

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA
CARRERA DE INGENIERÍA EN AGROECOLOGIA TROPICAL



Respuesta funcional del parasitoide *Trichogramma pretiosum*, R. (Hymenoptera: Trichogrammatidae), en huevos del hospedero *Helicoverpa zea*, en condiciones de laboratorio. CIRCB. 2007.

Trabajo presentado como requisito previo para optar al grado de Ingeniería en
Agroecología Tropical

Presentado por:

Bra. María Esther Estrada García

Br. Freddy Ernesto Fuentes Marín

Br. Alexander José García Rugama

Tutora: MSc. Carmen Marina Rizo Zeledón

Co-Tutora: Lic. Mirna Ortiz

León, septiembre de 2008

INDICE GENERAL

	Pág.
INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS.....	iv
INDICE DE GRAFICOS.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
DEDICATORIAS.....	xii
RESUMEN.....	xv
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 <i>Helicoverpa zea</i> (Gusano del fruto)	4
3.1.2 Biología de <i>Helicoverpa zea</i>	4
3.2 Manejo Integrado de plaga	7
3.2.1 Control cultural.....	8
3.2 .2 Control biológico.....	9
3.3 Parasitoides.....	9
3.3.1 <i>Trichogramma sp</i>	10
3.3.2.1 Hábitos	11
3.3.2.2 Estudios Realizados	12
3.4 <i>Trichogramma pretiosum</i>	13
3.4.1 Biología de <i>Trichogramma pretiosum</i>	14
3.4.2 Comportamiento reproductivo de <i>Trichogramma</i>	16
3.4.3 Efectividad de <i>Trichogramma</i> en el campo.....	17

3.4.4 Estudios realizados en la región	17
3.5 Respuesta funcional.....	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
4.1 Material Biológico	23
4.1.2 Manejo de la cría	23
4.2 Respuesta Funcional de <i>Trichogramma pretiosum</i> en Condiciones de Laboratorio.....	24
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1 Respuesta funcional de <i>Trichogramma pretiosum</i> en Condiciones de Laboratorio	26
5.2 Comportamiento de <i>T. pretiosum</i> a diferentes densidades de huevos de <i>Helicoverpa zea</i>	33
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	38
IX. ANEXOS.....	40

INDICE DE CUADROS, FIGURAS Y TABLAS

	Pág.
Cuadro 1.Desviación estándar del parasitismo, la tasa de búsqueda y el tiempo de oviposición de <i>Trichogramma pretiosum</i> a diferentes densidades de <i>Helicoverpa zea</i>	30
Figura1 Comportamiento realizado por <i>T. pretiosum</i> a diferentes densidades de huevos de <i>H. zea</i> en condiciones de laboratorio. CIRCB. 2007.....	34
Tabla 1. Parámetros calculados para estimar la Ecuación de respuesta funcional de <i>Trichogramma pretiosum</i> a diferentes densidades de huevos de <i>H. zea</i> . CIRCB.2007.....	41
Cuadro2 Tiempo Total de cada Comportamiento de <i>Trichogramma pretiosum</i> en el laboratorio de CIRCB, 2007	42
Cuadro3 Rangos Máximos de los diferentes comportamientos de <i>Trichogramma pretiosum</i>	43
Cuadro 4 Rangos Mínimos de los diferentes comportamientos de <i>Trichogramma pretiosum</i>	43
Cuadro 5 Frecuencia de Oviposiciones y Emergencias de <i>Trichogramma Pretiosum</i>	45

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfico1. Tiempo promedio de búsqueda de <i>Trichogramma pretiosum</i> con diferentes densidades de huevo de <i>Helicoverpa zea</i> . CIRB. 2007.....	26
Gráfico 2. Tiempo promedio de manipulación y oviposición de <i>Trichogramma pretiosum</i> en diferentes densidades de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> CIRB.2007	27
Gráfico 3. Tiempo de Búsqueda del parasitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> en el laboratorio de CIRCB. UNAN-LEÓN .2007.....	28
Gráfico 4. Tiempo de oviposición del parasitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> en varias densidades de huevos de <i>H. zea</i> en el laboratorio CIRCB. UNAN-LEÓN. 2007.....	28
Gráfico 5. Tiempo de manipulación del parasitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> sometidos a varias densidades de huevos de <i>H. zea</i> . Laboratorio CIRCB, UNAN-León. 2007.....	29
Gráfico 6. Huevos Parasitados de <i>Helicoverpa zea</i> por <i>Trichogramma pretiosum</i> en el Laboratorio CIRCB UNAN-León.2007.....	29
Gráfico 7. Promedio de Huevos ovipositados de <i>Helicoverpa zea</i> por <i>Trichogramma pretiosum</i> en el laboratorio de CIRCB, 2007.	30
Gráfico 8. Promedio de huevos de <i>Helicoverpa zea</i> con orificios de salida del adulto de <i>Trichogramma pretiosum</i> en el laboratorio. CIRCB.2007.....	31
Gráfico 9. Promedios de avispas emergidas de <i>Trichogramma pretiosum</i> de los huevos de <i>Helicoverpa zea</i> , en el laboratorio. CIRCB 2007.....	32
Gráfico 10 Frecuencia en promedio de las oviposiciones del parásitoide <i>Trichogramma pretiosum</i> en el laboratorio .CIRCB 2007	33

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a nuestro señor Jesucristo, por haberme dado la oportunidad de concluir este estudio. En segundo lugar a mis padres, Freddy Napoleón Fuentes Trujillo y Luisa Amelia Marín González por apoyarme moral y económicamente en todo momento, y a mis abuelas Juana Ángela Trujillo González y Martha Marina González Aldana por darme aliento en momentos difíciles y apoyarme con todos los recursos que tenían a su disposición. A mis hermanos Marvin Napoleón y Moisés Aarón Fuentes Marín ya que sin su apoyo no hubiese logrado nada; a mis tías Ileana del Rosario Fuentes Trujillo y Janet Fuentes Trujillo por aconsejarme, brindarme apoyo y aliento en el transcurso de este largo camino para finalizar mi tesis. También a mis primos Ileana Massiel Bonilla Fuentes y Luís Antonio Marín Morales por brindarme una mano cuando la necesite y demás familiares que de alguna forma me apoyaron para culminar mis estudios.

A mi profesora MSc. Carmen Marina Rizo por ser más que una tutora, ya que en realidad es una amiga consejera, que nos ha apoyado en todo sentido desde que empecé la carrera. También a mi médula de tesis, mis colegas de estudios Alexander José García y María Esther Estrada, por comprometerse con este trabajo y llevarlo a su final a pesar de todas sus dificultades.

Para lograr no sólo culminar mi tesis si no adquirir todos los conocimientos que poseo le debo mucho a los profesores de la carrera de Agroecología y algunos profesores de la Facultad de Ciencias, pero en particular como consejeros y apoyo incondicional en lo que tenían a su alcance, están Lic. Mirna Ortiz, Lic. Ivana Baca, MSc. Wilber Salazar, Ing. Eva Gutiérrez, Lic. Patricia Castillo, Dra. Xiomara Castillo, MSc. Cony Narváez, Ing. José Ernesto Escobar, Lic. Hilda Real y MSc Enilda Cano.

Claro conté con mucho apoyo de colegas que ahora son docentes e Ingenieros con buena experiencia como son Ing. Luís Rostrán, Ing. Luís Moreno, Ing. Álvaro Caballero, Ing. David Espinoza e Ing. Erling Torrez que de manera incondicional nos regalaron materiales propios y compartieron sus conocimientos.

Hubo también una persona fuera de la facultad que también nos apoyó moralmente y con insumos de laboratorio y esta fue MSc. María Mercedes Pacheco, actual Decana de Ciencias Químicas.

En el Campus Agropecuario también contamos con mucho apoyo administrativo y del personal que allí labora, por ello a lo personal hago mención de: Lic María Inés González por toda la ayuda que nos brindó ahorrándonos tantas gestiones burocráticas y facilitándonos transporte de la Universidad para mover materiales, y herramientas propias del Campus Agropecuario. Al personal del laboratorio de Cría, Doña Cony Reyes, a la encargada de limpieza señora Claudia, y a los encargados de vigilancia Emilio Castillo A., René Iglesias L., Rodrigo Morales, Alfonso Cabreras, José Benito H. y Arcenio Espinoza, claro sin olvidarme de dos amigos trabajadores del campo el señor Alfonso y Don Noel.

Freddy Ernesto Fuentes Marín

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco enormemente a aquel que tiene todo el merito que le corresponde, el soberano Dios Jehová y su hijo unigénito Jesucristo por haberme brindado la oportunidad de dar fin a este estudio. En segundo lugar le doy de todo corazón las gracias por haberme apoyado con el mayor ahínco posible a mis padres; Néstor Andrés García y Corina Isabel de García, a la vez agradezco a mis hermanos por depositar toda la confianza en mi capacidad para realizar las metas propuestas para este estudio Nelson Noel García y Jusstinne Massiel García Rugama.

Agradezco también a la señora María Anilbia Jaramillo por brindarme todo su apoyo con la sinceridad que en su corazón guarda. A mis amigos que fueron un motor impulsor para seguir adelante.

A mi profesora MSc. Carmen Marina Rizo por dedicar tiempo y esfuerzo para que este estudio resulte ser parte importante de nuestro aprendizaje, pero también le agradezco porque a lo largo de la carrera me motivo no solo para tener un título de estudiante sino para representar de manera digna lo que en realidad significa ser estudiante. También agradezco a mis compañeros y colegas que participaron en la realización de este estudio Freddy Ernesto Fuentes Marín y María Esther Estrada porque sin su colaboración no habríamos culminado con nuestro cometido.

Brindo de forma cordial las gracias a todos aquellos que de forma generosa y sincera nos concedieron apoyo con utensilios propios para este trabajo, que regalaron sus conocimientos y a la vez tiempo para que nuestra experimentación sea lo más concreta posible, figurando entre estas las siguientes personas Lic. Mirna Ortiz, Lic. Ivania Baca, MSc. Wilber Salazar, Ing. Eva Gutiérrez, Lic. Patricia Castillo, Dra. Xiomara Castillo, MSc. Cony Narváez, Ing. José Ernesto Escobar, Lic. Hilda Real, la MSc Enilda Cano, MSc. Henry Doña, Ing. Miguel Bárcenas y el joven Ing. Luís Moreno.

De forma muy especial agradezco a las personas que sin importar el tiempo confiaron en nuestras manos herramientas que eran exclusivas de su propiedad como son las personas:

Karen Liseth Juárez Reyes, Melba Ortega Jiménez y muy especial a la joven Lynette Yamila Montoya Pérez.

Esperando que la imperfección que es innata del ser humano no me invada la razón y así olvide a alguien que hizo posible esta experimentación, agradezco de forma genuina.

Alexander José García Rugama

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fuerza de voluntad que depositó en mí para vencer aquellos obstáculos que se interpusieron en mi camino.

A mis padres Martín Estrada y Sabina García que gracias a ellos, por su apoyo en todos y cada uno de los pasos en mi vida, que me han permitido concluir mi trabajo de tesis y en particular por el respeto que han tenido con mis decisiones en mi vida. También a mis hermanos que confiaron en mí y me apoyaron. A mi tía Luisa Emilia García le agradezco con mucho cariño, por su apoyo en todos mis estudios.

A mi profesora MSc Carmen Marina Rizo por brindarme sus conocimientos para lograr alcanzar un propósito en la vida, como es llegar a obtener un título que me haga sentirme orgullosa de la universidad donde pase buenos y malos momentos que es una base fundamental aprender y aceptar las cosas de la vida que van y vienen, también porque ella nos dedicó esfuerzo y tiempo para que se llevara a cabo este trabajo investigativo.

A mis compañeros de tesis Alexander García y Freddy Fuentes por no dejarnos vencer por los obstáculos que se nos presentaron en el transcurso de nuestros estudios y en esta investigación.

A los profesores Lic. Ivana Baca, Lic. Mirna Ortiz, MSc. Wilber Salazar, MSc. Cony Narváez, Lic. Patricia Castillo, Ing. Eva Gutiérrez, e Ing. Luís Moreno, que nos brindaron sus conocimientos para el desarrollo de esta investigación, su confianza y apoyo en cada

momento que necesitábamos de ellos. A la MSc. Mercedes Pacheco que nos brindó su colaboración para la ejecución de nuestra Tesis.

También a la Sra. Cony Reyes, Sra. Claudia Mayorga y cada uno de los trabajadores del Campus Agropecuario que nos brindaron su apoyo.

María Esther Estrada García

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios en primer lugar, a mis padres Freddy Napoleón Fuentes Trujillo y Luisa Amelia Marín González, mis hermanos Marvin N. Fuentes Marín y Moisés Aarón Fuentes Marín que son mis amigos, consejeros y ángeles de la guarda con los que siempre cuento, ya que son lo segundo más importante en mi vida y en especial a las personas que fueron como segundos padres, mi Tío Eusebio Francis Fuentes Trujillo y a mi abuelo Florencio Napoleón Fuentes Rojas que descansa en paz y es al que le debo mucho, recordándolo siempre con un gran cariño, en especial sus enseñanzas.

Freddy Ernesto Fuentes Marín

DEDICATORIA

Dedico en primer lugar al ser que sin importar condición alguna derrama toda su bondad sobre justos e injustos el omnipotente Dios Jehová. También dedico este trabajo a mis padres; Néstor Andrés García y Corina Isabel de García, porque su apoyo incondicional fue el que hizo posible el que no me rindiera ante todos los obstáculos que se me presentaron, sin olvidar a mis hermanos; Nelson Noel García Rugama y Jusstinne Massiel García Rugama. Dedico de manera especial mi estudio a la memoria de mis abuelos; Francisco Vargas y Felipe Luna.

Alexander José García Rugama

DEDICATORIA

A Dios creador que está en cada momento de mi vida, me dio la fortaleza y el conocimiento que yo necesite en todo el transcurso de mis estudios académico para lograr un propósito más.

A mis padres que por sus esfuerzos y comprensión he logrado salir adelante en todo momento difícil en mi vida.

A mis hermanos Silvia Estrada García, José Luís, Heberto y Moisés y por la paciencia que han tenido conmigo en circunstancia difíciles.

A mis abuelitos Martín y Águeda que siempre están en mi corazón dándome fuerza con sus oraciones han logrado ser la hija agradecida con la vida.

A la familia Flores García que me han brindado apoyo en cada etapa que he pasado en este trabajo investigativo.

María Esther Estrada García

RESUMEN

El potencial biológico de *Trichogramma pretiosum* puede ser afectado por diversos factores los cuales disminuyen la efectividad de este como agente de control biológico de *Helicoverpa zea*. El objetivo de esta investigación fue determinar la respuesta funcional de *Trichogramma* a diferentes densidades del huésped, estimar los parámetros tiempo de búsqueda y de oviposición y el porcentaje de parasitismo en cada densidad. El estudio consistió de 4 densidades de huevos de *Helicoverpa zea* con 4 repeticiones, las densidades fueron 20, 40, 80 y 120. Cada densidad fue establecida pegando los huevos en una cartulina de 7 x 7 cm, la cual fue colocada en platos petri. Se utilizaron hembras de un día de edad, que previamente habían copulado. Cada hembra se traslado al plato petri que contenía los huevos de *H. zea*. Para iniciar las observaciones se procedió a marcar la hora de inicio y marcar en un mapa el recorrido y anotar los diferentes comportamientos de la hembra en cada densidad de huevos de *H. zea*, durante el transcurso de 1 hora. Las observaciones se realizaron con la ayuda de un estereoscopio. Después de 3-5 días se evaluó el número de huevos parasitados y no parasitados. De los huevos parasitados se registraron cuántos tenían o no orificio de salida y la posición de cada uno de ellos. Los datos fueron analizados con el modelo de regresión lineal y no lineal y se determinó cual modelo se ajusta mejor a los datos. Los valores promedios de huevos parasitados variaron desde 12.5 en la densidad 20 hasta 18 en la densidad 120, mostrando un incremento en la parasitación, pero hasta cierto límite, ya que en las densidades altas el incremento fue de 5.5 huevos, lo que significa que a altas densidades no hay respuesta a la densidad. Las curvas de respuesta de *Trichogramma pretiosum* a los huevos de *H. zea* correspondió a una curva tipo III, la curva de mejor ajuste fue la cubica con una R^2 de 0.45.

I. INTRODUCCION

Una de la situación más difícil en el control de plagas en cualquier cultivo, es el incremento de la resistencia de los insectos a los plaguicidas, esto hace necesario plantear la búsqueda de otras alternativas para un Manejo Integrado de Plagas. En particular para el manejo de *Helicoverpa zea*, una plaga polífaga que afecta cultivos como maíz y tomate, entre otros, el cual prefiere ovipositar en el cultivo de tomate, sobre una variedad de hortalizas, cuando el cultivo de maíz no está disponible.

Entre estas alternativas está el Control Biológico, como el micro himenóptero *Trichogramma*, el cual se presenta como una importante opción, puesto que este insecto parasitoide de huevos es capaz de reducir el nivel de infestación desde un 50 a 100% controlándolo antes de que este insecto cause daño alguno. Esta táctica ha resultado ser efectiva en muchas países del mundo (Rincón y López, 1999).

A partir del año 1982, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua - León (UNAN-León), inició investigaciones sobre *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae), parasitoide de huevos de lepidópteros, específicamente, de la familia Noctuidae. La producción masiva de *Trichogramma* ha sido exitosa en el país, permitiendo realizar liberaciones en varios cultivos ubicados en León y Chinandega, evaluando el porcentaje de parasitismo de huevos de varios insectos plagas.

Sin embargo, las prácticas agrícolas pueden influenciar la distribución espacial de la plaga como del parasitoide, así como afectar la población del *Trichogramma pretiosum* y por ende disminuir el potencial de estos como reguladores de plaga.

Por otro lado, el comportamiento de la hembra de *Trichogramma pretiosum* en el reconocimiento y acción parasítica de sus huéspedes está determinada por estímulos químicos y visuales, la hembra reconoce al huevo del hospedero por su coloración y consistencia y es conducida hacia él, por los olores de la hormona sexual (feromonas) desprendidas por el huevo de la plaga, de igual manera *T. pretiosum* tiene la

capacidad de discriminar si el huevo de su hospedero potencial ya ha sido parasitado por otra hembra de su propia especie. En general una hembra de *Trichogramma* se posa sobre el corion del huevo huésped e inserta dos o tres huevos dentro del huevo de su huésped. En condiciones de laboratorio una hembra puede llegar a parasitar de uno a diez huevos por día durante todo el ciclo (Godfray, 1994).

La eficiencia de *Trichogramma* puede ser afectada por muchos factores como la temperatura, sustancias químicas y la competencia interespecifica o intraespecifica, por lo cual es sumamente complicado lograr establecer una repuesta funcional en condiciones de campo, por ende, al aislar al parasitoide de todos estos factores externos se puede lograr en condiciones de laboratorio y matemáticamente la repuesta del parasitoide a los distintos estímulos, densidades de huéspedes y temperaturas todo acorde al estudio que se quiera realizar.

Es importante conocer la respuesta del *Trichogramma pretiosum* a incrementos en la densidad de su presa en un tiempo determinado, esta relación conocida como respuesta funcional, es un componente clave de la dinámica del parasitoide y el huésped (Hassell, 1978).

Holling (1961), citado por Morales, estudió extensivamente los componentes del proceso de depredación y fue él quien propuso tres importantes tipos de repuestas funcionales los cuales corresponden a diferentes estrategia de alimentación y cada una puede ser representada por una curva distinta. La curva tipo I asciende linealmente hasta un punto de saturación donde no ocurren incrementos en las tasa de alimentación, la curva tipo II, a medida que la densidad de la presa incrementa, aumenta el número de presas consumida por el depredador y la curva Tipo III es sigmoideal, lo que indica que a densidades bajas no hay respuesta, pero ésta incrementa a densidades intermedias de forma lineal y a altas densidades de nuevo no hay respuesta presentándose una meseta.

Estos aspectos del comportamiento del *Trichogramma* son importantes para un manejo adecuado de las plagas en los cultivos, se estudio por lo tanto, la respuesta funcional en condiciones de laboratorio de *Trichogramma pretiosum* en parasitar huevos de *Helicoverpa zea* a diferentes densidades de huevos del hospedero.

II. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Determinar el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* en respuesta a la densidad de la población del huésped *Helicoverpa zea*, en condiciones de laboratorio, en el CIRCB, en el Campus Agropecuario, durante el 2007.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Estudiar bajo condiciones de laboratorio la respuesta funcional de *Trichogramma pretiosum* a diferentes densidades de huevos del hospedero *Helicoverpa zea*.
2. Describir el comportamiento de *Trichogramma pretiosum* a diferentes densidades de su huésped, *Helicoverpa zea* en condiciones de laboratorio.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 *Helicoverpa zea* (Gusano del fruto)

Helicoverpa (Heliothis) zea (Boddie) pertenece al orden Lepidóptero familia Noctuidae. Es nativo de América del Norte, aunque su origen es incierto (Capinera, 2001, citado por Calero Toledo), reportó que *H. zea* tiene hábitos migratorios y se encuentra distribuida por América del Norte y América del Sur, El Caribe y Hawai.

La oruga de la mazorca en maíz, la oruga del tomate y la oruga del algodón son los nombres comunes de *H. zea*, otros nombres comunes son gusano elotero, gusano del fruto del tomate, gusano bellotero. Los principales hospederos son el maíz, el algodón y el tabaco, mientras que, puede convertirse en plaga secundaria de los cultivos de sorgo, repollo, leguminosas, maní, entre otros. Las larvas *H. zea* prefieren alimentarse de estructuras vegetales con alto contenido de nitrógeno, como las flores, los frutos y los puntos de crecimiento

El gusano de la fruta es una de las plagas de lepidoptera más importantes en el cultivo de tomate, porque su larva causa daño directo en el fruto y lo contamina. Las hembras adultas depositan sus huevos durante las horas de la noche en las hojas cercanas a las frutas verdes que se encuentran en el borde exterior de la planta. Las hojas bajo racimos florales son el lugar preferido de oviposición de *H. zea* en este cultivo. Al eclosionar, los primeros instares larvales perforan la base de las frutas, generalmente el gusano solo hace un orificio en la fruta, por donde comienza a alimentarse y luego al completar una especie de túnel se mueve a otra fruta. Su alimentación resulta en una fruta con cavidad interna acuosa llena de mudas de exoesqueleto, heces fecales y áreas necróticas en la fruta dañada, que presenta una maduración prematura, mas adelante en el ciclo de vida del tomate las larvas también entraran en los frutos maduros.

3.1.2 Biología de *Helicoverpa zea*

El ciclo de vida de *H. zea* consiste de cuatro etapas: huevo, larva, pupa y adulto. La duración ciclo varia con la temperatura, la humedad y el fotoperíodo, aunque la secuencia y disponibilidad de hospederos podrían influenciar el número de generaciones por año. Se estima que el gusano del fruto puede completar de 2 a 4

generaciones, su ciclo de vida se puede completar durante 30 días (Figuroa y Silvestri, 1983, citado por Caletto Toledo).

Huevo

Estos son depositados individualmente, durante la noche generalmente en las terminales tiernas de la tercera parte superior de la planta, los huevos de forma esférico con estrías radiales finas, diámetro aproximadamente 0.5mm, color blanco o crema pero al cumplirse 24 horas desarrollan un anillo marrón rojizo depositados de uno en uno. En el tomate los huevos son depositados en las vellosidades de las venas principales del follaje cercano a las flores y frutos o en las vellosidades sobre la base de los pedúnculos florales, en el maíz sobre los pelos del chilote, sobre la semilla en desarrollo en el sorgo, en las hojas y frutas de diferentes hortalizas (Saunders, 1998). El estadio del huevo puede completarse en un promedio de 3- 4 días.

Larva

Las larvas son cruciformes y varían en color, especialmente en las etapas tempranas de desarrollo (entre el tercer y quinto estadio larval), recién nacidas de color crema o castaño con machas negras las más viejas, llegan a un tamaño de 30- 40 mm hay bandas longitudinales oscuras y claras. Estas larvas, poseen cinco pares de pseudopatas cubiertas de setas, cuatro pares en los segmentos abdominales 3-6 y un par en el último segmento del abdomen.

Las larvas poseen micro-espinas distintivas que cubren su integumento, la presencia de estas y su distribución en el tegumento sirven para distinguir las larvas de *H. zea* de otras similares. A medida que van madurando, las larvas se tornan agresivas y caníbales, reduciendo así el número de larvas por unidad de área.

Pupa

Una vez que la larva ha alcanzado su tamaño y desarrollo óptimo, suspende su alimentación, baja al suelo y construye una celda pupal a 5-10 cm bajo la superficie. La larva pasa por la última muda, en donde los segmentos del cuerpo se acortan y se convierte en pupa. La longitud de la pupa es de aproximadamente de 20 mm, es de color café oscuro, brillante y quebradiza. La pupa es adéctica obtecta, con las mandíbulas inmóviles pegadas a la cabeza y los apéndices fusionados al cuerpo. La

etapa de pupa dura aproximadamente de 8 a 18 días en el campo y su característica principal es el cremáster que consiste de dos espinas proyectadas hacia fuera sobre la superficie redonda del terminus del décimo segmento abdominal.

La humedad relativa ejerce una mayor influencia sobre el desarrollo de la pupa que la temperatura y la velocidad del aire, sin embargo, las temperaturas altas acortan la duración del estado pupal. La pupa de *H. zea* puede entrar en diapausa si las condiciones ambientales no son adecuadas para continuar su desarrollo. Se han identificado dos tipos de diapausa para este insecto, una en relación al frío y otra en relación a condiciones áridas.

Adulto

Los adultos de *H. zea* tiene una dimensión de 18mm de largo y 35mm ancho, con las alas abiertas; las alas anteriores de color castaño. Las hembras son de mayor tamaño que los machos. Ambos sexos exhiben una coloración cremosa que varía desde amarillo viejo, verde aceituna, gris, marrón, rojizo oscuro. El margen de sus alas es ligeramente oscuro y se distinguen por ser de color verde.

Los adultos de *H. zea* tienen hábito nocturno. Estas polillas responden a las reacciones lumínicas en la noche. Los adultos demuestran mayor actividad después del atardecer, prefiriendo las noches más cálidas. El tiempo de vida depende de la disponibilidad de alimento, pero generalmente las hembras viven más que los machos. La oviposición ocurre alrededor del tercer día después de emerger de la pupa. Cada hembra puede poner hasta 35 huevos por día (Capinera, 2001, citado por Calero Toledo) y entre 2500-3000 huevos durante su vida. La primera postura puede ser infértil porque la alimentación es necesaria para que la fecundación ocurra. Simultáneamente, las hembras del insecto retardan su comportamiento reproductivo hasta encontrar un hospedero adecuado donde pueda ovipositar. Varios compuesto volátiles de su hospedero pueden estimular la producción de feromonas sexuales en las hembras, estas tienen hábitos migratorios y se desplazan con facilidad de una región a otra, estas polillas se alimentan principalmente de néctar y a menudo se encuentran en comunidades de plantas diferentes a las que utilizan para ovipositar.

La alta movilidad es una de las características de esta especie que contribuye a facilitar su establecimiento en los agroecosistemas, esta capacidad de desplazarse a

sitios atractivos y concentrarse en ellos ofrece una oportunidad para tomar medidas de control, dentro de programa de Manejo Integrado de Plagas.

3.2 Manejo Integrado de plaga

El Manejo Integrado de Plagas, MIP, se define como el fortalecimiento de la capacidad en la toma de decisiones sobre el manejo de plagas, basado en conocimientos ecológicos y observaciones sistemáticas. Entre las tácticas que se pueden utilizar están: el control cultural, control natural, control biológico y control químico.

El factor clave del éxito del MIP no son sus herramientas o técnicas, sino el elemento humano del sistema: La toma de decisiones. Un monitoreo sistemático y la observación de la evolución de las poblaciones plagas, es el punto de partida para la toma de decisiones. Cada recuento debe considera número de larvas y huevos, carga frutal, daño, cantidad de benéficos presentes, historial reciente de todo ello, fase lunar, fase fenológica del cultivo y régimen de lluvias.

En caso de que las poblaciones estén muy altas o en un estado de desarrollo avanzado, que impide una adecuada regulación por controladores biológicos es necesario utilizar, como última instancia, las aplicaciones de químicos.

No debe olvidarse que no se puede ver a las plagas de manera aislada sino que forman parte del sistema agroecológico y por lo tanto deben ser consideradas como tal. Para evitar situaciones como la descrita anteriormente, es mejor realizar un manejo preventivo que curativo (control químico) y que para ello existen muchas alternativas como: Control cultural, legal, genético, etc.

El manejo preventivo juega un papel importante en el MIP, por lo cual se debería combinar manejos culturales y la utilización de variedades resistentes. Lo que es muy utilizado son los planes calendarizados de liberaciones para regular plagas, en especial para *Helicoverpa* utilizándose de liberaciones masivas de *Trichogramma spp* (Trabanino, 1998), ya que este ataca una de las etapas más susceptibles de la plaga. Hay que considerar que para que el MIP sea exitoso, no hay recetas, este se desarrolla según las circunstancias, por ejemplo una estrategia de control es la de

escalación: comienza con medidas biológicas (*Trichogramma*, *Bacillus thuringiensis*, VPN,) y si las poblaciones de las plagas persisten se puede continuar con insecticidas botánicos o selectivos de menor toxicidad o combinación de ellos (Daxl, 1996).

Se debe evitar las aplicaciones de químicos innecesarias contra plagas tempranas, porque se debe dejar como última opción, ya que su uso constante no solo causa resistencia si no que agrava los problemas con otras plagas, además de la resurgencia de plagas secundarias por la eliminación de los enemigos naturales. Por ello el utilizar los organismos benéficos o permitir su incremento es la mejor medida de manejo.

3.2.1 Control cultural

Son prácticas agronómicas rutinarias para crear un agroecosistema menos favorable al desarrollo y sobrevivencia de las plagas o para hacer al cultivo menos susceptible a su ataque (Andrews y Howell, 1989). El control cultural es de naturaleza preventiva antes que curativa.

Existe un buen número de ejemplos de prácticas culturales, esto en dependencia del tipo del cultivo. Una de las prácticas que se ejerce con frecuencia en todos los cultivos es la eliminación de malezas pero esto debe de ser de manera selectiva de lo contrario la plaga emigraría al cultivo. También no se puede olvidar que ciertas malezas crean las condiciones óptimas para los enemigos naturales. Para no eliminar el total de las malezas resulta más conveniente el dejarlas en formas de fajas o como barreras vivas de esta manera confundir a la plaga, pero también el controlador natural del mismo tendrá de que alimentarse.

Con respecto al manejo del agua, hay que tener cierto cuidado puesto que la forma del riego tiene dos efectos distintos, uno directamente en la plaga y el otro en el vigor de la planta, pero también el tipo de riego puede limitar el nivel de supervivencia de los insectos benéficos presentes en el cultivo, como por ejemplo el riego por aspersion (Andrews y Howell, 1989).

Puesto que *Helicoverpa* alcanza el mayor número de posturas en la fase de luna nueva es preciso ajustar la fecha de siembra para que la fructificación se de entre dos fases de luna nueva.

La decisión para poner en práctica una estrategia adecuada radica en encontrar la manera de que los problemas causados por las plagas disminuyan pero que no se afecten las condiciones para los agentes benéficos.

3.2.2 Control biológico

Se define como la acción de parásitos, predadores o patógenos para mantener la densidad de población de otro organismo a un promedio más bajo que el que existiría en su ausencia (Debach, 1968).

La meta del control biológico aplicado es la regulación de la abundancia de un organismo debajo de su nivel de daño económico. La premisa del control biológico es que bajo ciertas circunstancias muchas poblaciones son llevadas a bajas densidades por sus enemigos naturales por la interacción de ambas poblaciones, lo cual implica una regulación de tipo densidad dependiente y que ambas poblaciones se mantienen en equilibrio. Un ejemplo claro son los depredadores entre ellos *Orius* sp y *Geocoris punctipes* los cuales depredan los huevos y las larvas del primer instar larval, patógenos, parásitos y parasitoides; entre las enfermedades existen hongos, bacterias, y virus, que matan las larvas y pupas, de los cuales comercialmente están el Dipel (la bacteria, *Bacillus thuringiensis*) y el VPN (Virus de la Poliedrosis Nuclear).

3.3 Parasitoides

Los parasitoides son conocidos como organismos que se caracterizan porque en sus estados inmaduros se desarrollan generalmente en o dentro de los tejidos de un solo individuo, es decir, de su huésped hasta ocasionarle la muerte, generalmente son más pequeños que su hospedante, el cual pertenece a la misma clase taxonómica o a una clase estrechamente relacionada (Ortiz, 1990).

Las principales características para que un parasitoide sea efectivo son: la capacidad de sobrevivencia, la capacidad de locomoción, la capacidad de ocupar las áreas

ocupadas por el hospedero, la preferencia del hospedero, capacidad de desarrollo, la capacidad del uso de su ovipositor, la capacidad de colocar en el momento preciso todos sus huevos, la capacidad de regular la producción de la progenie hembra.

La mayoría de los parasitoides utilizados en el control biológico de las plagas, pertenecen a las familias *Braconidae*, *Scelionidae*, *Eulophidae*, *Aphelinidae* y *Tachinidae* (Díptera) todos parasitoides de las larvas y pupas. La familia *Trichogrammatidae*, son parasitoides de huevos. Por otro lado, muchos géneros y especies de estas familias son producidos masivamente y comercializados, de los cuales el parasitoide más usado en Nicaragua y en países como EEUU, Guatemala, Colombia, Venezuela, Perú y Alemania es el *Trichogramma sp.* Este es considerado el insecto benéfico más importante en el control de Lepidópteros, que ovipositan huevos individuales, por lo cual es una práctica común liberar *Trichogramma pretiosum* y *T. exiguum* (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) para matar los huevos de *Helicoverpa zea*.

Su importancia en el control biológico radica en la facilidad con que se pueden producir masivamente, utilizando polillas de granos almacenados y en la facilidad de liberarlos en el campo para el control de lepidópteros dando altos niveles de control.

3.3.1 *Trichogramma sp*

La avispa *Trichogramma spp.* (Westwood), es un insecto que pertenece al orden Hymenoptera y a la familia *Trichogrammatidae*. Este insecto es un parásitoide de los huevecillos de varios lepidópteros, entre los cuales se incluyen las plagas agrícolas. Adicionalmente puede atacar huevos del género Hymenoptera, Neuróptera, Díptera, Coleóptera y Hemiptera. La avispa *Trichogramma* se encuentra entre los insectos más pequeños que existen, siendo un eficiente destructor de huevos de muchos tipos de polillas y mariposas.

El área de Control Biológico de plagas agrícolas, mediante la liberación de *Trichogramma*, ha obtenido a través de los últimos 20 años los mayores avances tecnológicos, debido a las investigaciones realizadas sobre este género en todo el mundo, pues los resultados del uso de estos parasitoides en el control de plagas y su incidencia en la economía mundial ha sido significativa. La distribución de

Trichogramma se ha registrado en todos los hábitat terrestre con diferentes representantes de este género, siendo por tanto cosmopolita.

La historia de los *Trichogramma* se remonta al año 1883, cuando fue determinado el género *Trichogramma* por Westwood y ubicado en el orden Hymenoptera, familia *Trichogrammatidae*. Su denominación etimológicamente del griego “*trichos*” que significa pelos y “*gramma*” que quiere decir línea. Durante muchos años se creía que sólo existía una especie *Trichogramma minutum*, esto en Estados Unidos, pero Lawrence R. Ertle, (citado por Debach, 1977) que demostró la existencia de ocho especies, hasta hoy se han identificado en el mundo alrededor de 150 especies, Yousuf y Shafee, 1986 (citado por Fonseca, 2005), que están parasitando huevos de más de 400 especies de insectos destacándose las polillas y mariposas como huéspedes preferidos, los cuales en su estado larvario son feroces desfoliadores.

La familia Trichogrammatidae constituye un grupo de himenópteros conocidos desde hace más de 150 años. Pertenece suborden Apócrifa, la cual se caracteriza por una unión estrecha que forma el pedículo del abdomen al tórax; encontrándose en este suborden la superfamilia Chalcidoidea que está enteramente formada por parasitoides de huevos de relevante importancia (Maes, 1999, citado por Fonseca, 2005). Esta familia posee avispas de tamaño diminuto muy difíciles de ver a simple vista, es más, están entre los insectos más pequeños que existen, el ala extendida mide aproximadamente 1/50avo de pulgada, con un rango en expansión halar de 0.4 – 3.0mm y de tamaño entre 0.2 -1.5mm en las diferentes especies, el cuerpo generalmente puede ser alargado o algo plano, color generalmente amarillo y bronceado; pueden ser braquiteros o ápteros; antenas cortas con 5 - 9 segmentos: carecimiento frecuente de fúnicula: ojos generalmente rojos; alas con filas longitudinales de setas frecuente; tarsos con 3 segmentos, algunos carecen de pecíolo, unión entre el gáster y el tórax, todos son parasitoides primarios de huevos de insectos especialmente de Lepidóptero, Coleóptero y Homóptera (Fonseca, 2005).

3.3.2.1 Hábitos

Como parasitoides primarios, muchos de sus géneros parasitan huevos colocados en la superficie de plantas, aunque una especie entra a las galerías de escarabajos que están en la corteza de los árboles y parasita sus huevos. Otros atacan huevos de

insectos acuáticos, nadando bajo la superficie en busca de hospederos. Algunas hembras adultas viajan adheridas al hospedero, lo cual les permite el acceso a los huevos del mismo. En algunas especies los machos son muy escasos (Ugalde, 2002).

Los parasitoides del género *Trichogramma* son endoparásitoides de huevos, solitarios o gregarios e idiobiontes, la polifagia de las hembras de este grupo está asociado con su habilidad para reconocer una amplia variedad de huevos como posibles sitios de oviposición y con la capacidad de las larvas para alimentarse de diversos hospederos. Se ha señalado que una misma especie parasita varios huéspedes, incluso de diferentes órdenes, parece ser que la especificidad del parasitoide se relaciona más con el micro hábitat que con el taxón del hospedero (Ugalde, 2002). Algunas veces estas especies realiza movimientos y cambios bruscos en la vecindad de su huésped, como se demostró en *Trichogramma evanescens* Westwood, que viajan en líneas más o menos rectas antes de encontrar sus huéspedes, dan vueltas de radio corto inmediatamente después de abandonarlos. (Laing 1937, citado por Debach 1968).

3.3.2.2 Estudios Realizados

Trichogramma es el parasitoide más usado para el control biológico de plagas Lepidópteros en diferentes países. Se ha comprobado en diferentes estudios en varias partes del mundo, la gran efectividad de las diferentes especies de *Trichogramma* (*T. castrense*, *T. guariquensis*, *T. ninoskae*, *T. unergi*, *T. caiposi*, *T. minutum* Riley, *T. pretiosum* Riley) en el control de Lepidopteros con posturas de huevos individuales.

La utilización de *Trichogramma* a gran escala como agente de control biológico, está ampliamente desarrollada en el mundo. Tanto es así que durante los últimos 20 años, más de 30 países han incursionado en la utilización de *Trichogramma* para el control de diferentes plagas en cultivos y explotaciones forestales.

La tecnología del uso de *Trichogramma* como herramienta de control biológico, se ha desarrollado en numerosos países del orbe. En Colombia, por ejemplo, existen laboratorios privados de producción de *Trichogramma* para el control de la polilla del

tomate y de la caña. En Chile se ha estado experimentando con *Trichogramma nerudai* en el control de la polilla del brote del pino, el gusano elotero, polilla de la manzana, polilla del tomate, en la selección de la especie, dosis de liberación y método práctico para la liberación. En liberaciones se ha estado desarrollando métodos de aspersión con pulverizadores de espalda, con buenos resultados y cápsulas de celulosa que pueden ser distribuidas desde el aire.

En Francia se utiliza *Trichogramma* para el control del gusano barrenador de la mazorca de maíz y también contra el gusano elotero; caso muy similar a Alemania donde también se emplea contra el gusano barrenador y contra la polilla de la manzana. En Rusia y Bulgaria contra el barrenador del maíz, polilla del tomate; en Filipinas contra el barrenador de la caña de azúcar; en China contra plagas de los bosques, maíz y otros cultivos.

Otros países que están trabajando con *Trichogramma* son Argentina, Australia, Bangladesh, Bolivia, Brasil, Bulgaria, Canadá, Cuba, República Checa, Ecuador, Egipto, Gran Bretaña, Grecia, Honduras, India, Indonesia, Irán, Israel, Italia, Japón, Malasia, Holanda, Perú, Portugal, Rumania, España, Suiza, Taiwán, Turquía, Ucrania, Uruguay y Estados Unidos.

La introducción de *Trichogramma* a los distintos países es fruto del reconocimiento hecho por el sector gubernamental y por la opinión pública, de las ventajas tanto económicas como ambientales que reporta su utilización. Los antecedentes planteados redundan en una creciente aceptación de *Trichogramma* en distintos puntos del orbe, lo que se refleja en los más de 32 millones de hectáreas destinadas al control de plagas agrícolas y forestales en todo el mundo.

3.4 Trichogramma pretiosum

Uno de los controladores biológicos más utilizados debido a su efectividad es el ya antes mencionado *Trichogramma pretiosum*. Lo distinguimos de otros parasitoides de la misma familia ya que es una avispa de 0.3-0.8 mm de longitud, de color amarillo con marcas pardas en el mesosoma y dorso de los fémures, metasoma más oscuro en el medio del tercio apical. Los machos son de coloración parda más extensa; Los ojos son de color rojo, la antena del macho tiene setas largas y delgadas, el ancho de cada seta disminuye a lo largo de la seta. La longitud de la seta más larga

es 2.7 a 3.7 veces tan larga como el ancho máximo de la antena, Amaya 1988, (citado por Fonseca, 2005) describe las antenas acortadas u oblatas en ángulo y ofrecen un marcado dimorfismo. El Tarso segmentado en 3 partes y alas posteriores ciliadas en los márgenes, genitalia del macho es muy diferente de la genitalia de otras especies (Cave, R. 1995), órganos que son confiables para la identificación de las especies. El análisis de estos componentes principales confirma que tanto la genitalia como las antenas masculinas son adecuadas para diferenciar a *Trichogramma pretiosum* de otras especies.

Se conoce su preferencia por los Lepidópteros, en especial por *Spodoptera spp*, *Mocis latipes*, *Vanesa sp* y *Helicoverpa zea*, aunque su polifagia le permite parasitar más huéspedes como *Alabama arguillacea*, *Diatraea spp*, *Diaphania hyalinata* y *Manduca spp*. El parasitismo de huevos de *H. zea* es mayor en tomate que en frijol o maíz debido a una sinomona producida por tomate que atrae las avispas hembras.

3.4.1 Biología de *Trichogramma pretiosum*

Después de que la hembra ha sido fertilizada por el macho, es atraída primero por los olores de la planta y también se orienta hacia las feromonas sexuales femeninas de la polilla hospedante, que la atrae al área donde se depositan los huevos. Cuando llega a la planta, la hembra de *Trichogramma* recorre y busca sistemáticamente en las hojas y localiza el área donde las polillas adultas estuvieron y dejaron escamas que contienen Kairomonas. Estas Kairomonas estimulan un comportamiento de búsqueda intensiva por los parasitoides hembras y aumenta su fecundidad y longevidad. La hembra localiza los huevos y los examina y detecta si están o no parasitados. Ella selecciona los huevos de mejor calidad en la que el embrión no está demasiado avanzado su desarrollo (< 38 horas) y los perfora con su ovipositor inyectando un veneno que empieza a digerir el contenido del hospedante. Posteriormente pone uno o más dentro del huevo hospedante. Después de ovipositar la hembra marca el huevo. El huevo parasitado cambia de color blanco a negro a los 3 o 4 días (Cano, et al 2004). Hasta tres individuos pueden cumplir su desarrollo en un solo huevo hospedero, su tiempo de desarrollo hasta la emergencia del huevo es de 10-12 días. (Cave, 1995). El parasitoide es idiobionte, es decir, que no permite el avance del desarrollo del huevo hospedero una vez este ha sido parasitado, su

reproducción es por arrenotoquia o telitoquia y su ciclo de vida holometábolo que consta de 4 estados se describen a continuación.

Los ciclos de vida de *Trichogramma pretiosum* alterna entre estado parasíticos y de vida libre: los estado inmaduros se desarrollan dentro del huevo hospedero que es destruido por el consumo de su contenido. Los huevos pasan por diferentes estadios, tres instares larvales, pupa y a los 8 a 10 días emergen los adultos, estos pueden reproducirse tres veces al mes (Cano, 1994).

Huevo: El contenido vitelar se torna blanquecino a medida que el huevo aumenta de tamaño. Según Amaya 1988, (citado por Fonseca, 2005) el huevo mide aproximadamente 0.1 mm es insertado por un oviscapto y duplica su tamaño antes de la eclosión. La duración del estado de huevo puede ser de dos días.

Larva: El estado larval comprende tres instares todos en forma de saco, como es característico del género *Trichogramma*. La larva de primer instar es delgada, translúcida, blanquecina, presenta ligeros engrosamientos en los extremos: la región cefálica se observa un poco más protuberante que la región anal. La larva de segundo instar tiene forma ovalada presentando similitud con la larva de primer instar en cuanto a coloración y forma, pero se observa un poco más gruesa. La larva de tercer instar es globosa, presenta numerosos gránulos de cuerpo graso y se observa el tubo digestivo ocupando gran parte del interior de la larva, en las paredes del tubo digestivo se presentan manchas blancas. Al observar con cuidado, se puede detectar una segmentación abdominal poco notoria. Al iniciarse este tercer estadio larval, el corion del huésped se torna negro, debido a la deposición de gránulos oscuros en la superficie interna del mismo, siendo este un diagnóstico importante, ya que caracteriza la parasitación de los huevos.

La larva en forma de saco embrionario provista de mandíbulas, se nutre de la masa vitelina o embrión del huésped. La coloración de la larva varía con su edad tornándose pardusca hacia el final del estado. Estos son seguidos por una prepupa, de donde las características se forman para dar lugar a la pupa. La duración promedio total del estado larval puede ser de siete días. Las larvas se desarrollan

pasando por tres instares larvales y empupan dentro del hospedante, con un periodo de duración de 10 a 12 días

Pupa: La pupa es de tipo exarata, translúcida, lisa, de cutícula fina y de color pardusca. Durante este estado se producen profundas modificaciones, se bosquejan las antenas, las patas se forman, y permanecen plegadas, se observan los dos pares de yemas laterales. Los ojos y los ocelos se observan a través del corion del huevo hospedero, de color rojo intenso. La coloración de la pupa varía con la edad, tomando hacia el final del estado los colores típicos del insecto adulto. La duración promedio de este estado es de 6 días.

Adulto: El adulto es una avispa de coloración oscura. Se presenta dimorfismo sexual; las hembras son de mayor tamaño que los machos, El tamaño del adulto varía de acuerdo con el hospedero donde se desarrolló, se presentan diferencias de la longitud de las setas de las antenas, siendo mucho más larga las de los machos.

3.4.2 Comportamiento reproductivo de *Trichogramma*

Los datos reproductivos suelen referirse al tipo de reproducción o a la compatibilidad reproductiva entre individuos. En cuanto al tipo de reproducción, la mayoría de las especies de *Trichogramma* son partenogénicas arrenotocas. Es decir, las hembras pueden escoger el sexo de su prole. La arrenotoquia es un tipo de partenogénesis facultativa en la que los huevos fecundados darán hembras de constitución cromosómica diploide, y un huevo no fertilizado da origen a un macho haploide (Mendoza, 1983, citado por Fonseca, 2005).

Sin embargo, algunas especies o determinadas poblaciones de especies normalmente arrenotocas, son telitocas. Por tanto, todos los huevos que se desarrollan producen hembras, no existiendo machos en estos casos.

“Los machos adultos emergen primero y se aparean con las hembras a medida que emergen. Las hembras se dispersan desde el hospedante. El adulto puede volar hasta 100 metros en 48 horas, dependiendo del viento. El adulto es susceptible a agroquímicos de amplio espectro y a factores ambientales adversos como las altas temperaturas y el exceso de lluvia” (Cano, et al, 2004).

3.4.3 Efectividad de *Trichogramma* en el campo

Ridgway, 1972, citado por Ortiz, 1993, determinó que la efectividad de *Trichogramma* depende de muchos factores entre los cuales están las condiciones climáticas, la población de huevos de la plaga, la elección de la especie apropiada, su poder de dispersión y la capacidad de búsqueda y el número de parásitos liberados. En El Salvador, 1971, se ha realizado liberaciones de *Trichogramma* en campos experimentales en cultivos de algodón en el control de *Helicoverpa* y *Alabama*, obteniendo parasitismo de un 90% después de las liberaciones (Ortiz, 1993).

Trabajos realizados en el Centro Nacional de Investigación (CNI) Palmira, Colombia en lotes comerciales de soya permiten recomendar el manejo de *Anticarsia* en estado de huevo aprovechando el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* teniendo resultados de 90% y 100% después de las liberaciones, también señala que el *Helicoverpa* era uno de los principales problemas entomológicos del algodón esto se solucionó liberando *Trichogramma* (García, 1989, citado por Ortiz).

Estrada 1987, citado por Ortiz, reporta que en Guatemala se han efectuado liberaciones de *Trichogramma* en maíz, y algodón contra *Helicoverpa zea* y *Alabama argillacea* también mencionó que en los Estados Unidos se utiliza *Trichogramma* para bajar la población de plagas en diferentes cultivos, logrando bajar las aplicaciones de insecticidas de 2 a 3 en la temporada algodonera.

Cano y Swezey (1992), citado por Ortiz, señalan que en Nicaragua se ha efectuado liberaciones de *Trichogramma* en los cultivos de algodón, maíz, frijoles y soya, obteniendo resultados de un 44 a 100% después de las liberaciones.

3.4.4 Estudios realizados en la región

El *Helicoverpa zea* es uno de los principales problemas entomológicos del algodón. Estas poblaciones se regularon liberando *Trichogramma pretiosum*, lo cual se comprueba con los resultados de su efectividad que van desde un 90% hasta el 100% evaluados en países como Guatemala, El Salvador, Colombia y Nicaragua (Ortiz, 1993). Pero este famoso gusano del fruto ataca también en Solanácea, Maíz, Sorgo, etc., y la efectividad de *Trichogramma* varían según las diferentes condiciones agroecológicas de la zona y algunos factores bióticos, como las densidades

poblacionales del huésped que se toman en cuenta en este estudio, y por ello se ha tenido la labor de criar especies de *Trichogramma*, más indicada o nativa de la zona para optimizar su trabajo como parasitoide.

En un principio la cría masiva de *Trichogramma* fue lograda por Flanders en 1929, y de allí se traslado esa tecnología a otros países. *Trichogramma* fue introducido por primera vez en Nicaragua en 1959 con material proveniente de EEUU (Vaughan, 1975, citado por Ortiz ,1993) pero no tuvo gran éxito en su comercialización, el uso de este parasitoide se inicia desde 1970 con material importado de EEUU y Colombia, de este último fue que se tomó el modelo metodológico y las normas de cría para el control de calidad que se realiza en el laboratorio de control Biológico de la UNAN-LEÓN desde 1983 (Cano y Swezey, citado por Ortiz , 1993).

Flander, fue el primero que estableció crías de *Trichogramma* usando huevos de *Sitotroga cerealella*. Navarro y Zenner (1976), citado por Ortíz, 1993 en estudios básicos y de parasitismo y emergencia de *Trichogramma*, en condiciones de laboratorio, determinaron un porcentaje Promedio de parasitismo y emergencia de 83,7% y 78%, respectivamente. Cano, 1988, citado por Ortíz 1993, reporta que la UNAN-LEÓN ha desarrollado una metodología de crianza tanto del huésped *Sitotroga cerealella* como del parasitoide *Trichogramma pretiosum*, también se han realizado estudios sobre el control de calidad mediante tablas de vida en el laboratorio.

3.5 Respuesta funcional

Hay diferentes variables que influyen sobre la distribución y abundancia de los organismos, por ejemplo la disponibilidad de alimento, los factores físicos, la competencia, la dispersión y también las interacciones predador-presa en este caso parasitoide-huésped.

En el estudio de la interacción, una de las variables más importantes es la densidad del huésped, y entre las distintas respuestas de los parasitoides a variaciones de la densidad del huésped se encuentran: respuesta numérica, respuesta funcional, respuesta de agregación y respuesta del desarrollo.

Se sabe que la actividad parasítica es influenciada por la densidad de hospederos y de parasitoides, ya que por regla general, cuanto mayor es la densidad del huésped mayor es la parasitación. Sin embargo, hay una densidad de huevos a partir de la cual la avispa realiza su mayor esfuerzo parasítico. Para generar información acerca de la potencialidad de la avispa como agente de control, se deben tomar en cuenta parámetros biológicos y ecológicos de la especie como son: la eficiencia de búsqueda, el tiempo de manipuleo y el índice de interferencia mutua. Estos estudios son importantes como herramientas para inferir acerca de los mecanismos básicos de las interacciones parasitoide-hospedero y predecir con mayor certeza la eficiencia práctica del uso de la avispa en programas de Control Biológico para la especie *Helicoverpa sp.*

La potencialidad de un organismo como biocontrolador puede evaluarse a través de la respuesta funcional (Holling, 1959, citado por Cecotti) que expresa la relación entre la tasa individual de consumo del predador y la densidad de alimento disponible localmente. Esta respuesta asume que el predador ocupa su tiempo en dos actividades básicas: búsqueda de la presa (a) y manipulación de la misma (b) que incluye: perseguirla, matarla, comerla y digerirla. Holling (1959) describió tres tipos de respuestas posibles que respondían a ecuaciones de curvas lineales en aumento (tipo I), una curva que desacelera (tipo II), o una relación sigmoidea (tipo III). Las mismas varían en relación a la dependencia de la densidad de presa y si bien su determinación se realiza en un ambiente controlado, dan una idea del comportamiento predatorio pero a la vez que permiten establecer comparaciones entre diversos predadores (Pérez A., 2004 citado por Cecotti, 2005).

Respuesta tipo I

El número de presas consumidas (N_c) por unidad tiempo (T_b) aumenta en forma lineal con el número de huéspedes disponible (N_d), hasta que alcanza una máxima, a partir del cual la tasa de consumo es permanece constante. En este caso, la pendiente de esta relación (a') representa la eficiencia de búsqueda del parasitoide (o tasa de ataque) y es la proporción de huéspedes parasitados por unidad de tiempo (Price, 1996).

$$N_c = N_d * T_b * a'$$

En la naturaleza los ejemplos de respuesta de tipo I completas, alcanzando el máximo estable, son raros. En general, la tasa de consumo se incrementa en forma lineal para un amplio rango de disponibilidad de presas.

Respuesta de tipo II

Es la respuesta más frecuente en la naturaleza. La tasa de parasitismo aumenta con la densidad de la presa, pero disminuyendo la velocidad de aumento hasta alcanzar una plataforma en la cual la tasa de parasitismo permanece constante independientemente de la densidad de huéspedes. Esta disminución se debe a que el parasitoide utiliza una parte del tiempo para manipular cada huésped que parasita que consiste en perseguir, dominar y parasita al huésped y prepararse para la siguiente búsqueda. A medida que aumenta la densidad de huéspedes, el tiempo de búsqueda disminuye pero el tiempo de manipulación permanece constante y por lo tanto, ocupa una proporción cada vez mayor del tiempo de parasitación. Cuando la densidad del huésped es muy alta. El parasitoide se pasa prácticamente todo el tiempo manipulándolas y su tasa de consumo se vuelve constante determinada por la cantidad de huéspedes que un parasitoide puede manipular por unidad de tiempo. Este tipo de respuesta funcional ha sido observado frecuentemente en insectos. (Price, 1996).

$$N_c = \frac{N_d * T * a'}{1 + a' * T_m * N_d}$$

Esta ecuación es llamada también “ecuación de los discos de Holling”, y supone que la densidad del huésped se mantiene constante.

Respuesta de tipo III

Existe un incremento inicial en la tasa de consumo con el aumento de la densidad de huéspedes hasta un punto de inflexión, en el cual comienza una desaceleración hasta alcanzar una meseta similar al que se da en la respuesta de tipo II. Este tipo de respuesta tiene una curva sigmoideal. Este tipo de respuesta se puede explicar porque el incremento en la densidad del huésped lleva a un aumento en la eficiencia de búsqueda del parasitoide o una disminución de su tiempo de manipulación. Este tipo de respuesta ha sido observado tanto en invertebrados como en vertebrados, y entre las explicaciones posibles se incluye la heterogeneidad del hábitat (presentando

refugio limitado para pocos huéspedes), falta de aprendizaje de búsqueda a densidades de huéspedes bajas y el cambio a huéspedes alternativos cuando la abundancia de las propias es muy baja.

Los distintos tipos de respuesta funcional ejercen diferentes efectos sobre la dinámica de las poblaciones de los parasitoides y de los huéspedes. Si el aumento de la tasa de parasitismo se desacelera a medida que se incrementa la densidad del huésped (respuesta de tipo II, respuesta de tipo I una vez alcanzada la plataforma, y respuesta del tipo III a densidades elevadas), los huéspedes de las poblaciones con alta densidad tendrán menos probabilidades de verse afectadas que los huéspedes a densidades bajas. Esto tiene un efecto desestabilizador sobre la dinámica de las poblaciones. Si por el contrario, el aumento de la tasa de parasitación se acelera a medida que aumenta la densidad de alimento (respuesta de tipo III a densidades bajas) se ven afectados los huéspedes a densidades altas, lo que tiende a estabilizar la dinámica de las poblaciones (Price, 1996).

La información empírica muestra que los sistemas parasitoide-huésped son estables pero los modelos teóricos demuestran que las respuesta funcionales tipo I y II no son estables. Muchos autores han intentado explicar estas diferencias proponiendo modelos en los cuales la estabilidad se incrementa con la heterogeneidad espacial, la presencia de refugios o huéspedes alternativos. Por ejemplo en ausencia de refugio se esperaría (para muchos organismos) una respuesta de tipo II, pero cuando se agregan refugio a la arena experimental, se podría observa una curva del tipo III (potencialmente estable).

La ecuación básica de Holling es la siguiente:

$$Y = a(T-by) x$$

Donde: y: cantidad de presas atacadas; x: cantidad de la presa suministrada; T: tiempo total (en días) de exposición del predador y la presa; a: tiempo de búsqueda y b: tiempo de manipuleo.

Puesto que la respuesta funcional fue analizada por Holling basándose en tres posibles respuestas donde para este caso la gráfica tipo III es la que más se acerca en

el caso de la interacción que ocurre entre *Helicoverpa* y *Trichogramma*, pues de esa manera puede construir un buen modelo logístico. Además se considera este tipo de respuesta como un crecimiento con restricciones, puesto que en el caso de *Helicoverpa* el que impide el crecimiento es la avispa de *Trichogramma* ya que este parasitoide esta en cierta dependencia de la cantidad de huevos de *Helicoverpa*, se dice esto porque *Trichogramma* no es un parasitoide meramente específico porque puede parasitar huevos de otras especies.

Varios problemas matemáticos están asociados con la Respuesta funcional, primero, es el hecho que a través del tiempo la densidad de presas disminuye mientras los depredadores las comen; puesto que los parasitoides dejan sus hospederos, la densidad de estos últimos no cambia. (Royama 1971 citado por Cave, 1995), tomaron en cuenta esta diferencia cuando desarrollaron ecuaciones separadas para parasitoides y depredadores.

Otro problema asociado con la respuesta funcional es que está casi siempre determinada bajo las condiciones artificiales del laboratorio. Por esa razón, no se pueden extrapolar los resultados de una sola respuesta funcional a las condiciones de campo. El valor real de la respuesta funcional es su poder comparativo, o sea la comparación de las respuestas funcionales de dos o más especies o razas de enemigos naturales o las respuestas funcionales de una especie de enemigo natural bajo diferentes condiciones.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de producción de Controladores Biológicos del CIRCB, ubicado en el Campus Agropecuario, al oeste de la ciudad de León, durante el mes de mayo a diciembre del año 2007.

4.1 Material Biológico

Se recolectaron larvas de *Helicoverpa zea* en un cultivo de maíz. Estas fueron llevadas al laboratorio de cría de insectos, colocándolas en un área de cuarentena, hasta lograr la primera generación de *H. zea*, con el fin de eliminar cualquier contaminante o parasitoide de la población colectada.

El *Trichogramma* se obtuvo del Laboratorio de producción del CIRCB, huevos de *Sitotroga cerealella* parasitados por *T. pretiosum*. Se usó una pulgada cuadrada de *Trichogramma pretiosum* por repetición.

4.1.2 Manejo de la cría

Cada larva fue depositada individualmente en tacitas en donde se les colocó trozos de chilote de maíz como dieta natural y/o dieta artificial a base de soya, colocando un trozo de papel absorbente. Cada día se revisaban las larvas, se cambiaba la dieta natural. Se llevó un registro con el número de huevos, larvas y pupas. Durante la etapa pupal se procedió a desinfectarlas con cloro al 2%, luego se enjuagó con agua y se dejó por 5 minutos sobre un papel hasta secarse. Cada pupa fue sexada usando el manual de cría de lepidópteros (Rizo, *et al*, 1994), luego se separaron los machos de la hembra en cajas para pupas

Al emerger el adulto de *H. zea* se depositaron en parejas en una jaula de oviposición que contenía papel blanco como medio para que las hembras depositaran sus huevos. En el fondo de la jaula se colocó una tacita con algodón impregnado en una solución de miel al 10% y otro de algodón con agua, para la alimentación de los adultos. La jaula fue cubierta con papel y la tapa para impedir el escape de los adultos.

A los tres días de la emergencia de los adultos comenzaron a ovipositar. Diariamente se extrajeron sacando las hojas de papel de la jaula, se recortaron para ser utilizados en los ensayos de respuesta funcional. Una parte de los huevos se usó para mantener el pie de cría.

4.2 Repuesta funcional de *Trichogramma pretiosum* en condiciones de laboratorio

Se usaron huevos recién puestos (0-24 horas) de *Helicoverpa zea* colectados y producidos en el laboratorio de cría de insectos. Cada huevo se pegó con pega transparente, en un pedazo de cartulina de 7x 7 cm (49 cm²) y esta fue colocada en un plato petri. Las densidades de huevo evaluadas fueron 20, 40, 80 y 120, realizando 4 réplicas de cada densidad. Previamente, se colocó una pareja de *Trichogramma pretiosum* de menos de 24 horas de edad en tubos de ensayos, la cual se dejó copular libremente y se alimentó con miel de abejas diluida al 50 %. Luego, con la ayuda de un estereoscopio se eliminó al macho y la hembra del tubo de ensayo se trasladó al plato petri que contenía los huevos de *H. zea*. Para iniciar las observaciones se procedió a marcar la hora de inicio y marcar en un mapa el recorrido y anotar los diferentes comportamientos de la hembra en cada densidad de huevos de *H. zea*, durante el transcurso de 1 hora. Las observaciones se realizaron con la ayuda de un estereoscopio.

Las variables a evaluarse fueron tiempo de búsqueda y de manejo o T_h , o sea el comportamiento de la avispa: búsqueda, tocando, ovipositando, descansando. Cada vez que se inició una parasitación se anotó el tiempo de inicio y finalización, de igual manera para cada tipo de comportamiento. Se elaboró un mapa del recorrido que realizó la avispa en cada plato petri. Después de 3-5 días se evaluó el número de huevos parasitados y no parasitados. De los huevos parasitados se registraron cuántos tenían o no orificio de salida y la posición de cada uno de ellos.

Los datos se sometieron a un análisis de regresión no lineal, con el fin de establecer el modelo matemático que más se ajustará a las observaciones de la parasitación de *T. pretiosum* a las diferentes densidades, o respuesta funcional.

Los modelos matemáticos de la ecuación de Holling (ecuación de disco), lineal polinomial, logarítmica y exponencial fueron aplicados a los datos de respuesta de parasitismo usando un análisis de regresión para determinar a cuál de ellos se ajustaban los datos. Se usó el valor del Coeficiente de determinación como criterio para determinar el mejor ajuste de la línea de regresión, el cual representa la cantidad de variabilidad del % de parasitismo por efecto o por la influencia de la densidad de la presa.

Para la determinación de la respuesta funcional del parasitoide se aplicó la ecuación de disco: $N_a = (aT_t N_o) / (1 + aT_h N_o)$, donde “No” corresponde al número de hospederos presentes, “a” es la tasa de búsqueda exitosa, “Th” es el total del tiempo en el cual los hospederos están expuestos al parasitoide y “Tt” es el tiempo de oviposición, el cual incluye el tiempo necesario para identificar al hospedero una vez encontrado y examinarlo para depositar su huevo (tiempo de manipulación). Los parámetros tasa de búsqueda y tiempo de oviposición fueron calculados a partir de los datos de parasitismo.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Respuesta funcional de *Trichogramma pretiosum* en condiciones de laboratorio

En el Gráfico 1 se muestra el tiempo de búsqueda de *Trichogramma pretiosum*. Se observa que al buscar los huevos de *Helicoverpa zea* en la medida que aumentan las densidades de su huésped disminuye el tiempo de búsqueda del parasitoide. *T. pretiosum* se tardó 19.28 minutos en promedio, en la menor densidad de 20 huevos; en cambio, en la densidad de 120 huevos tardó 15.7 minutos, lo que representa una disminución de 3.58 minutos, Morales *et al*, 2001, señala que el parasitoide invierte menos energía y tiempo en búsqueda a mayores densidades del hospedero, lo que confirmamos en este estudio.

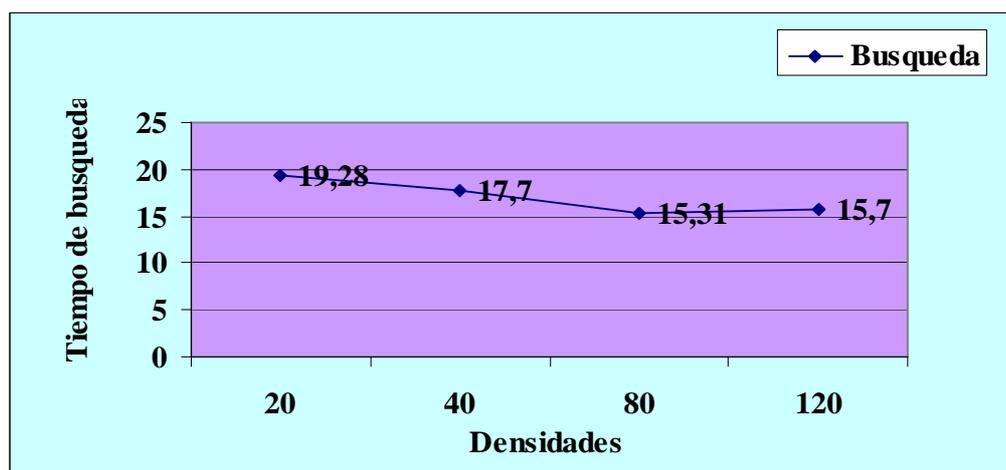


Gráfico1. Tiempo promedio de búsqueda de *Trichogramma pretiosum* con diferentes densidades de huevo de *Helicoverpa zea*. CIRB. 2007.

En el Gráfico 2 se muestra el comportamiento de la hembra de *T. pretiosum* en la manipulación de los huevos hasta que finaliza la oviposición, o sea el tiempo de oviposición y de manipulación. El tiempo promedio de oviposición en todas las densidades fue alrededor de 10 min. Se observa que en la densidad de 40 huevos la hembra de *Trichograma* utiliza el menor tiempo de 7.93 minutos y el mayor tiempo de 11.12 minutos que corresponde a la densidad de 80 huevos, aparentemente no existe una clara tendencia al aumento o la disminución del tiempo de ovoposición con relación a la densidad de huevos presentes de *Helicoverpa zea*, otro estudios

realizados por Morales *et al*, 2001 con *Telenomus remos*, un parasitoide de huevos de *Spodoptera*, encontraron que el tiempo de oviposición o parasitación disminuye con la densidad.

Sin embargo, el tiempo promedio de manipulación parece estar determinado por la densidad de los huevos, puesto que incrementa con la densidad, desde 16.14 minutos en la densidad 20 incrementando 2.91 minutos cuando la densidad aumenta a 40 huevos, este incremento en el tiempo de manipulación se aumenta en la densidad 80 en 3.45 minutos, pero al incrementar la densidad a 120, el tiempo de manipulación disminuye en 2.3 minutos. Esto podría ser a consecuencia de que una mayor cantidad de huevos produce un mayor estímulo por las kairomonas dejadas por la hembra de *H. zea*, y por tanto disminuye el tiempo de manipulación (Cave, 1995 y Chiri, 1989).

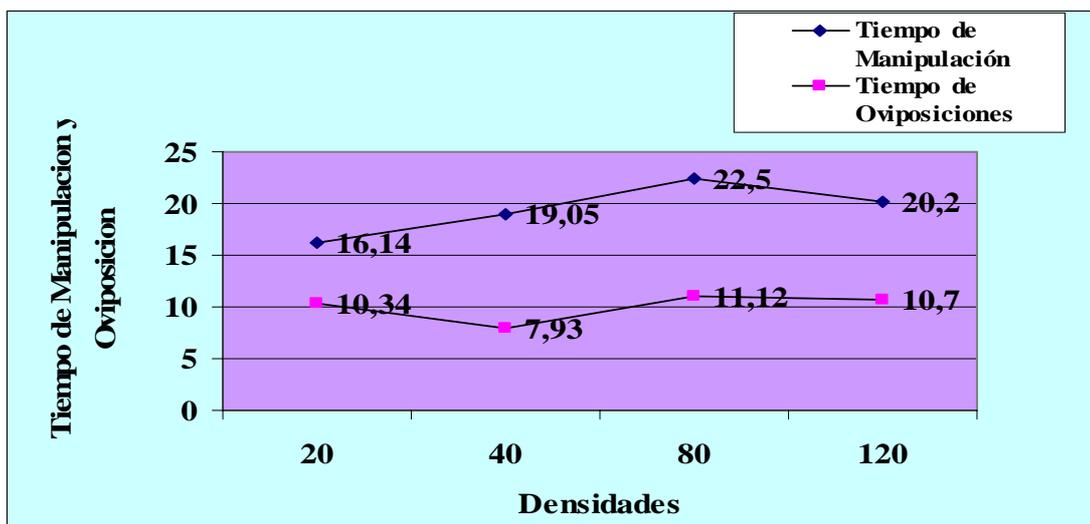


Grafico 2. Tiempo promedio de manipulación y oviposición de *Trichogramma pretiosum* en diferentes densidades de huevos de *Helicoverpa zea* CIRB.2007

La relación existente entre el tiempo de búsqueda del parasitoide *Trichogramma pretiosum* y las distintas densidad de los huevos del hospedero *Helicoverpa zea*, la describe mejor el modelo Exponencial, con una R^2 de 0,86, que nos explica un 86% de la variación del tiempo de búsqueda es causado por el incremento de la densidad del hospedero, como se muestra en la gráfica 3.

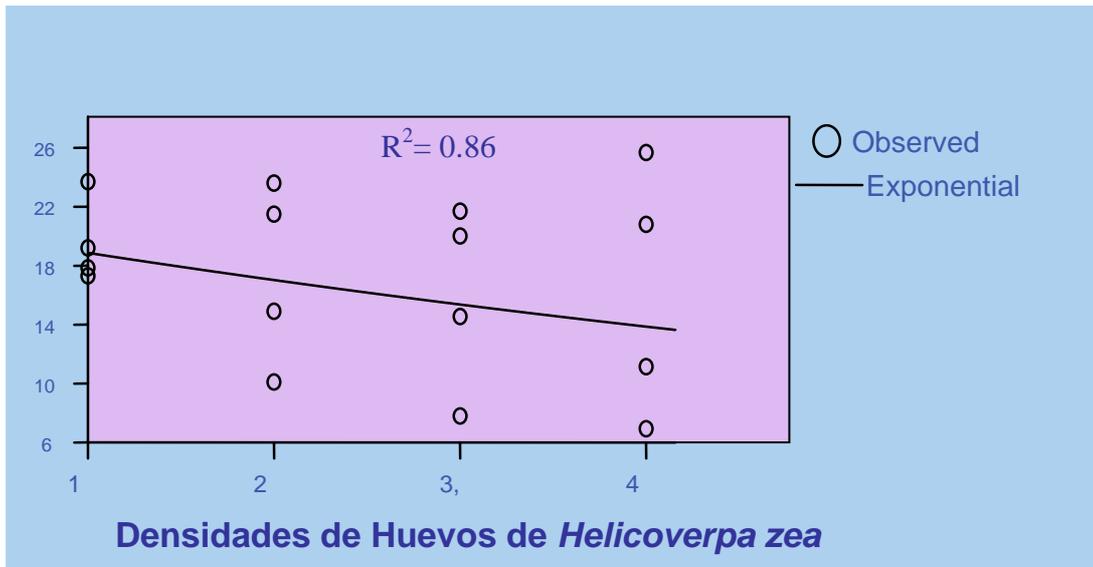
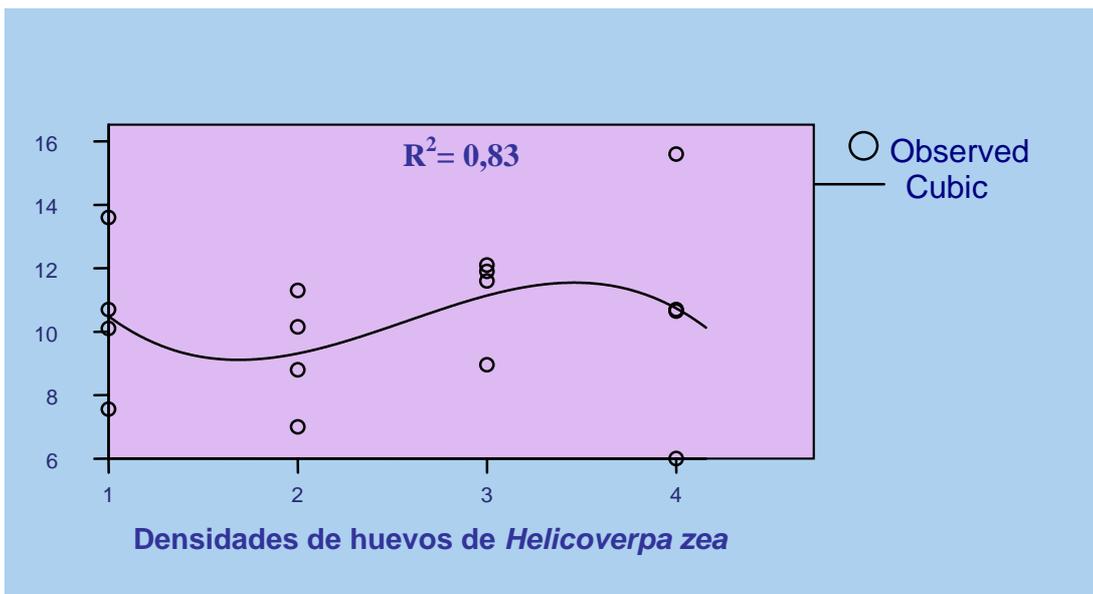
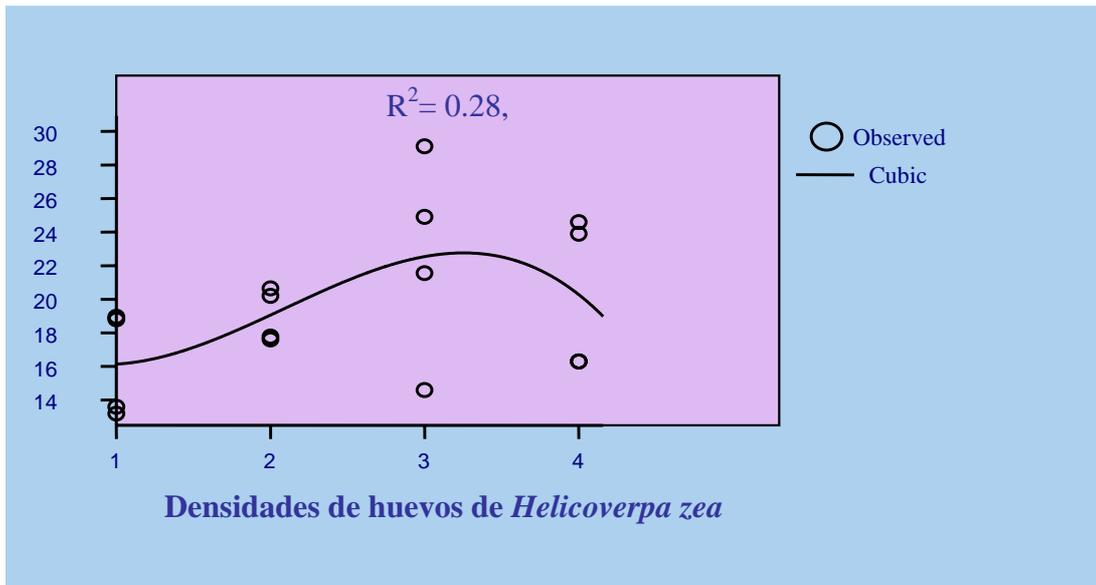


Grafico 3. Tiempo de Búsqueda del parasitoide *Trichogramma pretiosum* en el laboratorio de CIRCB. UNAN-LEÓN .2007.



Grafica 4. Tiempo de oviposición del parásitoide *Trichogramma pretiosum* en varias densidades de huevos de *H. zea* en el laboratorio CIRCB. UNAN-LEÓN. 2007.

Por otro lado, al analizar la relación existente entre el tiempo de manipulación y la densidades del hospedero, tal como se ve en la Gráfica 5, se observa que los datos se ajustan a una ecuación cubica, con un R^2 de 0.28, lo que nos indica el efecto sumativo de los parámetros de tiempo de búsqueda y tiempo de manejo.



Gráfica 5. Tiempo de manipulación del parásitoide *Trichogramma pretiosum* sometidos a varias densidades de huevos de *H. zea*. Laboratorio CIRCB, UNAN-León. 2007.

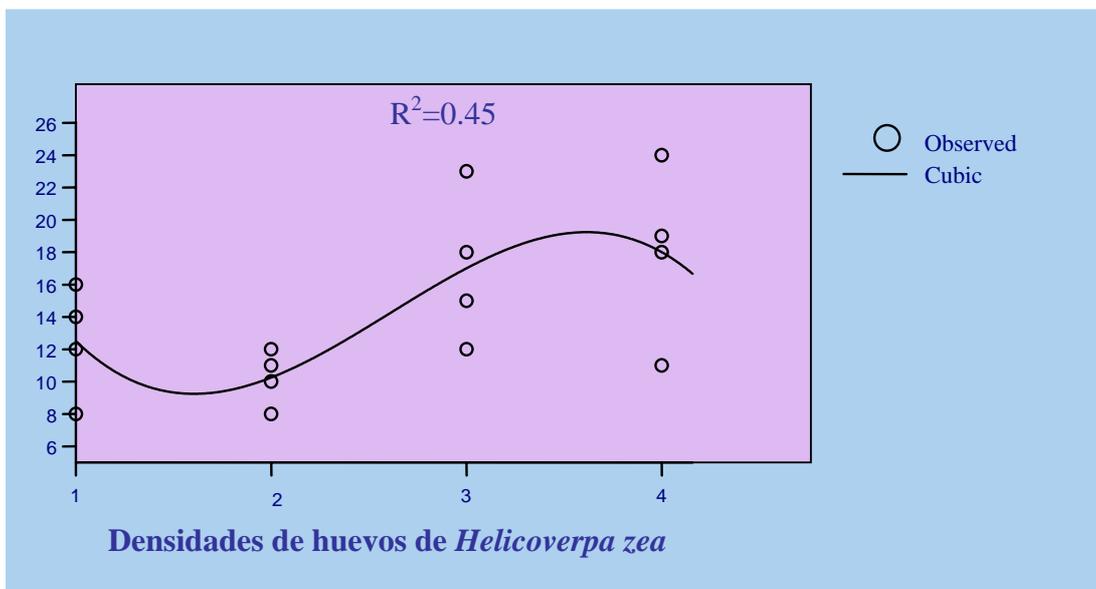


Gráfico 6. Huevos Parasitados de *Helicoverpa zea* por *Trichogramma pretiosum* en el Laboratorio CIRCB UNAN-León.2007.

Para determinar cuál es la forma de la respuesta funcional de *Trichograma* y cuáles son los parámetros que mejor describen la función de esta respuesta se realizó el análisis de regresión lineal, para determinar la forma de la curva, encontrándose que la variación solo es explicada en un 15%, pues el coeficiente de determinación fue de 0.15, valor muy bajo que indica que el ajuste no es lineal, por lo que se realizó una regresión cúbica en la cual se obtuvo el mejor coeficiente de determinación R^2 de

0.45, o sea, el 45% de la variabilidad de los resultados (huevos parasitados) se explican por efecto de la variable densidad del hospedero, como se muestra en la Gráfica 6, según Holling, esta curva correspondería a una respuesta funcional tipo III.

Aquí se observa como aumenta el parasitismo de *Trichogramma pretiosum* en función del aumento de la densidad de los huevos del hospedero, pero ocurre una inflexión en la densidad de 40 observándose el menor promedio de huevos ovipositados de 10,25. Esto podría deberse a diferencias individuales en las hembras usadas en esta densidad, ya que la capacidad de carga de huevos es diferente en los parasitoides (Morales et, al 2004). Por otro lado, *Trichogramma* ovipositó 2 veces algunos huevos de *H. zea*. Es notable que a densidades intermedias (80) el incremento también ocurriera, en este caso, se nota una mayor eficiencia ya que oviposita más y se tarda menos tiempo.

Cuadro 1. Desviación estándar del parasitismo, la tasa de búsqueda y el tiempo de oviposición de *Trichogramma pretiosum* a diferentes densidades de *Helicoverpa zea*.

Densidad de huevo	Parasitismo huevo/hora	Tasa de búsqueda (minutos)	Tiempo de oviposición min./huevo
20	12.5 ±3.42	0.32 ± 3.54	0.82 ± 2.47
40	10.25 ±1.71	0.29 ± 6.48	0.77 ± 2.76
80	17 ±4.69	0.25 ± 5.97	0.65 ± 1.46
120	18 ± 5.35	0.26 ± 8.35	0.59 ± 3.72

Según López, 1999 menciona que lo típico de los parasitoides es una repuesta de tipo II donde la tasa de consumo aumenta según aumenta la densidad de la presa. Por lo cual el incremento observado en el promedio de huevos parasitados por *Trichogramma pretiosum* cuando la densidad del hospedero fue aumentada se corresponde con resultados de investigaciones similares realizadas con otras especies de parasitoides y depredadores.

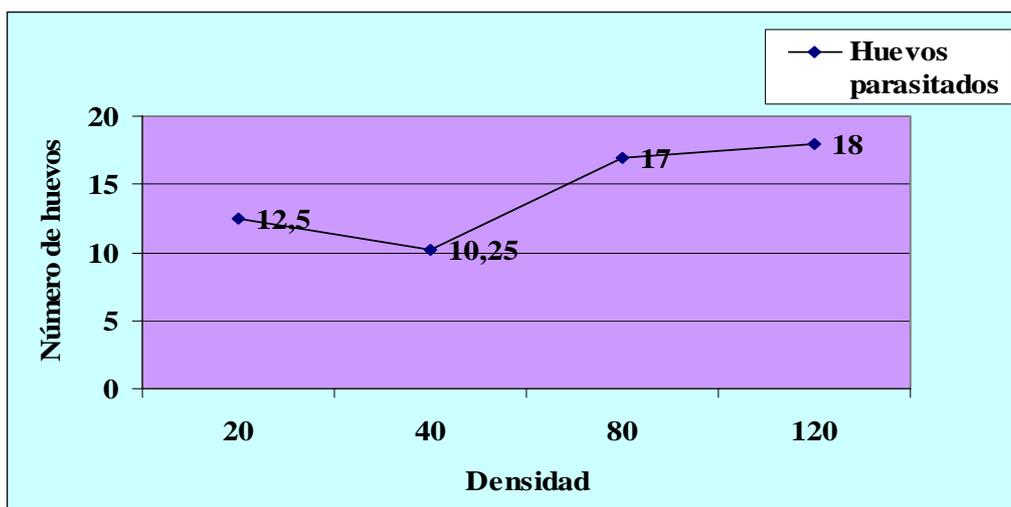


Gráfico 7 Promedio de Huevos ovipositados de *Helicoverpa zea* por *Trichogramma pretiosum* en el laboratorio de CIRCB, 2007.

En la Gráfica 8 se observa el número de huevos que presentaron orificios de salida, se observa que hay una diferencia con respecto al número de huevos parasitados en el tiempo de observación, y el promedio de huevos parasitados en cada densidad es inferior a la cantidad de huevos ovipositados en la observación durante el ensayo, esto es debido a que algunos huevos se dañaron por efecto de la manipulación, la temperatura de la luz del estereoscopio que llevaron a la consecuente muerte de algunos huevos que estaban parasitados y no permitieron el desarrollo del parasitoide, perdiéndose esas emergencias ya que al realizar la disección de los huevos dañados que se tenían como parasitados se logró observar en algunos casos adultos y una pupa que murieron antes de cumplir su ciclo.

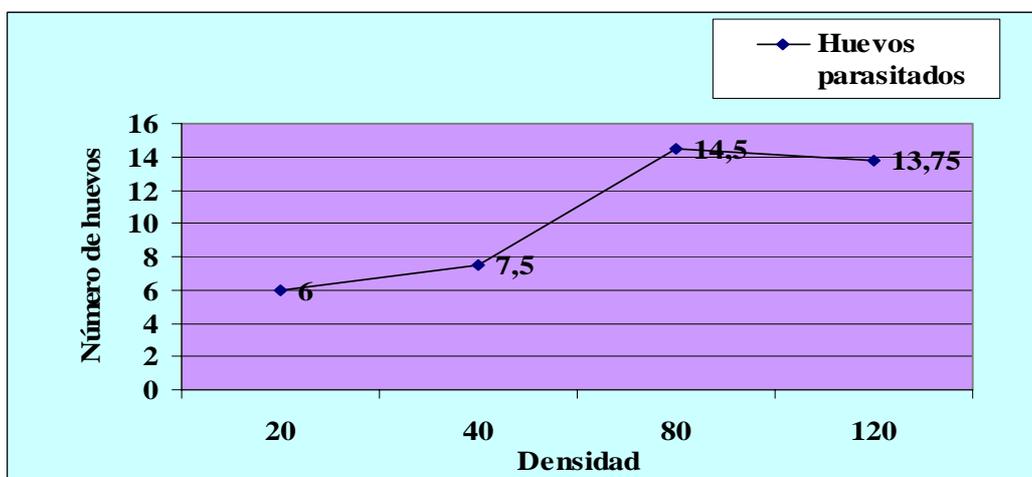


Gráfico 8 Promedio de huevos de *Helicoverpa zea* con orificios de salida del adulto de *Trichogramma pretiosum* en el laboratorio. CIRCB.2007.

En el Gráfico 9 se observa la emergencia de las avispas de *Trichogramma pretiosum* en los huevos que fueron parasitados en cada una de las densidades, donde se confirma que efectivamente la hembra ovipositó los huevos de *H. zea*, mostrando la misma tendencia en el incremento del parasitismo a mayor densidad de huevos. Las emergencias se incrementan considerablemente a densidades altas, teniendo un mayor valor en la densidad 80 con 18 adultos y un menor valor en la densidad de 40 con 8,75 adultos dando una diferencia entre ellas 9.25 adultos emergidos

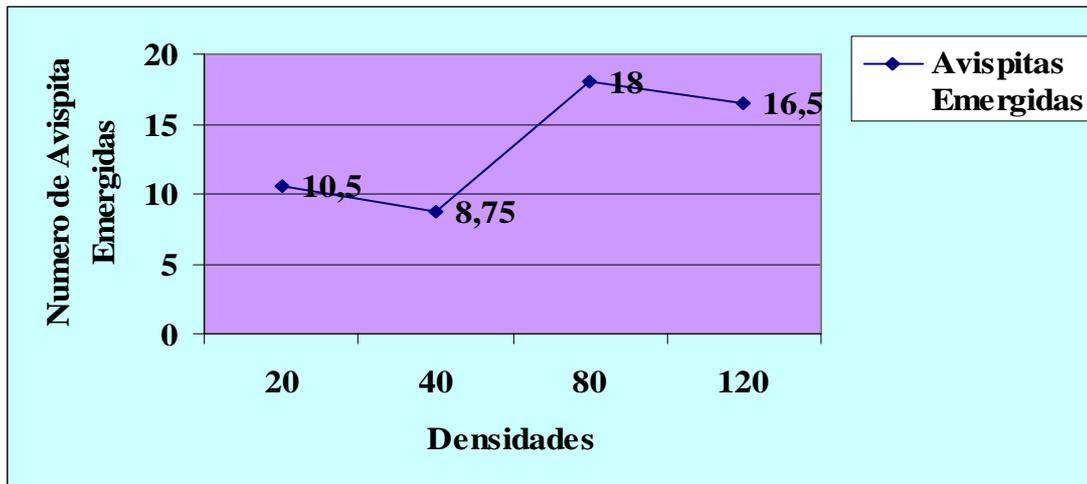


Grafico 9. Promedios de avispas emergidas de *Trichogramma pretiosum* de los huevos de *Helicoverpa zea*, en el laboratorio. CIRCB 2007.

En el Gráfico 10 se observa claramente que el parasitoide aumenta la frecuencia de oviposición en el mismo huevo a medida que es mayor la densidad hasta llegar a un clímax, luego del cual disminuye la frecuencia con la que parasita el mismo huevo. Este superparasitismo tiene consecuencias negativas en la supervivencia de los parasitoides (Cave, 1995). Se observa que en todas las densidades hay más de un huevo parasitado (Godfray, 1994) señala que este comportamiento puede ser provocado por los estímulos de las kairomonas que quedan impregnadas en el huevo.

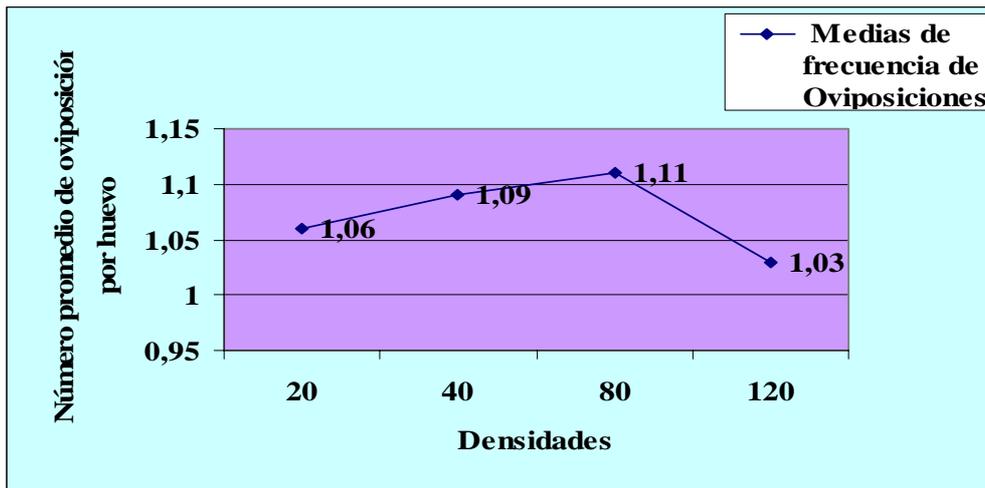


Gráfico 10. Frecuencia en promedio de las oviposiciones del parasitoide *Trichogramma pretiosum* en el laboratorio. CIRCB.2007.

Finalmente, al analizar los datos usando la ecuación de Holling (ver anexo 1), se determinó la ecuación que determina la respuesta funcional, siendo los resultados similares, a los descritos anteriormente, mejorando ligeramente los coeficientes de determinación, siendo siempre la respuesta funcional tipo III.

5.2 Comportamiento de *T. pretiosum* a diferentes densidades de huevos de *Helicoverpa zea*

López, 1999, menciona que *Trichogramma* exhibe una marcada variación en cuanto a sus patrones y capacidad de búsqueda, su preferencia por el hospedero y su respuesta a las condiciones naturales. En términos generales, se observó que el patrón de búsqueda es aleatorio, pero en las densidades más altas se observa una tendencia a una sectorización en los márgenes de la cartulina conteniendo los huevos del huésped. Hecho que fue observado en este estudio donde *Trichogramma* de manera aleatoria selecciona los huevos, su eficiencia para parasitar en el lapso de 1 hora es más exitosa a mayor densidad.

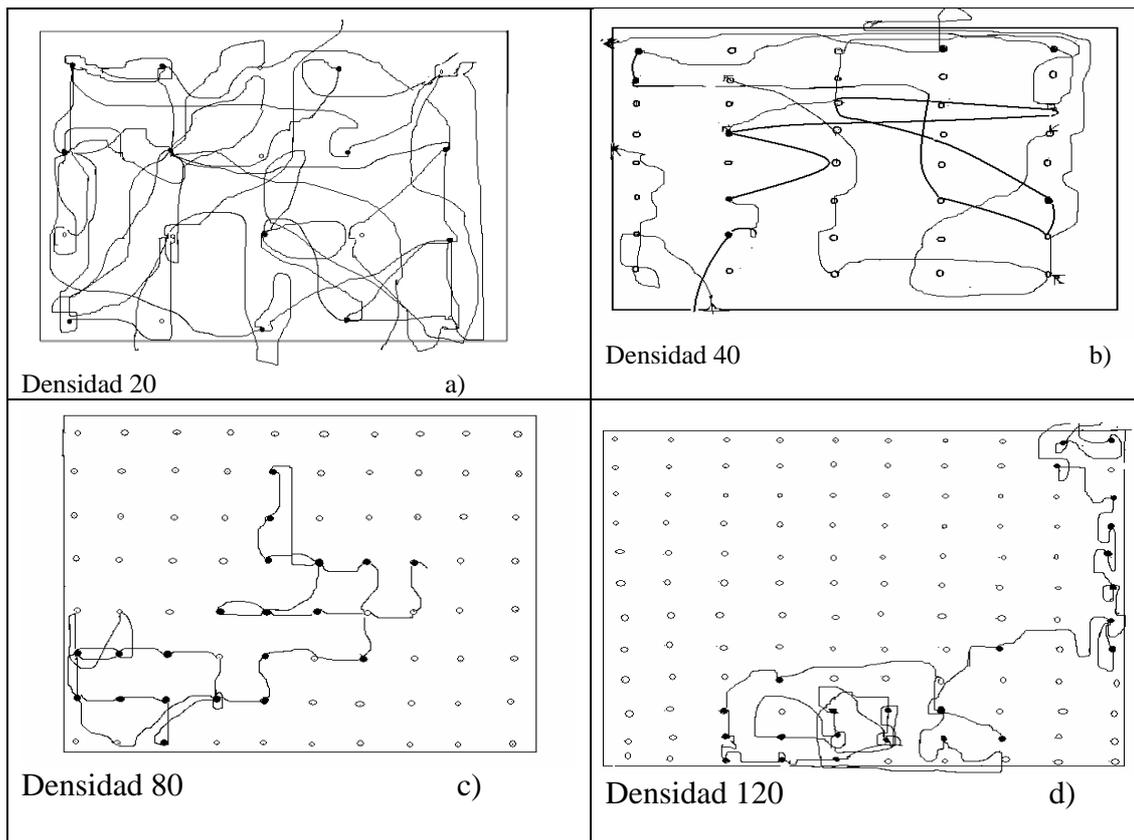


Figura 1. Comportamiento realizado por *T. pretiosum* a diferentes densidades de huevos de *H. zea* en condiciones de laboratorio. CIRCB. 2007.

En el tratamiento donde solo se expone a la densidad de 20, *Trichogramma* parasita más del 50% de estos huevos y su capacidad de búsqueda es menos efectivo puesto que en esta densidad todos los huevos fueron tocados por la avispa más de una vez.

En la figura 1a (densidad 20), se observa claramente que la avispa se desplaza más por toda el área, realizando un recorrido en casi todos los huevos, ovipositando en el 70% de ellos, al continuar la avispa haciendo nuevo recorridos, toca nuevamente los mismos huevos, lo que indica que está buscando otros huevos para parasitarlos, mostrando una mayor capacidad para parasitar densidades mayores. En esta densidad la avispa toca prácticamente todos los huevos, pero no todos son parasitados, esto porque la avispa es muy selectiva ya que si el huevo no es fresco la avispa lo toca pero de primera instancia no lo parasita. Después de haber parasitado todos los huevos frescos, parasita aquellos huevos que ya habían sido tocados inicialmente, que mostraban mejores condiciones, es decir, que no estuvieron muy arrugados por el efecto de la manipulación, se observó que los más dañados fueron descartados totalmente. Este comportamiento se explica porque *T. pretiosum* selecciona el huevo

que tenga las mejores condiciones para la sobrevivencia de su descendencia, ya que son idiobiontes (Cave, 1995).

Por otro lado, a menor densidad se limita el número de presa por hembra de *Trichogramma*, es por esta razón que al observar los resultados notamos que algunos huevos presentaron hasta dos orificios de salida, lo que significa que de un solo huevo se obtuvieron 2 avispa aunque este hecho pudiera representar mas número de parasitoides, sin embargo, se debe considerar el efecto de la competencia intraespecífica en la sobrevivencia y desarrollo óptimo de las avispas, lo que afectaría la efectividad de las mismas como agentes de control biológico.

En la figura 1d (densidad 120), es evidente que la avispa a mayor densidad parasitó una mayor cantidad de huevos, siguiendo un orden lógico de oviposición. También se observó que al iniciar la búsqueda no invertía mucho tiempo ya que los huevos estaban más cerca. Además, fue notorio una ruta secuencial en los huevos colocados en los márgenes de la cartulina, lo que podría ser a consecuencia de una confusión inducida por la kairomona presente en los huevos de *H. zea* como lo señala (Godfray, 1994).

Aunque a simple vista se aprecia que a menor densidad el éxito logrado es mayor (Fig. 1a), es preciso observar detenidamente y así nos damos cuenta de que a mayor densidad la eficiencia es mejor, pero hay un aspecto que hay que considerar y es el hecho de que la máxima capacidad de parasitación es de 30 huevos por avispa y que esto puede deberse al agotamiento parcial de su carga de huevos (Price, 1984).

El comportamiento de la avispa es diferente en las densidades de 80 y 120, porque a mayor densidad la probabilidad de ovipositar aumenta ya que los huevos están más cerca por el número de presas, por eso se nota que a mayor densidad el parasitoide invierte menos tiempo en búsqueda y emplea este tiempo en tocar y ovipositar. Así mismo se nota en los esquemas, que el parasitoide no recorre todo el espacio y como ya se mencionó, sigue un orden aleatorio en dependencia del punto de partida pues se observa que escoge tanto las orillas como el centro, se notó que la avispa no se confunde y que incluso una vez transcurrido y terminado los 60 minutos la avispa opta por seguir parasitando, lo que indica una mayor capacidad para ovipositar los huevos presentes.

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye que:

1. La densidad de huevos del hospedero influye en el tiempo de búsqueda de *Trichogramma pretiosum*, disminuyendo a medida que aumenta la densidad del huésped. Esto significa que el tiempo gastado y la energía de *Trichogramma* son utilizados en mayor proporción para la manipulación del huevo que incluye tocarlo y ovipositarlo, esto se explica por el efecto de las kariomonas, dejadas por la hembra de *Helicoverpa* sobre sus huevos, en las hembras de *Trichogramma* cuando están ante una mayor densidad de huevos, por lo que disminuye el tiempo de búsqueda pero aumenta el tiempo de manipulación.
2. El tiempo de oviposición disminuye en las densidades mayores, esto es debido también por el efecto de las kariomonas *Trichogramma* localiza rápidamente a los huevos mejorando su eficiencia al momento de ovipositar.
3. *Trichogramma pretiosum* como agente de control de *Helicoverpa zea* es eficiente en el parasitismo en condiciones controladas de laboratorio.
4. La respuesta funcional de *Trichogramma pretiosum* es tipo III, lo que indica que los factores tiempo de búsqueda y manejo determinan la respuesta, y que posiblemente hay un aprendizaje que mejora la eficiencia de búsqueda y ataque de su huésped.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar con frecuencia estudios de respuesta funcional de *T. pretiosum* para determinar cambios en la capacidad de búsqueda y la respuesta funcional bajo diferentes condiciones ambientales.
2. Modificar el tiempo de observación a tiempos variables y aumentar las repeticiones, así como usar densidades más bajas y más altas del hospedero.
3. Colocar bajo diferentes patrones de distribución los huevos del hospedero para medir el efecto de la agrupación o la distribución espacial de los mismos en la parasitación de *T. pretiosum*.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANDREWS, K. Y HOWELL.H. 1989. Utilización de Controles culturales. *In* Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro Andrews y Quezada Eds. Zamorano, Honduras. 243-252p.
2. CANO, CARBALLO et al 2004. Control Biológico de Plagas Agrícolas, Costa Rica, CATIE 232p.
3. CALERO TOLEDO 2007. *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidóptero: Noctuidae) y su relación fenológica con los cultivos de tomate maíz. (en línea) Disponible en [Http://grad.uprm.edu/tesis/calerotoledo.pdf](http://grad.uprm.edu/tesis/calerotoledo.pdf). Consultado en agosto 2007.
4. CANO E. *et al*, 2004. Control Biológico de Insectos mediante Parasitoides. *In* Control Biológico de plagas, Carballo y Guharay eds. CATIE, Turrialba Costa Rica 91p.
5. CAVE, D. R., 1995. Parasitoides de Plagas Agrícolas en América Central, Zamorano, 202 p.
6. CAVE, D. R, 1995. Manual para la enseñanza del Control Biológico en América Latina, 187p.
7. CECOTTI L. 2006 Repuesta Funcional de *Eriopis connexa* (Germar) (Coleoptera: Coccinellidae) a variaciones de densidad de *Sipha* (*Rungisia*) *Maydis* Passerini (Hemiptera:Aphididae) en entre Rios- Argentina. Resultados preliminares
8. CHIRI, A. 1989. Utilización del Control Etológico. *In* Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la Agricultura: Estado Actual y Futuro Andrews y Quezada Eds. Zamorano, Honduras. 268-278p.
9. DAXL, R. 1996, Manejo de Cultivo Algodonero, Hispamer, Colombia 330 p.
10. DEBACH, P. 1968. Control biológico de plagas de insectos y malas hierbas. Instituto del libro, 949p.
11. FONSECA F. 2005. Control de Calidad y Proceso de Producción de *Trichogramma pretiosum* en el Centro de Investigación y Reproducción de Controladores Biológicos CIRCB 2003 Tesis presentada para optar al titulo de Biología .UNAN-León, 45p.
12. GALO, J. *Trichogramma* en el control integrado de plagas, Buga (valle) Colombia, 10p.
13. GODFRAY, 1994. Parastoids, Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press. New Jersey. 437p.

14. HASSELL, M.P., 1978. The dynamics of Artropod Predator –Prey Systems. Princeton University Press. New Jersey. 237p.
15. LÓPEZ R. CLAUDIA, 1999. Estudios biológicos del parasitoide *Trichogrammatidae Lopezandinensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) orientados al control de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae). Revista Colombiana de Entomología. 25(1-2):67-71(en línea) Disponible en <Http:redepapa.org/trichogrammatidae.pdf>, Consultado en junio 2006.
16. MARCANO R., NAVARRO R. Y, 1997. Efecto de la temperatura sobre las características biológicas de *Trichogramma pretiosum* Riley y *T. caiaposi*, 1997. (en línea) Disponible en [Http:ceniap.gov.ve/pdf/revistas científicas/agronomía](Http:ceniap.gov.ve/pdf/revistas_cientificas/agronomia), Consultado en septiembre 2007.
17. MORALES J. 2004. Potencial Biológico de *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: *Trichogrammatidae*) como parásitoide de la polilla de los granos. (en línea) Disponible en <Http:dialnet.unirioja.es.pdf>. Consultado en agosto 2007.
18. MORALES J., S. Gallardo, C. Vásquez y Y. Rios. 2001 Repuesta Funcional de *Telenomus remus* (Hymenoptera: Scelionidae) a los huevos de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) Bioagro 13(2):49-55. (en línea) Disponible en [Http/ dialnet.unirioja.es, pdf](Http:dialnet.unirioja.es, pdf) Consultado en septiembre 2007.
19. ORTIZ M, 1993. Crianza de *Trichogramma pretiosum* y su ubicación geográfica en la Región II de Nicaragua León, Nic C. A Tesis presentada para optar al título de Biología .UNAN-León ,45p.
20. PRICE W. PETER. Insect Ecology. Third Edition. 874p.
21. RIZO, C. et al., 1994. Procedimiento para la crianza masiva de insectos Noctuidos. UNAN-LEÓN. 24 p
22. SAUNDERS, J. *et al.* Plagas Invertebradas de Cultivos Anuales alimenticios en Centro América. 1984. CATIE, Turrialba, Costa Rica .305p.
23. TRABANINO, R 1998. Guía para el Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Honduras. Zamorano.178 p
24. UGALDE. A. J. Avispas, Abejas y Hormigas, Costa Rica .174p.

IX. ANEXOS
ANEXO 1

Tabla 1. Parámetros calculados para estimar la Ecuación de respuesta funcional de *Trichogramma pretiosum* a diferentes densidades de huevos de *H. zea*. CIRCB.2007.

Trat	Rep	N	P	N _e	Busq	Ovip	Manip	a	T _h	T	N _e estim	Na parst	Dprd al azar	Ecuac Gral	T1	Ecuac Gral2
1	1	20	1	14	19.2	10.7	13.2	1.640556	23.9	353.8	14.784494	10.45032	20	-111936	43.1	7372.8
1	2	20	1	8	17.25	13.6	13.6	1.640556	27.2	234.9	8.6245274	7.005764	20	-59737	44.45	5951.25
1	3	20	1	16	16.4	10.1	18.8	1.640556	28.9	478.8	16.550021	11.25719	20	-136809	45.3	5379.2
1	4	20	1	12	24.3	7.6	18.96	1.640556	26.56	343	12.900107	9.506805	20	-130180	50.86	11809.8
2	1	40	1	12	14.9	11.3	17.6	1.640556	28.9	361.7	12.508975	10.74194	40	-180588	43.8	8880.4
2	2	40	1	11	10.1	8.8	17.78	1.640556	26.58	302.5	11.373464	9.899468	40	-103303	36.68	4080.4
2	3	40	1	8	21.3	10.2	20.65	1.640556	30.85	268.1	8.686147	7.807749	40	-165842	52.15	18147.6
2	4	40	1	10	24.6	7	20.2	1.640556	27.2	296.6	10.898306	9.539773	40	-216677	51.8	24206.4
3	1	80	1	15	21.7	12.1	24.9	1.640556	37	576.7	15.583277	14.15947	80	-861577	58.7	37671.2
3	2	80	1	18	14.55	11.9	14.6	1.640556	26.5	491.6	18.543725	16.5514	80	-507446	41.05	16936.2
3	3	80	1	23	7.51	9	29.1	1.640556	38.1	883.8	23.192475	20.13328	79.99964	-499079	45.61	4512.008
3	4	80	1	12	17.48	11.6	21.55	1.640556	33.15	415.3	12.524421	11.59326	80	-485483	50.63	24444.032
4	1	120	1	19	6.93	10.7	16.3	1.640556	27	519.9	19.253045	17.78794	119.9986	-398395	33.93	5762.988
4	2	120	1	18	25.75	10.7	16.3	1.640556	27	511.8	18.950139	17.52961	120	-1E+06	52.75	79567.5
4	3	120	1	11	19	6	24.6	1.640556	30.6	355.6	11.618986	11.07421	120	-654360	49.6	43320
4	4	120	1	24	11.15	15.6	23.9	1.640556	39.5	959.2	24.279156	21.9806	120	-1E+06	50.65	14918.7

Anexo 2

Cuadro 2. Tiempo Total de cada Comportamiento de *Trichogramma pretiosum* en el Laboratorio CIRCB, 2007

Primera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	19.2 min.	13.2 min.	10.7 min.	17.4 min.
40	14.9 min.	17.6 min.	11.3 min.	12.5 min.
80	21.7 min.	24.9 min.	12.1 min.	8.6 min.
120	6.93 min.	16.3 min.	10.65 min.	5.9 min.
Segunda Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	17.25 min.	13.6 min.	13.2 min.	15.35 min.
40	10.1 min.	17.78 min.	8.08 min.	23.9 min.
80	14.55 min.	14.6 min.	11.9 min.	19.22 min.
120	25.75 min.	16.33 min.	10.7 min.	7.59 min.
Tercera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	16.4min	18.8 min	10.1 min	15.18 min
40	21.3 min	20.65 min	10.15 min	7.73 min
80	7.51 min	29.1 min	22.4 min	70.4 min
120	19.3 min	24.6 min	6 min	5.85 min
Cuarta Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	24.3min	18.96min	7.56min	7.55min
40	24.6min	20.26min	7.00min	18.08min
80	17,48min	21.55min	11.63min	10.25min
120	11.15min	23.98min	15.68min	9.72min

Cuadro 3. Rangos Máximos de los diferentes comportamientos de *Trichogramma pretiosum*

Primera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	1,05	1,25	12,6	2,9
40	3,45	1,8	1,8	2,4
80	11,2	4,8	1,5	2,1
120	2,26	1,53	0,95	0,16
X medias	4,49	2,345	4,2125	1,89
Segunda Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	5,08	2,8	2,3	6,45
40	1,7	1,98	1,45	4,78
80	2,08	1,43	1,2	2,37
120	10,05	1,45	1,08	6,34
X medias	4,7	1,9	1,5	4,9
Tercera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	2,18	2,1	1,26	3,08
40	3,25	3,23	3,83	7,23
80	0,76	4,75	0,7	4,81
120	7,11	3,46	1,91	3,5
X medias	3,3	3,3	1,9	4,6
Cuarta Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	2,29	2	1,05	1,25
40	2,53	4,27	1,46	10,03
80	2,43	1,39	1,26	4,4
120	1,14	1,43	1,05	2,58
X medias	2,0975	2,2725	1,205	4,565

Cuadro 4. Rangos Mínimos de los diferentes comportamientos de *Trichogramma pretiosum*

Primera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	0,2	0,16	0,15	0,06
40	0,15	0,16	0,35	0,06

80	0,08	0,01	0,48	0,16
120	0,08	0,11	0,3	0,03
X medias	0,1275	0,11	0,32	0,0775
Segunda Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	0,03	0,06	0,35	0,05
40	0,2	0,18	0,03	0,03
80	0,07	0,02	0,13	0,1
120	0,1	0,01	0,04	0,06
X medias	0,1	0,06	0,13	0,06
Tercera Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	0,08	0,01	0,26	0,1
40	0,08	0,06	0,1	0,5
80	0,08	0,13	0,23	0,06
120	0,15	0,16	0,15	0,4
X medias	0,09	0,2	0,18	0,2
Cuarta Repetición				
Densidad	Buscando	Tocando	Ovipositando	Descansando
20	0,03	0	0,16	0,16
40	0,06	0	0,17	0,04
80	0,05	0,05	0,18	0,2
120	0,05	0,01	0,14	0,06
X medias	0,0475	0	0,1625	0,115

Cuadro 5 Frecuencia de Oviposiciones y emergencias de *Trichogramma pretiosum*.

Densidad 20 Huevos

Huevo	Numero de oviposiciones	Huevo negro- blanco	No. de orificios de salida
1	1	negro	1
2	1	negro	1
3	1	negro	1
4	0	blanco	0
5	1	negro	1
6	1	negro	1
7	0	blanco	0
8	0	blanco	0
9	0	blanco	0
10	1	negro	1
11	0	blanco	0
12	1	negro	1
13	0	blanco	0
14	0	blanco	0
15	0	blanco	0
16	0	blanco	0
17	0	blanco	0
18	1	negro	1
19	0	blanco	0
20	0	blanco	0
Total de huevos parasitados 8	Frecuencia acumulada		No. de orificios de salida 8
8	8		Número de avispa 8

Densidad 40 Huevos

Huevo	Numero de oviposiciones	Huevo negro-blanco	No. de orificios de salida
1	1	negro	1
2	0	blanco	0
3	1	negro	1
4	0	blanco	0
5	1	negro	1
6	1	negro	1
7	0	blanco	0
8	0	blanco	0
9	0	blanco	0
10	1	negro	1
11	0	blanco	0
12	0	blanco	0
13	0	blanco	0
14	0	blanco	0
15	0	blanco	0
16	0	blanco	0
17	0	blanco	0
18	0	blanco	0
19	0	blanco	0
20	0	blanco	0
21	0	blanco	0
22	0	blanco	0
23	0	blanco	0
24	0	blanco	0
25	1	negro	1
26	0	blanco	0
27	0	blanco	0
28	0	blanco	0
29	0	blanco	0
30	0	blanco	0
31	1	negro	1
32	1	negro	1
33	0	blanco	0
34	0	blanco	0
35	0	blanco	0
36	1	negro	1
37	1	negro	1
38	1	negro	1
39	0	blanco	0
40	0	blanco	0
Total de huevos parasitados	Frecuencia acumulada		No de orificios de salida 11
11	11		Número de avispa 11

Densidad 80 Huevos

Huevo	Numero de oviposiciones	Huevo negro-blanco	No. de orificios de salida
1	1	negro	1
2	0	blanco	0
3	0	blanco	0
4	0	blanco	0
5	0	blanco	0
6	0	blanco	0
7	0	blanco	0
8	0	blanco	0
9	0	blanco	0
10	0	blanco	0
11	0	blanco	0
12	0	blanco	0
13	0	blanco	0
14	0	blanco	0
15	1	negro	1
16	0	blanco	0
17	0	blanco	0
18	0	blanco	0
19	0	blanco	0
20	0	blanco	0
21	0	blanco	0
22	0	blanco	0
23	0	blanco	0
24	0	blanco	0
25	0	blanco	0
26	0	blanco	0
27	1	negro	1
28	0	blanco	0
29	0	blanco	0
30	0	blanco	0
31	0	blanco	0
32	0	blanco	0
33	0	blanco	0
34	0	blanco	0
35	0	blanco	0
36	0	blanco	0
37	0	blanco	0
38	0	blanco	0
39	0	blanco	0
40	1	negro	1
41	0	blanco	0
42	0	blanco	0
43	0	blanco	0

44	0	blanco	0
45	2	negro	2
46	0	blanco	0
47	0	blanco	0
48	1	negro	1
49	1	negro	1
50	0	blanco	0
51	0	blanco	0
52	0	blanco	0
53	0	blanco	0
54	0	blanco	0
55	1	negro	1
56	1	negro	1
57	0	blanco	0
58	0	blanco	0
59	1	negro	1
60	1	negro	1
61	0	blanco	0
62	0	blanco	0
63	0	blanco	0
64	0	blanco	0
65	0	blanco	0
66	0	blanco	0
67	0	blanco	0
68	1	negro	1
69	1	negro	1
70	0	blanco	0
71	1	negro	1
72	1	negro	1
73	0	blanco	0
74	0	blanco	0
75	0	blanco	0
76	0	blanco	0
77	0	blanco	0
78	1	negro	1
79	1	negro	1
80	0	blanco	0
Total de huevos parasitados	Frecuencia acumulada		No me orificios de salida 18
17	18		Número de avispidas 18

Densidad 120 Huevos			
Huevo	Numero de oviposiciones	Huevo negro-blanco	No. de orificios de salida
1	0	blanco	0
2	0	blanco	0
3	0	blanco	0
4	0	blanco	0
5	0	blanco	0
6	0	blanco	0
7	0	blanco	0
8	0	blanco	0
9	0	blanco	0
10	0	blanco	0
11	0	blanco	0
12	0	blanco	0
13	0	blanco	0
14	1	negro	1
15	0	blanco	0
16	0	blanco	0
17	0	blanco	0
18	0	blanco	0
19	0	blanco	0
20	0	blanco	0
21	1	negro	1
22	1	negro	1
23	0	blanco	0
24	1	negro	1
25	0	blanco	0
26	0	blanco	0
27	0	blanco	0
28	0	blanco	0
29	0	blanco	0
30	0	blanco	0
31	1	negro	1
32	0	blanco	0
33	0	blanco	0
34	1	negro	1
35	1	negro	1
36	0	blanco	0
37	0	blanco	0
38	0	blanco	0
39	0	blanco	0
40	0	blanco	0

41	1	negro	1
42	0	blanco	0
43	0	blanco	0
44	0	blanco	0
45	0	blanco	0
46	0	blanco	0
47	0	blanco	0
48	0	blanco	0
49	0	blanco	0
50	0	blanco	0
51	1	negro	1
52	1	negro	1
53	0	blanco	0
54	0	blanco	0
55	0	blanco	0
56	0	blanco	0
57	0	blanco	0
58	0	blanco	0
59	0	blanco	0
60	0	blanco	0
61	1	negro	1
62	0	blanco	0
63	0	blanco	0
64	0	blanco	0
65	0	blanco	0
66	0	blanco	0
67	0	blanco	0
68	0	blanco	0
69	0	blanco	0
70	0	blanco	0
71	1	negro	1
72	0	blanco	0
73	1	negro	1
74	0	blanco	0
75	0	blanco	0
76	0	blanco	0
77	0	blanco	0
78	0	blanco	0
79	0	blanco	0
80	0	blanco	0
81	0	blanco	0
82	0	blanco	0
83	1	negro	1
84	0	blanco	0
85	0	blanco	0
86	0	blanco	0

87	0	blanco	0
88	0	blanco	0
89	0	blanco	0
90	0	blanco	0
91	0	blanco	0
92	0	blanco	0
93	1	negro	1
94	0	blanco	0
95	0	blanco	0
96	0	blanco	0
97	0	blanco	0
98	0	blanco	0
99	0	blanco	0
100	0	blanco	0
101	0	blanco	0
102	0	blanco	0
103	1	negro	1
104	0	blanco	0
105	0	blanco	0
106	0	blanco	0
107	0	blanco	0
108	0	blanco	0
109	0	blanco	0
110	0	blanco	0
111	0	blanco	0
112	1	negro	1
113	1	negro	1
114	0	blanco	0
115	0	blanco	0
116	0	blanco	0
117	0	blanco	0
118	0	blanco	0
119	0	blanco	0
120	0	blanco	0
Total de Huevos parasitados	Frecuencia acumulada		No de orificios de salida 18
18	18		Número de avispidas 18



Foto1. Colocación de huevos de *Sitotoga cerealella* en tubitos de ensayo



Foto2. revisión de huevos de *Helicoverpa zea*

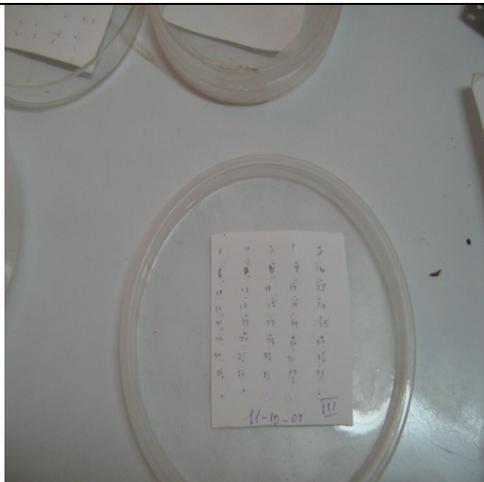


Foto3. Densidad de 120 huevos de *Helicoverpa zea* en una cartulina de $7 \times 7 \text{ pug}^2$

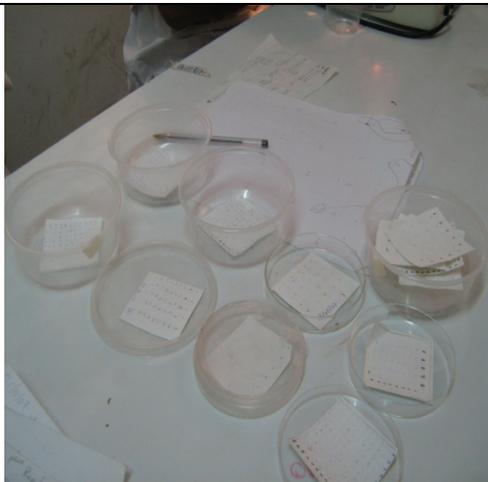


Foto 4. Cartulinas con huevos de *H zea* a diferentes densidades



Foto5. Revisión de huevos parasitados por *T. pretiosum*



Foto6. Disección en cada densidad de huevos parasitados por *T. pretiosum*



Foto7. huevo parasitado por *T. pretiosum* y orificio de salida en la parte apical del huevo

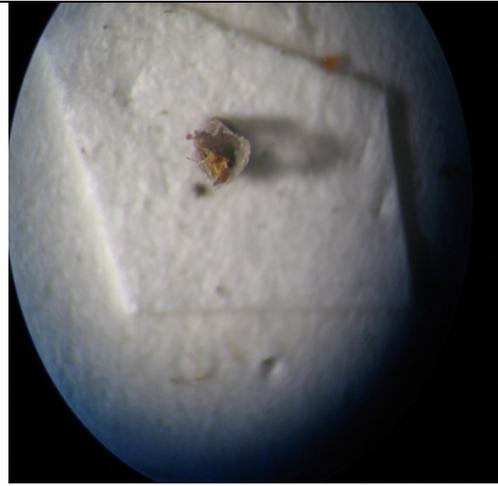


Foto 8. Avispita de *trichogramma pretiosum*.

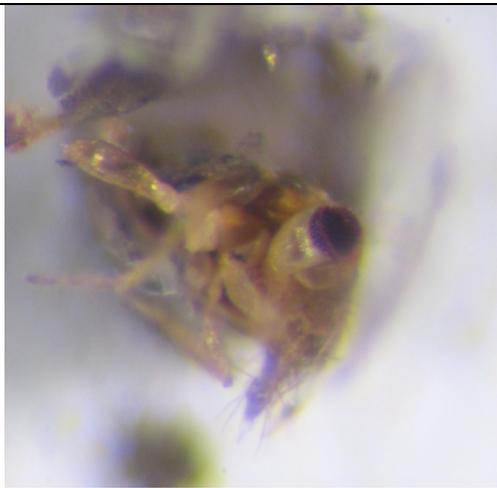
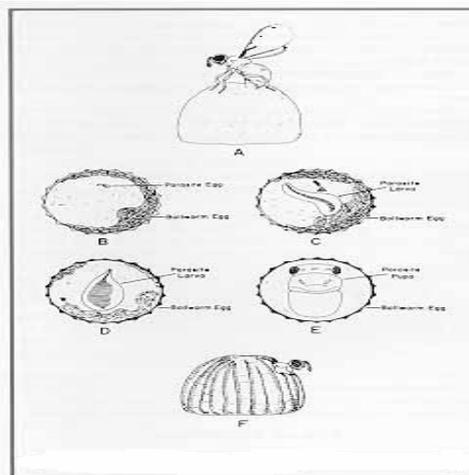


Foto9. Avispita de *T. pretiosum*



Ciclo de vida de *Trichogramma sp.*

