

# Estudios biológicos del parasitoide *Trichogramma lopezandinensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) orientados al control de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae)

Biologic studies of *Trichogramma lopezandinensis*  
(Hymenoptera: Trichogrammatidae) for the control of  
the potato moth *Tecia solanivora* (Lepidoptera:  
Gelechiidae)

Claudia Rincón López.<sup>1</sup>  
A. López-Ávila.<sup>2</sup>

## Resumen

El objetivo de esta investigación fue determinar algunos parámetros biológicos básicos para la utilización futura del parasitoide nativo *Trichogramma lopezandinensis* en el control de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora*, aprovechando los vertigos relativos del uso de un parasitoide de huevos y la adaptación evolutiva de la avispa a las condiciones agroecológicas de la zona papera colombiana. El estudio se desarrolló en condiciones controladas, en el laboratorio de entomología general del Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas en el Centro de Investigaciones Tibatale de Cúcuta a 19 ± 3 °C de temperatura y 75 ± 5 % de H.R. La determinación del ciclo de vida se realizó sobre huevos de *T. solanivora*. La duración promedio para cada estado fue: dos días el huevo, siete días el estado larval, con tres instares, seis días el estado de pupa y la longevidad del adulto varió de acuerdo con la alimentación. Se determinaron parámetros de eficiencia como: la eficiencia de búsqueda, el tiempo de manipuleo y la interferencia mutua. Se observó que la actividad parasítica es influenciada por la densidad de hospederos y de parasitoides. Existe una densidad de huevos a partir de la cual la avispa realiza su mayor esfuerzo parasítico.

En densidades altas de huevos se encuentra una mayor proporción de avispas que parasitan los huevos expuestos, en bajas densidades esta proporción disminuye. La respuesta funcional fue de tipo II. Un incremento en la densidad de parasitoides disminuye la eficiencia de búsqueda de las avispas, reduciendo la actividad parasítica individual del parasitoide.

**Palabras clave:** Parasitoides, Biología, Evaluación, *Trichogramma lopezandinensis*, *Tecia solanivora*, Respuesta funcional, Interferencia mutua.

## Summary

This research was conducted in order to determine some basic biological parameters for the future use of the native parasitoid *Trichogramma lopezandinensis* for the control of the potato moth *Tecia solanivora* taking advantage of the use of an egg parasitoid and the evolutive adaptation of this wasp to the agroecological conditions of the Colombian potato zone. This study was conducted under environmentally controlled conditions. The experiments were carried out using *T. solanivora* eggs. The average duration of each life stage of the wasp was: two days, the egg; seven days larval stage, with three instars; parasit stage lasted six days, and adult longevity was related to feeding. Efficiency parameters as searching efficiency, handling time and mutual interference were estimated. Parasitic activity was influenced by both host and parasitoids density. There was a host density where wasp concentrated her parasitic effort. In high host density a minor proportion of wasps parasitized exposed eggs. The functional response was type II. When parasitoid density increases, the proportion of parasitoid eggs also increases and searching efficiency decreases.

**Key words:** Parasitoids, Biology, Evaluation, Functional response, Mutual interference.

## Introducción

El cultivo de la papa en Colombia es considerado el principal sistema de producción del país térmico frío debido, no solo a la extensión área dedicada a su producción y a su incidencia en la economía nacional, sino a sus implicaciones de tipo cultural en una población campesina numerosa. Esta actividad es la más importante generadora de empleos e ingresos de los habitantes de las amplias zonas andinas del país.

Los problemas técnicos que enfrenta el productor de papa son bastante significativos debido, tanto a los daños y pérdidas fitosanitarias, como al aumento en los costos de producción que ocasiona su control. Dentro de ellos, se destaca la polilla guatemalteca; esta es una plaga originaria de Centro América, donde fue registrada por primera vez en 1856. Se introdujo a Suramérica en una importación de semilla no certificada hecha por Venezuela desde Costa Rica en 1983. En Colombia hizo su aparición en 1985, en Chirigá, Norte de Santander desde donde se dispersó a todas las zonas paperas del país. La plaga adquirió mayor importancia económica a medida que fue invadiendo las principales zonas productoras, convirtiéndose actualmente en la segunda plaga en importancia económica en el cultivo de la papa (Sotelo 1997; Arque 1996).

Ante el desconocimiento generalizado que se tiene de la biología y el comportamiento de la polilla guatemalteca, y por lo tanto, de estrategias efectivas para su manejo, se ha planteado el desarrollo de programas de Manejo Integrado de Plagas -MIP-. En la actualidad estos programas carecen de la información suficiente, principalmente sobre las posibilidades del control biológico; las internas realizadas en la introducción y el establecimiento de algunos parasitoides, utilizados para el control de la polilla guatemalteca en otros países, no han tenido éxito, más quizás por la falta de continuidad y consistencia de las investigaciones, que por la potencialidad de los agentes. La generación de este tipo de tecnologías debe ser un proceso altamente eficiente pues el ámbito social en el que se centra la producción de papa en Colombia es especialmente escéptico frente a la innovación. Los componentes de Manejo Integrado que se desarrollen y ofrezcan, deben tener los expectativas del productor y consistir en alternativas locales.

El área del control biológico de plagas agrícolas mediante la liberación de parasitoides, ha obtenido, a través de los últimos 25 años, las mayores avances tecnológicos debido a las investigaciones realizadas sobre el género *Trichogramma* en todo el mundo, por los re-

1. *Estudiante de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Bogotá, Páramo del Triunfo de grado. E-mail: rinh@fotomail.telecom.com.co*
2. *L.A. Ph.D. Coordinador Nacional Programa MIP Cuscuta, C. I. Tibatale A.A. 240142, Sanjuli de Bogotá.*

cultivos del uso de estas parasitoides en el control de plagas y su importancia en la economía mundial han sido significativos. Los parasitoides del género *Trichogramma* son endoparasitoides de huevos, solitarios o gregarios e idiobiontes. La ecología de los hembras de este género está asociada con su habilidad para reconocer una amplia variedad de huevos como posibles sitios de oviposición y con la capacidad de las hembras 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 microhábitat que con el taxón del hospedero.

Las especies del género *Trichogramma* exhiben una marcada variación en cuanto a sus patrones y capacidad de búsqueda, su preferencia por el hospedero y su respuesta a las condiciones naturales. La estimación de los parámetros que describen la afinidad hospedero-parasitoide, es fundamental en la evaluación de potenciales agentes de control y que permite seleccionar las especies más promisoras.

La especie *Trichogramma diparvolutoides* Saunders fue descrita a partir de individuos emergidos de huevos de la mariposa *Cotesia alvarici* Doubleday y Hewitson (Lepidoptera: Pieridae) sobre la cual se realizaban estudios ecológicos, en el municipio de Chipaque (Cundinamarca) (Saunders 1903), en altitudes superiores a los 2800 msnm. Esta especie abre una vía en la investigación en el control biológico de la polilla guatemalteca de la papa *Tuta absoluta*, debido a sus características del género al cual pertenece y a su adaptación exclusiva específica a las condiciones agroecológicas del área colombiana del cultivo al cultivo de la papa.

Este estudio tuvo como objetivo general información acerca de la potencialidad de la avispa como agente de control según algunos parámetros biológicos y ecológicos de la especie como son: la eficiencia de búsqueda, el tiempo de manipuleo y el índice de interferencia mutua. Ditos parámetros fueron estimados en condiciones de laboratorio mediante el reconocimiento de la respuesta funcional y la interferencia mutua. Estos estudios son importantes como herramienta para definir fuentes de mecanismos biológicos de las interacciones parasitoide-hospedero y predecir con mayor certeza la eficiencia práctica del uso de la avispa en programas de control biológico de la polilla guatemalteca de la papa.

**Materiales y Métodos**

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de entomología general del Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas -MIP- de Copacica en el Centro de Investigaciones

"Tibaitara", localizado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), con una altitud de 2640 msnm. Los estudios se llevaron a cabo en condiciones ambientales controladas, con temperatura promedio de  $19 \pm 3^\circ\text{C}$  y humedad relativa del  $75 \pm 5\%$ . Se estableció una colonia del parasitoide en el laboratorio a partir de adultos emergidos del huésped natural *Cotesia alvarici* (Doubleday & Hewitson). Los huevos de la mariposa fueron recolectados en el lugar donde fue registrada originalmente la especie, en el Municipio de Chipaque (Cundinamarca) a 2850 msnm y temperatura promedio de  $15^\circ\text{C}$ ; estos huevos se llevaron al laboratorio aidades en tubos de vidrio, donde se observaron continuamente hasta la emergencia de los avispas. La cría en laboratorio fue establecida según la metodología estandarizada por el MIP en el Centro de Investigaciones Palmira de Copacica para la producción masiva de *Trichogramma* spp. sobre huevos de la polilla de los gusos almocorados *Strotogasteria rosaeella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae), suministrados gratuitamente por el mismo grupo de investigación. Los avispas se recriaron sobre huevos de la polilla guatemalteca *Tuta absoluta* en vidrios de la cría de la polilla de que dispone el programa MIP en el C. I. Tibaitara. Los estudios comprendieron dos aspectos fundamentales: biología del parasitoide y evolución de la eficiencia de la avispa como potencial agente de control biológico de la polilla guatemalteca.

**Estudios de la biología del parasitoide**

Para determinar el ciclo de vida de la avispa, se expusieron huevos de la polilla guatemalteca a adultos del parasitoide durante una hora a partir de la cual se dio por iniciada el ciclo de vida. Se realizaron disecciones diurnas de huevos parasitados y se hicieron montajes de los estadios de desarrollo en placas, con el fin de compararlos, establecer las diferencias morfológicas entre los individuos y determinar la duración de cada estado de desarrollo. Se describieron los hábitos y el comportamiento del parasitoide en condiciones de confinamiento, mediante la observación directa de grupos de avispas. Se estudió el periodo de preoviposición, la oviposición, el periodo de preoviposición, el proceso de la oviposición, la reproducción y la proporción de sexos; la preferencia de hospederos, la alimentación y la longevidad de las hembras. Todos los estudios se realizaron con hembras del parasitoide, crías sobre *Strotogasteria rosaeella*, crías de menos de 24 horas de edad, alimentadas con miel de abejas, que habían crecido libremente.

El estudio de preferencia de hospederos se realizó con base en un experimento sin elección con dos tratamientos: los hospedados *Tuta absoluta* y *Strotogasteria rosaeella* en grupos de

40 huevos de no día de edad. El ensayo duró 24 horas y tuvo 10 repeticiones. Se registró el número de huevos parasitados y la proporción de sexos de la descendencia de cada hembra.

Para el estudio de alimentación y longevidad de hembras se realizó un ensayo con dos tratamientos: Dieta L (Miel de abejas saturada) dada en tiras gatas distribuidas con un pincel muy fino, Dieta D (Dieta L + huevos de la polilla guatemalteca de menos de 24 horas de edad). La dieta fue renovada diariamente hasta la muerte de cada avispa. Se registró la mortalidad diaria de las hembras. El ensayo se repitió 30 veces.

**Estimación de parámetros biológicos de la interacción hospedero-parasitoide**

Se estimaron la eficiencia de búsqueda, el tiempo de manipuleo y la interferencia mutua con base en los siguientes experimentos:

- 1. **Respuesta funcional.** Este experimento permitió evaluar el efecto de la densidad de hospederos sobre la actividad parasitaria de la avispa, en un lapso de tiempo de 24 horas. Para el estudio se utilizaron hembras de menos de 24 horas de edad a las que se había depurado con miel libremente; habían sido alimentadas con miel de abejas y habían depredado sus alzas completamente. Se establecieron cinco tratamientos (cinco densidades de huevos: 10, 20, 40, 80 y 120 huevos de un día de edad, aislados en frascos de vidrio y dispuestos en forma uniforme en un parche de 80 mm<sup>2</sup> aproximadamente, denominado "área de búsqueda". Se liberó (un hembra por arena, el experimento duró 24 horas. La evaluación se realizó mediante el registro del número de huevos con signos de parasitismo, a partir del día quinto después de iniciado el ensayo. Los datos obtenidos se sometieron a una regresión no lineal con el fin de establecer el modelo matemático de la respuesta funcional; se utilizó teniendo en cuenta los estadíos de los tipos de respuesta funcional y sus implicaciones prácticas en el control biológico de plagas realizadas por Holling (1959 y 1961); Hassell (1976 y 1978); Holt y Soinis (1985). Se estimaron los parámetros de la respuesta funcional: la eficiencia intrínseca de búsqueda ( $a$ ) y el tiempo de manipuleo ( $T_m$ ) mediante la "ecuación de disco de Holling" reformulada por Rogers (1972). El ensayo se repitió 20 veces.
- 2. **Interferencia mutua.** Este experimento permitió evaluar el efecto de la densidad de parasitoides sobre la actividad parasitaria de la avispa. Se estudió la variación del número de huevos parasitados con relación a los cambios en la densidad de parasitoides, y se estimó la cupo-

edad de búsqueda del parasitoide en condiciones de laboratorio mediante las expresiones matemáticas descritos por Alpaiz y López (1996).

Las abundancias en este ensayo fueron cuatro densidades de huevos del parasitoide dos, cuatro, ocho y 16, a las cuales se expusieron una densidad constante de 100 huevos del hospedero. Las avispas y los hospederos utilizados en este experimento tuvieron las mismas características del experimento anterior. La estimación se realizó de la misma forma a partir de quinto día controlando los huevos que presentaron signos de parasitismo. El experimento tuvo 10 repeticiones. La información se analizó mediante una regresión no lineal y el índice de adecuación se calculó de acuerdo con la ecuación desarrollada por Hassell y Violet (1990) tal como por Stephen y Lewis (1996).

**Resultados y Discusión**

**Ciclo de vida del parasitoide**

El ciclo biológico del parasitoide *Trichogramma ipocandidescens* alternó entre estados parasiticos y de vida libre; los estados tomados se desarrollan dentro del huevo hospedero que es destruido por el consumo de su contenido. El parasitoide es inicialmente hidomatabola es decir que no permea el avance del desarrollo del huevo hospedero, una vez este ha sido parasitado y cumple su ciclo de vida en ciertos estados huevo larva pupa y adulto, como se describe continuación. Las dimensiones de cada estado se consignó en la tabla 1.

**Huevo.** El huevo es oblongo delgado, transparente y ligeramente convexo. Mide en pro-

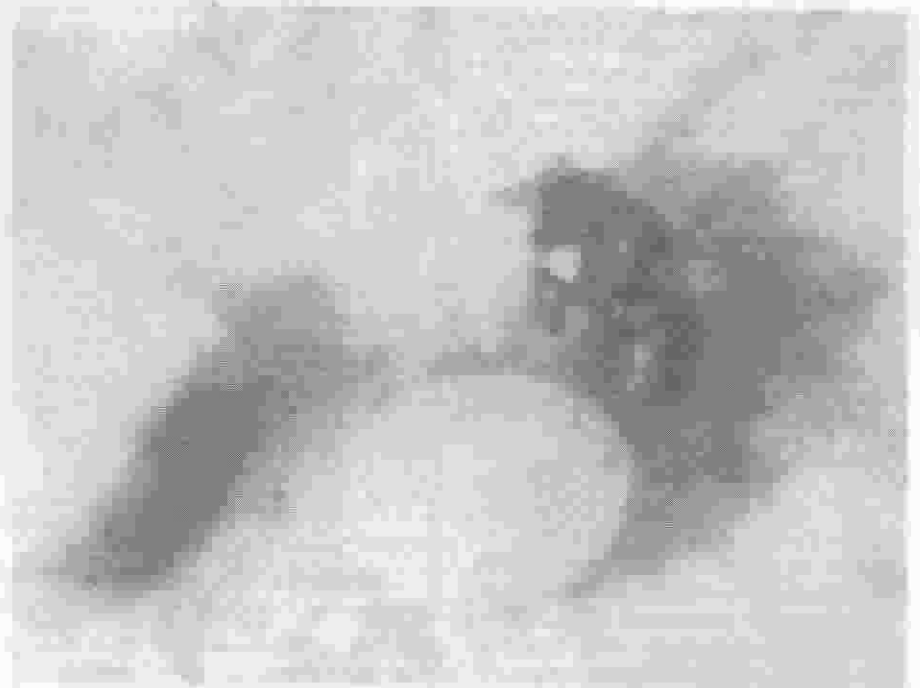


Figura 1. Huevo de *Trichogramma ipocandidescens* parasitando huevo de *Tenebrio molitor*. Se observa la coloración negra y brillante de los adultos (Fotografía: A. López-Avila).

medio 85 por 34 micras al momento de ser depositado y 166 por 66 micras en promedio, 24 horas después de haber sido puesto. El contenido vitalio se torna blanco-rosa medida que el huevo avanza de tamaño. La duración del estado de huevo fue de dos días.

**Larva.** El estado larval comprende tres instares, todos en forma de saca, como es característica del género *Trichogramma*. La larva de primer instar es delgada, translúcida,

blanquecina, presenta ligeros engrisamientos 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 grueso 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. La coloración de la larva varía de acuerdo con su edad tornándose pardusca hacia el final del estado. La duración promedio total del estado larval fue de siete días.

**Pupa.** La pupa es de tipo escarata, translúcida, lisa de cutícula fina y de color pardusco. Durante este estado se producen profundas modificaciones, se bosquejan las alas, las patas se forman y permanecen plegadas, se observan los dos pares de yemas alares. 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, tornando hacia el final del estado los colores típicos del insecto adulto. La duración promedio de este estado fue de seis días.

**Adulto.** El adulto es una avispita de coloración oscura. Se presenta dimorfismo sexual; las hembras son de mayor tamaño que los

Tabla 1. Dimensiones promedio y rango de cada uno de los estados de desarrollo de *Trichogramma ipocandidescens* Samueto sobre el hospedero *Tenebrio molitor*.

Estado de desarrollo de <i>T. ipocandidescens</i>	n	Dimensiones (micras)			
		Largo	Ancho	Alto	Rangos
Huevo recién puesto	20	0.09	0.07	0.10	0.03 - 0.07
Huevo 24 horas después de puesto	19	0.17	0.14	0.20	0.07 - 0.07
I Instar larval	20	0.56	0.34	0.38	0.15 - 0.20
II Instar larval	20	0.40	0.27	0.40	0.20 - 0.29
III Instar larval	20	0.45	0.41	0.48	0.33 - 0.34
Pupa	15	0.47	0.43	0.50	0.32 - 0.34
Macho	20	0.48	0.44	0.51	0.32 - 0.36
Hembra	21	0.49	0.44	0.53	0.34 - 0.38

machos, salen en promedio 0.48 (0.01) y los machos 0.48 mm cuando son criados sobre *Tecia solitaria*. El tamaño del adulto varió de acuerdo con el hospedero donde se desarrolló, siendo ligeramente mayores los emergidos de huevos de *Trichogramma* que de *S. cecimella*. Se presentaron también diferencias en la longitud de las setas de las antenas, siendo en los machos mucho más largas que en las hembras (Fig. 1).

**Hábitos y comportamiento**

No se detectó periodo de precópula ni de preoviposición; la hembra está en capacidad de ovipositar desde el momento mismo de su emergencia, incluso antes de desplegar sus alas, de alimentarse y de copular, según esta característica, se puede afirmar que las hembras de esta especie nacen, por lo menos, con una fracción de su carga de huevos maduros, sin embargo, no se comprobó que se encontraran dentro de la categoría de "provígenas" por cuanto no se descarta la posibilidad de que las hembras maduren huevos a lo largo de su vida.

La emergencia de la hembra ocurre generalmente en las horas de la mañana, mientras que el macho emerge hacia el medio día, por lo tanto estas la hora de mayor actividad sexual. La cópula tiene lugar cuando el macho se desplaza hacia la hembra, se monta sobre su espalda y realiza sucesivos golpes de antenas, manteniendo las alas erguidas e inmóviles; se desliza luego hacia abajo volteando su cuerpo para copular; las hembras ya fertilizadas rechazan nuevos intentos de cópula mientras los machos pueden fertilizar hasta siete hembras.

La descendencia de hembras vírgenes estuvo conformada exclusivamente por machos; la reproducción de esta especie es partenogénica facultativa y de tipo arrenoxquia. Las hembras son diploides y provienen de huevos fertilizados mientras que los machos son haploides y provienen de huevos sin fertilizar. La proporción de sexo de la descendencia está determinada por la decisión que la hembra toma de acuerdo con diversos factores. En esta investigación se encontró una variación de la proporción sexual de la descendencia, según el hospedero al que iban se registró una relación hembra macho de 4:3.1 sobre huevos de *Tecia solitaria* y de 5:1.3 sobre *Xytranga cecimella*; esto sugiere una posible preferencia del parasitoide por la polilla gratermórfica sobre su hospedero de cría, tal preferencia podría estar asociada con el momento de la proporción de hembras cuando el hospedero presenta mejores condiciones para el desarrollo de hembras de mayor tamaño. Se encontró también una variación en el número de huevos de cada hospedero parasitado durante las 24 horas que duró este ensayo; las avispas parasitaron 20.2 huevos de *T. solitaria* en

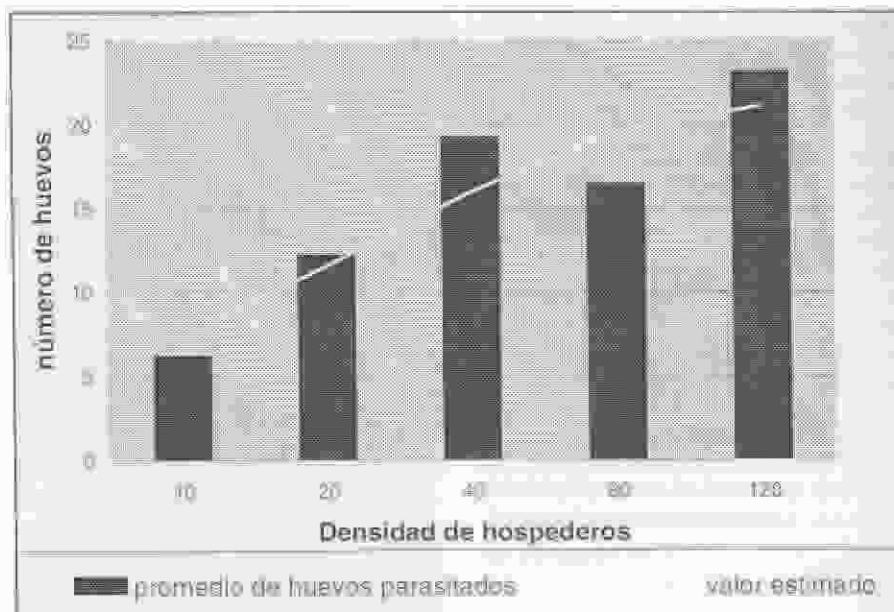


Figura 2. Actividad parasitaria de *Trichogramma leucocampodeum* en los primeros 24 horas de edad con respecto a la densidad de hospederos.

promedio y 24 huevos de *S. cecimella*, asociando este resultado con la preferencia de la avispa por el huésped *T. solitaria* se confirma la hipótesis anterior. Esto representa una ventaja del parasitoide como controlador biológico de la polilla gratermórfica.

La longevidad de las hembras está asociado con el tipo de alimentación. Se observó que las hembras se alimentan con avidades del huevo hospedero luego de parasitarlo, sin afectar el desarrollo del parásitoide hijo. Este alimento permitió a las hembras vivir 7.03 días, en promedio, con un rango entre uno y 16 días; las hembras alimentadas exclusivamente con miel de abejas sobrevivieron solamente 2.63 días en promedio, con un rango entre uno y tres días.

**Respuesta funcional**

Se presenta un incremento en la actividad parasitaria de las avispas en relación con los aumentos en la densidad de hospederos. La figura 2 muestra que la respuesta funcional presenta una fase inicial de incrementos rápidos en el número de huevos parasitados, hasta llegar a una estabilización de la actividad parasitaria sobre la densidad de 40 huevos. En esta densidad se concentra el potencial parasítico de la avispa; dicho esfuerzo se conserva aun incrementando la densidad de hospederos.

Se presentó también una relación entre el porcentaje de hembras efectivas, es decir, la proporción de hembras que parasitan por lo menos un huevo y la densidad de hospederos; en densidades altas de huevos las avispas parecen estar en mayor medida, estimuladas para iniciar

el proceso de parasitación; esto se evidencia con una mayor proporción de hembras efectivas. Lo anterior podría estar asociado con un efecto de hibernación cuya consecución es directamente proporcional a la densidad de huevos; concentraciones mayores facilitan el reconocimiento del huésped y obligan al parasitoide a permanecer en contacto con los huevos.

El análisis estadístico de la información confirma que la respuesta funcional del parasitoide *Trichogramma leucocampodeum* sobre huevos de *Tecia solitaria* es de tipo II. Esta respuesta es típica de parasitoidea, debido a la importancia que tiene, en este tipo específico de relación, el tiempo de manipuleo. El tiempo parámetro de estimación de la afinidad hospedero-parasitoide. Este tipo de respuesta indica además, que el parasitoide se encuentra frente a un hospedero adecuado. A partir de la "ecuación de disco de Holling" (Rogers 1972) la eficiencia de búsqueda ( $a'$ ) calculada fue 1.40 y el tiempo de manipuleo ( $T_h$ ) fue 0.03 (como fracción del tiempo total). Aunque estos parámetros no tienen unidades, hacen referencia al área de búsqueda (50 cm<sup>2</sup>) y al tiempo total (1 día).

**Interferencia mutua**

Se estableció que el número total de huevos parasitados es directamente proporcional a la densidad de parasitoides; el porcentaje de huevos parasitados se incrementa proporcionalmente con la densidad de hospederos (Fig. 3). Se observó que el parasitismo nunca fue del 100%, puede afirmarse que se presenta una tendencia de las avispas a parasitar solamente

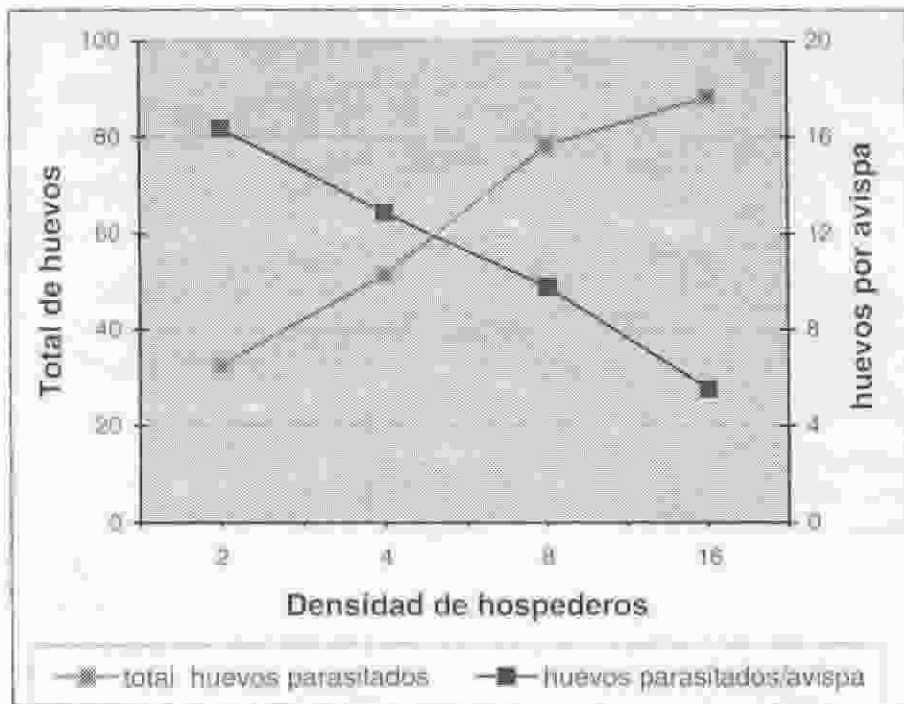


Figura 3. Actividad parasítica de *Trichogramma diprionivorus* durante la primera 24 horas con relación a la densidad de parasitoides.

una fracción de los huevos. El escape, es decir, la presencia de una proporción de huevos que no es parasitada, fue un fenómeno común en las condiciones del estudio. Lo anterior puede estar asociado con un mecanismo de conservación del recurso, que finalmente, es un mecanismo de conservación de la especie misma.

El efecto de la interferencia mutua, es decir, el resultado detrimental sobre la actividad parasítica que tiene el incrementar la densidad de parasitoides, se evidencia en la disminución del número total de huevos parasitados por cada avispa a medida que se incrementa la densidad de parasitoides (Fig. 3); esta disminución puede estar relacionada con que a medida que aumenta la densidad, se incrementa la probabilidad de que ocurran encuentros entre las avispas que forrajear en la misma área de búsqueda; tales encuentros crean confusión en las hembras, disminuyendo de esta forma su eficiencia de búsqueda. Otro resultado de la mayor concentración de hembras puede ser el efecto de otros parasitoides que han escapado sobre los huevos. Este fenómeno que ha sido llamado "efecto de huella" (Flanders 1958 citado por Dault 1964), puede ser detectado por la hembra que rechaza estos hospederos. Esto puede estar relacionado además, con el incremento de la probabilidad de que las avispas encuentren huevos previamente parasitados; el tiempo de

manipulo destinado a un huevo parasitado, que será rechazado, es un tiempo perdido, como consecuencia, el tiempo disponible para la búsqueda de hospederos se reduce. La eficiencia de búsqueda calculada en condiciones de indiferencia fue de 0.18 (mucha menor que 1.4 calculado en ausencia de indiferencia), haciendo referencia al tiempo total ( $T_1$ ) de un día y al área de búsqueda ( $a$ ) de 50  $\text{cm}^2$ . El índice de interferencia ( $I$ ) calculado fue 0.07.

## Conclusiones

- Con base en los resultados de los estudios realizados se establece que la especie *Trichogramma diprionivorus* presenta un amplio potencial como agente de control de la avispa gremialista de la papa *Lycot solanivora*.
- Teniendo en cuenta la adaptación evolutiva del parasitoides a las condiciones agroecológicas de la zona papera colombiana, su preferencia por la pupila gremialista como hospedero su afinidad con este hospedero y las características biológicas y ecológicas que presenta, el parasitoides podría ser utilizado eficientemente en condiciones de almacenamiento y campo, en el control de la plaga.
- De acuerdo con la variación de la actividad parasítica de *Trichogramma diprionivorus* en relación con la densidad de

hospederos y de parasitoides, para la liberación de avispas en condiciones de almacenamiento y campo, debe tenerse en cuenta la densidad de hospederos óptima establecida en 40 huevos por hembra.

- Para efectos de producción masiva del parasitoides en laboratorio, el hosped *Sitotroga cerealella* es adecuado. La tecnología estandarizada por los productores comerciales para otros especies del género *Trichogramma* debe ser ajustada a las características específicas del parasitoides.

## Bibliografía

- ALPHEN, J.J.M., HERVIS, M.A. 1996. Insect behavior. An insect natural enemies. Chapman & Hill, Editors. School of Pure and Applied Biology, University of Wales, Cardiff, U.K.
- ARAQUE, M., Y. 1996. El pupario gremialista de la papa *Lycot solanivora* (Poeyot) y su manejo en Papas colombianas con el mejor entorno ambiental. G. Rojas y asociados. Comunicaciones y Asesorías Ltda. Santafé de Bogotá.
- BOUTT, R.L. 1964. Características biológicas de los áfidos arribalobios. En: Control biológico de plagas y malas hierbas. De Dault, Ed. Continental, México. 949 pp.
- HASSÉL, M.P. 1976. The dynamics of competition and predation. *Biological Studies* N° 12. Southampton, First published. The University Press, U.K. 88 pp.
- HASSÉL, M.P. 1978. The dynamics of a biological predator-prey system. *Monographs in population biology* N° 13. Princeton University Press, U.K. 227 pp.
- HOLLING, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 91, 385-398.
- HOLLING, C.S. 1961. Principles of simple predation. *Ann. Rev. Entom.* 8: 163-182.
- MOORE, M.A., STRAUSS, R.E. 1965. The comparative study of functional responses: experimental design and statistical interpretation. *Canadian Entomologist* 117: 617-626.
- ROGERS, D.J. 1972. Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology* 41: 369-383.
- SACABANTO, C. 1967. Una nueva especie de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de las andes de Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 19(1): 3-5 pp.
- SOTILLO, G. 1997. La pupila gremialista de la papa su control con *Trichogramma*, en: El control biológico integrado de las plagas de la papa. Corporación Regional Insa, Chiriquipani, Colombia. pp 32-34.