptera Research. 13 (2): 269-294.

Pinto JD, George J. 2004. *Kyuwia*, a new genus of Trichogrammatidae (Hymenoptera) from Africa. Proceedings of the Entomological Society of Washington 106 (3): 531-539.

Pinto JD, Koopmanschap AB, Platner GR, Stouthamer R. 2002. The North American *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitizing certain Tortricidae (Lepidoptera) on Apple and Pear, with ITS2 DNA Characterizations and description of a new species. Biological Control 23:134-142.

Pinto JD. 2006. A review of the new world genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). J. Hym. Res. Vol. 15(1): 38-163.

Pinto JD. 1998. Systematics of the north american species of *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Memoirs of the Entomological Society of Washington. 22. 287 p.

Pinto J. 1997. Trichogrammatidae. In: Annotated Key to The Genera of Nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera), Gibson A, Huber J and Woolley J. (eds.). NRC Research Press. Ottawa, Ontario, Canada. pp. 726-752

Pinto J. 1995. Trichogrammatidae. In: Hymenoptera of Costa Rica, Hanson D, Gauld D. (eds.). Oxford Univ. Press. New York. pp. 383-387.

Pinto JD, Platner GR, Sassaman CA. 1993. Electrophoretic study of two closely species of North American *Trichogramma*: *T. pretiosum* and *T. deion* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 86 (6):702-709.

Pinto JD, Kazmer DJ, Platner GR, Sassaman CA. 1992. Taxonomy of the *Trichogramma minutum* complex (Hymenoptera: Trichogrammatidae): allozymic variation and its relationship to reproductive and geographic data. Ann. Entomol. Soc. Am. 85: 413-422.

Pinto JD, Stouthamer R, Platner GR, Oatman ER. 1991. Variation in reproductive compatibility in *Trichogramma* and its taxonomic significance (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Annals of the Entomological Society of America 84(1): 37-46.

Pinto JD, Viggiani G. 1987. Two new Trichogrammatidae (Hymenoptera) from North America: *Ittysella lagunera* Pinto and Viggiani (N. Gen, N. Sp.) and *Epoligosita mexicana* Viggiani (N. Sp.). Pan-Pacific Entomologist 63(4):371-376.

Pinto JD, Oatman ER, Platner GR. 1986. *Trichogramma pretiosum* and a new cryptic species occurring sympatrically in Southwestern North America (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 79: 1019-1028.

Pinto JD, Oatman ER, Platner GR. 1983. The identity of two closely related and frequently encountered species of new world *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 85(3): 588-593.

Pintureau B. 1993. Morphometric analysis of the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Europe. *Canadian Entomologist*. 125 (2): 367-378

Querino RB, Zucchi RA. 2003. Morphologic characterization of ten species of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) recorded in the South America. *Neotropical Entomology*. 32 (4):597-613.

Ramírez GM. 2000. Positioning *Trichogramma* spp (Hymenoptera: Trichogrammatidae) specimens on microscope slides. In: Torres J, González A, Salas D, Salazar E, Velasco JL (eds.). *Memorias del XXIII Congreso Nacional de Control Biológico*. Guanajuato, Gto. México. 16-18 noviembre. 55-56.

Resende LM, Ciociola A. 1996. Parasitoid capacity of *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on *Helicoverpa zea* eggs (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) under different temperatures. *Ciencia y Agrotecnología*. 20 (4): 421-424.

Reyes J, Flores M. 1991. Estudio preliminar de géneros de Trichogrammatidae en el Noreste de México y Sur de San Luís Potosí. In: Anaya S, Domínguez B, Nieto R, Sánchez J, Sánchez H, Valdez J, Cervantes F, López CJ (eds.). *XXVI Congreso Nacional de Entomología*. Universidad Cristóbal Colon. Veracruz, Veracruz. 19 al 22 de Mayo. 389-390.

Reyes, J, 1989. *Biosistemática de Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) con énfasis a Trichogramma en algunas localidades de Tamaulipas, México*. Tesis. Instituto Tecnológico Agropecuario de Ciudad Victoria.

Rodríguez J, Pintureau B, Galán M. 1996. Esclarecimiento de la identidad taxonómica de algunos registros cubanos de *Trichogramma* Westwood (Hym.: Trichogrammatidae). Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas. 22 (3): 585-599.

Rodríguez-del-Bosque LA, Arredondo BH. 1999. Quien es Quien en el control Biológico en México. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Río Bravo. Folleto Técnico Núm. 23 Tamaulipas, México. 147 p.

Rodríguez-del-Bosque LA, Smith Jr.J. 1994. Egg parasites of corn and sugarcane stalkborers (Lepidopera: Pyralidae) in México. In. 4<sup>th</sup> International Symposium of *Trichogramma* and other egg parasitoids. Cairo, Egypt. October 4-7. Ed. INRA. Paris. LesColloques. 73: 203-205.

Rodríguez-del-Bosque LA, Smith Jr.J, Pfannenstiel RS. 1989. Parasitization of *Diatraea grandiosella* eggs by trichogrammatids on corn in Jalisco, Mexico. Southwestern Entomologist. 14 (2): 179-180.

Silva, M, 1999. *Identification and evaluation of Trichogramma parasitoids for biological pest control*. Thesis (PhD). Wageningen Agricultural University. Wageningen, Netherlands.

Silva IM, Honda J, Kan FV, Hu J, Neto L, Pintureau B, Stouthamer R. 1999. Molecular differentiation of five *Trichogramma* species occurring in Portugal. Biological Control. 16 (2): 177-184.

Silva IM, Stouthamer R. 1997. To mate or not to mate... can sex pheromones be used as a taxonomic tool in *Trichogramma* spp.? Proceedings of the Section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society. 8: 41-46.

Sorokina AP. 1993. A key to species of the genus *Trichogramma* West. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) of the world fauna. Kolos. Moscov. 77 p. (En Ruso)

Stouthamer R, Hu J, Kan FV, Platner GR, Pinto J.D. 1999. The utility of internally transcribed spacer 2 DNA sequences of nuclear ribosomal gene for distinguishing sibling species of *Trichogramma*. *BioControl*. 43: 421-440.

Stavraki HG. 1976. Effects of diet and temperature on development, fecundity and longevity of *Trichogramma* sp. (Hym., Trichogrammatidae), parasite of olive moth *Prays oleae* (Lep., Yponomeutidae). *Entom. Abst.* 8 (4): 81.

Suverkropp BP, Bigler F, van Lenteren JC. 2001. Temperature influences walking speed and walking activity of *Trichogramma brassicae* (Hym., Trichogrammatidae). *J. Appl. Ent.* 125: 303-307.

Thompson JL, Bradley JR, Carew ME, Ary H. 2003. Identification and characterization of *Trichogramma* species from south-eastern Australia using the internal transcribed spacer (ITS-2) region of the ribosomal gene complex. *Entomol. Exp. Et Applicata* 106: 235-240.

Torre CS. 1982. Revisión de los *Trichogramma* de Cuba, con la descripción de tres nuevas especies y una variedad. Dirección de Información Técnica, Universidad de la Habana. Habana, Cuba. 41p.

Urias, M, 1986. *Efecto de la temperatura y de insecticidas sobre el parasitismo y desarrollo de enemigos del gusano del cuerno Erynnis ello (L.)*. Tesis de maestría. CENA-CP. Chapingo, México.

van Lenteren, J. 1991. Quality control of mass produced *Trichogramma* species. *In*: Bigler F. (ed.) Fifth Workshop of the IOBC Global Working Group. Quality Control of Mass Reared Arthropods. Wageningen, The Netherlands. 1-14.

van Lenteren, J, Bueno VH. 2003. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *Biocontrol* 48 (2): 123-139.

Velásquez M, Terán J. 2003. Los *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de la región noroccidental del estado Guárico, Venezuela. *Entomotropica*. 18 (2):127-145.

Velásquez M, Colmenares O. 1999. Análisis morfométrico de dos especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) utilizando la metodología de componentes principales. *Bol. Entomol. Venez.* 14 (2): 191-200.

Viggiani G. 2001. History and classification of the Trichogrammatidae. *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria "Filippo Silvestri"* 57: 41-53.

Voegelé J, Pintureau B. 1982. Caractérisation morphologique des groupes et espèces du genre *Trichogramma* Westwood. Les trichogrammes. *Les Colloq. l'INRA* 9: 45-75.

Zambrano, Y, 1986. *Géneros de Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en Nuevo León*. Tesis. Facultad de Ciencias Biológicas. UANL. .

Zucchi RA. 1988. New species of *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) associated with the sugar cane borer *Diatraea saccharalis* (F.) (Lep. Pyralidae) in Brazil. *Colloques de l'INRA* 43: 133-140.



## 11. APÉNDICE A

Muestras de *Trichogramma* colectadas en diez cultivos del norte de México.

Muestra	Estado	Localidad	Fecha	Método colecta	Hospedero	Cultivo	Colector(es)
CIB03-013	Sonora	Valle del Yaqui (Block 1002)	06-06-03	Directo	<i>H. zea</i>	Algodonero	J. L. Martínez C.
CIB03-014	Sonora	Valle del Yaqui (Block 702)	05-05-03	Directo	<i>H. zea</i>	Algodonero	J. L. Martínez C.
CIB01-0312	Sinaloa	Los Mochis	12-11-01	Directo	<i>D. considerata</i>	C. de azúcar	G. Vejar C.
CIB04-114	Chihuahua	CEDEL-INIFAP, Delicias	28-09-04	Red de golpeo		Ch. serrano	F. García G.
CIB03-015	Durango	Cd. Juárez	03-06-03	Directo	<i>S. cerealella</i>	Col	F. García G.
CIB03-017	Tamaulipas	CAE Sur de Tamaulipas INIFAP	22-11-03	Platos amarillos		Girasol	F. García G.
CIB00-0132	Durango	Nazas	16-10-00	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	F. García G.
CIB00-0133	Durango	Paso Nacional	16-10-00	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	F. García G.
CIB00-0135	Nuevo León	CAE G, Terán INIFAP	18-09-00	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	J. I. López A.
CIB01-0311	Coahuila	CELALA-INIFAP, Mpio. Matamoros	15-07-01	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	F. García G.
CIB03-039	Durango	Cd. Juárez	04-06-03	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	F. García G.
CIB04-086	Zacatecas	P.P. Tenango, Mpio. Villanueva	14-08-04	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	P. España L.
CIB04-088	Zacatecas	R. San Miguel, Mpio. Tabasco	14-08-04	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	P. España L.
CIB04-089	Zacatecas	R. Cieneguillas, Mpio. Zacatecas	14-08-04	Directo	<i>H. zea</i>	Maíz	P. España L.
CIB04-098	Coahuila	R. Ampuero, Mpio. Torreón	20-07-04	Directo	<i>S. frugiperda</i>	Maíz	U. Nava C.
CIB04-100	Chihuahua	CEDEL-INIFAP, Delicias	29-09-04	Platos amarillos		Maíz	F. García G. y M. Ramírez D.
CIB04-103	Chihuahua	CEDEL-INIFAP, Delicias	29-09-04	Red de golpeo		Maíz	F. García G. y M. Ramírez D.
CIB03-018	Nuevo León	CAE G, Terán INIFAP	23-11-03	Red de golpeo		Naranja	F. García G.
CIB00-0134	Durango	Nazas	16-10-00	Directo	<i>S. cerealella</i>	Nogal	F. García G.
CIB03-016	Coahuila	Mieleras	03-06-03	Directo	<i>S. cerealella</i>	Nogal	F. García G.
CIB03-019	Coahuila	P.P. Hormiguero	03-06-03	Directo	<i>S. cerealella</i>	Nogal	F. García G.
CIB04-072	Coahuila	P.P. Hormiguero	05-04-04	Directo	<i>S. cerealella</i>	Nogal	F. García G.
CIB04-101	Chihuahua	CEDEL-INIFAP, Delicias	29-09-04	Platos amarillos		Soya	F. García G. y M. Ramírez D.
CIB04-102	Chihuahua	CEDEL-INIFAP, Delicias	29-09-04	Red de golpeo		Soya	F. García G. y M. Ramírez D.
CIB03-011	Sinaloa	Culiacán	20-01-03	Directo	<i>H. zea</i>	Tomate	J. L. Martínez C.
CIB03-012	Sonora	Valle del Yaqui	12-05-03	Directo	<i>H. zea</i>	Tomate	J. L. Martínez C.
CIB04-073	Coahuila	P.P. Murguía, Mpio. San Pedro	06-04-04	Directo	<i>H. zea</i>	Tomate	F. García G.

## 12. RESUMEN CURRICULAR

Fabián García González

Candidato para el grado de

Doctor en Ciencias Biológicas con Especialidad en Entomología

Tesis: CLARIFICACIÓN POR MORFOMETRÍA DE ESPECIES, Y CALIDAD DE *TRICHOGRAMMA WESTWOOD* (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE) DE CENTROS REPRODUCTORES Y ÁREAS AGRÍCOLAS DEL NORTE DE MÉXICO.

Campo de estudio: Ciencias Biológicas.

Datos personales: Nacido el 9 de Noviembre de 1961 en Congregación Hidalgo, municipio de Matamoros, Coahuila. Hijo de Teresa González Rocha (†) y Pedro García Trujillo.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma Chapingo en 1986 obteniendo el grado de Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola. En 1991 egrese de la misma universidad en donde obtuve el grado de Maestro en Ciencias Especialista en Protección Vegetal

Experiencia profesional: En 1987 me desempeñe como investigador del programa roya del cafeto, en el Campo Agrícola Experimental Costa de Chiapas, adscrito al Cifap-Chiapas-Inifap. De 1991 a 1998 estuve adscrito al Centro Nacional de Referencia de Plaguicidas de la Dirección General de Sanidad Vegetal-SAGARPA, desempeñándome como jefe del centro y del departamento de efectividad biológica. De 1999 a 2002, fungí como asesor del Patronato para la Investigación Fomento y Sanidad Vegetal de la Comarca Lagunera, como responsable del área de control de calidad en el CREROB Torreón y como coordinador del Centro Regional de Estudios y Diagnósticos Fitosanitarios.

Publicaciones:

Revistas indexadas: 1 artículo.

Revistas no indexadas: 2 artículos

Capítulos de libros: 2

Folletos técnicos: 1

Memorias de talleres de capacitación: 4

Sociedades Científicas: Sociedad Mexicana de Control Biológico desde 1998.