

DEL TRICHOGRAMMA SE SABE QUE. . . Y OTRAS OBSERVACIONES SOBRE SU PARASITISMO EN HUEVOS

DE *Oxydia* sp. cerca *trychiata* (Guenée)
(LEPIDOPTERA: GEOMETRIDAE)¹

Alfredo Saldarriaga y Alex Bustillo²

INTRODUCCION

Diferentes especies del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que destruyen los huevos de muchas plagas, han sido y están siendo criadas y liberadas por millones en campos y arboledas como una medida de control biológico. Sin embargo, muy poco se ha difundido el conocimiento que se tiene de estos diminutos insectos, cómo viven y cómo se reproducen, qué requieren para subsistir, cuál es su verdadero valor en la represión de las plagas, y muchos otros aspectos relacionados con su existencia.

Desarrollar cualquier actividad sin saber con que se está trabajando conduce a muchas anomalías, desperdicio de esfuerzos, costos innecesarios, errores de apreciación y mala utilización de los elementos disponibles.

Desde 1931, Smith y Flanders (1931) publicaron el artículo "Está el *Trichogramma* de moda?" y paradójicamente después de 44 años esta pregunta puede hacerse en Colombia.

Basado en las observaciones de Clausen (1958), DeBach y Hagen (1964) establecieron algunas razones por las cuales las liberaciones han resultado fallidas contra insectos de la fruta y que por la importancia de sus conceptos se transcriben a continuación:

"El uso de este parásito no estaba basado en estudios de campo que indicaran que el *Trichogramma* era potencialmente capaz de controlar la plaga en cuestión, sino que fue basado en la habi-

lidad para producir a bajos costos grandes cantidades del parásito . . . y en la mayoría de los casos no se prestó atención al cultivo y se hizo la liberación de una especie o variedad en particular, en base a que se conocía que atacaba huevos de la plaga específica contra la cual había sido liberada.

Evidentemente deben tenerse adecuadas consideraciones para asegurarse de que la especie o variedad es la correcta, la cantidad de liberaciones es la óptima, la época de liberación es la adecuada, la respuesta a las temperaturas es buena, la naturaleza de la estructura de los huevos del huésped es la apropiada, los lugares en los cuales se depositan son adecuados, y que haya adaptabilidad al habitat".

Las anotaciones anteriores impulsaron a los autores del presente trabajo a recopilar las informaciones sobre el *Trichogramma* encontradas en la literatura disponible. También se dan a conocer algunas observaciones obtenidas en el curso de sus trabajos de investigación, realizada en el laboratorio del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tulio Ospina" y en la plantación de coníferas de la represa "La García", en la vereda San Félix, municipio de Bello, departamento de Antioquia.

MATERIALES Y METODOS

Como antes se dijo, se recopilaron algunos resultados obtenidos sobre la incidencia que tienen varios factores en el comportamiento de las especies de *Trichogramma*, a fin de que sean tenidos en cuenta en los programas o proyectos de control biológico y cría masiva que se están adelantando en el país con este insecto. Por eso, en este artículo se

¹ Contribución del Programa Nacional de Entomología del ICA.

² Ing. Agrónomos. Estación Experimental "Tulio Ospina", ICA. Apartado Aéreo 51764. Medellín, Colombia.

consideró la Revisión de Literatura como uno de los materiales básicos.

Los resultados de las observaciones realizadas en el C.N.I.A. "Tulio Ospina" y la represa "La García" se refieren a datos de laboratorio y unos pocos de campo. Las cepas de *Trichogramma* spp. para estos estudios fueron obtenidas de crías masivas que se tienen en el laboratorio de entomología del Ingenio Providencia, departamento del Valle del Cauca, y de huevos ya parasitados del gusano cabrito de la caña de azúcar, *Caligo ilioneus* Cramer, (Lepidoptera: Brassolidae). Las especies de estas cepas no han sido aún completamente identificadas. El material puesto a prueba como huésped de las cepas del parásito fueron huevos de los gusanos medidores del ciprés y pino, *Oxydia* sp. y *Glena bisulca* Rindge (Lepidoptera: Geometridae).

En el Centro "Tulio Ospina" a 1.500 m.s.n.m. y en la represa "La García" a 2.440 m.s.n.m. y con unas condiciones fluctuantes de temperatura dentro de los laboratorios de 20 a 31°C y de 7 a 22°C, respectivamente, y una humedad de 60 a 90%, se hicieron las observaciones de parasitación y ciclos de vida. El comportamiento de una liberación del parásito en árboles de ciprés se realizó bajo las condiciones de campo en "Tulio Ospina".

Para determinar la actividad del parásito en las dos plagas forestales se emplearon tubos de ensayo con una capacidad de 25 cc. Dentro de los tubos se introdujeron huevos de la plaga en diferentes estados de desarrollo. Los huevos se obtuvieron de posturas colocadas sobre tiras de papel durante el cautiverio de los adultos en jaulas de 80 x 80 x 80 cm, forradas con anejo plástico. Conjuntamente con los huevos se introdujeron adultos del parásito que habían emergido un día antes de las cepas antes nombradas. Para alimentar los parásitos se trazó dentro del tubo y con un pincel fino una línea delgada de miel de abeja. Para evitar una drástica disecación de los huevos, los tubos fueron rociados con agua destilada en algunas oportunidades y fueron taponados con algodón de fibra no absorbente. Estas operaciones se repitieron en varias oportunidades durante el transcurso de tres meses. Se anota que con el material obtenido a partir de los primeros adultos de *Trichogramma* y provenientes de huevos de las plagas de ciprés y pino, se continuaron los trabajos que aquí se reportan.

De los huevos parasitados se llevó el registro de fechas y otras observaciones con el fin de determinar el ciclo de vida del parásito.

Para observar el comportamiento de los parásitos liberados se utilizó una pequeña arboleda de ciprés que rodea el insectario del programa de Entomolo-

gía en el Centro. Estos árboles tenían una altura promedio de 4 a 6 metros, con abundante follaje a partir de 1,50 metros desde el suelo. En las ramas que estaban al alcance de la mano y a partir de la parte media de ellas hacia el tronco principal se colocaron, al azar, 30 grupos de posturas de *Oxydia* y de cinco diferentes estados de desarrollo, desde recién ovipositados hasta de nueve días. A unos 50 cm de distancia de estas posturas fueron colocadas las pulgadas con huevos de *Sitotroga* previamente parasitados por *Trichogramma*. Los huevos del huésped en estudio permanecieron expuestos durante seis días a la acción del parásito, que fue liberado en dos oportunidades así: una el mismo día de colocación de los huevos y otra dos días después de la primera liberación, luego fueron retirados y sometidos a observación detallada en el laboratorio con la ayuda de un microscopio.

Los trabajos en la represa "La García", donde se encuentra una plantación de ciprés y pino que ha estado afectada por los defoliadores *Oxydia* y *Glena*, comprendieron la obtención de huevos de estas plagas y la observación del ciclo de vida y comportamiento del parásito confinado en tubos de ensayo y frascos de un galón de capacidad, empleando los mismos métodos de los estudios de laboratorio en "Tulio Ospina". Este material permaneció a la temperatura ambiente del corredor de una de las casas de la represa, y después de 20 días, parte fue al interior donde las temperaturas no fueron tan fluctuantes y drásticas.

Para las observaciones en relación con la preferencia de los adultos de *Trichogramma* por cierto estado de desarrollo del embrión en los huevos de *Oxydia* se realizaron pruebas, en las cuales se colocaron, dentro de tubos de ensayo de 25 cc de capacidad dos tipos de huevos, una postura de 72 huevos de cuatro días de edad, de coloración rojiza indicadora del desarrollo del embrión, y otra de 51 huevos de unas 8 a 10 horas de edad, de color amarillo. Conjuntamente con los huevos se introdujeron 18 adultos hembras y 10 machos del *Trichogramma*, que contaron con alimentación a base de miel de abeja.

RESULTADOS

La revisión de literatura, así como los datos y observaciones obtenidas a través de los trabajos se presentan bajo los siguientes aspectos y factores:

Identificación: En relación con la importancia de la sistemática y taxonomía de los organismos, Schlinger y Doult (1964) consideraron

que la identificación es la base más importante para el control biológico, clave en trabajos de investigación, necesario en proyectos de explotación, programas de producción masiva, encuentro de referencias importantes sobre la biología y ecología de las especies y en general prerequisite para conclusiones adecuadas en todos los campos.

No obstante lo anterior, la identificación y clasificación de especies del género *Trichogramma* aún no está clara y tiende más bien a ser confusa debido a disímiles criterios de los especialistas para separarlos, sin llegar aún a un acuerdo al respecto.

Sweetman (1958) dice que dentro de la familia Trichogrammatidae se conocen más de 100 especies; que el dimorfismo, especialmente en el color de las alas, es bastante común en los miembros de esta familia y que la nutrición parece tener marcada influencia en esto, y que las diferencias entre especies se encuentran básicamente por medios genéticos.

Orphanides y González (1970) hicieron una revisión de literatura sobre el problema taxonómico de este género y citan los criterios de varios especialistas para identificar las especies en la siguiente forma: "Harland y Atteck (1933) establecieron que solamente con un estudio exterior de los caracteres biológicos, relaciones de cruces, citología y comparación de varias razas se podría determinar el número de especies existentes. Hochmut y Martineck (1963) usaron diferencias en el ovipositor para separar algunas de ellas. Nagarkatti y Nagaraja (1968) emplearon la genitalia del macho como principal medio para separar especies. Dobzhansky (1951) no empleó las características de la genitalia, por no ser consistentes, pues algunos caracteres pueden estar presentes en razas y ausentes en especies. Flanders y Quednau (1960) establecieron una guía para la separación de especies de este género, teniendo en cuenta el método de reproducción, que puede ser bisexual, unisexual o ambos. Sin embargo, Girault (1911) y Mayr (1963) no fueron partidarios de emplear este método".

Oatman *et al.* (1970), por medio de cruces o cruces recíprocos, establecieron una reproducción aislada y por consiguiente la separación de las especies: *T. pretiosum* Riley, *T. semifumatum* (Perkins), *T. minutum* Riley y *T. evanescens*, Westwood.

En Colombia se ha indicado la presencia de las siguientes especies: *T. perkinsi* Girault, *T. fasciatum* Riley, *T. minutum*, y *T. semifuma-*

tum (Posada y García, 1974; Alvarez, 1966; Gaviria, 1971 y Saldarriaga, 1974). Por otra parte y en numerosas publicaciones se hace referencia al parasitismo de *Trichogramma* spp. contra varias plagas.

La carencia de descripciones precisas de cada especie, las pocas informaciones que se tienen sobre la distribución geográfica y de la de sus huéspedes, así como la falta de estudios biológicos y del papel que cada especie desempeña en diferentes medios ecológicos, están mostrando un vacío esencial en el conocimiento y el papel que desempeñan estas especies. Por lo tanto, se pierde gran parte de los esfuerzos que se están realizando en los programas de control biológico, que empiezan a tener auge en Colombia.

2. **Aspectos biológicos:** Según Peterson (1930) el número de huevos depositados, dependiendo de la especie, puede ser de 35 a 131, con un promedio de 40 a 50 huevos por hembra.

En los Trichogrammatidae el número de los instares larvales es, al parecer, de uno a cinco. Flanders (1937) reporta tres, anotando, que el requerimiento de oxígeno por la larva dentro del huevo es muy bajo.

Las hembras copulan inmediatamente después de la emergencia, pero también son capaces de reproducirse partenogenéticamente, en cuyo caso toda la prole son machos. El parasitismo por *Trichogramma* produce un cese inmediato del desarrollo normal del embrión del huésped. En días cálidos los huevos eclosionan en pocas horas. El parásito crece rápidamente. El sexo del adulto que emerge está influenciado por la disponibilidad de alimento dentro del huevo huésped (Sweetman, 1958).

El número de individuos que puede desarrollarse dentro del huésped depende del tamaño o volumen de éste. En *Sitotroga* es solitario y en *Pachysphinx* pueden emerger 50 o más (Flanders, 1935).

El tamaño del parásito también está condicionado al tamaño del huevo huésped y al número de individuos que se desarrollan dentro de él (Barber, 1937).

El ciclo de vida del *T. minutum*, de huevo a adulto, es de ocho días bajo condiciones de laboratorio y de 10 a 12 en el campo, dependiendo de la temperatura externa. Los adultos sólo viven dos o tres días y prácticamente no se alimentan (Alden y Webb, 1937).

Diapausa del *T. evanescens* en huevos de *Pieris rapae* (L.) y del *T. minutum* en *Peridroma saucia* (Hübner) fue observada por Parker y Pinnell (1971).

Observaciones y datos obtenidos en el Centro "Tulio Ospina" y en la represa "La García" indicaron que las hembras después de emerger caminan constantemente tocando con las antenas la superficie hasta encontrar los huevos, una vez allí paran y lo examinan caminando sobre él en varias direcciones y empiezan a ovipositar. Los machos se mantienen caminando sobre la postura en espera de las hembras para copular. Se ha observado que una hembra es copulada una sola vez y que los intentos para ser copulada de nuevo son rechazados mediante un salto o vuelo rápido. El ciclo de vida del *Trichogramma* spp. en el laboratorio de "Tulio Ospina" fue de 11 a 12 días, y en la represa "La García" de 36 a 38 días. En la primera localidad la vida de los adultos fue de cuatro a siete días y para la segunda de 20 a 30 días, siendo la temperatura alta un factor adverso para la longevidad. La oviposición comenzó en ambos lugares casi inmediatamente después de la emergencia, y se observaron hembras, que aún sin extender sus alas estaban ovipositando. Los adultos del parásito emergidos de huevos de *Sitotroga*, progenitores de aquellos que se obtuvieron de huevos de *Oxydia* fueron más pequeños. De los huevos de *Oxydia* emergieron en promedio cinco adultos.

3. **Relación huésped-parásito:** "La adaptación de un parásito a su huésped debió ser un proceso largo y lento" (Sweetman, 1958). La manera y los factores que determinan la existencia y el mantenimiento de una relación entre el huésped y su parásito es aún problema de investigaciones. Doutt (1964) analizó los tres procesos distintivos y consecutivos para estas relaciones, propuestas por Salt (1937) y Flanders (1940), y propuso cuatro fases: 1) encuentro del hábitat del huésped, 2) encuentro del huésped, 3) aceptación del huésped, y 4) huésped adecuado. Estos cuatro pasos, ilustrativos de la restricción de un parásito en su acción contra el huésped son descritos e ilustrados a continuación con el *Trichogramma* y varios insectos plagas.

A. **Encuentro del hábitat del huésped:** Un organismo cualquiera se desarrolla más eficientemente dentro del hábitat que posea las condiciones apropiadas para subsistir y prosperar, y para ello requiere de una serie de factores bióticos y abióticos.

Doutt (1964) dice que este primer paso elimina a muchas especies de la lista potencial de huéspedes de un parásito por no ser el lugar apropiado para ambos. Van den Bosch y Telford (1964) al referirse a este primer paso dicen que los parásitos y predadores están más comúnmente asociados con climas y microclimas particulares, clases de vegetación, tipos de suelo, fasciación geográfica, etc.

Dentro de los numerosos factores que conforman un hábitat, los siguientes han sido investigados en relación con este parásito:

a. **Temperatura:** Un hecho importante es que los insectos entomófagos son a menudo más susceptibles al clima que sus insectos huéspedes (Bodenheimer, 1928, citado por Huffaker y Messenger, 1964). Flanders (1937) encontró que las especies *T. evanescens*, *T. embryophagum* Htg y *T. semblidis* (Auri) se desarrollaron en forma aislada en tres medios diferentes, no obstante existir en los tres lugares el mismo huésped. El mismo autor (1940), estableció que un parásito puede ser ineficiente en un ambiente nuevo.

Flanders (1931) concluyó que la temperatura determina la duración del ciclo de vida del *Trichogramma*, fluctuando entre siete y 75 o más días. A temperaturas entre 15,5 y 21°C se desarrolló entre 9 a 16 días, aumentando o disminuyendo un día por cada 0,7°C de descenso o aumento.

Schread y Garmar (1933) atribuyen a la temperatura gran responsabilidad en el apareamiento del *Trichogramma* bajo condiciones de laboratorio, así como a la duración del ciclo de vida. La reproducción máxima ocurrió a 27°C y una humedad relativa de 70 a 80%. Temperaturas menores de 0,8°C dan origen a especímenes deformes. Las hembras depositan más huevos, cuando la temperatura está por encima de 21°C y hay sol brillante.

Bowen y Stern (1966) encontraron que la temperatura era un factor influyente en la relación de producción de machos y hembras de *T. semifumatum*.

Tanto Flanders (1931) como Lund (1934) establecieron que la temperatura era un factor de adaptabilidad climática de dos razas de *T. minutum*. A diferente temperatura y humedad estas razas se desarrollan en diferentes proporciones, período de duración, tamaño, forma y color.

Huffaker (1969) observó que el frío (temperatura menor de 15,5°C) y las lluvias detuvieron la actividad del *Trichogramma*. Contrario a lo ocurrido al parásito, el clima fue favorable a la plaga huésped, el gusano de la col, *Pieris* sp.

Stein (1960), citado por DeBach (1964), en relación con la cría masiva del *T. cacoeciae* Marshall, encontró que las crías bajo temperaturas fluctuantes entre 16 y 26°C eran diez veces más efectivas contra la polilla del manzano, *Carpocapsa pomonella* (L.), que aquellas obtenidas bajo temperatura constante de 27°C.

Fye y Larsen (1969) dicen que adultos de este parásito emergidos cerca a la superficie del suelo fueron muy sensibles a las temperaturas altas.

En los trabajos con las plagas de forestales las observaciones relacionadas con este factor mostraron que mientras el *Trichogramma* con temperaturas de laboratorio fluctuantes entre 20 y 31°C y a una altura de 1.500 m.s.n.m., tuvo un ciclo de vida, de huevo a adulto, de 12 días; bajo condiciones de campo, con temperaturas entre 7 y 20°C y a una altura de 2.400 m.s.n.m. el ciclo fue de 38 días.

Algunas posturas de *Oxydia* parasitadas y que habían permanecido durante 13 días bajo condiciones de campo en la represa (temperatura fluctuante de 7 a 20°C) y de las cuales no habían emergido parásitos, fueron llevadas a las condiciones ambientales del laboratorio de "Tulio Ospina", (20 a 31°C). Otras de 20 días fueron llevadas a las oficinas de la misma represa, en cuyo lugar no fue registrada la temperatura, pero que presumiblemente no tenía los cambios tan bruscos como los anotados para el medio ambiente externo. La emergencia de los parásitos en estas posturas ocurrieron, para el primer caso a los siete días después del cambio; es decir cumplieron el ciclo de vida en 20 días; mientras que en las del segundo lugar la emergencia ocurrió 11 días después, es decir tomaron 31 días para desarrollarse de huevo a adulto. Los parásitos dejados en el medio ambiente exterior salieron a los 39 días.

En cuanto a la longevidad de los adultos, que también estuvieron expuestos a las condiciones antes anotadas, se encontró que: en el laboratorio de "Tulio Ospina" la lon-

gevidad varió entre cuatro y siete días; cuando los adultos después de la emergencia permanecieron dos días en condiciones de laboratorio y luego fueron llevados a un cuarto con temperatura constante de 16°C por dos días, para regresar de nuevo al laboratorio, sobrevivieron 12 días, y bajo las condiciones de la represa los adultos permanecieron vivos durante 20 a 30 días.

- b. **Humedad:** La humedad y su influencia sobre el *Trichogramma* también ha sido estudiada. Este factor fue considerado básico bajo condiciones de laboratorio por Schread (1932). El autor conceptúa que la temperatura en conjunto con la humedad, pueden ser los factores principales para la cría y longevidad de estos insectos.

Aunque la humedad no fue medida y regulada con precisión en los trabajos realizados en "Tulio Ospina" y la represa "La García", se considera que fluctuó entre 50 y 90%. Se piensa que la humedad ambiental también tuvo mucho que ver con las diferencias tan marcadas en la duración del ciclo de vida, pero sin duda alguna, la temperatura tuvo mayor influencia.

- c. **Viento:** Hendricks (1967) encontró que el viento influenciaba desfavorablemente el movimiento de las avispas del *T. semifumatum*.
- d. **Luz:** La intensidad de la luz ha sido estudiada por varios investigadores, para determinar la influencia que puede tener en las actividades de este parásito.

Flanders (1929), Peterson (1930), Schread y Garman (1933) y Laing (1938) consideraron que la intensidad de la luz es un factor importante en la actividad parasítica del insecto, siendo más eficiente en días brillantes que en los oscuros. Este factor también es importante en la producción masiva del insecto.

Orphanides y González (1970a) dicen que la exposición de adultos de *T. pretiosum* a la luz continua acorta la longevidad del insecto y que el período de reproducción fue prolongado por la oscuridad.

Criterios enteramente en desacuerdo con los anteriores fueron expuestos por Lund (1934, 1938), quien concluye que el factor luz no fue tan importante como para consi-

derarse una condición esencial en la cría del parásito.

- e. **Plantas hospedantes:** Las plantas juegan un papel importante en la conformación del medio ambiente, así como en la selección de dicho ambiente por los insectos.

Bartlett y Van Den Bosch (1964) citan los siguientes conceptos de varios investigadores: en su búsqueda por el huésped los enemigos naturales a menudo son al principio primariamente atraídos hacia los hábitats particulares, siendo los atrayentes primarios usualmente ciertas especies de plantas en las cuales el huésped se alimenta (Cushman, 1926). Como consecuencia de esto es común que algunas plantas no sean frecuentadas por los enemigos naturales de la plaga y que ellos tengan una marcada preferencia por otras plantas. Así, que para obtener éxito es importante, en muchos casos, habituar o familiarizar el parásito con el ambiente donde se desarrolla la planta huésped (Williams, 1957; Ulyett, 1947).

Sobre la influencia que tiene la vegetación en el parasitismo de huevos de ciertas plagas, Rabb y Bradley (1968) hacen la siguiente e importante observación: "Entre los enemigos naturales menos reportados están aquellos asociados con especies plagas que viven en plantas alternas o de poca importancia económica pero cuya acción en estos lugares es fundamental para mantener la especie plaga a niveles bajos en el medio ambiente general". Para ilustrar los autores citan el caso del cachón del tabaco, *Manduca sexta* (Johannson), cultivo en el cual el *Trichogramma* no puede moverse por lo pegajoso del follaje, sin embargo, una parte de la población de la plaga vive sobre otros huéspedes alternos y allí el parásito sí es activo y efectivo y por lo tanto estos hospedantes alternos influyen tanto las poblaciones de la plaga como las del parásito.

Otro ejemplo es dado por Walker (1940), quien trabajando con la plaga del tallo del trigo, *Cephus pigmaeus* (L.), encontró que su parásito, *Collyria calcitrator* (Grav.), parasitaba bien su huésped en trigo, pero muy pobremente en cebada.

- B. **Encuentro del huésped:** El comportamiento de los agentes entomófagos de control biológico es una calidad indicadora del grado de efectividad

esperado. Dentro de estos atributos se ha señalado como de primer orden el de poseer una alta capacidad de búsqueda y para ello, entre otras características, el insecto debe poseer buena capacidad de vuelo y dispersión, en tal forma que le permita moverse ampliamente de planta a planta (Doutt y DeBach, 1964).

Muir (1931), citado por Sweetman (1958), conceptúa que un parásito débil, pequeño y con potencia restringida de locomoción puede ser altamente efectivo cuando el huésped es abundante, y solo atribuye un papel sin importancia a su acción cuando el huésped es escaso.

El *T. minutum* puede detectar la presencia de huevos únicamente cuando éstos están a un cuarto o media pulgada de distancia (Sweetman, 1958).

Sobre la capacidad de dispersión del *Trichogramma* se tiene las siguientes informaciones: Stern *et al.* (1965) encontraron, que el *T. semifumatum* se mueve 3.500 m en 62 horas. Jaynes y Bynum (1941) dicen que el *T. minutum* se dispersa 100 m en 48 horas, y Fye y Larsen (1969) encontraron que esta especie sólo avanza 9 m en dos días. También indican que la capacidad de dispersión baja sensiblemente cuando sube la temperatura, considerando la especie como muy pobre en estos atributos.

DeBach (1964) cita los trabajos de Urquijo (1946, 1951) en los cuales el autor pudo aumentar la efectividad del parasitismo mediante la selección o cruces de razas de *T. minutum*. Estas selecciones mostraron un marcado aumento en la capacidad del parásito para encontrar los huevos del huésped.

Muir (1914), citado por Huffaker y Messenger (1964), consideró que dentro de los factores de interacción entre los parásitos y sus huéspedes, el de la habilidad para descubrir el huésped es de suma importancia en el grado de eficiencia del parásito, también que la selección del huésped es a menudo controlada por una serie de factores tales como: olor, especie de plantas y estímulos químicos.

Las hembras del *T. evanescens* para ovipositar examinan, seleccionan y atacan únicamente verdaderos huéspedes, y solo rehusan ovipositar después de introducir el ovipositor en aquellos huevos que ya habían sido parasitados (Salt, 1935, 1938); explicando que ello se debe a una especie de estímulo químico y en ninguna forma a los sentidos de vista, oído y tacto. Sin

embargo, Lewis *et al.* (1971) dicen que estos insectos localizan las posturas por el sentido de la vista y el olor. Ellos demostraron que el olor de las polillas del huésped aumenta la eficiencia del parásito para encontrar los huevos, habiendo encontrado que el parásito se movió más rápido cuando no había olor a polilla, pero fue mucho más eficiente en áreas donde pudieron percibir este olor.

Laing (1937) anota que las hembras de estas especies desechan ciertos huevos para ovipositar, debido a que perciben un olor, producido por otras hembras mediante una glándula tarsal al ovipositar.

Sobre estos aspectos se observó que las avispidas liberadas en ciprés tan pronto emergían se dirigían hacia la parte superior del árbol y no buscaron o pudieron detectar las masas de huevos de *Oxydia* que se encontraban tan próximas al lugar de la liberación como 20 ó 50 cm de distancia.

Debe aclararse que las liberaciones fueron dos, una de dos pulgadas el día que se colocaron las 30 masas de huevos de *Oxydia* (cada una con más o menos 50 huevos en promedio) y la segunda fue de seis pulgadas, dos días después de la primera liberación. Los huevos fueron de diferente edad, variando desde recién puestos hasta de cinco días. En resumen se liberaron como mínimo 1.500 *Trichogramma* y se colocaron unos 1.800 huevos del huésped, los cuales después de permanecer expuestos durante seis días no mostraron señales de parasitismo.

C. Aceptación del huésped: Este factor hace relación a la actividad del parásito después de encontrar el huésped, ya que puede o no atacarlo, dependiendo del estímulo que reciba. Sobre este aspecto se han estudiado las siguientes características:

a. Edad de los huevos: Como es bien sabido los huevos del huésped se encuentran en el campo en diferentes estados de desarrollo embrionario antes de ser parasitados.

“El huésped tiene una profunda influencia en la rata de desarrollo, tamaño, morfología, fecundidad, vigor, comportamiento y mortalidad de los parásitos que se desarrollan a su expensa”, resumen de Schmidt (1970), después de revisar a: Flanders (1935), Barber (1937), Salt (1937, 1940), Quednau (1957), Tawfik (1957), Maslennikova (1961) y Wylie (1962, 1964, 1965).

Según Peterson (1930), Gangrade (1964), Noble y Graham (1961), Wylie (1962, 1963 y 1964) y Chabora y Pimentel (1966), las anteriores características del desarrollo del *Trichogramma* son a menudo reguladas por la edad de los huevos del huésped.

Schmidt (1970) al estudiar el grado de parasitismo con *T. evanescens* y el control de las plagas *Pieris rapae* (L.) y *Trichoplusia ni* (Hübner), encontró que la acción del parásito contra la primera plaga fue más baja al principio y al final del desarrollo del embrión que durante el período intermedio, y que en la segunda el parasitismo declinó con el progreso en el desarrollo del embrión, es decir con la edad del huevo. El autor con base en sus trabajos indica que el desarrollo de los huevos es un factor crítico en la selección de parásitos para los programas de control biológico.

Marston y Ertle (1969) encontraron que el éxito del *T. minutum* como parásito de huevos de *Trichoplusia ni* dependió de la edad de éstos.

Salt (1938) encontró que los parásitos prefieren para ovipositar los huevos grandes a los pequeños. Sweetman (1958) dice que los *Trichogramma* pueden atacar en forma exitosa los huevos de *Carpocapsa pomonella* (L.) y *Grapholita molesta* (Busk) cuando el embrión se ha desarrollado dos terceras partes.

Taylor y Stern (1971) encontraron que los huevos de *T. ni* con 24 a 12 horas antes de eclosionar fueron parasitados por *T. semifumatum*, paralizando el embrión y que de ellos emergían adultos del parásito. Los mismos autores citan los trabajos de Tothill *et al.* (1930) con este mismo parásito y en los cuales obtuvieron resultados en el desarrollo del parásito cuando el embrión del huésped estaba a punto de eclosionar. Sin embargo en todos estos trabajos se observó una oviposición más intensa en huevos frescos.

Las observaciones y resultados en relación con la preferencia de los adultos de *Trichogramma* por el estado de desarrollo del embrión fueron: tan pronto se inició el ensayo se observó que 12 hembras fueron a ovipositar en los huevos frescos, los otros fueron a alimentarse. Transcurridas ocho horas se notó que durante este tiempo dos

parásitos fueron a las posturas de mayor edad, y trataron de ovipositar, pero pronto se retiraron y fueron a buscar los huevos frescos; al mismo tiempo 18 hembras estaban todas parasitando los huevos frescos. Las observaciones del primer día continuaron similares durante dos días consecutivos, al cabo de los cuales el material se llevó a un cuarto de temperatura constante, 16°C, durante dos días. De regreso a condiciones de laboratorio se observó que los adultos estaban vivos, pero que ninguno estaba ovipositando aunque sí se posaban constantemente sobre los huevos, los examinaban y luego se retiraban; basado en estos hechos, se colocaron dentro del tubo posturas frescas, las cuales sí fueron ovipositadas por los parásitos. Es de anotar que esta última postura se presume provino de una polilla que no había sido fecundada, y por lo tanto los huevos eran infértiles, ya que aquellos que no fueron parasitados permanecieron todo el tiempo de color amarillo, es decir no se desarrolló embrión alguno. Las tres posturas permanecieron a la acción del parásito por dos días más, cuando ya solo quedaban tres hembras vivas.

Cumplido el ciclo de vida de estos parásitos en estas posturas, que tardó 12 días, se encontró que de los huevos de *Oxydia* de cuatro días de edad, cinco tomaron una coloración negra, indicando que fueron parasitados. Sin embargo, de ninguno de ellos emergió el adulto. Los 67 huevos restantes se desarrollaron normalmente y emergieron las larvas del huésped. En los huevos frescos se encontró un porcentaje de parasitismo del ocho por ciento y de ellos emergieron adultos de *Trichogramma*; de los huevos puestos por la polilla y considerados como infértiles, también emergieron adultos del parásito.

Según los resultados anteriores es evidente que el parásito prefirió huevos frescos en lugar de aquellos de más de cuatro días, que aunque pudo parasitar huevos de *Oxydia* con cierto grado de desarrollo embrionario, parece que en ellos no se logra el desarrollo del parásito. El hecho de que el parásito se haya desarrollado en huevos infértiles y que éstos también hayan sido bien acogidos para la acción parasítica, abre posibilidades para crías masivas en huevos infértiles, los cuales podrían ser guardados con mayores ventajas que los fértiles bajo condiciones de enfriamiento.

D. Huéspedes en condiciones apropiadas: Esta cuarta condición se refiere a lo inadecuado del huésped para que el parásito se desarrolle.

Taylor (1969) encontró que huevos de *Estigmene acrea* (Drury) son física y fisiológicamente inadecuados para el *Trichogramma*, pues observó que 30 por ciento de los parásitos murieron dentro del huevo y que aquellos que lograron salir fueron deformes, refiriendo esto como un caso de huésped inadecuado.

Según Sweetman (1958) el estado del huevo no puede ofrecer resistencia al ataque de este insecto, e indica que sólo requiere de dos a tres minutos para completar la oviposición. Sin embargo, Howard (1910), Flanders (1930) y Salt (1938) anotan que estos parásitos son a menudo incapaces de penetrar el corión con el ovipositor, dando como ejemplo los huevos de la mariposa gitana, *Orgyia antiqua* L. en los cuales el *Trichogramma* no puede romper el corión.

Taylor y Stern (1971) consideran que los huevos de *Heliothis zea* (Boddie), *H. virescens* (F.) y *T. ni* son buenos huéspedes para el *T. semifumatum*, mientras que los de *Bucculatrix thurberiella* Busk no son un huésped de este insecto, quizás por lo pequeños.

Numerosas posturas de *Oxydia* y unas pocas de *G. bisulca* fueron sometidas a la acción del parásito bajo condiciones de laboratorio. Las observaciones permitieron establecer que el *Trichogramma* tardó, en promedio, más de dos horas en completar la oviposición en un huevo de *Oxydia*. La avispa tomó todo este tiempo trabajando con el ovipositor y unos pocos minutos en su verdadera acción de ovipositar. Al contrario de lo anterior, su acción fue muy rápida en huevos de *G. bisulca* donde sólo tardó de dos a cuatro minutos para parasitarlos.

Se encontró además que sólo un cinco por ciento de los huevos parasitados dieron origen a la emergencia de adultos del parásito. Sin embargo, al observar bajo microscopio se vió que un número mayor de huevos había sido parasitado, pero nunca emergieron los adultos.

4. Control biológico con *Trichogramma*: A manera de información se dan a continuación los resultados obtenidos en trabajos de control biológico con *Trichogramma*, así como los conceptos y apreciaciones de algunos investigadores sobre estos resultados.

DeBach y Hagen (1964) presentan los trabajos de los siguientes autores así:

- a) Contra la palomilla del manzano, *Carpocapsa pomonella* (L.):
Flanders (1930) obtuvo alguna reducción, pero resultados no alentadores.
Alden y Webg (1937) alguna reducción.
Sidrovnina (1938), en Rusia, reducciones substanciales.
Kovaleva (1957), en Rusia, resultados desalentadores, pero se culpa de haber hecho mal uso del parásito al hacer liberaciones a altas elevaciones, ya que el insecto sólo se comportó bien a bajas altitudes.
Telenga (1956), efectivo en zonas de etapa húmeda y auxiliar en zonas secas.
Urquijo y Dadin (1943), en España, y Stein (1960) en Alemania lograron alguna reducción.
- b) Polilla oriental del manzano, *Grapholita molesta* (Busk): Peterson (1930), en EE.UU., liberaciones de 300 a 1.000 por árbol no fueron efectivas.
Schread (1932) encontró igual parasitismo en árboles con liberaciones que en el testigo.
Alden y Warren (1932), con 400 avispitas por árbol terminaron por no recomendar el método de las liberaciones contra esta plaga.
- c) Enrollador del fruto del nogal, *Acrobasis caryae* Grote.:
Spencer *et al.* (1949) liberando 2.500 a 200.000 por árbol lograron reducciones, pero concluyeron que el método era impráctico.
- d) Gusanos cortadores, *Euxoa segetum* (Danis y Schiff) y *Barathra brassicae* (L.): Telenga (1958), en Rusia, logró una parasitación del 60 al 80 por ciento.
- e) Gusano soldado, *Prodenia litura* (F.):
Kamal (1951), en Egipto, no controló la plaga.
- f) Barrenador europeo del maíz, *Ostrinia nubilalis* (Hübner):
Schread (1935), en EE.UU., empleando 10.000 a 20.000 y 30.000 *Trichogramma* por acre observó más control de huevos de esta plaga en el testigo que en los campos con las liberaciones.
- g) Barrenador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* (F.):

Cleare (1929), en la Guayana Británica, obtuvo algo de control en un principio, pero después (1934) creyó que este método de control era inadecuado.

Hinds y Spencer (1928, 1930); Hinds *et al.* (1933), en EE.UU.; Smith (1939) en el Perú; Tucker (1939) en Barbados, y Wolcott y Martorell (1943) en Puerto Rico, reportaron resultados prácticos.

Jaynes y Bynum (1941) en EE.UU. encontraron el mismo grado de parasitismo en huevos de los lotes testigo que en aquellos con liberaciones hasta de 45.000 insectos por acre.

Otros resultados y conceptos de investigadores, según revisión de literatura hecha por los autores del presente trabajo y después de la efectuada por DeBach, son: Bosch y Kenneth (1966) dicen que a la luz de los conocimientos y experiencias obtenidas en California es imposible recomendar liberaciones masivas de este insecto como una medida de control de plagas en algodónero. Parker (1970) dice que la introducción y liberación del *Trichogramma* en el estado de Missouri, EE.UU, para el control del gusano del repollo, *Pieris rapae* fue altamente benéfica.

Miskemen (*), quien trabajó en las Islas Vírgenes durante tres años con este parásito para el control del barrenador de la caña de azúcar, conceptúa que este parásito no siempre es tan importante como se piensa y que para tener éxito se requiere una eficiencia del 95 por ciento o más.

Wolcott (1951) dice que contra el barrenador de la caña de azúcar, en Puerto Rico, el parásito tiene éxito sólo en verano y que es escaso en invierno.

Liberaciones de *T. pretiosum* en cantidades de 465.000 por acre, dos liberaciones por semana, en cultivos de tomate contra *Heliothis* spp. y *Manduca sexta* dieron un porcentaje de control de 81,2 y 76,8 por ciento, mientras que en campos testigo se observó 58,7 y 81,2 por ciento de control (Oatman y Platner, 1971).

Graham (1970) trabajando con el *T. semifumatum* contra *Heliothis* spp. y *Trichoplusia ni* en tomate y *Heliothis* spp. en maíz, encontró que este parásito es un factor importante en la mortalidad de los huevos de estas plagas.

Chacón (1967), en Méjico encontró una disminución de las poblaciones iniciales de *Heliothis* spp. en algodónero cuando se iniciaron en forma temprana liberaciones grandes de *T. pos. brasiliensis*

(*) Comunicación personal al Dr. Alex Bustillo en el año 1970.

(Flanders) dentro de un cultivo trampa de maíz. También observaron mayor eficiencia y diseminación del parásito cuando las liberaciones se hicieron desde un avión y cuando las temperaturas fueron favorables para el insecto. En 1964 liberaron 212 millones y en 1965 1.100 millones de avispas.

Jiménez (1968), en Méjico, utilizó este parásito contra el gusano rosado del algodón, *Pectinophora gossypiella* Saunders y obtuvo un parasitismo hasta del 88,5 por ciento. Recomienda hasta unas liberaciones en forma temprana y otras cuando se suspendan las aplicaciones de insecticidas, a fin de disminuir las poblaciones invernantes.

Fye y Larsen (1969), quienes trabajaron con el *T. minutum* para el control de lepidópteros en algodónero, dicen que este parásito es un agente pobre de control. La parasitación contra ciertas plagas sólo ocurrió bajo condiciones forzadas.

Duran *et al.* (1975) al resumir las actividades de control integrado en el cultivo del algodónero en los departamentos de Tolima y Huila (Colombia) con el uso de *Trichogramma*, informan que el consumo de este material decreció debido a la duda entre los agricultores sobre la calidad de este insumo biológico.

De las liberaciones: DeBach y Hagen (1964) al tratar el tema del manejo de especies entomófagas dicen: "El *Trichogramma* ha sido producido masivamente en países de todo el mundo y a pesar del hecho de que se han encontrado naturalmente presentes en casi todos esos lugares, se han realizado pocos trabajos de campo adecuados para demostrar si las colonizaciones por sí mismas han sido responsables del incremento en el control". . . "Debe tenerse en cuenta, que el incremento de los enemigos naturales ya presentes es posible que sea el responsable de los resultados que se pueden atribuir a las liberaciones".

Simmonds (1966) discute sobre las liberaciones y entre sus consideraciones se citan las siguientes: "La liberación de un número grande de parásitos nativos, criados y dispersados en áreas limitadas es diseñado para dar únicamente un control temporal y requiere liberaciones periódicas grandes". . . "Los insectos entomófagos están siendo usados virtualmente como unos propagadores y dispersores de sí mismo". . . "Es necesario programar a tiempo oportuno las liberaciones, que sean al tiempo exacto que se tenga la plaga y preferiblemente a niveles bajos, y en tal forma que el efecto máximo pueda ser deliberado del número de parásitos liberados. Las liberaciones deben hacerse también cuando el parasitismo o predatorismo natural sea ba-

jo". . . "Para hacer las liberaciones se debe tener una considerable cantidad de información exacta antes de proceder a ellas, tales como el estado preciso de la población de la plaga, su estado de desarrollo, grado de parasitismo, presencia de predadores, hasta establecer claramente un detalle muy eficiente de organización, pues la situación exacta puede variar de un campo a otro, también de un árbol a otro, con consecuencias diferentes en los datos de las liberaciones". . . "Los datos de liberación también gobiernan cualquier programa de cría masiva, por lo tanto ésta también depende de los datos obtenidos".

González *et al.* (1970) dicen que muchos de los fracasos en las liberaciones de *Trichogramma* se han debido a que éstas se han basado en datos inadecuados sobre identificación de la especie, liberaciones inoportunas en relación con el estado de desarrollo de la plaga en el campo, condiciones del tiempo, método de distribución, aplicación de insecticidas antes y después de la liberación y sin la información necesaria de la biología y ecología de *Trichogramma* bajo condiciones controladas. En sus estudios, estos autores, encontraron que pulgadas del parásito colocadas para liberación en estacas fueron altamente susceptibles a la desecación y que el *T. pretiosum* prefiere huevos del huésped colocados en la parte superior de las plantas de maíz y algodón que aquellos de la parte inferior.

Knipling y McGuire (1968) proponen la adición de huéspedes al medio ambiente para aumentar la efectividad de los parásitos.

Parker (1971a) concluye de sus trabajos, que dos requerimientos críticos para la supresión de huéspedes por parásitos son: 1) mantenimiento de un adecuado suministro de huéspedes a fin de mantener la población del parásito, y 2) liberación de parásitos efectivos cuando los naturales son inadecuados.

Por otra parte los parásitos y predadores y según su acción en relación con el número de huéspedes que atacan han sido clasificados en dos tipos: monófagos y polífagos. Existe, entre los biólogos, diferencia de preferencia por uno u otro tipo. En cuanto a los parásitos, se anota, que los éxitos más notables de control biológico se ha logrado cuando las especies utilizadas tienden a ser específicas para un huésped determinado (Doutt y DeBach, 1964).

Sobre la acción polífaga de los Trichogrammatidae, Sweetman (1958) dice que prácticamente todas las formas de huevos de insectos están sujetas al ataque de las especies de esta familia. Este mismo autor cita a Muesebeck *et al.* (1951), quienes reportaron 120 especies de insectos, en seis órdenes,

como huéspedes de *T. minutum*. Por su parte, Alden y Webb (1937) especifican que la especie anterior tiene más de 150 huéspedes, pero que prefiere huevos de Lepidoptera. Schread y Garman (1933) afirman que 215 especies de insectos son parasitadas por el género *Trichogramma*.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

No cabe duda, tanto por los trabajos de revisión de literatura, como por las observaciones, que el *Trichogramma* requiere para su desarrollo y actividad de una serie de factores, los cuales deben ser tenidos muy en cuenta, tanto para su reproducción como para su manejo en el campo; de lo contrario, muchas deficiencias y aún fracasos se tendrán en los programas de lucha biológica con este parásito.

Si especies diferentes se han podido separar taxonómicamente por el solo hecho de tener un habitat con diferentes temperaturas, es muy posible que las especies que se están empleando en Colombia, y cuya identificación precisa aún deja muchas incógnitas, no tengan el comportamiento adecuado para todas y cada una de las muy disímiles situaciones ecológicas que se presentan en este país de conformación geográfica tan ampliamente variable. Es por lo tanto necesario conocer con quién se está trabajando y saber de su acción bajo muchas condiciones para poder recomendarlo en forma específica, y aún antes que esto, determinar dónde, cuándo, y cómo criarlo y liberarlo.

Para dar fuerza a lo anterior y con base a las observaciones realizadas bajo las condiciones bien diferentes, como fueron las del Centro Experimental "Tulio Ospina" y las existentes en la represa "La García", examínese lo que ocurriría con el *Trichogramma* sp., cuya especie no fue identificada, en cultivos de ciprés y pino y contra las plagas *Oxydia* sp. y *Glena bisulca*.

1. Aunque la especie fue capaz de parasitar huevos de *Oxydia* en ambas localidades, bajo condiciones forzadas de confinamiento, debe aún estudiarse cuál sería su respuesta en forma natural, donde el insecto tendría ante sí otras condiciones.
2. No se sabe cuál sería el comportamiento del parásito en un ecosistema tan uniforme, constituido en un alto porcentaje por ciprés y pino.
3. De un lado se sabe que los huevos de *Oxydia* son colocados principalmente en el follaje de las ramas inferiores y aún en las malezas, y del otro, según revisión de literatura, el parásito

prefiere vivir en las partes superiores de las plantas. Según éstos no habría sincronización en el lugar de encuentro entre el parásito y los huevos del huésped, lo cual se agrava si se tiene en cuenta la poca capacidad de dispersión que se ha reportado para los Trichogrammatidae.

4. El tiempo que demoró el adulto para poder parasitar un huevo de *Oxydia*, dos horas como mínimo bajo condiciones forzadas, es sin lugar a dudas un factor que demuestra la poca eficiencia del parásito contra esta plaga. Además, si se piensa que dentro de las plantaciones pueden existir huevos de otros insectos, que el parásito es ampliamente polífago, y que los huevos de *Oxydia* no son particularmente fáciles para su parasitación, es muy posible que el *Trichogramma* sp. prefiera otros huéspedes en lugar de la plaga que se ha venido considerando.
5. Si se tiene en cuenta la temperatura como uno de los factores que intervienen en la conformación de las condiciones climáticas, se ve claramente que las zonas frías, aptas para cultivos de ciprés y pino, fueron adversas para una rápida multiplicación del parásito, factor necesario para el éxito de un programa de control biológico. Un ciclo biológico de 35 o más días, no daría oportunidad a los adultos del parásito que emerjan después de la primera liberación para encontrar muchos huevos de la plaga, ya que ésta tiene una duración del estado de huevo más corto. Datos del lapso en que se encuentran adultos y huevos indican que éste va de unos 50 a 60 días. Estos solos resultados, prescindiendo de las desventajas de las otras ya enumeradas, supondría la necesidad de liberaciones masivas frecuentes, por lo menos durante los primeros 30 a 40 días, después de iniciada la oviposición del huésped.
6. Favorable para el parásito desde el punto de vista de tiempo disponible para copular, hallar el huésped y ovipositar, en zonas frías sería la mayor longevidad de los adultos, hasta 30 días. Sin embargo debe recordarse que esto fue logrado bajo condiciones protegidas en frascos o tubos de laboratorio. Cuál sería el porcentaje de sobrevivientes y por cuánto tiempo en condiciones naturales?
7. Un 5% de parasitismo en *Oxydia*, medido por el número de huevos de este huésped que dio lugar a la emergencia de adultos de *Trichogramma*, debe considerarse como muy bajo, y es un índice de ineficiencia.

8. La observación de muchos huevos de *Oxydia* que sufrieron la acción del parásito y que llegaron a ponerse de color negro, pero de los cuales no emergieron adultos, podría indicar que alguna condición desconocida es adversa a las relaciones parásito-huésped. Si esto es así podría decirse que se trata de un factor de resistencia del huésped o de factores climáticos adversos, y por lo tanto no sería práctico realizar liberaciones del parásito contra esta plaga.
9. En *Glena*, aunque el parásito fue rápido en su acción de parasitación no se supo cuál sería el ciclo biológico en este huésped bajo condiciones de la represa con clima frío. Sin embargo, es de suponer que lo observado en huevos de *Oxydia* podría cumplirse en *Glena*. Además y no obstante que el *Glena* hace una mayor dispersión de sus huevos y los coloca en grupos pequeños, las posturas son más difíciles de localizar ya que se encuentran entre la corteza de las ramas y las espátulas de éstas y no se sabe cómo obraría bajo las condiciones anteriores.
10. El *Trichogramma* sp. prefirió los huevos de *Oxydia* recién depositados y no atacó en forma apreciable los de cuatro o más días de edad. Este hecho también debe ser tenido en cuenta para determinar la mejor época de las liberaciones en cuanto a la edad de los huevos del huésped.
11. La capacidad del *Trichogramma* sp. para buscar huevos de *Oxydia* aparentemente fue nula bajo las condiciones de campo en "Tulio Ospina", pues una liberación de parásitos contenida en seis pulgadas, que presumiblemente podrían contener como mínimo 15.000 adultos, y a una distancia de su huésped de 30 a 50 cm, dió por resultado que 30 masas de posturas, conteniendo cada una en promedio 60 huevos, es decir 1.800 huevos en total, ni una sola fue parasitada. Esta inefectividad también pudo deberse a algún tipo de resistencia en los huevos del huésped, a la no preferencia de huevos de *Oxydia* o a otros factores desconocidos.

RESUMEN

Diferentes especies de *Trichogramma*, (Hymenoptera: Trichogrammatidae), han recibido la atención de numerosos investigadores, debido a los éxitos logrados en crías masivas y al papel que ellas juegan en los programas de control biológico. En este trabajo se presenta una revisión de literatura

con énfasis en varios factores bióticos y abióticos que tienen que ver con su cría y comportamiento en el campo.

Bajo condiciones de laboratorio y ensayos de campo, se realizaron observaciones sobre la biología y comportamiento de una cepa de *Trichogramma* proveniente de Palmira, en la Estación Experimental "Tulio Ospina" a 1.500 m.s.n.m., con temperaturas fluctuantes de 16 a 30°C, en la represa "La García", a 2.440 m.s.n.m. y temperaturas de 7 a 22°C. Se emplearon como huéspedes huevos de *Oxydia* sp. cerca a *Trychiata* (Guenée) y del *Glena bisulca* Rindge (Lepidoptera: Geometridae).

La duración del ciclo biológico de la especie de *Trichogramma* empleada fue de 11 a 12 días, y de 36 a 38 días, en "Tulio Ospina" y "La García", respectivamente. El adulto duró de cuatro a siete días en la primera localidad y de 20 a 30 días en la segunda. Cambios en la temperatura mostraron claramente que un aumento o disminución de ella afectan inversa y proporcionalmente la duración de la vida del insecto.

En estos estudios no quedó plenamente esclarecido el comportamiento de la especie en un ecosistema uniforme conformado por el cultivo de ciprés. Sin embargo hay indicios de que este tipo de vegetación no le es favorable, ya que no se puede recuperar después de liberaciones, y no obstante existir huevos de las dos plagas dentro del área.

Bajo condiciones controladas en el laboratorio los huevos de *Oxydia* fueron parasitados por el *Trichogramma*, pero para ello el parásito tomó más de dos horas. Esto sugiere que muy posiblemente en condiciones naturales los huevos de *Oxydia* no son preferidos por el parásito. Huevos de *G. bisulca* fueron parasitados en dos a cuatro minutos.

El porcentaje de parasitismo en *Oxydia* bajo condiciones de laboratorio y con alta presión de parasitismo fue del 5%, medido según el número de adultos que emergieron. Varios huevos que mostraron ser parasitados no dieron lugar a adultos. Esto pudo deberse a baja humedad dentro del recipiente usado.

De cada huevo de *Oxydia* emergieron, en promedio, cinco adultos del parásito.

Liberaciones de dos a cuatro pulgadas de *Trichogramma* durante cuatro días en ciprés, en el cual se depositaron 30 posturas de *Oxydia*, cada una con 50 huevos y a una distancia de 20 a 50 cm del parásito, no mostraron ninguna eficiencia y ni una sola postura del posible huésped fue parasitado.

SUMMARY

Different species of *Trichogramma*, (Hymenoptera: Trichogrammatidae), have received considerable attention by many investigators, due to the success obtained in the mass rearing and its role in biological control programs. In this paper a literature review with emphasis in several biotic and abiotic factors dealing with, the mass rearing and field behaviour of this parasite is presented.

Under laboratory conditions and in field trials, observations were made on the biology and behaviour of a *Trichogramma* species coming from a stock culture from Palmira (Cauca Valley). This work was realized in the Agricultural Experimental Station "Tulio Ospina" at 1.500 m.a.s.l. with fluctuating temperatures of 18 to 30°C and in a coniferous plantation "La Garcia" at 2.440 m.a.s.l. and temperatures from 7 to 22°C. Host eggs of *Oxydia* sp. near *trychiata* (Guenée) and *Glena bisulca* Rindge (Lepidoptera: Geometridae) were employed.

The duration of the life cycle of this *Trichogramma* sp. was 11 to 12 days and 36 to 38 days, in "Tulio Ospina" and "La Garcia" respectively. Adult longevity was observed to be 7 days at the first locality and 20 to 30 days at the second one.

Temperature changes showed clearly that an increase or decrease affects inverse and proportionally the life span of this insect.

The behaviour of this species in an uniform ecosystem such as the one conformed by the cypress plantation was not fully demonstrated. However, there are evidences that this type of vegetation is not favorable, since the parasite was not recovered after releases in an area with a high number of host eggs.

Under laboratory conditions *Oxydia* eggs were parasitized by *Trichogramma*, but the parasite spent more than two hours to penetrate the chorion. This suggests, that under natural conditions the *Oxydia* eggs would not be preferred by this parasite. Eggs of *G. bisulca* which have a soft chorion were parasitized within two to four minutes.

The emergence of parasites from *Oxydia* eggs in the laboratory was about 5% and this under high pressure of parasitism. From many eggs, that were parasitized no emergence of adults was observed. These results could be explained by the adverse effect of several environmental factors in the laboratory, especially low humidity inside the container.

An average of five adults of *Trichogramma* emerged from each *Oxydia* egg. Field releases of two to four inches of *Trichogramma* during four days on cypress trees in which 30 egg masses, each with about 50 eggs, placed at a distance of 20 to 50 cm, showed no efficiency and not one eggmass of the possible host was parasitized.

BIBLIOGRAFIA.

- ALDEN, CH. and J.E. WEBG, JR. 1937. Control of injurious insects by a beneficial parasite. State Capitol, Atlanta, Georgia. Dept. of Entomol. Bull. 79:24.
- ALVAREZ, A. 1966. Parasitismo del *Trichogramma* sp. sobre posturas de lepidopteros en cultivos del algodón. Agríc. Trop. 12:510-11.
- BARBER, G.W. 1937. Variation in populations and in size of adults of *Trichogramma minutum* Riley emerging from eggs of *Heliothis obsoleta* Fa. Ann. Entomol. Soc. Am. 30:263-8.
- BARTLETT, B.R. y R. VAN DEN BOSCH. 1964. Exploración al extranjero para la búsqueda de organismos benéficos. In DeBach, ed. Biological control of insect pests and weeds. New York, Reinhold. 844 p.
- BODENHEIMER, F.S. 1928. Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. Biol. Zentrabl. 48:714-39.
- BOWEN, W.R. and V.M. STERN. 1966. Effect of temperature on the production of males and sexual mosaic in an uniparental race of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 59:823-34.
- BURREL, R.E. and W.J. McCORMICK. 1962. Effect of *Trichogramma* releases on parasitism of sugarcane borer eggs. J. Econ. Entomol. 56:880-2.
- CHABORA, P.C. and D. PIMENTEL. 1966. Effect of host (*Musca domestica* Linnaeus) age on the pteromalid parasite *Nasonia vitripennis* (Walker). Can. Entomol. 98:1226-31.
- CHACON, C.R. 1967. Continuación de las observaciones sobre las posibilidades de control biológico de *Heliothis* spp. con parásitos del género *Trichogramma* en la comarca Lagunera. Fitófilo 55:29-37.
- CLAUSEN, C.P. 1958. Biological control of insect pests. Ann. Rev. Entomol. 3:291-310.
- CLEARE, L.D. Jr. 1929. Moth borer in British Guiana. Trans. 2th Internat. Congr. Entomol. 2:131-37.
- 1934. Sugar-cane moth borer investigations in British Guiana: the present position. Agr. J. British Guiana 5:13-21.
- DeBACH, P. 1964. Biological control of insect pests and weeds. -----, ed. New York. Reinhold. 844 p.
- and K.S. HAGEN. 1964. Manipulations of entomophagous species. In DeBach, P. ed. Biological control of insect pests and weeds. New York. Reinhold. 844 p.

- . 1958. Selective breeding to improve adaptations of parasitic insects. Proc. 10th Internat. Congr. Entomol. 4:759-68.
- DOBZHANSKY, T. 1951. Genetics and the origin of species. 3rd ed. Columbia Univ. Press, New York. 364 p.
- DOUTT, R.L. 1964. Características de los adultos entomófagos. In DeBach, P., ed. Biological control of insect pests and weeds. New York, Reinhold. 844 p.
- and P. DeBACH. 1964. Algunos conceptos y preguntas sobre control biológico. In DeBach, P. ed. New York. Reinhold. 844 p.
- DURAN, A.; G. SANCHEZ y M. AMAYA. 1975. Resumen sobre control integrado en el Tolima. Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Entomología NNE 75:20-21.
- FLANDERS, S.E. 1929. The mass production of *Trichogramma minutum* Riley and observations on the natural and artificial parasitism of the codling moth egg. Trans. 2nd Internat. Congr. Entomol. 2:110-30.
- . 1930. Mass production of egg parasites of the genus *Trichogramma*. Hilgardia 4:465-501.
- . 1931. The temperature relationship of *T. minutum* as a basis for racial segregations. Ibid 5:395-406.
- of
----- . 1935. Host influence of the prolificacy and size of *Trichogramma*. Pan. Pacific Entomol. 11:175-77.
- . 1937. Habit selection by *Trichogramma*. Ibid 30:208-10.
- . 1937a. Notes on the life history and anatomy of *Trichogramma*. Ann. Entomol. Soc. Am. 30:304-8.
- . 1940. Environmental resistance to the establishment of parasitic Hymenoptera. Ibid 33:245-53.
- . 1959. The employment of exotic entomophagous insects in pest control. J. Econ. Entomol. 52:71-5.
- and W. QUEDNAU. 1960. Taxonomy of the genus *Trichogramma* (Hymenoptera, Chalcidoidea, Trichogrammatidae). Entomophaga 5:285-94.
- FYE, R.E. and D.J. LARSEN. 1969. Preliminary evaluation of *Trichogramma minutum* as a released regulator of lepidopterous pests of cotton. J. Econ. Entomol. 62:1291-96.
- GANGRADE, G.A. 1964. On the biology of *Campaletis perdinctus* (Hymenoptera: Ichneumonidae) in Madhya Pradesh, India. Ann. Entomol. Soc. Am. 57:570-4.
- GAVIRIA, J. 1971. Campaña biológica del *Diatraea saccharalis* Fabr. mediante la cría y propagación artificial de sus enemigos naturales y el combate de otras plagas de importancia económica en el Ingenio Riopaila. Informe No. 2, Palmira, Colombia, 9 p.
- GIRAULT, A.A. 1911. On the identity of the most common species of the family Trichogrammatidae (Hymenoptera). Wisc. Nat. Soc. Bull. 9:135-65.
- GONZALEZ, D.; G. ORPHANIDES; R. VAN DEN BOSCH and T.F. LEIGH. 1970. Field cage assessment of *Trichogramma* as a parasite of *Heliothis zea*: Development of methods. J. Econ. Entomol. 63:1292-96.
- GRAHAM, H.M. 1970. Parasitism of eggs of bollworms, tobacco budworms and cabbage looper by *Trichogramma semifumatum* in the lower Rio Grande Valley, Texas. Ibid 63:686-88.
- HARLAND, S.G. and O.M. ATTECK. 1933. Breeding experiments with biological races of *T. minutum* in the West Indies. Z. f. Indukt. Abstamm. Vererb. 64:56-76.
- HENDRICKS, D.E. 1967. Effect of wind on dispersal of *Trichogramma semifumatum*. J. Econ. Entomol. 60:1367-73.
- HINDS, W.E. and H. SPENCER. 1928. Utilization of *Trichogramma minutum* for control of the sugar cane borer. Ibid 21:273-9.
- . 1930. Progress in the utilization of *Trichogramma minutum* in cane borer control in Louisiana during 1929. Ibid 23:121-7.
- ; B.A. OSTERBERGER and A.L. DUGAS. 1933. Review of six seasons work in Louisiana in controlling the sugar cane moth borer by field colonizations of its egg parasite *Trichogramma minutum* Riley. Louisiana Agr. Exp. Sta. Bull. 248, 34 p.
- HOCHMUT, R. and V. MARTINECK. 1963. Beitrag zur Kenntnis der mitteleuropäischen Arten und Rassen der Gattung *Trichogramma* Westw. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Z. f. Angew. Entomol. 52:255-74.
- HOWARD, L.O. 1910. On the habit of certain Chalcidoids of feeding at the puncture holes made by the ovipositor. J. Econ. Entomol. 3:257-60.
- HUFFAKER, C.B. y P.S. MESSENGER. 1964. Ecología de las poblaciones, desenvolvimiento histórico. In DeBach, P. ed. Biological control of insect pests and weeds. New York. Reinhold. 844 p.
- HUFFAKER, C.B. 1969. Biological Control.-----, ed. New York. Plenum. 512 p.
- JAYNES, H.A. and E.K. BYNUM. 1941. Experiments with *Trichogramma minutum* Riley, as a control of the sugar cane borer in Louisiana. U.S. Dept. of Agr. Tech. Bull. No. 743. 43 p.
- JIMENEZ, J.E. 1968. Prueba de campo con *Trichogramma brasiliensis* (Fland.) para el posible control del gusano rosado del algodónero, *Pectinophora gossypiella* Saunders, en Mexico. Fitófilo 58:5-7.
- KAMAL, M. 1951. The biological control of the cotton leaf-worm (*Prodenia litura* F.) in Egypt. Bull. Soc. Fouad. Ier. Entomol. 35:221-70.
- KNIPLING, E.F. and I.U. MCGUIRRE, Jr. 1968. Population models to appraise the limitations and potentialities of *Trichogramma* in managing host insect populations. U.S.D.A. Tech. Bull. 1387. 44 p.
- KOVALEVA, M.F. 1957. The effectiveness of *Trichogramma* in the control of the codling moth. Zoologichskii Zhurnal 36:225-9. (Abs. in R. A. E. 47:146, en Ruso).
- LAING, J. 1937. Host-finding by insect parasites. I. Observations on finding of host by *Alysiya manducator*, *Mormoniella vitripennis* and *Trichogramma evanescens*. J. Anim. Ecol. 6:298-317.
- . 1938. Host finding by insect parasites. II. The chance of *Trichogramma evanescens* finding its host. J. Exp. Biol. 15:281-302.

- LEWIS, W.J.; A.M. SPARKS and L.M. REDLINGER.** 1971. Moth odor: a method of host-finding by *Trichogramma evanescens*. J. Econ. Entomol. 64:557-8.
- LUND, H.O.** 1934. Some temperature and humidity relations of two races of *T. minutum* Riley (Hymenoptera: Chalcididae). Ann. Entomol. Soc. Am. 27:324-40.
- . 1938. Studies on longevity and productivity in *Trichogramma evanescens*. J. Agr. Res. 56:421-39.
- MARSTON, N. and L.R. ERTLE.** 1969. Host age and parasitism by *Trichogramma minutum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 62:1476-82.
- MASLENNIKOVA, V.A.** 1961. The effect of the host's hormones on the diapause in *Pteromalus puparum* L. Akad. Nauk. SSSR Doc. 139:249-51.
- MAYR, E.** 1968. Animal Species and Evolution. Cambridge, Mass., Melknap. 797 p.
- MORRIL, W.** 1931. A discussion of Smith and Flanders *Trichogramma* fad query. J. Econ. Entomol. 24:1264-73.
- MUESEBECK, C.F.W.; K.V. KROMBEIN and H.K. TOWNES.** 1951. Hymenoptera of America North of Mexico. Synoptic Catalog. U.S.D.A. Monogr. 2, 1420 p.
- MUIR, F.** 1914. Presidential Address. Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 3:28-42.
- . 1931. Introduction to the insects and other invertebrates of Hawaiian sugar cane fields, by Francis X. Williams. Exp. Sta. Hawaiian Sugar Planters' Assoc. 400 p.
- NAGARKATTI, S. and H. NAGARAJA.** 1968. Biosystematic studies on *Trichogramma* species. I. Experimental hybridization between *Trichogramma australicum* Girault, *T. evanescens* Westwood and *T. minutum* Riley. Commonw. Inst. Biol. Contr. Tech. Bull. 10:81-96.
- NOBLE, L.W. and H.M. GRAHAM.** 1966. Behavior of *Campoletis perdinctus* (Viereck) as a parasite of the tobacco budworm (*Heliothis virescens*). J. Econ. Entomol. 59:1118-20.
- OATMAN, E.R.; G.R. PLATNER and D. GONZALEZ.** 1970. Reproduction differentiation of *Trichogramma pretiosum*, *T. semifumatum*, *T. minutum* and *T. evanescens*, with notes on the geographical distribution of *T. pretiosum* in the Southwestern United States and in Mexico (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 63:633-35.
- . 1971. Biological control of the tomato fruitworm, cabbage and hornworms on processing tomatoes in Southern California using mass releases of *Trichogramma pretiosum*. J. Econ. Entomol. 64:501-6.
- ORPHANIDES, G.M. and D. GONZALEZ.** 1970. Identity of an uniparental race of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 63:1784-84.
- and D. GONZALEZ. 1970a. Importance of light in the biology of *Trichogramma pretiosum* Ibid. 63:1734-40.
- PARKER, F.D.** 1970. Seasonal mortality and survival of *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) in Missouri and the effect of introducing an egg parasite, *Trichogramma evanescens*. Ibid. 63:985-94.
- . 1971a. Management of pest population by manipulating densities of both hosts and parasites through periodic releases. In Huffaker, C.B. ed. Biological Control. New York. Plenum. 511 p.
- and R.F. PINNELL. . 1971. Overwintering of some *Trichogramma* spp. in Missouri. J. Econ. Entomol. 64:80-1.
- PETERSON, A.** 1930. A biological study of *T. minutum* Riley as an egg parasite of the oriental peach moth. U.S.D.A. Tech. Bull. 215, 21 p.
- POSADA, L. y F. GARCIA.** 1974. Lista de predadores, parásitos y patógenos de insectos registrados en Colombia. (Mimeografiado), ICA, Bogotá, 81 p.
- PUTTLER, B.** 1961. Biology of *Hyposoter exiguae* (Hym. Ichneumonidae), a parasite of lepidopterous larvae. Ann. Entomol. Soc. Am. 54:25-30.
- QUEDNAU, W.** 1957. Über den Einfluss von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf den Eiparasiten, *Trichogramma cacoeciae* Marshall. Mitteil. Biol. Bund Land u. Forstw. 90:1-63.
- RABB, R.L. and J.R. BRADLEY.** 1968. The influence of host plants on parasitism of eggs of tobacco hornworm. J. Econ. Entomol. 61:1249-52.
- SALDARRIAGA, A.** 1974. Plagas del maíz y su control en Colombia. En: Curso sobre producción de Maíz. Min. Agr. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Regional No. 4. 105 p.
- SALT, G.** 1935. Experimental studies in insect parasitism. III. Host selection. Proc. Roy. Entomol. Soc. London (B). 117:413-35.
- . 1937. Experimental studies in insect parasitism. V. The sense used by *Trichogramma* to distinguish between parasitized and unparasitized host. Ibid. 122:57-75.
- . 1938. Experimental studies in insect parasitism. VI. Host suitability. Bull. Ent. Res. 29:223-46.
- . 1940. Experimental studies in insect parasitism. VII. Effects of different hosts on the parasite *Trichogramma evanescens* Westw. Proc. Roy. Entomol. Soc. London (A). 15:81-95.
- SCHLINGER, E.I. and R.L. DOUTT.** 1964. Systematics in relation to biological control. In DeBach, P., ed. Biological control of insect pests and weeds. New York. Reinhold. 844 p.
- SCHMIDT, G.T.** 1970. The effect of host development on parasitism and mortality of two pest attacked by *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 63:1319-22.
- SCHREAD, J.C.** 1932. Behaviour of *Trichogramma* in field liberations. J. Econ. Entomol. 25:370-4.
- and P. GARMAN. 1933. Studies on parasites of the oriental fruit moth. I. *Trichogramma*. Conn. State Agr. Exp. Sta. Bull. 353:691-756.
- . 1935. Cooperative European corn borer egg parasitism investigation. Ibid. 383:344-6.
- SIDROVNINA, E.E.** 1938. A field experiment with *Trichogramma* for control of the codling moth in Azerbaidzhan, Kenin Acad. Agr. Sci. Leningrad, III:60-3. (Abs. in R.A.E. 27:305, 1939).

- SIMMONDS, F.J. 1966.** Insect parasites and predators. In Smith, C.N. ed. Insect colonization and mass production. New York. Academic. pp. 489-530.
- SMITH, H.S. and S.E. FLANDERS. 1913.** Is *Trichogramma* becoming a fad? J. Econ. Entomol. 24:666-72.
- SMITH, E.G. 1939.** *Trichogramma* proves itself in sugar cane borer. Proc. Internal. Congr. Sugar Cane Techn. Soc. 6:367-77.
- STEIN, W. 1960.** Versuche zur biologischen Bekämpfung des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* (L.)) durch Eiparasiten der Gattung *Trichogramma*. Entomophaga 5:237-59.
- STERN, V.M.; E.I. SCHLINGER and W.R. BOWEN. 1965.** Dispersal studies of *Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tagged with radioactive phosphorus. Ann. Entomol. Soc. Am. 58:234-40.
- SWEETMAN, H.L. 1958.** The Principles of Biological Control. Brown Co., Dubuque, Iowa. 560 p.
- TAYLOR, T.A. 1969.** Observation on oviposition behaviour and parasitization in *Trichogramma semifumatum* (Perkins) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Chana J. Sci. 9:30-4.
- and V.M. STERN. 1971. Host-preference studies with the egg parasite (*Trichogramma semifumatum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae)). Ann. Entomol. Soc. Am. 64:1381-90.
- TAWFIK, M.F.S. 1957.** Host parasite specificity in a braconid, *Apanteles glomeratus* L. Nature 129:1031,
- TELENGA, N.A. 1956.** Investigation on *Trichogramma evanescens* Westwood and *T. pallida* Meyer (Hymenoptera: Trichogrammatidae) and their use for the control of injurious insects in the U.S.S.R. Rev. Entomol. U.S.S.R. 35:599-610, Moscow (Abs. R.A.E. Ser. A. 45:474-5; en ruso).
- 1958. Biological method of pest control in crops and forest plants in the U.S.S.R. 9th. Internal. Conf. Quarantine and Plant Protect. Against Pests and Diseases, Moscow, 1958. pp. 1-15.
- TUCKER, R.W.E. 1939.** Some aspects of the control of the sugarcane moth borer, *Diatraea saccharalis* F. Proc. Internal Congr. Sugar Cane Technol. Soc. 6:240-3.
- ULLYETT, G.G. 1947.** Mortality factors in population of *Plutella maculipennis* Curtis (Lep. Tineidae), and their relations to the problems of control. Union S. Afr. Dept. Agric. Entomol. Mem. 2:77-202.
- URQUIJO, P. 1946.** Selección de estirpes de *Trichogramma minutum* Riley de máxima efectividad parasitaria. Bol. Patol. Veg. y Entomol. Madrid 14:199-216.
- 1951. Aplicación de la genética al aumento de la eficiencia del *Trichogramma minutum* en la lucha biológica. Ibid. 18:1-12.
- y J.M. DADIN. 1943. Ensayo de los parásitos útiles *Trichogramma minutum* y *T. pretiosum* en la lucha biológica contra *Cydia pomonella*. Ibid. 12:411-25.
- VAN DEN BOSCH, R. and S.H. KENNETH. 1966.** Predaceous and parasitic arthropods in California cotton fields. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 820, 32 p.
- and A.D. TELFORD. 1964. Modificación del ambiente y control biológico. In DeBach, P. ed. Biological control of insect pests and weeds. New York. Reinhold. 844 p.
- WALKER, M.G. 1940.** Notes on the distribution of *Cephus pygmaeus* Linn. and its parasite, *Collyria calcitrator* (Grav.). Bull. Entomol. Res. 30:551-73.
- WILLIAMS, C.B. 1957.** Insect migration. Ann. Rev. Entomol. 2:163-80.
- WOLCOTT, G.N. and L.F. MARTORELL. 1943.** Control of the sugarcane borer in Puerto Rico by laboratory reared parasites. J. Econ. Entomol. 36:460-4.
- 1951. The present status of economic entomology in Puerto Rico. Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Bull. 99:1-21.
- WYLIE, H.G. 1962.** An effect of host age on female longevity and fecundity in *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hymenoptera: Pteromalidae). Can. Entomol. 94:990-3.
- 1963. Some effects of host age on parasitism by *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym. Pteromalidae). Ibid. 95:881-6.
- 1964. Effect on host age on rate of development of *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym. Pteromalidae). Ibid. 96:1023-7.
- 1965. Effect of super parasitism on *Nasonia vitripennis* (Walk.) (Hym. Pteromalidae). Ibid. 97:326-31.