

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Comparación de Poblaciones de *Trichogramma pretiosum* Riley con Diferente  
Número de Generaciones

POR:

**JESSICA HERNÁNDEZ ADAME**

TESIS:

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Saltillo, Coahuila, México.

Abril de 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Comparación de Poblaciones de *Trichogramma pretiosum* Riley con Diferente  
Número de Generaciones

Por:

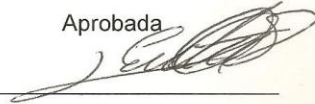
JESSICA HERNÁNDEZ ADAME

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada



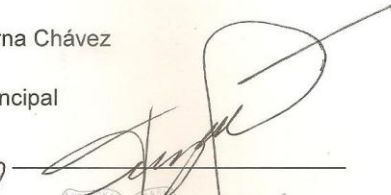
Dr. Ernesto Cerna Chávez

Asesor principal



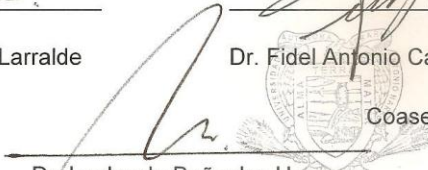
Dra. Adriana Guzmán Larralde

Coasesor



Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara

Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinación  
de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2014,

Principalmente a **DIOS** por darme la vida y por darme a dos padres maravillosos, por estar a mi lado en todo momento y no desampararme nunca.

Al **Dr. Ernesto Cerna Chávez** por su apoyo en la realización de esta investigación.

A la **Dra. Adriana Guzmán Larralde** por el enorme apoyo e interés mostrado en la realización y revisión de este trabajo.

Al **Dr. Fidel Antonio Cabezas Melara** por ayudar en la revisión de mi trabajo de tesis.

A mi ***alma mater*** por haberme acogido desde mi llegada, por haber hecho de mí una persona profesionalmente preparada.

A mis **compañeros de generación** por haber compartido conmigo grandes experiencias, que para todos serán inolvidables.

## DEDICATORIA

A mis padres **Hilario Hernández Cruz y Judith Adame Cabañas**, a quienes debo todo lo que soy, ellos con gran amor, dedicación, esfuerzo y sacrificio han logrado que pudiera concluir mi carrera profesional, gracias por estar conmigo en mis derrotas y logros, alegrías y tristezas, por sus esfuerzos y sacrificios.

A mis hermanos **Jesús Hernández Adame, Lucía Hernández Adame, Ma. Fernanda Hernández Adame** por los sacrificios que al igual han hecho para que yo terminara mi carrera profesional, ellos han sido de cierta forma mi inspiración para concluir una meta más en mi vida.

A mi esposo **Tomas Eduardo Fuentes Fuentes** quien desde que lo conozco ha sido un pilar más en mi vida, muchas gracias por el amor, comprensión y apoyo incondicional.

Muy en especial dedico el presente trabajo a mi hija **Itzia Dayami Fuentes Hernández** quien desde su llegada a mi vida he tenido días de mucha alegría, ella lleno de luz mi existir, es el regalo más hermoso que Dios me ha dado, me hacen falta palabras para expresar el gran amor que siento por ella, sin duda alguna dar vida a un ser es el regalo más hermoso que una mujer puede recibir. Ella ha sido mi inspiración para salir adelante. Te amo mi pequeña.

A mis abuelos maternos, **Victorina Cabañas e Isidoro Adame** quien han sido para mí más que abuelos, padres, gracias por la confianza puesta en mí, hoy les demuestro que cumplí y logre una meta más, NO LES FALLÉ.

A mis abuelos paternos, **Sabina Cruz y Ángel Hernández** que si bien ya no están con nosotros sé que desde donde se encuentren están orgullosos de mí.

A mis suegros **Irene Fuentes y Tomas Fuentes** quienes también han puesto su grano de arena para concluir lo que hace unos años inicié, mi carrera profesional, si bien no tengo mucho tiempo de conocerlos el apoyo que me han brindado es enorme, gracias por todo.

## ÍNDICE GENERAL

Página

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Justificación .....	3
Objetivo.....	3
Hipótesis .....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
Orden Hymenoptera; Familia Trichogrammatidae .....	4
Biología de la Especie.....	5
<i>Trichogramma</i> como Agente de Control Biológico .....	7
<i>Trichogramma pretiosum</i> .....	7
Descripción taxonómica.....	7
Distribución .....	9
Tablas de Vida .....	9
Tablas de vida basadas en la fertilidad y tasas reproductivas .....	10
Parámetros poblacionales.....	10
Fecundidad .....	11
Proporción Sexual.....	12
Laboratorios Abastecedores de Agentes de Control Biológico .....	12
<i>Sitotroga cerealella</i> .....	14
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	16
Ubicación del Experimento .....	16
Colecta del Material Biológico.....	16
Cría de Material Biológico .....	16
Toma de Datos .....	18
Análisis Estadístico .....	18
Parámetros poblacionales .....	18
Proporción de sexos .....	18

Fecundidad .....	19
Costo relativo .....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>22</b>
Parámetros Poblacionales .....	22
Proporción de Sexos.....	23
Fecundidad .....	24
Costo Relativo.....	25
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>31</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Página

<b>Cuadro 1.-</b> Total de parasitismo de tres mezclas de <i>Trichogramma pretiosum</i> ....	<b>22</b>
<b>Cuadro 2.-</b> Parámetros poblacionales de fertilidad .....	<b>23</b>
<b>Cuadro 3.-</b> Proporción de sexos .....	<b>23</b>
<b>Cuadro 4.-</b> Fecundidad a las 48 horas .....	<b>24</b>
<b>Cuadro 5.-</b> Fecundidad total .....	<b>25</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Página

<b>Figura 1</b> Ciclo de vida de <i>Trichogramma</i> spp .....	<b>6</b>
<b>Figura 2</b> <i>Sitotroga cerealella</i> .....	<b>15</b>
<b>Figura 3</b> Colocación del hospedero para <i>T. pretiosum</i> .....	<b>19</b>
<b>Figura 4</b> Reproduciendo <i>Trichogramma pretiosum</i> .....	<b>20</b>
<b>Figura 5</b> Elaborando las tablas de vida .....	<b>21</b>
<b>Figura 6</b> Costo relativo de producir una población de <i>T. pretiosum</i> , con dos, seis y 17 generaciones, expresado como el número total de crías entre el número de hembras por un periodo de cada dos días .....	<b>26</b>



## INTRODUCCIÓN

El género *Trichogramma* pertenece a un grupo de himenópteros parasitoides de huevos de insectos (endoparásitos) muy utilizado en programas de control biológico de plagas, principalmente contra lepidópteros. Se le conoce desde hace más de 150 años (este género fue descrito por Westwood en 1833) en la actualidad comprende alrededor de 150 especies (Moreno y Pérez, 2002).

La avispa *Trichogramma* spp. ha sido colectada en más de 200 especies hospederas (Taveras, 1993). Esta amplia gama de insectos le permite a los *Trichogramma* ser el parasitoide más ampliamente distribuido en el mundo. (Taveras, 1993). Se encuentran entre los insectos más pequeños midiendo de 0.18 a 1.5 mm. en su mayoría son menores a 1.0 mm (Pinto, 1998). Su reproducción masiva data de entre 1800 y 1928 en Norte América (Flanders y Quednau, 1960).

De igual manera en México, *Trichogramma* spp es el parasitoide más utilizado en programas de control biológico de plagas en diversos cultivos (Arredondo, 2010).

Para México se reportan 28 especies de lepidópteros parasitados por *Trichogramma* entre las que destacan los gusanos bellotero, elotero, cogollero, soldado, gusano del fruto, barrenador del ruezno y fruto del nogal y palomilla de la manzana (Pinto, 1998).

Existen alrededor de 17 cultivos entre gramíneas y frutales, en los cuales habita perfectamente *Trichogramma* como en maíz, hortalizas, algodón, garbanzo, soya, caña de azúcar, durazno y nogal (Pinto, 1998).

De acuerdo a la información proporcionada por SENASICA el primer laboratorio reproductor de *Trichogramma* en México se inicia en la ciudad de Torreón, Coahuila en 1962, posteriormente se construyen 21 Centros regionales de estudios y reproducción de organismos benéficos (CREROB) (Arredondo, 2010).

En aquel entonces estos insectos fueron proporcionados gratuitamente a los productores como una opción para el control de plagas, donde dependiendo de los resultados que ellos observaban podía adquirir más en el centro de reproducción más cercano a ellos. En 1991 estos laboratorios se descentralizaron y pasaron a manos de los productores. Sin el apoyo de los investigadores pagados por el gobierno, algunos de estos laboratorios presentan la problemática de que el procedimiento no se actualiza, el personal no está suficientemente calificado y que la población fundadora se mantiene aislada reproductivamente de las poblaciones nativas, es decir no se hacen colectas periódicas en campo, para refrescar el pool genético (Guzmán, 2013).

Algunos investigadores mencionan que reproducir masivamente y en grandes cantidades parasitoides para su liberación en campo, reduce la calidad del agente biológico, es decir la variabilidad genética o potencial reproductivo (Kalyebi *et al.*, 2005; Margan *et al.*, 1998; Nunney, 2006; Roush and Hopper, 1995). En *Drosophila melanogaster*, Woodworth (2002) observó que existe una diferencia bien marcada en cuanto al deterioro genético que sufren las poblaciones reproducidas en laboratorio al ser liberadas en campo, él menciona que esto se debe a que se adaptan al medio en donde se reproducen masivamente por lo cual al ser liberadas muestran estos cambios. Sin embargo en *Trichogramma* existen pocos experimentos que confirmen un deterioro en las poblaciones a través del paso de generaciones y en su liberación en campo (Guzmán, 2013).

Debido a esta falta de información biológica y reproductiva es necesario determinar los parámetros reproductivos a través de la elaboración de tablas de vida de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Estas tablas de vida son consideradas como la mejor herramienta para estimar los parámetros de crecimiento, desarrollo y reproducción de una población y se recomiendan para estudios demográficos de insectos (Pratissoli y Parra, 2000; Pratissoli *et al.*, 2004; Chi, 2006; Badii and Castillo, 2009).

Por lo tanto este estudio reúne información biológica a través del desarrollo de tablas de vida, y compara tres poblaciones conformadas por líneas puras de *T. pretiosum*. Cada una de ellas con distinto número de generaciones, reproducidas en laboratorio sobre *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae).

### **Justificación**

El presente trabajo es realizado con el fin de conocer si existe una domesticación o pérdida de calidad del agente de control biológico, a través del tiempo, debida a la reproducción artificial entre poblaciones de *T. pretiosum* con distinto número de generaciones.

### **Objetivo**

Evaluar y comparar los parámetros poblacionales de tres poblaciones con distinto número de generaciones, de *T. pretiosum* manejadas en laboratorio.

### **Hipótesis**

Existe un deterioro reproductivo relacionado a diferencias entre el número de generaciones.

**Palabras claves:** *Trichogramma* spp., *Trichogramma pretiosum*, *Sitotroga cerealella*, Poblaciones, Generaciones, Tablas de vida, Parámetros poblacionales.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Orden Hymenoptera; Familia Trichogrammatidae

Los Himenópteros comprenden junto con Coleóptera, Lepidóptera y Díptera uno de los órdenes más extensos de insectos, con unas 250,000 especies. Dentro de estos se encuentran hormigas, abejas y avispas, con un aparato bucal masticador o lamedor y dos pares de alas membranosas cuando estos insectos presentan (en su mayoría las hormigas no presentan alas). Las hembras presentan al final del abdomen un oviscapto (utilizado para la postura de huevos). En grupos más evolucionados esto es el aguijón venenoso (Nieves y Fontal, 1999).

El orden Hymenoptera se puede encontrar en todos los hábitats terrestres desde áridos hasta desérticos, subártico como la tundra hasta bosques tropicales. Los Himenópteros adultos se alimentan con frecuencia de flores, como néctares, algunos otros se alimentan de la miel de afidos y plantas cubiertas con estas sustancias. No todos los Himenópteros se alimentan exclusivamente de secreciones dulces algunos otros matan y consumen pequeños insectos, los adultos de muchas hormigas son carnívoros estrictos y predadores activos de otros invertebrados (Gauld y Bolton, 1988).

La familia Trichogrammatidae representa a un grupo de micro avispas, comprende alrededor de 83 géneros de los cuales las especies son parasitoides de huevecillos de insectos plagas de distintos órdenes. Esta familia también comprende a algunas especies acuáticas las cuales se mueven por medio de las patas o alas dependiendo de la especie. De manera general la biología de esta familia es poco conocida, la mayor información es sobre el género *Trichogramma* debido a su gran importancia dentro del control biológico de insectos plaga del orden Lepidóptero (García, 2006).

*Trichogramma* una de las especies más estudiada, es ampliamente distribuida, de fácil manejo y reproducción, por lo que ha sido utilizada mundialmente en

numerosos programas de control biológico. Siendo un parasito estricto de huevecillos, principalmente de Lepidópteros, reduce el nacimiento y daño de larvas en algunos cultivos agrícolas (Cano, 1988).

A partir de 1930 *Trichogramma* spp. ha sido reproducida masivamente, gracias a un entomólogo norteamericano llamado Flanders, ya que descubrió un método sencillo y económico para criarlo masivamente en huevos de *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptero: Gelechiidae) y aun con las innovaciones modernas, se mantienen los aspectos fundamentales (Flanders, 1930).

García (2006) informa que en México estos parasitoides se liberan anualmente en 1.5 millones de hectáreas. Gran parte de estos son reproducidos en centros mexicanos, de los cuales el 70.6 % reproducen *T. pretiosum*.

### **Biología de la Especie**

Los *Trichogramma* hembras colocan de 20 a 30 huevos durante su vida, sin embargo pueden llegar a colocar hasta 200, de los cuales el mayor número es ovipositado durante las primeras 48 horas después de la emergencia de éstas. Ya que han seleccionado el huésped insertan un huevo de 100 micrones de largo aproximadamente. Estos huevos poco a poco se harán negros como las avispas que se desarrollan dentro de ellos (Pérez y Pacheco, 2002).

*Trichogramma* tiene tres estadios larvales los cuales se alimentan de la misma vitelina del hospedero. En el tercer estadio larval (75 h después de la parasitación aproximadamente) es cuando el corion del huevo toma un color oscuro, esto se debe a la acumulación de gránulos en la superficie interna de este. Al termino del tercer estadio, inicia la fase de prepupa finalizando 24 horas más tarde en pupa (Pérez y Pacheco, 2002).

Las avispas para emerger hacen un orificio dentro del huevo del hospedero, de esta forma salen en estado adultos. Este proceso se lleva a cabo de siete a 20 días, dependiendo de la temperatura (Bio Resources, 2012).

La hembra de *Trichogramma* inmediatamente después de su emergencia es copulada. Una vez fertilizada, es atraída por el olor (cariomonas) que deja la hembra de su hospedero al ovipositar (Pérez y Pacheco, 2002).

Las avispas hembras apareadas pueden producir tanto hembras como machos. Las hembras no apareadas pueden parasitar los huevos, pero sólo pueden producir descendencia masculina (Bio Resources, 2012).

En campo, el *Trichogramma* adulto puede volar, hasta 8 mts. en busca de néctar de plantas o de huevos para parasitar. La hembra detecta al huevo hospedero a los 3 cm. de distancia y al acercarse se da cuenta si éste ya fue parasitado o aun no, esto lo hace con ayuda de sus antenas (Pérez y Pacheco, 2002).



**Figura.- 1** Ciclo de vida de *Trichogramma* spp.

## ***Trichogramma* como Agente de Control Biológico**

El uso de *Trichogramma* spp. en el control de plagas del orden Lepidóptero, es de gran interés en numerosos países. Se estima que más de 15 millones de hectáreas en el mundo son tratadas utilizando este parasitoide. Aproximadamente 10 especies distintas de *Trichogramma* han sido criadas y reproducidas masivamente para el control en maíz, caña de azúcar, arroz, soya, betabel entre otros, en países como la Unión Soviética, China, Colombia, Estados Unidos, India, Alemania, Suiza y Filipinas (Hassan *et al.*, 1988).

La reproducción de *Trichogramma* es de gran trascendencia en la economía de México y el mundo, por el gran número de individuos que son liberados periódicamente en programas de control biológico. Tan solo la avispita *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) es liberada anualmente en 1.5 millones de hectáreas (van Lenteren, 2003).

Arredondo (2008), estimo que el 35% de los *Trichogramma* spp. producidos en México son utilizados contra barrenadores, principalmente en caña de azúcar.

### ***Trichogramma pretiosum***

*T. pretiosum* es una de las especies más ampliamente distribuidas en Norteamérica, parasita un número amplio de mariposas y palomillas. Ha sido reproducido en 18 géneros de Lepidópteros (Knutson, 1998).

#### **Descripción taxonómica**

Una forma de reconocer a este género (*Trichogramma*) es por medio de sus tarsos los cuales son de tres segmentos y sus alas con cilias en los márgenes. El color varía dependiendo de algunos factores como la temperatura, la alimentación o el hábitat, de amarillo a marrón oscuro, incluso esto puede pasar dentro de la misma especie. Las antenas de los machos presenta un dimorfismo sexual lo

contrario a las hembras, en el macho el flagelo antenal es mayor con pelos numerosos y largos (Pérez y Pacheco, 2002).

Las antenas en los machos tienen largas setas flageliformes. El color es similar en ambos sexos; moderadamente oscuros y la cápsula en la cabeza amarillenta; el mesosoma es amarillo bañado con café lateralmente, marcas cafés en el dorso de machos; el metasoma presenta terga café amarillenta, oscuros medialmente en las dos terceras partes posteriores. Ala delantera  $0.25 \pm 0.02$  mm. de ancho; vena estigmal relativamente reducida y alargada. Ala posterior con dos a cuatro y cinco a ocho setas anterior. Escutelum con un par anterior de setas cortas, y posterior con setas de 0.2 a 0.3 (Pinto, 1998).

Machos: flagelo de la antena alargado, de 0.17 a 0.21 mm. de longitud, 2.2 tan largo como el escapo, seta flageliforme alargada. Cápsula genital  $0.33 \pm 0.03$  tan ancha como larga (Pinto, 1998).

Su clasificación es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Hexápoda

Orden: Hymenoptera

Familia: Trichogrammatidae

Género: *Trichogramma*

Especie: *T. pretiosum*



## **Distribución**

Su distribución geográfica va del sureste de Canadá a Argentina. También se conoce en las islas Hawaianas y Australia. *T. pretiosum* es más encontrado comúnmente en la agricultura y hábitats en disturbio, particularmente en el sureste de Estados Unidos en donde aparece asociado a estas áreas de disturbio (Pinto, 1998).

Esta especie ha sido encontrada en ocho estados del norte de México (Chihuahua, Coahuila, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas) colectadas sobre algodón, caña de azúcar, chile serrano, col, girasol, maíz, naranjo, nogal, soya y tomate (García *et al.*, 2011).

## **Tablas de Vida**

En 1921 Pearl presentó a los ecólogos la tabla de vida, estas fueron desarrolladas primero por los demógrafos para la descripción de poblaciones humanas esto con el fin de conocer la edad media de vida. Actualmente estas han sido utilizadas en poblaciones de animales y plantas (Vera *et al.*, 2002).

Las tablas de vida son el cálculo y tabulación de datos aritméticos obtenidos de la mortalidad y supervivencia en una edad dada, la cual proviene de una cohorte poblacional y nos ayudan a presentar de forma organizada los cambios de fecundidad y mortalidad que sufre una población en base a su estructura de edades, esto nos da una idea sobre el crecimiento a futuro de la población (Cerna, 2000). De igual manera han sido utilizadas para saber qué efectos tendría en campo al ser liberados estos parasitoides.

Los tipos más comunes de tablas de vida consideradas por los ecólogos son; tablas de vidas basadas en la fertilidad y tasas reproductivas, de estadio específico y de tiempo específico. En este experimento nos enfocaremos en la de fertilidad y tasas reproductivas, la cual a continuación describiremos (Cerna, 2000).

### **Tablas de vida basadas en la fertilidad y tasas reproductivas**

Estas tablas describen la fertilidad de las hembras en una población. Se basan en el cálculo y tabulación de datos como la fertilidad y la tasa reproductiva de una población específica, la cual predice la proporción de nacimientos, la cantidad de machos y hembras que se pueden obtener de éstas.

Sabemos que toda población se rige por nacimientos y muertes de individuos, se necesita saber cuándo y a que edad mueren así como la proporción de muertes (Colinvaux, 1980).

Con ayuda de la aritmética podemos tabular la tasa de la fecundidad y mortalidad así como el número de individuos que sobreviven en un tiempo determinado, con la finalidad de predecir lo que le sucederá a la población (Colinvaux, 1980). Esto nos lleva a la obtención de parámetros poblacionales los cuales son característicos de cada población, no varían y nos sirven para la comparación de distintas poblaciones.

### **Parámetros poblacionales**

Los parámetros poblacionales son medidas usadas para describir características de una población, son muy importantes ya que nos permiten hacer comparaciones entre poblaciones (González, 2009). Entendiendo como población a un conjunto de organismos de la misma especie que interactúan entre sí (Jiménez, 2009).

Los nacimientos (natalidad) y las muertes (mortalidad) son dos aspectos muy importantes que es necesario cuantificar para comprender la dinámica de una población en el tiempo. La tabla de vida es una representación en formato de filas y columnas del patrón de mortalidad de individuos (Martella *et al.*, 2012).

Los parámetros poblacionales de huevecillos de insectos que se obtienen a través de tablas de vida en laboratorio nos ayudan a tener una idea de lo que sucede en la naturaleza, teniendo presente que los resultados que se obtienen, no representan con exactitud lo que pasa en el medio ambiente, debido a que se trabaja con insectos en condiciones de laboratorio (Duarte *et al.*, 2011).

Esta es una herramienta básica para la implementación de estrategias de control en base a organismos benéficos (Rodríguez y Peck, 2006).

## **Fecundidad**

La fecundidad es conocida como la capacidad que tiene un individuo de reproducir y generar seres que mantienen las características de la especie, esta característica ha sido muy utilizada en laboratorios de reproducción masiva de *Trichogramma* para determinar la calidad de los enemigos naturales. Conocer la fecundidad de estos parasitoides nos lleva a tener una idea de la capacidad reproductiva de la población e inferir sobre los resultados que se obtendrán al ser liberados (Guzmán, 2013).

Para determinar la fecundidad de *Trichogramma* se ha observado el cambio de color de los huevecillos parasitados (de café a negro) y ha sido usado como señal de parasitismo en este género (Guzmán, 2013).

## **Proporción Sexual**

La proporción de sexos es la relación de machos y hembras que hay en una población.

La temperatura es muy importante en la proporción sexual de algunas especies, esta puede afectar la viabilidad del esperma (De Bach, 1987).

Guzmán (2013) observó que las poblaciones de *T. pretiosum* experimentan una mayor producción de *Trichogramma* hembras durante los primeros días de parasitismo, para luego ir cambiando esta proporción a un número mayor de machos con el paso de los días. Además encontró que debido a esta característica, su costo de producción aumenta con el tiempo, ya que en la producción de parasitoides, se desea obtener una mayor cantidad de hembras, las que influyen directamente en la disminución de la población de Lepidópteros.

Chassain y Bouletreau (1991) explican al cambio de la proporción de sexo como el agotamiento de esperma almacenado en la hembra joven o producto de la edad de éstas.

## **Laboratorios Abastecedores de Agentes de Control Biológico**

Durante los años de 1960 a 1970 el gobierno de México financió en diferentes regiones la creación de centros de organismos benéficos principalmente de *Trichogramma* spp. para el control de Lepidópteros (Arredondo, 2008).

En 1962 el gobierno federal realizó la construcción del primer Centro de Insectos Benéficos en Torreón Coahuila, esto debido al problema de resistencia a insecticidas del gusano bellotero en este lugar. La actividad principal fue la cría masiva y liberación de una especie de *Trichogramma* proveniente de California, E. U .A., para el control de *Heliothis armígera* y *Heliothis virescens*.

Como resultado de este Centro de Reproducción de Organismos Benéficos, se realizó la construcción de 21 Centros Regionales de Estudios y Reproducción de Organismos Benéficos (CREROB), establecidos en distintas regiones agrícolas del país. Al de Torreón le sigue el de Mexicali, Baja California en 1964, Guasave, Sinaloa en 1964, Cd. Victoria, Tamaulipas, 1965, Matamoros, Tamaulipas, 1965, Caborca, Sonora, 1968, Cd. Juárez, Chihuahua, 1968, Hermosillo, Sonora, 1969, Tapachula, Chiapas, 1971, Apatzingán, Michoacán, 1972, Cuernavaca, Morelos, 1972, Jalapa, Veracruz, 1972, Cd. Constitución, Baja California Sur, 1972, Oaxaca, Oaxaca, 1973, Culiacán, Sinaloa, 1975, Durango, Durango, 1978, Cd, Obregón, Sonora, 1980. Tepic, Nayarit, 1982, Zapotlanejo, Jalisco, 1984, y Mérida, Yucatán, 1986 siendo éste el último (Arredondo, 2010). Actualmente 20 de estos Centros Reproductores, sostenidos por el Gobierno Federal hasta 1991, son administrados por organizaciones de productores.

En México en el año de 1991 eran 4 especies de control biológico criadas en Centros Reproductores, en el 2011 aumenta a 34 especies de las cuales el 32 % son parasitoides.

El 39 % de los laboratorios de Reproducción de Organismos Benéficos cuenta con alguna especie de *Trichogramma*, dado que este género ha sido utilizado por más de 49 años.

En el 2011 el número de laboratorios en Norteamérica era de 178 de los cuales el 38.76 % eran empresas Mexicanas (Arredondo *et al.*, 2011).

## ***Sitotroga cerealella***

La especie *Sitotroga cerealella* Olivier pertenece a la familia Gelechiidae, del orden Lepidoptera, la podemos encontrar en cualquier parte del mundo atacando, tanto en el campo, como en almacenes, granos de trigo, maíz, cebada, centeno, sorgo, etc. (Pérez y Pacheco, 2002).

Sus huevos, de color blanco, son puestos por la hembra en grupos o aislados, estos sufren cambios adquiriendo un color rojizo, eclosionado de 4 a 10 días después (Pérez y Pacheco, 2002).

*Sitotroga cerealella* Olivier está dentro de unas 15 especies de insectos de mayor importancia económica. Esta plaga causa un porcentaje variable de daño en el campo, cuando se cosechan los granos parecen limpios pero al llegar al almacén ya se encuentran huevos de estas palomillas y los granos pronto son severamente atacados (Pérez y Pacheco, 2002).

Las larvas de esta plaga son las que dañan a los granos. Al inicio de los ataques es muy difícil de detectarla dado que la larva perfora los granos y es ahí donde pasa casi toda su vida. Al llegar a su madurez, forma un pequeño cocón o capullo, en donde pasa el estado de pupa, de donde, finalmente emerge el adulto.

Si bien esta plaga causa grandes daños en el campo como en almacenes, se ha podido utilizar de forma benéfica, como hospedero de parasitoides utilizados para el control biológico como son los *Trichogramma* (Pérez y Pacheco, 2002).

Presenta un intervalo de desarrollo óptimo comprendido entre los 26 y 30°C de temperatura, por debajo de los 16° C no hay desarrollo (Bermejo, 2011).

El ciclo de vida de esta plaga, para obtener una nueva generación es de aproximadamente cinco semanas; 4.5 días para los huevos, 23 días para las larvas; 7.7 días para las pupas y cuatro días para los adultos (Jiménez *et al.*, 2011).

Su clasificación es la siguiente:

Reino: Animal

Phylum: Artrópoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Gelechiidae

Género: *Sitotroga*

Especie: *S. cerealella*



**Figura.- 2** *Sitotroga cerealella*.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del Experimento**

El trabajo se llevó a cabo en el laboratorio del Departamento de Parasitología, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

### **Colecta del Material Biológico**

Las poblaciones de parasitoides utilizados en el experimento son la combinación de 26 líneas puras de *T. pretiosum*, estas líneas fueron donadas por la Universidad de California en Riverside. Se iniciaron de la colecta obtenida de huevos parasitados de *Manduca sexta*, recogidos del cultivo de tomate en campo de la estación en Irvine, California, en el verano de 2008.

Con la importación de las 26 líneas puras de *Trichogramma* al laboratorio de parasitología agrícola de la UAAAN, se realizaron tres mezclas, formando poblaciones genéticamente variables, cada una de ellas con distinto número de generaciones (2, 6, 17 respectivamente) estas poblaciones se compararon mediante tablas de vida.

### **Cría de Material Biológico**

Los parasitoides obtenidos fueron trasladados a una cámara bioclimática del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para su reproducción, la reproducción fue dentro de esta cámara con temperatura de 25 ° C, humedad relativa de 30 % y un fotoperiodo de 16: 8 luz: oscuridad.



Para crear poblaciones genéticamente variables se mezclan 26 líneas puras. Se colocan aproximadamente 100 huevecillos parasitados de cada línea pura en un tubo previo a la eclosión del parasitoide dentro de un tubo de cristal de 12 X 75 mm. Después del nacimiento de los parasitoides se agrega un cartón con tres veces más huevecillos de *Sitotroga cerealella* (en una cinta de doble pegamento sobre cartón). Los huevecillos parasitados representan la primera generación y se colocan en una incubadora para esperar su siguiente eclosión. Cinco días después se subdivide el cartón de huevecillos parasitados, reduciendo la población dentro de un tubo nuevo y desinfectado, con una pequeña gota de miel, al eclosionar (después de 10 días) se agrega tres veces más la cantidad de huevecillos del hospedero de *S. cerealella* para obtener la siguiente generación.

El experimento se desarrolla en tres etapas para obtener las tres poblaciones con distinto número de generaciones. Se inicia la población con mayor número de generaciones, mezclando las 26 líneas, pasadas 11 generaciones, se repite la metodología, creando así la línea pura intermedia y finalmente pasadas 15 generaciones de la primera población y cuatro de la segunda se vuelven a mezclar la 26 líneas para obtener la población con dos generaciones o sea la de menor número de generaciones.

Posteriormente se separan individualmente 50 hembras fertilizadas de cada una de las tres poblaciones (dos, seis y 17 generaciones) con una edad no mayor a 24 h. Cada hembra se coloca individualmente en un tubo de vidrio que contiene un cartoncillo con miel y aproximadamente 150 huevecillos de *S. cerealella* en su interior, los cuales se revisan diariamente y cada 48 h, mientras las avispas estén vivas, los huevecillos anteriores son cambiados por huevecillos frescos. El experimento se realiza en una incubadora a 25° C y un fotoperiodo de 16: 8 luz: oscuridad. Los cartones con huevecillos que se retiran cada 48 h se colocan en otros tubos, se espera la emergencia de adultos y se determina número y proporción de sexos.

## Toma de Datos

Los datos se obtuvieron al término del experimento, con ayuda del microscopio compuesto. Se realizaron conteos del número de parasitismo total, los que nacieron, las hembras y los machos, los resultados fueron registrados en hojas de Excel.

## Análisis Estadístico

### Parámetros poblacionales

Las tablas de vida se construyen a partir de la realización de las siguientes columnas:  $x$ , intervalo de tiempo;  $l_x$ , el número de hembras vivas en un intervalo de tiempo;  $m_x$ , el número de hijas por hembra, en cada intervalo de tiempo.

A partir de estos datos se calculan los siguientes parámetros poblacionales: tasa neta de reproducción ( $R_0 = \sum l_x.m_x$ ); tiempo de cohorte ( $T_c = \sum l_x.m_x x / \sum l_x.m_x$ ); tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m = \sum e^{-r_m} l_x.m_x = 1$ ); tiempo medio de una generación ( $TG = \sum x.l_x.m_x / \sum l_x.m_x$ ) y tasa finita de incremento ( $\lambda = e^{r_m}$ ) (Maia *et al.*, 2000).

### Proporción de sexos

La proporción de sexos fue calculada como se explica en Navarro y Macano (1997), donde lo calcula mediante la división del total de hembras entre el total de machos (por cada población).

## Fecundidad

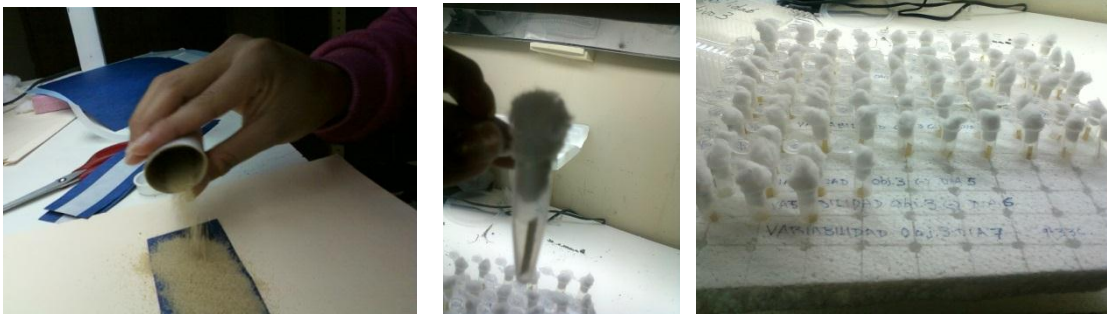
Posteriormente la fecundidad fue analizada mediante el desarrollo de un ANOVA, utilizando Minitab para Windows, utilizamos el método de Tukey para la comparación de medias esta prueba es usada para hacer todas las comparaciones múltiples que son posibles con tratamientos y es válida cuando las repeticiones están completas. En este estudio se analizó la varianza de la fecundidad a las 48 h y la varianza de la producción de hembras y de machos a las 48 h. También se analizó la varianza de la fecundidad total, de las hembras y los machos durante toda su vida.

## Costo relativo

Finalmente obtuvimos el costo relativo por medio de la siguiente formula:

$$\text{costo relativo} = \frac{\text{parasitismo total de crías en un tiempo x}}{\text{hembras nacidas en un tiempo x}}$$

Esto es en relación al número total de crías entre el número de hembras por un periodo de cada dos días.



**Figura. – 3** Colocación del hospedero para *T. pretiosum*.

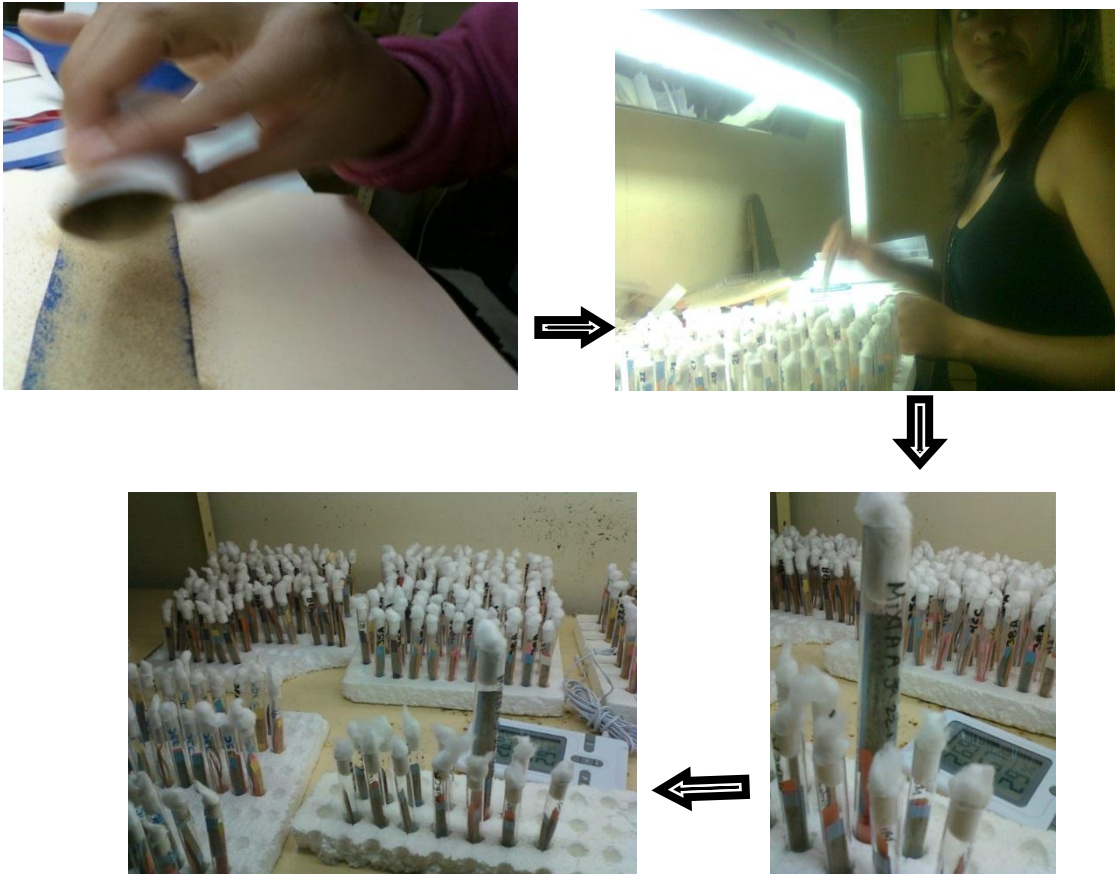


Figura.- 4 Reproduciendo *Trichogramma pretiosum*.

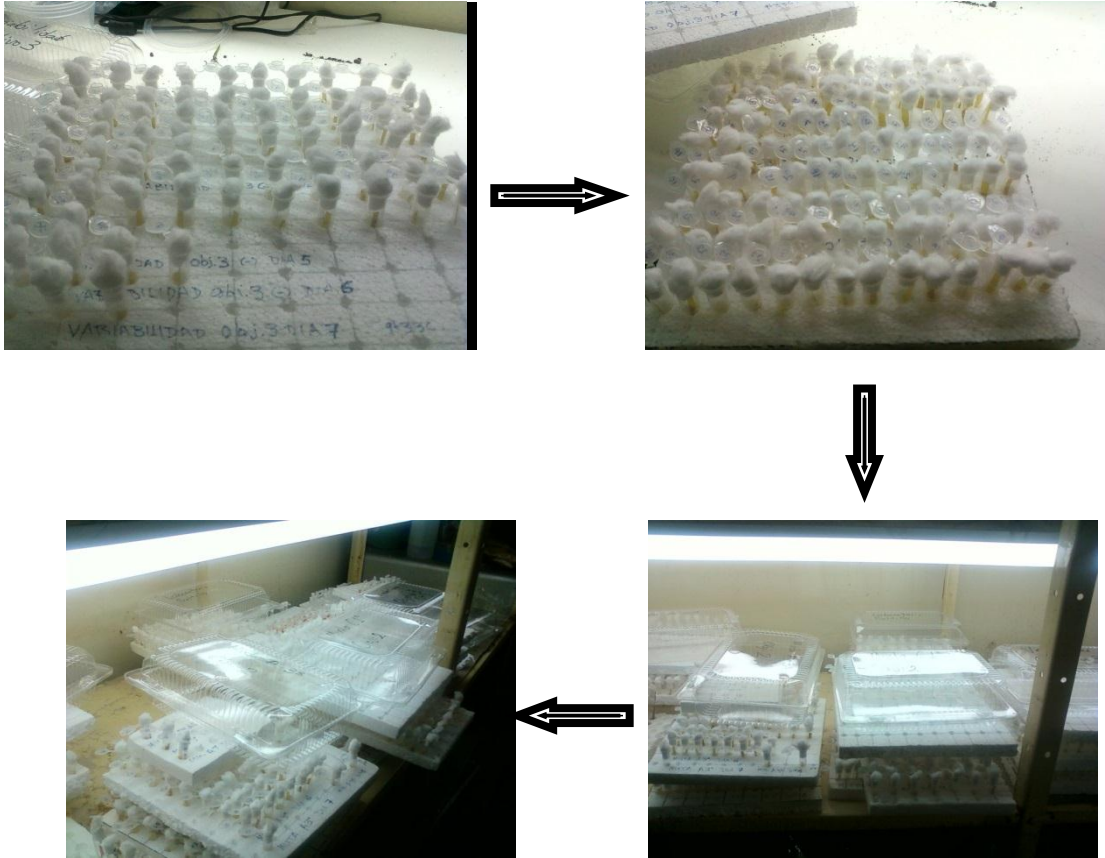


Figura.- 5 Elaborando las tablas de vida.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las tres poblaciones estudiadas en el presente trabajo se sacó el total en cuanto al parasitismo de las madres hembras, los resultados los tenemos en el cuadro 1, en donde la mayor parasitación la encontramos en la población de dos generaciones con un total de 4,378 le sigue la de 17 generaciones con 4,212 y por último la de seis generaciones con 4,071 de parasitismo.

**Cuadro.- 1** Total de parasitismo en tres poblaciones de *Trichogramma pretiosum*.

<b>Poblaciones con</b>	<b>2 generaciones</b>	<b>6 generaciones</b>	<b>17 generaciones</b>
Total de parasitismo	4378	4071	4212

### Parámetros Poblacionales

Los parámetros poblacionales de las tres poblaciones de *T. pretiosum*, muestran que hay diferencias entre la tasa reproductiva neta ( $R_0$ ), cuyo valor va de 44.96 para la población con seis generaciones, siendo este el más bajo, al 45.66 para la población con dos generaciones, el cual es el más alto (Cuadro 2).

Con relacionan a los valores de la tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ), observamos que todos los valores son mayores a 1. Para la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) la población de seis generaciones muestra el dato más bajo (0.276) con respecto a la población de dos generaciones (0.285) la cual tiene un valor más alto, y la media de tiempo de generación (TG) va de los 13.40 a 13.79 días (Cuadro 2).

**Cuadro.-2** Parámetros poblacionales de fertilidad.

PGV # de generaciones	parámetros poblacionales de fertilidad			
	Ro	TG	$\Lambda$	Rm
2	45.66	13.41	1.33	0.29
6	44.96	13.79	1.32	0.28
17	45.38	13.80	1.32	0.28

PGV, Población genéticamente variable; Ro, tasa neta de reproducción; TG, tiempo medio de generación;  $\lambda$ , tasa finita de crecimiento; rm, tasa intrínseca de crecimiento.

### Proporción de Sexos

En cuanto a la proporción de sexos, en las tres poblaciones es diferente esta expresada en relación hembra: macho. En la población de seis generaciones es mayor con 1.45, siguiéndole la población de 17 generaciones con 1.39 y por último la de dos generaciones con 1.26. Esto lo podemos observar en el cuadro 3, en donde están registrados los datos de las tres poblaciones, en él también se registra el total de descendencia, cuantas fueron hembras y cuantos machos.

**Cuadro.- 3** Proporción de sexos.

PGV # de generaciones	Total	Hembras	Machos	Proporción de sexos (% de machos)
2	4101	2283	1818	1.26
6	3801	2248	1553	1.45
17	3907	2269	1638	1.39

PGV, Población genéticamente variable

## Fecundidad

Se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza en la fecundidad observada a las 48 h, entre las poblaciones con distinto número de generaciones, en machos y hembras ( $F_{2, 140} = 6.01$ ;  $P < 0.003$ ), así como en la varianza de la producción de hembras, observadas a las 48 h ( $F_{2, 140} = 5.75$ ;  $P < 0.004$ ), no así en la varianza de los machos producidos a las 48 h ( $F_{2, 140} = 2.39$ ;  $P < 0.096$ ). En la comparación de medias, las primeras 48 h de parasitismo de las madres la población con dos generaciones tiene la media mayor en cuanto al parasitismo total de hembras y machos, en segundo lugar tenemos a la de 17 generaciones y por último a la de seis generaciones, en el mismo orden tenemos que el número de hembras madres va de 49 (dos generaciones), 48 (17 generaciones) y 46 (seis generaciones) a las 48. En la media en cuanto a machos no hay diferencias significativas entre las tres poblaciones (cuadro 4).

**Cuadro.- 4** Fecundidad a las 48 horas.

TRATAMIENTOS	N	MEDIA total	GRUPO	MEDIA hembras	GRUPO	MEDIA machos	GRUPO
2	49	24.70±0.99	A	20.10±0.91	A	4.59±0.31	A
6	46	20.90±0.86	B	16.67±0.79	B	4.22±0.49	A
17	48	21.00± 0.80	B	16.73±0.76	B	4.27±0.31	A

Respecto a la fecundidad total, en el análisis de varianza no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos con distinto número de generaciones. En la fecundidad total de hembras y machos ( $F_{2, 140} = 2.39$ ;  $P < 0.095$ ), en la fecundidad con respecto a la producción de hembras ( $F_{2, 140} = 0.23$ ;  $P < 0.791$ ), y en la producción de machos ( $F_{2, 140} = 1.61$ ;  $P < 0.204$ ). En cuanto a la comparación de medias del total y de las hembras, la población de dos generaciones tiene la más alta con  $10.92 \pm 0.59$  en la media total y  $5.95 \pm 0.44$  en cuanto a hembras seguido de la población con 17 generaciones con  $9.85 \pm 0.27$  en la media total y  $5.70 \pm 0.33$  en media de hembras, el último lugar lo tiene la



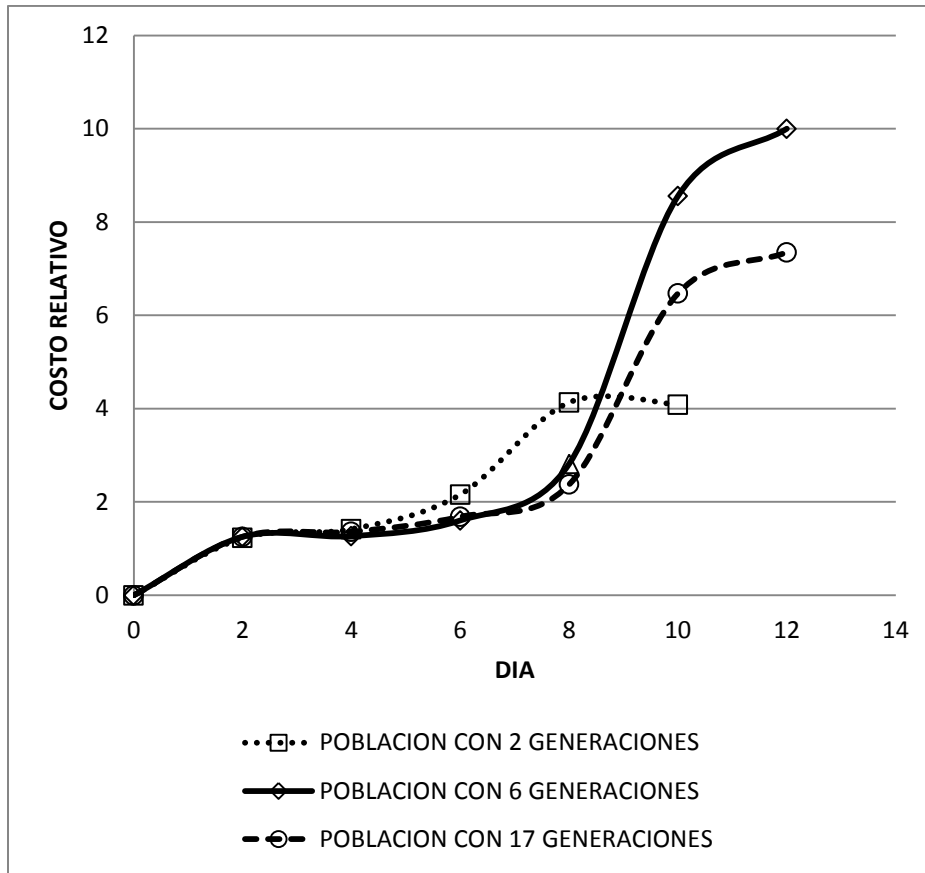
población con seis generaciones con una media total de  $9.64 \pm 0.40$  y  $5.59 \pm 0.35$  en hembras, de igual manera el número de hembras madres vivas en ese periodo de tiempo va de 49 a 46, siguiendo el orden de las poblaciones en cuanto a las medias de mayor a menor, pero en las medias en cuanto a machos el orden es diferente, el primer lugar lo tiene la población con dos generaciones, el segundo lugar la población de seis generaciones y el tercero la de 17 generaciones. Comparando las tres poblaciones no tenemos diferencias significativas (cuadro 5).

**Cuadro.- 5 Fecundidad total.**

TRATAMIENTOS	N	MEDIA total	GRUPO	MEDIA		MEDIA	
				hembras	GRUPO	machos	GRUPO
2	49	$10.92 \pm 0.59$	A	$5.95 \pm 0.44$	A	$4.10 \pm 0.31$	A
6	46	$9.64 \pm 0.40$	A	$5.59 \pm 0.35$	A	$3.40 \pm 0.36$	A
17	48	$9.85 \pm 0.27$	A	$5.70 \pm 0.33$	A	$3.35 \pm 0.33$	A

### Costo Relativo

El costo relativo de las tres poblaciones es menor los días dos, cuatro y seis, para luego incrementar el día ocho en la población con dos generaciones. Las poblaciones con seis y 17 generaciones son muy similares. Para el día 10, en la gráfica se muestra un incremento en el costo en las poblaciones con un mayor número de generaciones mientras que la población con dos generaciones se mantiene igual que el día anterior.



**Figura 6.-** Costo relativo de producir una población de *T. pretiosum*, con dos, seis y 17 generaciones, expresado como el número total de crías entre el número de hembras por un periodo de cada dos días.

Basados en el cálculo y análisis de parámetros poblacionales, fecundidad, y proporción de sexos, se observó que bajo condiciones experimentales similares, el parasitismo fue diferente en las tres poblaciones de *T. pretiosum* con distinto número de generaciones. De tal forma que la población con el menor número de generaciones tuvo un número mayor de parasitismo y aquellas poblaciones con un mayor número de generaciones menor, lo que concuerda con los trabajos de Woodworth (2002), quien observó en *Drosophila melanogaster* un deterioro en la variabilidad genética, al incrementar el número de generaciones y una disminución en el parasitismo.

Las tablas de vida representan una herramienta para evaluar y predecir el crecimiento de una población a través del cálculo de sus parámetros poblacionales. De acuerdo a los resultados obtenidos en los parámetros poblacionales observamos que la población con dos generaciones tiene una mayor tasa reproductiva neta ( $R_0$ ), en comparación a las otras dos poblaciones. La población con 17 generaciones presenta una tasa reproductiva neta mayor a la de seis generaciones. Sin embargo las diferencias en este parámetro son muy pequeñas. Estas diferencias podrían ser más concluyentes comparando poblaciones con un mayor contraste entre el número de generaciones. Con respecto a la tasa finita de crecimiento ( $\lambda$ ), como en las tres poblaciones analizadas es mayor a 1, nos indica que en condiciones de laboratorio las tres poblaciones presentan un incremento constante.

La tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ), quien combina sobrevivencia, tasa sexual y reproducción, también indica un desempeño mejor de la población con dos generaciones, comparada con aquellas con seis y 17 generaciones. Estos resultados son similares a los encontrados por Pratisoli (2004), quien trabajó con distintas temperaturas, pero de acuerdo a sus resultados encontrados a 25 ° C (iguales a los usados en este estudio), quien observó una  $r_m$  de 0.299 un poco mayor a la obtenida en nuestro experimento la cual fue de 0.29 (la más alta de las tres poblaciones analizadas). Pero él obtuvo un tiempo generacional menor

(TG=11.77) al que obtuvimos en este experimento (TG=13.80 en la población que reporto el TG mas alto).

En cuanto a la proporción de sexos siempre se observó en general un número mayor de hembras en las tres poblaciones. Sin embargo se observó una diferencia significativa en el parasitismo observado a las 48 h, entre la población con dos generaciones que produjo un mayor número de hembras comparado con las poblaciones con seis y 17 generaciones. Esto concuerda con lo que observó Chassain y Boletreau (1991), quienes observaron una tendencia a producir un mayor número de hembras que de machos en los primeros días. Al igual que Segade y Botto (1996) y Riquelme y Botto (2010) quienes dicen que los valores más altos para la tasa sexual se alcanzan cuando las hembras son jóvenes, ya que con el tiempo el esperma de la espermateca comienza a disminuir o los espermatozoides no sobreviven provocando que las hembras depositen huevos sin fecundar, originando descendencia masculina.

Con relación a la fecundidad, la diferencia que hay entre la fecundidad observada a las 48 h y la fecundidad total de los tricogramas, es muy notable. A las 48 h los insectos parasitan más y disminuye con los días. En la naturaleza, los primeros días, el insecto experimenta una mayor fuerza de selección, producto de las condiciones climáticas y depredación entre otros, por lo que no es extraño que evolutivamente los insectos parasiten mucho más, los primeros días para asegurar la descendencia. En el laboratorio al eliminar cualquier factor de selección los datos representan la capacidad óptima, pocas veces observada en las condiciones reales en campo. Posiblemente por esta razón, en este estudio se encontraron diferencias significativas en el cálculo de la fecundidad observada a las 48 h, a diferencia de la fecundidad total. Lo antes mencionado lo podemos comprobar con lo dicho por Segade y Botto (1996) y Riquelme y Botto (2010) quienes dicen que la oviposición se inicia inmediatamente después del nacimiento de los adultos, alcanzando el máximo número de parasitismo durante los primeros días para ir disminuyendo al aumentar su edad.

A las 48 h, la fecundidad calculada predice que la población con un menor número de generaciones tiene ventajas reproductivas en relación con las poblaciones con un número mayor de generaciones.

Finalmente, el costo para producir *Trichogramma* es menor y va en aumento conforme el paso de los días, esto debido a que la producción de hembras va disminuyendo conforme pasan los días y la de los machos aumentando.

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados obtenidos de la comparación de las tres poblaciones con distinto número de generaciones son relevantes, en cuanto el control biológico de plagas, ya que observamos que un repetido número de reproducciones en condiciones artificiales, podría llevarnos a un resultado distinto al esperado y a la disminución en el desempeño del agente de control biológico liberado, en programas de control biológico.

## LITERATURA CITADA

- Anónimo. (s/f). *Trichogramma pretiosum*. Bio Resources (consulta: mayo 2012).  
<http://www.bioresources.com.au/pretiosum/PretiosumGeneral.htm>
- Arredondo B., H. C. y L. A. Rodríguez B. 2008. Casos de control biológico en México. 1ª edición. México. Pp 14-16.
- Arredondo B., H. C. 2010. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, Dirección General de Sanidad Vegetal. 4 p.
- Arredondo B., H. C., R. Mellín M. A. y G. Sánchez J. A. 2011. Control biológico en México. XXII Curso Nacional de Control Biológico. Pp 220-222.
- Badii, M. H. y J. Castillo. 2009. Muestreo estadístico: conceptos y aplicaciones. UANL.
- Bermejo, J. 2011. Información sobre *Sitotroga cerealella*. Agrologica.  
<http://www.agrologica.es/informacion-plaga/palomilla-cereales-sitotroga-cerealella/> (consulta: mayo, 2012)
- Cerna, Ch. E. 2000. Biología y tablas de vida de *Oligonychus punicae* (Acari: Tetranychidae) sobre hojas de aguacate (*Persea americana* Mill). Cultivar has, fuerte y criollo. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacan. Pp 13 y 14.
- Chassain, Ch. and Boulétreau, M. 1991. Genetic variability in quantitative traits of host exploitation in *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Genetica* 83: 195-202.

- Chi, H. and Su, H. 2006. Age-stage, two-sex life tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and its host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with mathematical proof of the relationship between female fecundity and the net reproductive rate. *Environ. Entomol.* 35; 10-21.
- Colinvaux, P. A. 1980. Introducción a la ecología. Editorial Limusa México. Primera edición. México. Pp 417-427.
- De Back, P. 1987. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Cia. Editorial Continental, S. A. de C. V., México. 13 edición. México. P 380.
- Duarte, L., M. Ceballos, H. Baños L., A. Sánchez, I. Miranda y M. Martínez. 2011. Biología y tabla de vida de *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) en condiciones de laboratorio. *Revista de protección vegetal.* V. 26. 2224- 4697.
- Flanders, S. E. 1930. Mass Production of Egg Parasites of the Genus *Trichogramma*. *Hilgardia*, 4(16), 465-501.
- Flanders, S.E. y Quednau. 1960. Taxonomy of the genus *Trichogramma*. *Entomophaga* 5:285-294.
- García, G. F., R. Mercado H., A. Gonzalez. H. y M. Ramírez D. 2011. Especies nativas de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) colectadas en cultivos agrícolas del norte de México. *Revista Chapingo.* Vol. XVII. 173-181.
- García, G. F. 2006. Clasificación por morfometría de especies y calidad de *Trichogramma* (Westwood) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de centros reproductores y áreas agrícolas del norte de México. 90 p.
- Gauld, I. & Bolton, B. 1988. *The Hymenoptera*. Oxford University Press in association with British Museum (Natural History).



- González, L. 2009. Estimación de parámetros poblacionales. Buenas tareas. Universidad Nacional Experimental “Rómulo Gallegos”.
- Guzmán, L. A., E. Cerna Ch., E. Rodríguez C., J. C. Loyola L. and R. Stouthamer. 2013. Genetic variation and the and performance of a mass-reared parasitoid, *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), in laboratory trials. J. Appl. Entomol. 9 p.
- Guzmán, L. A. 2013. Efecto de la variabilidad genética en el desempeño del parasitoide *Trichogramma pretiosum* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Tesis de Doctorado. UAAAN. Saltillo, Coah. 67 p.
- Hassan, S. A., E. Kohler & W. Rost M. 1988. Mass production and utilization of *Trichogramma*: 10. Control of the codling moth *Cydia pomonella* and the summer fruit tortrix moth *Adoxophyes orana* [Lep.: Tortricidae]. Entomophaga, 33(4), 413-420.
- Jiménez, M. P., F. Arce, R., A. Watson, G. & V. Velásquez, V. 2011. Desarrollo de una metodología de crianza en laboratorio de la polilla de los cereales *Sitotroga cerealella* (Olivier) como posible hospedante de insectos biocontroladores de interés agrícola. *Tecnología en Marcha*, 24(1). 64 p.
- Jiménez, T. M. 2009. Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas. Tesis de doctorado. Universidad de Granada Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Granada. España. 89 p.
- Kalyebi A., W. A., F. Overholt, J. Schulthess, M., S. Mueke A., Hassan, and S. Sithanatham. 2005. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in kenya: influence of temperature and relative humidity. Biol. Control 32, 164–171.

- Knutson, A. 1998. The Trichogramma manual. B-6071. Texas agriculture extension service, Texas A y M university system, College Station, Tx.
- Maia A., H. N., A. J. B. Luiz and C. Campanhola. 2000. Statistical inference on associated fertility life parameters using jackknife technique: computational aspects. J. Econ. Entomol. 93, 511–518.
- Margan S., H., R. K. Nurthen, M. E. Montgomery, L. M. Woodworth, E. H. Lowe, D. A. Briscoe y R. Frankham. 1998. Single large or several small population fragmentation in the captive management of endangered species. Zoo Biol. 17, 467–480.
- Martella, M. B., E. V. Trumper, L. M. Bellis, D. Renison, P. F. Giordano, G. Bazzana y R. M. Gleirser. 2012. Manual de ecología poblaciones: demografía, crecimiento e interacciones. Reduca serie ecología, 5, 32-70.
- Moreno G., F. y I. Pérez M. 2002. El empleo de *Trichogramma* en el control biológico de plagas: problemas taxonómicos. Aracnet 10-Bol. S. E. A., n° 31, 239-242.
- Navarro R., V. y R. Marcano. 1997. Efecto de la temperatura sobre las características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. caiaposi* (Brun, Moraes y Soares). Agronomía Trop. 47: 287-297.
- Nieves A., J. L. y F. M. Fontal C. 1999. Filogenia y evolución del orden Hymenoptera. Bol. S. E. A., n° 26, 459-474.
- Nunney, L. 2006. Captive rearing for field release: a population genetic perspective. In: Encyclopedia of pest management. Pp 1–4.
- Pérez S., O. E. y S. A. Pacheco F. 2002. Determinación del ciclo biológico de *Sitotroga cerealella* Olivier hospedero facticio de *Trichogramma pretiosum* Riley, en la cría comercial del centro de investigación y

reproducción de controladores biológicos de la UNAN-León. Tesis de Licenciatura. 74 p.

- Pinto, J.D. 1998. Systematics of the North American species of *Trichogramma Westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). In *Memoirs of the Entomological Society of Washington*. 22, 1–287.
- Pratissoli, D. , J. Cola Z., U. Rodriguez V., J. Souza A., E. Marota G. and M. Curitiba E. 2004. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* and *Trichogramma acacioi* on eggs of *Anagasta kuehniella* at different temperatures. Pp 1-4.
- Pratissoli, D. and J. R. Parra, P. 2000. Fertility life table of *Trichogramma pretiosum* (Hym., Trichogrammatidae) in eggs of *Tuta absoluta* and *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae) at different temperatures. *J. Appl. Entomol.* 124, 339–342.
- Riquelme V., M. B. y E. Botto, N. 2010. Estudios biológicos de *Trichogrammatoidea bactrae* Nagaraja (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de huevos de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotrop. entomol.* vol.39 no.4.
- Rodriguez Ch., J. y D. Peck, C. 2006. Parametros poblacionales de *Zulia carbonaria* (Hemiptera: Cercopidae) sobre *Brachiaria ruzizensis*. *Revista colombiana de entomología* 32, 145-150.
- Roush R., T. and K. R. Hopper. 1995. Use of single family lines to preserve genetic variation in laboratory colonis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88, 713-717.
- Segade, G. y E. Botto, N. 1996. Evaluación del parasitoide *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) como agente de control biológico de *Anticarsia gemmatilis* (Lepidoptera: Noctuidae) en condiciones de laboratorio. *Ecología Austral.* 6: 127-130.

- Taveras, R. 1993. Producción y uso de *Trichogramma* para el control ecológico de plagas. Academia de Ciencias de la Republica Dominicana.
- Van Lenteren, J. C. 2003. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. CABI.
- Vera G., J., V. Pinto M., C. López J. y R. Reyna R. 2002. Ecología de poblaciones de insectos. Segunda edición. Texcoco, México. P. 33.
- Woodworth L. M., M. Montgomery E., D. Briscoe A. and R. Frankham. 2002. Rapid genetic deterioration in captive populations: causes and conservation implications. Conservation genetics. 3, 277-288.