

# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO  
POSTGRADO DE FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y PARASITISMO DE  
*Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (HYMENOPTERA:  
ENCYRTIDAE) PARASITOIDE DE LOS HUEVOS DE  
*Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (LEPIDOPTERA:  
LASIOCAMPIDAE) EN XOCHIMILCO, D. F.

EDUARDO JIMÉNEZ QUIROZ

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis titulada: DISTRIBUCIÓN, ABUNDANCIA Y PARASITISMO DE *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) PARASITOIDE DE LOS HUEVOS DE *Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (LEPIDOPTERA: LASIOPAMPIDAE) EN XOCHIMILCO, D. F. realizada por el alumno EDUARDO JIMÉNEZ QUIROZ, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO: \_\_\_\_\_  
DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. ARMANDO EQUIHUA MARTÍNEZ

ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. JOSE TULIO MENDEZ MONTIEL

ASESOR: \_\_\_\_\_  
M. EN C. JORGE VALDEZ CARRASCO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Agosto de 2008

PARASITISMO DE *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) DE HUEVOS DE *Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (LEPIDOPTERA: LASIOCAMPIDAE)

EN XOCHIMILCO, D. F.

Eduardo Jiménez Quiroz, M en C.

Colegio de Postgraduados, 2008

En la zona lacustre de Xochimilco es común observar defoliación del “ahuejote” provocada por *M. incurvum*. En el presente estudio se determinó la abundancia y distribución de *Ooencyrtus kuvanae* en la zona chinampera de Xochimilco, se estudió su nivel de parasitismo sobre los huevos de *M. incurvum* y se analizó el tiempo de emergencia de *O. kuvanae* en condiciones de laboratorio. Se realizaron recorridos en la zona lacustre para la recolecta de masas de huevos de *M. incurvum* en ramas y troncos de *S. bomplandiana*, estas mantuvieron bajo condiciones ambiente de laboratorio para dar seguimiento a la emergencia de los parasitoides. El porcentaje de parasitismo se obtuvo comparando el número de huevos totales con el total de parasitoides emergidos. Para la determinación taxonómica de *O. kuvanae* se tomaron fotografías de adultos en microscopio electrónico y se utilizaron las claves de Noyes (1985) y Huang y Noyes (1994). También se recolectaron otros organismos asociados. Se recolectaron un total de 11,317 masas de huevos de *M. incurvum*, concentradas en 17 muestras y un total de 2, 260,253 huevos. Se registraron un total de 28,349 especímenes de *O. kuvanae*, 18,185 en el área 1 y 10,164 en el área 2; de los cuales, 17,914 fueron hembras y 10,435 machos. La proporción de sexos fue de 1.8 hembras por cada macho. El porcentaje de parasitismo promedio de *O. kuvanae* sobre los huevos de *M. incurvum* fue de 1.25%. Los sitios con mayor porcentaje fueron Paraje Cuemanco con 3.05% y Paraje La Comunidad (Dos muestras) con 2.97 y 2.07%. Se considera la posibilidad de que *O. kuvanae* sea una especie no reportada para México. Finalmente, se registraron 941 artrópodos de diferentes ordenes y familias de los que destacan, los himenópteros de los géneros *Baryscapus* (Eulophidae) y *Brasema* (Eupelmidae).

Palabras clave: *Malacosoma incurvum*, *Ooencyrtus kuvanae*, Parasitismo, *Salix bomplandiana*, Xochimilco.

PARASITISM OF *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) (HYMENOPTERA: ENCYRTIDAE) ON EGGS OF *Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (LEPIDOPTERA: LASIOCAMPIDAE) IN XOCHIMILCO, D. F.

Eduardo Jiménez Quiroz, M en C.

Colegio de Postgraduados, 2008

In the lake zone of Xochimilco is commonly observed defoliation by the “forest tent caterpillar” *Malacosoma incurvum* on the “ahuejote”. In the present study it was determined the abundance and distribution of *O. kuvanae* in the area, levels of parasitism on eggs of *M. incurvum* were studied and the emergency of *O. kuvanae* under laboratory conditions was analyzed. Field trips were done to collect eggs masses of *M. incurvum* on branches and trunks of *S. bomplandiana*, they were maintained under laboratory conditions monitoring parasitoids emergency. Parasitoids were collected daily, separated by sex and registered. The percentage of parasitism was obtained comparing the total number of eggs with the total of parasitoids emerged. Taxonomic determination of *O. kuvanae* was done using photographs of adults in electron microscope were taken and keys by Noyes (1985) and Huang & Noyes (1994) were utilized. Associated organisms were also collected. A total of 11,317 egg masses of *M. incurvum* were collected, concentrated in 17 samples, 11 of the area 1 and 6 of the area 2. A total of 2,260,253 eggs were collected. A total of 28,349 specimens of *O. kuvanae* were registered, 18,185 in the area 1 and 10,164 in the area 2. 17,914 were females and 10,435 males. The sex proportion was of 1.8 females by each male. The average parasitism of *O. kuvanae* on eggs of *M. incurvum* was of 1.25. Places with higher percentage of parasitism were Paraje Cuemanco with 3.05 and Paraje La Comunidad (Two samples) with 2.97 and 2.07. The arguments to consider the possibility that *O. kuvanae* be specie not reported for Mexico are provided. Finally, 941 arthropods of different orders and families were registered; the Hymenoptera genus *Baryscapus* (Eulophidae) and *Brasema* (Eupelmidae) are the more important.

Key words: *Malacosoma incurvum*, *Ooencyrtus kuvanae*, Parasitism, *Salix bomplandiana*, Xochimilco.

## DEDICATORIA

Al Pueblo de México, por permitirme una vez más seguir adelante con mi preparación profesional, al ser el apoyo importante en mis estudios, y por que ha sido y será mi motivación principal para seguir adelante y poner un granito de arena más en hacer de algo mejor de él, sea dentro o fuera del país. Impulsándolo para que haya un mejor desarrollo, pero sobre todo más justo.

A mis padres, por su apoyo incondicional en todo momento, por su amor y cariño inmensos. ESTE LOGRO MAS ES GRACIAS A USTEDES, PUES DE OTRA FORMA YO NO ESTUBIERA AQUÍ, LOS QUIERO MUCHO.

A Octavio y Noemí, mis hermanos biológicos, por estar siempre conmigo y demostrarme su apoyo y cariño muy a su manera.

A Sara, por todo el amor, comprensión y apoyo que he recibido de ti, que han sido mi más grande fuerza y motivación para seguir adelante. Por todos los momentos felices que hemos compartido y compartiremos, y por el inmenso amor que siento por ti.

Al ACARI TEAM, Patricia Chaires (Paty), Jesús Alberto Acuña (Chucho), Oscar Martínez (Ojcar), Juan Manuel Vanegas (Juanito), por su amistad, todo su apoyo, camaradería y solidaridad. Por su dedicación y profesionalismo mal compensado. Pero sobretodo por resistir...y seguir adelante a pesar de todo y todos.

A José Luís, Paty, Andrés, Edgar y Karina, mis hermanos de profesión y vida, por su comprensión y apoyo en todo momento, por todo lo compartido y aprendido, y porque a pesar de las grandes distancias físicas que a veces nos separan, el cariño y aprecio nos ha permitido seguir juntos, con la esperanza de que aunque pase mucho tiempo más, siga siendo así.

Dedicado especialmente a...

Todo compatriota mexicano  
Todo científico y tecnólogo mexicano

....que se han visto en la necesidad de salir de este su país para triunfar fuera de él, lejos de sus amigos familiares y seres queridos, porque su patria no los valoró, los ha desechado y no hubo un espacio digno para ellos. Pasaron desapercibidos ante un pueblo pobre, ignorante, con miedo, sometido a un dogma religioso, “guadalupano” y “siempre fiel”; enajenado, malinchista, machista, rezagado, conformista y agachado; indiferente y desunido; primer lugar en obesidad, corrupción e inseguridad pero último en educación; gran fanático del fútbol y asiduo observador de Tv Azteca y Televisa, pero generador de manos de obra barata y dos premios Nobel, y que lee menos de medio libro al año.

...que han sido indiferentes ante sus gobernantes de a mentiras, que no representan a nadie, más que a los intereses de sus partidos, bancadas y los propios; humanamente podridos, sin principios ni escrúpulos; amañados, corrompidos, carentes de valores, hambrientos de poder y dinero hasta el hartazgo.

...que huyen buscando en otro país con toda la furia, dolor y frustración, con una herida en el alma; la igualdad y dignidad que necesitan y que no encontraron en el suyo, tratando de ser profetas fuera de su propia tierra. Porque en la suya solo daban pena y lástima, mendigando por migajas con estúpidos funcionarios y burócratas ignorantes que “hacen ciencia” desde sus escritorios y que creen que lo que se merecen es poco y mucho muchísimo menos de lo que merecen los políticos, diputados, senadores y presidentes que ha saqueado al país donde su madre los parió, y quienes se burlan incasablemente de todos. Y que por supuesto, no creen ni creerán que tal vez la ciencia y la tecnología son algo de lo poco digno e importante que merece la pena apoyar y difundir, y que puede trascender a las generaciones venideras para mejorar el futuro de un país tercermundista como el nuestro.

Dedicado también...

...a los que no han regresado, y a los que se seguirán yendo.

*Eduardo Jiménez Quiroz*

“¿Porqué apoyar más a los futbolistas que a los científicos? ¿Son mejores personas? ¿Producen mayor riqueza? ¿Nos divierten más? No creo, gracias a los científicos también nos divertimos, ellos inventaron las computadoras, los ipods, los simuladores. Además, salvo algunos casos, los jugadores de fútbol nos hacen ver muy mal mundialmente y nuestros científicos, que nadie apoya, no. Me da pena que nuestro gobierno y nuestros empresarios inviertan tanto en fútbol y seamos tan malos. Me da pena que inviertan tan poco en ciencia y seamos tan buenos. Tenemos la mejor universidad de Hispanoamérica, según la revista Time, y cada vez le damos menos recursos a la UNAM. ¿Por qué no apoyar a lo que ya dé resultados?. Un país que no invierte en ciencia y educación siempre será un país pobre. ¿Queremos un México pobre?. POBRE MÉXICO NUESTRO, TAN CERCA DEL FÚTBOL Y TAN LEJOS DE LA CIENCIA”

*Carolina Aranda Cruz  
11 años  
Estudiante de quinto de primaria*

## AGRADECIMIENTOS.

A Dios, o a ese ser supremo como yo lo concibo, gran fuerza creadora que todo lo puede e impulsa, por permitirme llegar una vez más al final de un recorrido y cumplimiento de una meta propuesta para intentar ser mejor de lo que soy.

Al mi pueblo de México, porque gracias a él, se me pudieron asignar los recursos económicos mediante una beca, que me permitió seguir preparándome para enfrentar lo mejor posible los retos que nuestro país necesita enfrentar y superar en términos de investigación y desarrollo. Espero que con todo mi esfuerzo y dedicación sea digno representante de la tierra de donde nací.

Al CONACYT, por brindarme el apoyo económico mediante la beca. Sin la cual, no hubiera podido llevar a cabo mis estudios ni concluirlos.

Al COLPOS, por permitirme ser parte de su comunidad académica, interactuar y aprender de muchos de sus docentes. Por darme la oportunidad de seguirme preparando y crecer, tanto humana como profesionalmente, para así ser capaz de enfrentar algunos de los problemas de mi país.

Al Dr. Armando Equihua Martínez, por su paciencia, comprensión y guía en mi proceso de formación y aprendizaje.

Al Dr. Julio Sánchez Escudero, por su gran disposición y cordialidad para la revisión de este trabajo. Por sus consejos y confianza para le mejora del mismo, pero sobretodo por su amistad.

Al M. en C. Jorge Valdez Carrasco, por todo su apoyo y disposición en la revisión de este trabajo. Por brindarme su amistad y confianza durante mi estancia en el COLPOS.

Al Dr. Tulio Méndez, por aceptar tan amablemente la revisión del presente trabajo y por sus consejos para la mejora del mismo.

Al Dr. Refugio Lomelí, por su apoyo en la determinación taxonómica de *Ooencyrtus kuvanae* y otras avispas encontradas en las masas de huevos de *Malacosoma incurvum*, y por todo el aporte bibliográfico otorgado.

A mi *alma mater*, la UNAM, por seguir siendo parte de mi vida profesional y cotidiana. Porque gracias a ella he adquirido las enseñanzas, conocimientos y valores necesarios para ejercer con dignidad y compromiso mi profesión, de los cuales nace un gran ORGULLO por haber pertenecido a su comunidad estudiantil. Porque en pocas palabras, gracias a ella soy lo que soy, y estoy donde estoy, por siempre GRACIAS.

A mis amigos de Iztacala, Sara, José Luís (Cadáver), Paty (Patineta), Andrés (Chuleta), Edgar (Payaso chingado), Karina (Karis), Manuel (Mamuel), Carmen (Carmencita), Hugo, Oscar (Spider juano), Valentín (Tin-Tin), Mónica, Israel, y muchos más que ahora no recuerdo, pero que saben quienes son, por estar siempre presentes en mi vida de alguna forma u otra, ya que, en la cercanía o en la distancia nuestra amistad ha florecido, madurado y mantenido a pesar de las diferencia y adversidades que hemos presentado, y porque ahora los considero más que mis amigos, mis hermanos de profesión y vida. Gracias por estar siempre presentes.

Al siempre todopoderoso ACARI TEAM, Paty, Chucho, Ojcar, Sandra, Juanito, y todos aquellos que en algún momento formaron parte de este selecto grupo, por compartir conmigo tantas y tantas experiencias, momentos, aventuras con las que hemos aprendido, crecido y madurado juntos, porque hemos y seguimos aprendiendo el valor que tiene la amistad y el trabajo, en un ambiente de cordialidad y camaradería, pero sobretodo por ayudarme a trasladar nuestra relación interpersonal mas, pero mucho más allá del trabajo, que a veces llega a ser aburrido y rutinario; a ser entretenido y muy divertido, y en ocasiones francamente de desmadre explicito.

A mis compañeros y amigos de clase en el COLPOS, Lupita, Gaby, Gabriel (“El inge”), Pablo Cordón (“Chapin”), Mari, Manuel (“Perez Man”), Imelda, Dante, Jhony, etc. Por permitirme compartir con ustedes conocimientos, experiencias y buenos momentos durante nuestra estancia en el IFIT.

## CONTENIDO

	Pág
ÍNDICE DE CUADROS -----	xii
ÍNDICE DE FIGURAS -----	xiii
1. INTRODUCCIÓN -----	1
2. OBJETIVOS -----	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA -----	5
3.1. El género <i>Malacosoma</i> y sus parasitoides de huevos -----	5
3.2. <i>Malacosoma incurvum</i> y sus enemigos naturales en México -----	6
3.3. <i>Ooencyrtus kuvanae</i> y el género <i>Lymantria</i> -----	7
3.4. El género <i>Ooencyrtus</i> , otros defoliadores y parasitoides acompañantes -----	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS -----	15
4.1. Descripción del área de estudio -----	15
4.2. Recorridos y recolección de masas de huevos de <i>M. incurvum</i> -----	21
4.3. Procesamiento en laboratorio de las muestras recolectadas -----	23
4.3.1. Separación -----	23
4.4. Abundancia y distribución de <i>O. kuvanae</i> -----	23
4.5. Parasitismo de <i>O. kuvanae</i> en las masas de huevos de <i>M. incurvum</i> -----	23
4.5.1. Conteo de masas de huevos por muestra -----	23
4.5.2. Cálculo del número de huevos por masa y por muestra -----	23
4.5.3. Conteo y sexado de especímenes de <i>O. kuvanae</i> -----	23
4.5.4. Porcentaje de parasitismo de <i>O. kuvanae</i> en masas de huevos de <i>M. incurvum</i> -----	24
4.6. Morfología de <i>O. kuvanae</i> -----	24
4.6.1. Selección de organismos -----	24
4.6.2. Elaboración de preparaciones y toma de fotografías al microscopio -----	24
4.6.2.1. Microscopio electrónico de barrido -----	24
4.6.2.2. Microscopio de luz -----	25
4.6.3. Determinación taxonómica de <i>O. kuvanae</i> -----	25

4.7. Registro de otros organismos asociados con las masas de huevos de <i>M. incurvum</i> -	26
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	27
5.1. Abundancia y distribución de <i>O. kuvanae</i> en la zona chinampera de Xochimilco -----	27
5.1.1. Total de parasitoides recolectados y proporción de sexos -----	27
5.2. Tiempos de emergencia de <i>O. kuvanae</i> -----	31
5.3. Total de masas y huevos de <i>M. incurvum</i> recolectados por muestra -----	36
5.4. Promedio de huevos encontrados por masa, sitio de recolecta y área de estudio --	37
5.5. Porcentaje de parasitismo general por áreas y proporción de sexos por muestra de cada área en la zona chinampera de Xochimilco -----	39
5.5.1. Porcentaje de parasitismo total de <i>O. kuvanae</i> en los huevos de <i>M. incurvum</i> -----	39
5.6. Determinación taxonómica de <i>O. kuvanae</i> -----	43
5.7. Primer registro para México de <i>O. kuvanae</i> (Howard) en los huevos de <i>M. incurvum</i> Hy. Edwards. (Lepidoptera: Lasiocampidae) -----	46
5.8. Otros organismos encontrados en las masas de huevos de <i>M. incurvum</i> -----	46
6. CONCLUSIONES -----	49
7. LITERATURA CITADA -----	50

## INDICE DE CUADROS

No.	Cuadro	Pág.
1	Proporción de sexos de <i>O. kuvanae</i> entre áreas de la zona chinampera de Xochimilco -----	28
2	No. de especímenes recolectados de <i>Ooencyrtus kuvanae</i> por sitio y proporción de sexos en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	28
3	Emergencia de parasitoides por día por muestra en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	33
4	Tiempos de emergencia de <i>Ooencyrtus kuvanae</i> por área de estudio y sitio de recolecta en la zona chinampera de Xochimilco, D.F. -----	34
5	Total de masas y huevos de <i>M. incurvum</i> recolectados por muestra en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	37
6	Promedio de huevos por masa de <i>M. incurvum</i> por sitio en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	39
7	Total de huevos de <i>M. incurvum</i> , parasitoides adultos y porcentaje de parasitismo por sitio en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	40
8	Comparación del parasitismo de <i>O. kuvanae</i> sobre <i>M. incurvum</i> en los diferentes sitios de recolecta en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	42
9	Otros organismos recolectados en las muestras de masas de <i>Malacosoma incurvum</i> en la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	47

## INDICE DE FIGURAS

No.	Figura	Pág.
1	Ubicación de la zona chinampera de Xochimilco -----	16
2	Áreas de recolecta de masas de huevos en la zona chinampera de Xochimilco -----	22
3	Total de especímenes recolectados de <i>Ooencyrtus kuvanae</i> de las masas de huevos de <i>Malacosoma incurvum</i> en la zona chinampera de Xochimilco, D.F. ---	32
4	Machos y hembras emergidos y recolectados diariamente de la zona chinampera de Xochimilco, D. F. -----	32
5	<i>Ooencyrtus kuvanae</i> (Howard) MEB. A) Hembra, B) Macho -----	44
6	Estructuras de <i>O. kuvanae</i> . A) Cabeza, B) Antena de macho, C) Antena de hembra, D) Clava de la antena de la hembra con área sensoria, E) Mandíbula, F) Vista dorsal del tórax, G) Ala anterior, H) Ala anterior con área basal desnuda, I) Hipopigio, J) Genitalia de la hembra, K) Genitalia del macho -----	45
7	Otros organismos asociados a las masas de huevos de <i>M. incurvum</i> . A) Himenóptero del género <i>Baryscapus</i> , B) Himenóptero del género <i>Brasema</i> , C) Himenóptero no determinado, D) Himenóptero no determinado, E) Himenóptero no determinado, F) Himenóptero no determinado, G) Trips, H) Ácaros, I) Arañas, J) Hormigas, K) Neuróptero, L) Pseudoescorpion, M) Larvas de Coleoptera, N) Coleóptero adulto, O) Hemíptero adulto -----	48

## 1. INTRODUCCIÓN

---

La zona lacustre de Xochimilco es considerada como una de las áreas conservadas y representativas de la cuenca de México. Por su relevancia biológica, ambiental, histórica y cultural, ésta cuenta con elementos de protección y preservación como son, la declaración como patrimonio cultural y natural de la humanidad por parte de la UNESCO en 1987, el decreto que la establece como Área Natural Protegida (ANP), bajo la categoría de zona sujeta a conservación ecológica en los ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco y la mención dentro de los Sitios Ramsar, que la considera como humedal de importancia internacional (GDF, 2004).

Sin embargo, en los últimos años, esta área ha enfrentado serios problemas que la afectan de manera significativa, dentro de los que se encuentran, la contaminación de sus canales (Juárez-Figueroa *et al.*, 2005) y suelo (Ramos-Bello *et al.*, 2001), pérdida de biodiversidad, incorporación de flora y fauna exótica, asentamientos humanos irregulares y problemas sanitarios en su arbolado; esto último es observable en el “ahuejote” (*Salix bomplandiana* Kunth), árbol emblemático y fundamental para construcción de chinampas en la zona lacustre del Valle de México, que tiene un gran valor para la gente de la zona por los beneficios ecológicos, a la agricultura y recreación que proporciona (GDF, 2004; Rodríguez y Cohen, 2003). Para éste se indica que las infestaciones por el lepidóptero “gusano de bolsa” *Malacosoma incurvum* Hy. Edwards son de importancia por la fuerte defoliación que le produce (Cibrian *et al.*, 2000).

*M. incurvum* también es considerada como una plaga importante por atacar otras especies de arbolado urbano como *Prunus persica*, *P. capuli*, *Salix babylonica*, *S. lasiolepis* y *S. mexicana*; esta se encuentra distribuida principalmente en los estados de Tlaxcala, Puebla, Chihuahua, Durango, Veracruz, Estado de México y Distrito Federal (Stehr y Cook, 1968; Montaña, 2007; Cibrian *et al.*, 2000).

Se considera que existen una gran variedad de factores medioambientales que pueden ejercer un control natural sobre las poblaciones de palomillas del género *Malacosoma* al provocar la

declinación y reducción de su éxito reproductivo. Entre dichos factores se encuentran, las temperaturas bajas del invierno o las altas de primavera, que provocan la mortalidad tanto de larvas de primeros instares, como de adultos y huevos; asimismo, un factor adicional más, es la falta de alimento (Meeker, 1997; Choate y Rieske, 2005).

Meeker (1997), menciona que enemigos naturales como parásitos, depredadores y enfermedades, también pueden ejercer efectos regulatorios importantes sobre las poblaciones de *Malacosoma*, mostrando una clara densodependencia entre estos controladores y el defoliador. El mismo autor indica: “Los enemigos naturales documentados para este género son numerosos, incluyen 52 especies de Diptera, 18 especies de Hemiptera, 9 de Coleoptera, una de Dermaptera (depredadores de varios estados de desarrollo) y 61 de Hymenoptera, dentro de los que se encuentran parasitoides de los estados de larva y pupa, además de 14 especies de huevos”.

Al respecto, las familias Trichogrammatidae, Mymaridae y Scelionidae, están compuestas completamente de parasitoides de huevos, además de otras familias como Eulophidae, Eupelmidae, Tetracampidae, Platygasteridae y Encyrtidae que presentan especies con ese hábito (Wainberg y Hassan, 1994). A algunas de las mencionadas, y en general a la Superfamilia Chalcidoidea, se le considera de gran importancia para los programas de control de plagas de lepidópteros y hemípteros (Noyes y Hayat, 1984; Trjapitzin *et al.*, 2004).

Hasta el 2001 a nivel mundial, la familia Encyrtidae contenía 461 géneros y 3,824 especies. Los encírtidos son endoparasitoides primarios de otros artrópodos e hiperparasitoides de himenópteros; muy pocas especies son depredadoras de huevos de Coccidae. Una tercera parte atacan a piojos harinosos (Homoptera: Pseudococcidae), parasitan escamas suaves de la familia Coccidae (Homoptera) y atacan a insectos de los órdenes Coleoptera, Diptera, Lepidoptera, Neuroptera u Orthoptera, mientras que algunas más, atacan garrapatas (Acari: Ixodoidea) u ovisacos de arañas (Araneae). Muchas especies han sido utilizadas con éxito en programas de control biológico clásico a nivel mundial; en México también han demostrado su efectividad contra plagas de pastos, cítricos y otros cultivos (Trjapitzin *et al.*, 2004; Gonzáles y Woolley, 2001; Noyes *et al.*, 1997).

Tal vez uno de los géneros más reconocidos de Encyrtidae es *Ooencyrtus*, pues es muy extenso y con una gran riqueza de especies en todas las regiones geográficas del mundo (Huang y Noyes, 1994), ya que se han reconocido cerca de 200 especies (Noyes, 2002).

A las especies de *Ooencyrtus* se les han encontrado parasitando diversos hospederos en diferentes estados de desarrollo (Huang y Noyes, 1994). Sin embargo, la mayoría son parasitoides de huevos principalmente de Hemiptera, Lepidoptera y arañas (Huang y Noyes, 1994; Noyes y Hayat, 1984; Noyes, 1985; Noyes *et al.*, 1997); no obstante, se conocen especies que atacan a los de Neuroptera (Crawford, 1913; Myartseva y Shuvakhina, 2004; Triplehorn y Johnson, 2005) o la prepupas de Lepidoptera; otras, son hiperparasitoides de braconidos y de estados inmaduros de Dryinidae, parasitoides de estados ninfales de Aphididae (Homoptera), de puparios y estados inmaduros de Syrphidae (Diptera) y de Coccinellidae (Coleoptera), o se alimentan de pupas de Chloropidae (Diptera) (Huang y Noyes, 1994; Noyes y Hayat, 1984; Noyes, 1985; Noyes *et al.*, 1997). Algunas especies actúan como parasitoides solitarios de masas de huevos de lepidópteros, como en el caso de *O. pinicolus*, el cual parasita los huevos de Lymantriidae y Lasiocampidae (Trjapitzin, 1989). Otras especies pueden ser parasitoides de los de Heteroptera o Lepidoptera; por ejemplo, *O. pityocampae*, que parasita los huevos de Lasiocampidae y Notodontidae (Lepidoptera) (Huang y Noyes, 1994).

Muchas especies de *Ooencyrtus* parasitan estados inmaduros de insectos plaga, y es por eso que tienen valor potencial como agentes de control biológico; en la mayoría de los casos, juegan un papel importante en el control de las poblaciones de dichos insectos en la agricultura y forestería (Zhang *et al.*, 2005), por lo que más de diez especies de ese género han sido usadas en programas de control biológico (Huang y Noyes, 1994; Noyes y Hayat, 1984). Sin embargo, algunas son consideradas como plagas menores al actuar como parásitos de huevos de lepidópteros que son criados con propósitos comerciales (Huang y Noyes, 1994).

El mejor ejemplo documentado de una de estas especies para el control biológico en América del Norte y Europa, sea quizás el de *O. kuvanae* sobre los huevos de la palomilla gitana (*Lymantria dispar*) (Huang y Noyes, 1994), no obstante que su distribución original es en

China, Japón, Korea y Taiwan (Zhang *et al.*, 2005). Asimismo, se ha introducido en Estados Unidos para el control de *Malacosoma americanum* (Huang y Noyes, 1994; Noyes, 2001; Triplehorn y Johnson, 2005), y en muchos países de Europa y Norte de África (Zhang *et al.*, 2005; Noyes, 2001).

*O. kuvanae* también ha sido reportado para los huevos de *Lymantria xyliana* Swinhoe (Lin *et al.*, 2005), *L. fumida* (Bulter), *Stilpnotia salicis* Linnaeus, *Nygmia phaeorrhoea* Donovan (Lepidoptera: Lymantriidae), *Malacosoma neustria* (Linnaeus), *Dendrolimus spectabilis* Bulter (Lepidoptera: Lasiocampidae) y *Saturnia pyretorum* Westwood (Lepidoptera: Saturniidae), además de muchos otros hospederos (Zhang *et al.*, 2005; Huang y Noyes, 1994; Noyes, 2001).

Considerando lo anterior y tomando en cuenta la importancia que tiene el parasitoide *O. kuvanae* por el hecho de ser nativo de la zona de Xochimilco, además de la que podría tener como potencial controlador de *M. incurvum*, en el presente estudio se plantearon como objetivos:

## 2. OBJETIVOS

---

- Determinar la abundancia y distribución de *O. kuvanae* en la zona chinampera de Xochimilco.
- Conocer el nivel de parasitismo de *O. kuvanae* sobre los huevos de *M. incurvum*.
- Analizar el tiempo de emergencia de *O. kuvanae* en condiciones de laboratorio.

### 3. REVISIÓN DE LITERATURA

---

#### 3.1. El género *Malacosoma* y sus parasitoides de huevos.

Choate y Rieske (2005) llevaron a cabo un estudio para saber la historia de vida y la mortalidad de *Malacosoma americanum* (F.), con la finalidad de precisar estrategias de manejo del insecto y reducir sus daños, para lo que muestrearon destructiva y secuencialmente masas de huevos y larvas de este lepidóptero, y observaron tanto su desarrollo como los agentes de mortalidad. Así, determinaron que las masas de huevos fueron impactadas por el parasitismo de *Tetrastichus* [*Baryscapus*] *malacosomae* (Hymenoptera: Eulophidae) y *Telenomus clisiocampidae* (Hymenoptera: Scelionidae) en rangos del 15%, los cuales fueron considerados como bajos.

Blatt *et al.* (2000), compararon el parasitismo de los huevos de *M. americanum* en dos especies de rosáceas hospederas, manzana (*Malus pumila*) y cereza (*Prunus virginiana*) en años diferentes. En este último, encontraron tres especies de himenópteros parasitoides de huevos que se identificaron como *Tetrastichus malacosomae* [*Baryscapus malacosomae*] (Eulophidae), *Telenomus clisiocampae* (Scelionidae) y *Ooencyrtus clisiocampae* (Encyrtidae). Observaron que el parasitismo de huevos fue más alto en árboles de cereza que de manzana, con porcentajes de 4.6 y 3.5% respectivamente. *T. malacosomae* parasitó el 5.1 y 2.5% de los huevos sobre los árboles de cereza y manzana respectivamente en 1991, y el 1.8% y 0.3% en el 2000.

Bulut en 1994, en Ankara, Turquía, encontró siete parasitoides en los huevos de *Malacosoma neustria* y observó, que los más efectivos fueron *Telenomus laeviusculus* y *Ooencyrtus* sp.

Knight *et al.* (1991), examinaron un complejo de parasitoides que afectan a *Malacosoma disstria* dentro de éste, encontraron cinco especies de parasitoides de huevos: *Ablerus clisiocampae*, *Ooencyrtus clisiocampae*, *Telenomus clisiocampae*, *Tetrastichus* sp. y *Telenomus* sp. Los parasitoides más comunes en el quinto instar larvario fueron los taquinidos, *Lespesia archippivora* y *Archytas lateralis*.

Lou en 1988, menciona que los huevos de *Malacosoma neustria testacea* fueron parasitados por seis especies de avispas, de las cuales, *Telenomus terbratus* [*T. terebrans*] y *Ooencyrtus kuwanai* [*O. kuvanae*] fueron las más dominantes en la estación invernal. Otras especies registradas fueron *Anastatus disparis* [*A. japonicus*], *O. masii*, *Telenomus* sp. y *Trichogramma dendrolimi*.

### 3.2. *Malacosoma incurvum* y sus enemigos naturales en México.

Los estudios realizados en México, en relación a los enemigos naturales de *Malacosoma incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco y todo el Valle de México, son prácticamente inexistentes. Sin embargo, cabe mencionar los siguientes:

Equihua *et al.* durante 2005, realizaron recorridos en la zona chinampera de Xochimilco como parte de un programa de manejo integral del “gusano de bolsa” *M. incurvum*, en los que recolectaron al azar, masas de huevos de las ramas de “ahuejotes” (*Salix bompladiana*), y al mantenerlas en laboratorio, observaron la emergencia de los parasitoides *Ooencyrtus* sp. Ashmead (Hymenoptera: Eulophidae) y *Baryscapus* sp. Cameron (Hymenoptera: Encyrtidae) como los más abundantes, por lo que los consideraron como potenciales controladores de huevos de dicha plaga.

Olivares en 2004, llevó a cabo un estudio en la zona chinampera de Xochimilco acerca de la preferencia de oviposición de *M. incurvum* sobre el “ahuejote” y el ciclo biológico de este insecto plaga. Menciona la presencia de himenópteros de las familias Eulophidae y Encyrtidae parasitando las masas de huevos y un díptero de la familia Tachinidae haciéndolo sobre los últimos instares del estado larvario. Del mismo modo, observó a una larva de Dermestidae (Coleoptera) alimentándose de una pupa.

Filip y Dirzo (1985), mencionan haber encontrado a las chinches *Stenomacra marginella* (Hemiptera: Pyrrhocoridae) y *Zelurus* sp. (Hem: Reduviidae) depredando larvas de primeros instares de *M. incurvum*. De igual forma, reportan a los parasitoides *Iserpus coelebs* Wash (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Leschenaultia* sp. (Diptera: Tachinidae) para el estado de pupa y al del género *Tetrastichus* para los huevos. Cabe mencionar que los himenópteros

encontrados no se determinaron a nivel de especie ni se especifica el rango de parasitismo; solo se menciona que fue “a un nivel bajo”.

Valenzuela (1975), llevo a cabo un estudio que tuvo como objetivo encontrar el producto biológico y la dosis más efectiva para el combate de *M. azteca* (Neum), y lograr un mayor conocimiento acerca de la biología del insecto para poder aplicar mejores medidas fitosanitarias. Reporta la presencia de himenópteros de la familia Encyrtidae parasitando masas de huevos, y a un ácaro de la familia Trombididae asociado a las masas deterioradas o semidestruidas.

### 3.3. *Ooencyrtus kuvanae* y el género *Lymantria*.

Lin *et al.* (2005), llevaron a cabo un estudio en las montañas del centro de Taiwán sobre la biología de los huevos de la palomilla de la casuarina (*Lymantria xyliana*). Los resultados indicaron, una gran densidad de oviposturas de éste insecto cercana a 10,000 masas por hectárea. El rango de puesta de huevos varió entre las diferentes áreas; asimismo, los huevos estuvieron afectados por la acción del parasitismo de algunas especies; entre las que encontraron a *O. kuvanae* como el principal parasitoide de huevos de la palomilla, con un rango de infección promedio cercano al 59%; de cada masa emergieron en promedio 11 individuos del parasitoide y hubo un rango de parasitismo promedio aproximado de 3.1 %. Finalmente, los autores señalan que el rango de parasitismo de *O. kuvanae* se incrementó rápidamente de 59% hasta 100% de Agosto a Octubre.

Chao *et al.* (2001), llevaron a cabo un estudio en la costa oeste de Taiwán, el cual consistió principalmente, en la evaluación de la fecundidad de la palomilla de la *Casuarina* (*Lymantria xyliana*), sus variaciones geográficas, la medición de las masas de huevos y el impacto de los parasitoides sobre la fecundidad de la especie. Para lo que recolectaron 360 masas de huevos de 12 plantaciones de *Casuarina* sp. Observaron que el número de huevos por masas puestos por la palomilla varió de 180 a 1,544, con un promedio de 592.5 más menos 213.8. El número medio de huevos y el tamaño de masas varió significativamente entre sitios. Aproximadamente 1/3 (122/360) de las masas recolectadas fueron atacadas por el parasitoide *O. kuvanae* y un total de 855 parasitoides emergieron de 122 masas. Asimismo, el promedio

de parasitoides que emergieron por masa fue de 7.1 más menos 6.0. Sin embargo, obtuvieron un 0.4% de parasitismo.

Feng *et al.* en 1999, en siete plantaciones forestales de tres localidades en el área de Beijing, China, realizaron una investigación acerca de los enemigos naturales de la palomilla gitana (*Lymantria dispar*). En total identificaron 23 especies de enemigos naturales, 17 parasitoides y 6 depredadores. De los dos parasitoides de huevos encontrados, *O. kuvanae* fue la especie dominante, juntos parasitaron en un rango de 5.2 a 10.9%. Cerca del 30.1% de los individuos hospederos, desde el estado de huevo hasta el de pupa, murieron por efecto de los enemigos naturales, indicando que estos juegan un papel importante en el control de la población de *L. dispar*.

Zúbrik y Novotný (1997), investigaron el parasitismo de los huevos de *L. dispar* en diez sitios de Eslovaquia, e identificaron a los parasitoides *Anastatus disparis* [*A. japonicus*] y *O. kuvanae*, y determinaron que el parasitismo fue de 1.23%. También observaron que de un total de 752 huevos, 713 (94.8%) fueron parasitados por *A. disparis* y 39 (5.2%) por *O. kuvanae*. Asimismo, *A. disparis* ocurrió en 7 sitios y *O. kuvanae* en 4.

Williams *et al.* (1990), llevaron a cabo un estudio sobre el parasitismo, viabilidad y la densidad de las masas de huevos de *L. dispar*. Observaron que los huevos sólo fueron parasitados por *O. kuvanae* en un promedio de 25.9%, y que el porcentaje de parasitismo estuvo negativamente correlacionado con el tamaño de la masa de huevos, pero fue directamente proporcional a la densidad de las masas.

Por su parte, Novotný y Čapek (1989), mencionan que los parasitoides de huevos de *L. dispar*, *A. disparis* [*A. japonicus*] y *O. kuvanae*, forman parte importante del complejo de reguladores naturales del defoliador, causando un máximo de 10% de mortalidad de huevos.

#### 3.4. El género *Ooencyrtus*, otros defoliadores y parasitoides acompañantes.

Arnaldo y Torres (2006), evaluaron el efecto de las poblaciones de *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) sobre diferentes especies de pinos, así como la forma en que se distribuyen

sus masas de huevos, el impacto de los parasitoides sobre estas en la mortalidad natural de la plaga, las especies de parasitoides presentes y su dinámica de emergencia. Observaron que la mortalidad de los huevos varió entre el 25.8 y 33%, y que el parasitismo fue la primera causa de muerte, provocada principalmente por la abundancia de los parasitoides *Baryscapus servadeii*, *Ooencyrtus pityocampae* y *Trichogramma embryophagum*.

Arnaldo y Torres (2005), establecieron un experimento entre 1997 y 2000 en Trás-os-Montes, Beira Alta y Ribatejo, Portugal, para obtener un mayor conocimiento acerca del complejo de parasitoides de huevos de la palomilla procesionaria de los pinos *T. pityocampa*, la cual es considerada como una de las plagas forestales más destructivas en los países del Mediterráneo. Para lo que recolectaron 730 masas sobre diferentes especies de *Pinus*. En éste, observaron la presencia de los parasitoides *B. servadeii*, *O. pityocampae* y *T. embryophagum* y que su porcentaje de ataque a los huevos varió del 11.4 al 40.2%. Además, encontraron que *B. servadeii* y *O. pityocampa* fueron los parasitoides más abundantes y que emergieron en dos periodos diferentes del año.

Mirchev *et al.* en 2004, estudiaron en el suroeste de Turquía, los parasitoides de huevos y su nivel parasitismo en 132 masas de la palomilla procesionaria de los pinos, *T. pityocampa*, recolectadas sobre *Pinus nigra* Arnold y *P. brutia* Ten. Observaron que *Baryscapus servadeii* (Dom.) y *O. pityocampae* (Mercet) fueron los parasitoides más abundantes. También encontraron a *Trichogramma* sp. parasitando los huevos en un 3.1%, al hiperparasitoide *Baryscapus transversalis* Graham con una infestación media del 1.8% y a *Anastatus bifasciatus* (Fonsc.) con un 0.1%. Mencionan que el rango de parasitismo en las masas de huevos fue muy variable y en conjunto con los depredadores, el impacto varió de un 24 a 35.9% dependiendo del sitio de muestreo. De igual forma, señalan que las dinámicas de los parasitoides bajo condiciones de laboratorio mostraron, un pico de *B. transversalis* en Diciembre del año en que los huevos hospedantes fueron puestos. *B. servadeii* emergió principalmente de Marzo a Mayo del siguiente año, cuando la segunda parte de *O. pityocampae* apareció. Encontraron un 15.7% de especímenes muertos de *O. pityocampae* dentro de los huevos y un 7.9% de *B. servadeii*. Por su parte *Trichogramma* sp., atacó el 1.8% de los huevos.

Palmeri y Pulvirenti (2004), reportan como primer registro para Italia al himenóptero de la familia Eulophidae *Pediobius bruchicida*, hiperparasitoide de *O. pityocampae*, parasitoide primario de *T. pityocampa*.

Avci en 2003, recolectó sobre *Cedrus libani*, un total de 95 masas de huevos de *Traumatocampa ispartaensis* (Notodontidae), y observó que el número de huevos por masa varió entre 39 y 245 y el promedio por masa fue de 119 a 122. El impacto de los parasitoides de huevos fue cuantificado en un rango de 11.3 a 7.4%. Menciona también que *O. pityocampae* fue el parasitoide más abundante, seguido por *O. massi* y *Trichogramma brassicae*.

Martini *et al.* en 2000, realizaron un estudio en siete estaciones experimentales en el Valle Ronco-Bidente, Italia; para conocer el índice de mortalidad de los huevos de *Traumatocampa pityocampa* (= *Thaumetopoea pityocampa*). En éste, observaron la presencia de los parasitoides oófagos *Anastatus bifasciatus*, *Ooencyrtus pityocampae*, *Baryscapus servadeii* (= *Tetrastichus servadeii*) y *Trichogramma embryophagum*, que emergían durante y después de la temporada invernal. También que la mayoría poblacional de estos parasitoides, la comprendió ampliamente *O. pityocampae* y *T. embryophagum*. Finalmente hacen mención que la proporción de sexos de los parasitoides emergidos desde el invierno, fue más alta a favor de las hembras, para el caso de *A. bifasciatus*.

En 2000, Laçejja y Tiberi reportaron los resultados del estudio preliminar llevado a cabo en diferentes partes de Albania en 1998, que consistió en clarificar la ocurrencia y efectividad de los parasitoides de huevos como limitante poblacional de *T. pityocampa*. Para lo que recolectaron masas de huevos de diez plantaciones de pinos. Registraron la presencia de los parasitoides *Ooencyrtus pityocampae*, *Baryscapus servadeii* y *Trichogramma embryophagum*, los cuales tienen un papel determinante en la mortalidad de huevos. También observaron que *O. pityocampae* fue el parasitoide más efectivo en cinco plantaciones, mientras que *B. servadeii* fue el más activo en otras cinco. *T. embryophagum* se encontró en las diez plantaciones pero su porcentaje de parasitismo fue siempre modesto. Asimismo, cabe mencionar que solo en tres de las plantaciones se observó la emergencia de los tres

parasitoides juntos. Todas las causas de mortalidad combinadas alcanzaron un 24.93% en un sitio de estudio y 49.26% en otro. También determinaron, que los parasitoides juntos siempre fueron la causa más importante de muerte, cuantificando entre el 19.12 y 37.51% de la mortalidad de huevos, y que *B. servadeii* y *O. pityocampae* fueron la principal causa de muerte en huevos, con picos de 36.89% en un sitio y 36.09% en otro.

Mirchev *et al.* en 1999, estudiaron los parasitoides y el parasitismo en 32 masas de huevos de *T. pityocampa*, recolectadas cerca de Korca, Albania, a una altitud de entre 1,050 y 1,400 m.s.n.m. Observaron que en los sitios montañosos de grandes altitudes, *Baryscapus servadeii* (Dom.) fue el más abundante, mientras que *O. pityocampae*, lo fue en las más bajas, y encontraron a *Trichogramma* sp. a 1,400 msnm. Además, *Baryscapus transversalis* Graham fue identificado como el hiperparasitoides dominante de los huevos. Asimismo, el parasitismo varió de 0 a 61% y las dinámicas de emergencia de los parasitoides mostraron un pico de *B. transversalis* en Noviembre. *B. servadeii* emergió principalmente en Enero del año siguiente. Y un alto porcentaje de parasitoides murieron en los huevos, principalmente de *O. pityocampae*.

Tsankov *et al.* (1999), llevaron a cabo una investigación en las regiones de Kalogria, Vrachneika, Fteri-Egio (a 300 y 500 msnm) y Patra, situadas al Norte del Peloponeso, Grecia; que tuvo por objetivo, observar el espectro de parasitoides y el porcentaje de parasitismo en las masas de huevos de *T. pityocampa*. Para lo que recolectaron 113 masas de huevos de las cuales emergieron los parasitoides identificados como *Ooencyrtus pityocampae*, *Baryscapus servadeii*, *B. transversalis*, *Anastatus bifasciatus* y *Pediobius* sp. De los cuales, *O. pityocampae* y *B. servadeii* fueron registrados en todos los sitios, mientras que *Pediobius* sp., fue encontrado sólo en uno de ellos. Por su parte *B. servadeii*, fue el más abundante en tres sitios y *O. pityocampae* en dos. El número de huevos parasitados por *O. pityocampae* varió de 3.6% a 23.4%. Para el caso de *B. servadeii*, varió de 0.9% a 22.6%, en *A. bifasciatus* de 0.1 a 1.8% y en *B. transversalis* de 0.1% a 1.4% en los diferentes sitios. *Pedobius* sp. fue encontrado en un 0.3% de las masas de huevos.

Schmidt *et al.* en 1999, en cuatro regiones de la península ibérica, recolectaron 273 masas de huevos de *T. pityocampa*. Las cuales fueron almacenadas y puestas en condiciones de laboratorio entre 20 y 25°C. Observaron que el número de huevos varió entre 37 y 312. El rango de los parasitoides que emergieron fluctuó entre el 11.3 y 31.7%; sin embargo, el 44% de ellos murieron antes de emerger. Asimismo, identificaron cuatro especies de calcidoideos: *Baryscapus servadeii*, *Ooencyrtus pityocampae*, *Anastatus bifasciatus* y *Trichogramma* sp. De estos, *B. servadeii* y *O. pityocampae* fueron los más abundantes, seguidos por *Trichogramma* sp. *B. servadeii* emergió principalmente en Junio y *O. pityocampae* en Abril o Junio, dependiendo de la región.

Schmidt *et al.* (1997), en las Montañas Atlas de Marruecos, estudiaron la emergencia y el parasitismo en masas de huevos de *T. pityocampa*, recolectadas sobre *Pinus pinaster* en un rango de altitud de 1,400 a 1,800 m.s.n.m. Observaron que el número medio de huevos por masa fue de 175, con un rango de 34 a 245. Asimismo, la mortalidad total de huevos fue de 27.3% y el impacto de los parasitoides de 21.4%. Muchos fueron parasitados por *Baryscapus servadeii*, seguido por *Ooencyrtus pityocampae*. El rango de emergencia de este último, fue mucho más alto en el primer año, mientras que *B. servadeii* emergió en números parecidos antes y después de la hibernación, y en el año subsiguiente en números iguales en primavera y otoño.

Similares resultados reportan Schmidt y Mirchev en 1997, ya que mencionan que *O. pityocampae* y *B. servadeii* fueron los parasitoides primarios de las masas de huevos de *T. pityocampa*, acompañados también por el hiperparasitoide *B. transversalis*. Además, observaron que el impacto de los parasitoides fue cercano al 40%, *O. pityocampae* fue el más frecuente y *B. servadeii* sólo parasitó el 7% de huevos. Asimismo, los patrones de emergencia de los parasitoides se presentaron después de un periodo de hibernación.

Jamaâ *et al.* en 1996, estudiaron los factores de mortalidad, el impacto de los parasitoides en estado de huevo y el efecto del tratamiento sobre los parasitoides de *T. pityocampa*, el defoliador más importante del cedro (*Cedrus* sp.) y los bosques de pino en Marruecos. Los resultados obtenidos mostraron que el parasitismo en el estado de huevo fue el factor principal

de reducción en el número de larvas. También observaron que la exposición a *Bacillus thuringiensis* y Dimilin [diflubenzuron], usados para el control de *T. pityocampa*, no tuvieron un efecto directo sobre los parasitoides de huevos. De igual forma, identificaron a los parasitoides *Anastatus bifasciatus*, *Ooencyrtus pityocampae*, *Tetrastichus servadeii* [*Baryscapus servadeii*] y *Trichogramma embryophagum*.

Bellin (1995), evaluó el impacto en la mortalidad de los huevos de *T. pityocampa*, ocasionada por los parasitoides *Baryscapus servadeii* y *Ooencyrtus pityocampae*, y observó que ésta puede variar por arriba del 70%. También reporta observaciones por más de 4 años sobre la ecología, biología y relaciones con *T. pityocampa*.

Tsankov *et al.* (1995), evaluaron el impacto de los parasitoides sobre la mortalidad total de los huevos de *T. pityocampa* en Argelia. Para lo que recolectaron 20 puestas de huevos sobre *Pinus halepensis*, y observaron que el impacto de los parasitoides sobre la mortalidad de huevos fue del 76%. De 1,037 huevos parasitados, 783 (75.1%) fueron parasitados por el eulóphido *Baryscapus servadeii*, 219 (21.1%) por el encírtido *Ooencyrtus pityocampae*. 32 huevos (3.1%), contenían larvas muertas por parasitoides no determinados. Ambos parasitoides mencionados, emergieron después de su diapausa de invierno. Asimismo, *O. pityocampae* emergió mucho antes que *B. servadeii*. La base y la parte superior de las masas, fueron sitios preferidos por *B. servadeii* para parasitar, y la parte basal por *O. pityocampae*.

Tsankov *et al.* (1996), observaron el parasitismo en los huevos de *T. pityocampa* en diferentes localidades de Bulgaria, para lo que recolectaron 147 masas de huevos de bosques de *Pinus nigra*. Después las colocaron en tubos de prueba con algodón y las almacenaron bajo condiciones de laboratorio a 20-22 °C. La emergencia de los parasitoides fue observada diariamente, también fueron contados e identificados. Luego de remover las escamas y contar los huevos, se evaluó el impacto de los parasitoides mediante sus meconias, los cuales son desechos metabólicos en forma de pastilla sólida que los endoparasitoides expulsan poco antes de pupar. *Ooencyrtus pityocampae* fue el parasitoide más abundante, seguido de *Anastatus bifasciatus* y *Baryscapus servadeii*, el hiperparasitoide *B. transersalis* fue registrado por primera vez en Bulgaria. También la especie polífaga, *Macroneura vesicularis* [*Eupelmus*

*vesicularis*] fue recolectada por primera vez de los huevos de *T. pityocampa*. *Trichogramma* sp. fue recolectada en pequeñas cantidades. La mortalidad total de huevos varió de 34 a 48%, y la debida al parasitismo fue de 24.5 a 38.9%.

Kitt y Schmidt (1993), llevaron a cabo investigaciones de campo sobre el parasitismo de las masas de huevos de *Thaumetopoea wilkinsoni* sobre *Pinus* sp. en Israel. En donde observaron que los parasitoides causaron el 38.6% de mortalidad y que *Eutetrastichus servadeii* [*Baryscapus servadeii*] fue el más frecuente, seguido de *Ooencyrtus pityocampae*. Sin embargo, observaron que esta último, tuvo una mayor capacidad para encontrar al hospedero que *Eutetrastichus servadeii*.

Tiberi *et al.* en 1991, desarrollaron un estudio en el que proporcionan notas acerca de la biología de los parasitoides de las plagas de los *Pinus* y *Quercus*, *Thaumetopoea pityocampa* y *T. processionea*, respectivamente. Mencionan que existe gran similitud entre sus hábitats, ciclos biológicos y estructura en sus masas de huevos. Ambas especies defoliadoras, son controladas naturalmente por diferentes parasitoides, excepto por el eupelmido *Anastatus bifasciatus*, el cual ataca ambas especies. Los parasitoides de huevos en *T. pityocampa* fueron el eulófido *Eutetrastichus servadeii* [*Baryscapus servadeii*], el encirtido, *Ooencyrtus pityocampae*; así como, por *A. bifasciatus* y *Trichogramma embryophagum*. Mientras que para *T. processionea* fueron *O. masii*, *A. bifasciatus* y algunas especies de *Trichogramma*.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

---

### 4.1. Descripción del área de estudio.

El Área Natural Protegida (ANP) “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” se localiza en la porción Centro y Norte de la delegación política de Xochimilco, al Sur del Distrito Federal (Fig. 1). Las coordenadas geográficas extremas son: 19° 15' 11" y 19° 19' 15" de latitud Norte; 99° 00' 58" y 99° 07' 08" de longitud Oeste, está integrada por un polígono con una superficie de 2,657 ha. La zona colinda al Norte con la Av. Canal de Chalco (delegaciones Iztapalapa y Tláhuac); al Noroeste con Canal Nacional (delegaciones Coyoacán y Tlalpan), en esta parte el Anillo Periférico Sur atraviesa la zona; al Sur con la Av. Nuevo León y la Antigua Carretera México-Tulyehualco (delegación Xochimilco); al Sureste se localizan el pueblo San Luis Tlaxialtemalco y el Ejido de Zapotitlán. El perímetro del ANP limita aproximadamente con 49 colonias y/o barrios de las delegaciones políticas mencionadas. Entre las principales áreas que la conforman, se encuentran las zonas productivas del Ejido de Xochimilco (Distrito de Riego), el Ejido de San Gregorio Atlapulco y las zonas chinamperas de Xochimilco, San Gregorio Atlapulco y San Luis Tlaxialtemalco.

### Edafología.

Los suelos son predominantemente lacustres y palustres o de composición geológica diversa, variando de acuerdo a la zona en que se encuentran; algunos sitios están influenciados por la presencia de un manto freático cercano, mientras que en otros son profundos y discontinuos (INECOL, 2002). En la zona lacustre predominan sedimentos arcillosos con arenas de grano fino, con alrededor del 50% de cenizas volcánicas, cuya textura va de arenosa hasta limo-arcillosa y retienen una alta cantidad de humedad. Hacia la parte lacustre sur los suelos son de tipo Feozem háplico (Hh) y gleyico (Hg) (CETENAL, 1977); se caracterizan por ser profundos y discontinuos debido a que se originaron como pequeños islotes rodeados de agua. Presentan colores oscuros, con un alto contenido de materia orgánica (mayor al 10%).

### Hidrología.

Existen diferentes interpretaciones sobre el origen del agua de Xochimilco. La principal zona de captación se localiza a lo largo de la ladera norte de la Sierra Chichinautzin, en el extremo

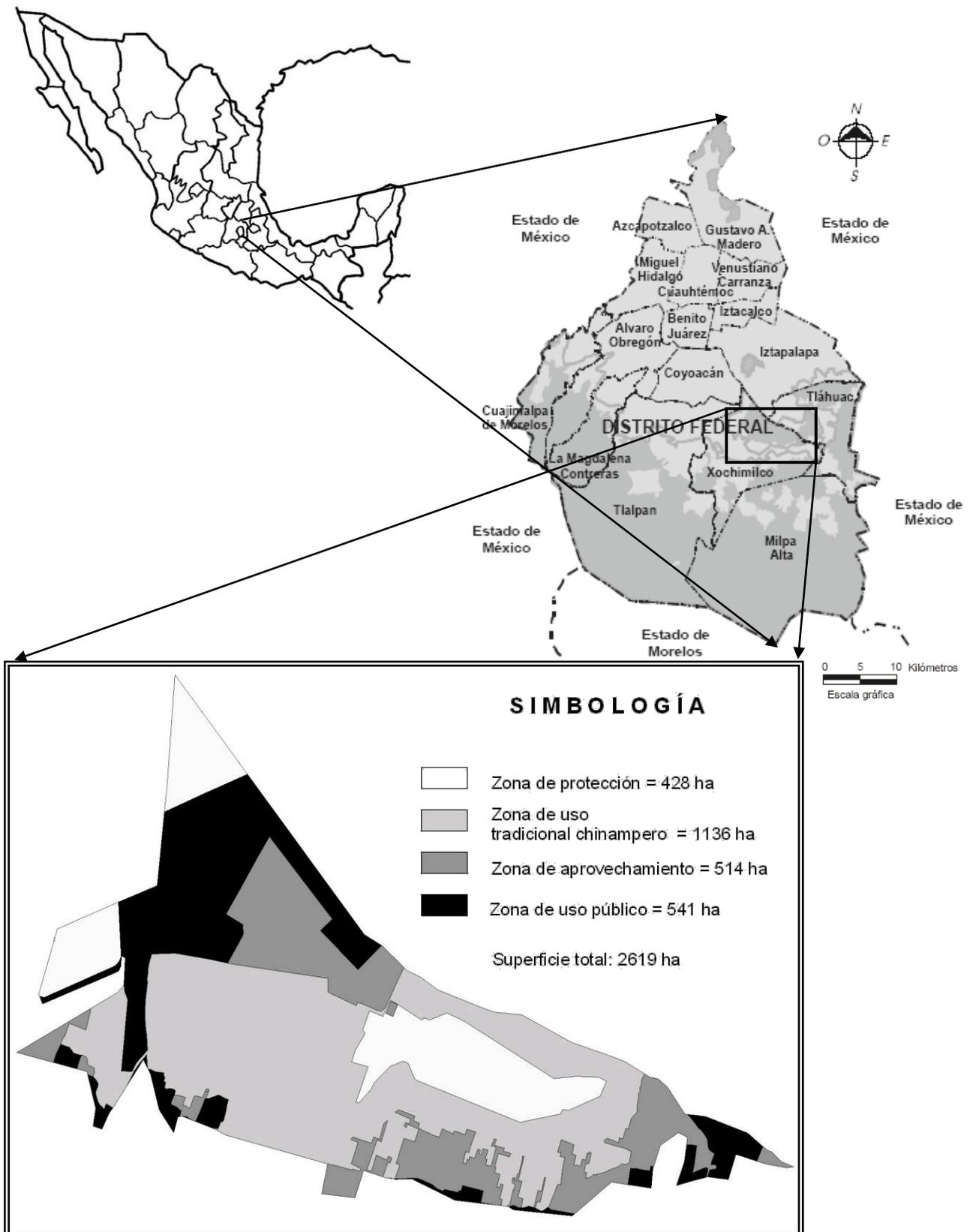


Fig 1. Ubicación de la zona chinampera de Xochimilco (GDF, 2004).

sur de la Cuenca de México -Delegación Tlalpan-. Toda esta zona pertenece a la región del Balsas en la Cuenca Río Grande de Amacuzac, subcuenca Río Apatlaco (INEGI, 2001; INECOL, 2002). El Área Natural Protegida pertenece a la región del Pánuco, dentro de la cuenca hidrológica del Río Moctezuma y la subcuenca Lago Texcoco-Zumpango (INEGI, 1998).

La zona forma un humedal permanente que se encuentra en una cuenca cerrada, por lo que no existen mareas ni tiene conexión con el agua de mar. Representa un remanente del gran lago que caracterizaba a la Cuenca de México, cuando temporalmente se fusionaban los lagos de Xochimilco, Chalco, Xaltocan, Zumpango, Tenochtitlan y Texcoco.

Actualmente, por la intensa actividad del hombre, el sistema lacustre se encuentra reducido a canales, apantles, lagunas permanentes y de temporal. Se estima una longitud aproximada de 203 km de canales interconectados, cuya profundidad varía considerablemente -desde 60 cm en algunos canales y zonas inundadas, o como el caso de algunas lagunas cuya profundidad alcanza de 3 a 6 m-. Entre los canales más importantes se encuentran los de Cuemanco, Nacional, Chalco, Del Bordo, Apatlaco, San Sebastián, Ampampilco, Texhuilo y Japón. Las lagunas principales son Tlilac, del Toro, Huetzalín, Ampampilco, Teshuilo y el lago de conservación de flora, fauna y acuacultura de San Gregorio Atlapulco. De manera histórica, la zona ha sido utilizada para abastecer de agua a la Ciudad de México. A partir de 1908, se inició el bombeo de los manantiales que originalmente fluían hacia el lago; posteriormente, en 1925, comenzó la explotación de los mantos acuíferos de la región. La extracción del agua en la zona, considerando la subcuenca de Xochimilco y la ladera de la Sierra del Chichinautzín, es de 10.8 m <sup>3</sup>/s (Canabal, 1991).

Hoy en día, los canales y lagunas son alimentados de manera artificial con aguas residuales tratadas de las plantas del Cerro de la Estrella, cuyo aporte aproximado es de 1 m <sup>3</sup>/s; San Luis Tlaxialtemalco, con un aporte de 0.225 m <sup>3</sup>/s; y San Lorenzo Tezonco. Otra fuente de abastecimiento son los escurrimientos superficiales originados por los arroyos Santiago o Parres, San Lucas y San Gregorio. También reciben descargas clandestinas de aguas negras de los asentamientos humanos, de las cuales no se cuenta con una estimación del aporte.

## Clima

El clima de la zona, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificado por García (1988), es C (w2) (w) b (i'), es decir templado subhúmedo, con lluvias en verano. La temperatura media anual varía entre los 12° y 18°C, con poca oscilación anual de las temperaturas medias mensuales (entre 5° y 7°C), aunque pueden llegar a presentarse heladas de Noviembre a Enero. La precipitación media anual es de 620.4 mm y las lluvias más abundantes se presentan entre los meses de Junio y Septiembre (UAM, 1999; INECOL, 2002).

## Vegetación.

El Área Natural Protegida se encuentra dentro de la Región Mesoamericana de Montaña y forma parte de la Provincia Florística de las Serranías Meridionales. Esta provincia incluye las elevaciones más altas de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de numerosos endemismos (Rzedowski, 1978).

En aspectos florísticos, se estima que en la Cuenca de México se encuentra representada alrededor del 2% de la biodiversidad global del planeta, con alrededor de 3,000 especies de plantas vasculares (Velásquez & Romero, 1999); se presentan especies, tanto de las regiones tropicales (*Tecoma stans*, *Sambucus nigra*), como propias de las zonas boreales de México (*Abies religiosa*, *Agnus jorullensis*). Esta riqueza ha propiciado que particularmente el sur del Distrito Federal, esté considerado dentro de las Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad por diferentes instancias de conservación nacionales y extranjeras, como CONABIO, PRONATURA, WWF, FMCN, USAID, TNC y el INE (Velásquez y Romero, 1999).

Xochimilco se localiza dentro de lo que Rzedowski, *et al.* (2001) llamaron el Valle de México -correctamente Cuenca de México-, el cual incluye toda la superficie del Distrito Federal, cerca de la cuarta parte del Estado de México y aproximadamente 7% del Estado de Hidalgo, además de pequeñas extensiones de los estados de Tlaxcala, Puebla y Morelos.

En el Área Natural Protegida se encuentran tres tipos de vegetación natural: vegetación halófila, vegetación acuática y subacuática (pantano), y vegetación terrestre o riparia:

Vegetación Halófila. Se distribuye en los terrenos propensos a inundaciones someras, en suelos salinos, alcalinos y mal drenados. Se trata de un pastizal bajo y denso en el que dominan las gramíneas; las especies representativas son *Distichlis spicata*, *Eragrostis obtusiflora*, *Atriplex patula*, *Sporobolus pyramidatus*, *Pennisetum clandestinum*, *Sesuvium portulacastrum* y *Suaeda mexicana*. Otras especies registradas son *Poa annua*, *Cynodon dactylum* y *Urtica dioica*, en sitios donde se han desarrollado actividades agrícolas (Rzedowski *et al.*, 2001).

Vegetación Acuática y Subacuática. Este tipo de vegetación se encuentra en los cuerpos de agua permanentes, como canales y lagunas, así como en las superficies cubiertas de ciénegas. Los tipos más notables de comunidades arraigadas y emergidas son los “tulares”, que alcanzan de 2 a 3 m de alto; su fisonomía está determinada por *Typha latifolia* y *Schoenoplectus tabernaemontani*, que crecen a orillas del agua, frecuentemente mezcladas con *Schoenoplectus californicus*.

De menor importancia son las comunidades en que dominan especies de *Polygonum*, *Cyperus*, *Hydrocotyle*, *Eleocharis*, *Bidens*, así como de *Berula*, *Ludwigia*, que se encuentran frecuentemente en los bordes de canales y zanjas. La vegetación flotante está integrada por capas delgadas, pero muy densas de lentejilla (*Lemna minuscula*), chilacastle (*Wolffia columbiana*), lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) y, con menos frecuencia, *Azolla*. El lirio es la especie más prolifera y su abundancia depende de la época del año, además de estar favorecida por la contaminación del agua. Asimismo, se observa una comunidad variable a lo largo del año, constituida por berro (*Berula erecta*), atlanchán (*Cuphea angustifolia*), hierba del cáncer (*Lythrum vulneraria*), carrizo (*Phragmites australis*), lechuga de agua (*Pistia stratiotes*), altamisa (*Bidens laevis*), chichicastle (*Lemna gibba*), tepalacate (*Hydromystria laevigata*) y paragüitas (*Hydrocotyle ranunculoides*) y ninfa (*Nymphaea mexicana*).

Vegetación Terrestre. A la orilla de los canales se encuentran diferentes especies de árboles, como ahuejote (*Salix bonplandiana*) y ahuehuate o sabino (*Taxodium mucronatum*), acompañados por especies introducidas como sauce llorón (*Salix babylonica*), trueno (*Ligustrum lucidum*), araucaria (*Araucaria heterophylla*), jacaranda (*Jacaranda*

*mimosaefolia*), casuarina (*Cassuarina equisetifolia*), eucalipto (*Eucaliptus* spp.), fresno (*Fraxinus uhdei*) y otras especies ornamentales, originarias de diversas partes del mundo.

En cuanto a la flora del Área Natural Protegida, se han registrado 180 especies, distribuidas en 135 géneros y 63 familias, siendo Asteraceae la mejor representada, con 23 especies. De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuatro especies se encuentran en alguna categoría de riesgo: ninfa (*Nymphaea mexicana*) y colorín (*Eritrina coralloides*), que se encuentran Amenazadas; cedro blanco (*Cupressus lusitanica*), Sujeta a Protección Especial, y acezintle (*Acer negundo* var. *mexicanum*), que está Sujeta a Protección Especial y Endémica. Asimismo, se registra una comunidad ficológica importante, con 115 especies de algas, distribuidas en 63 géneros, el grupo de las Chlorophytas presenta el mayor número de géneros, especies y variedades para el Área.

De acuerdo con Rzedowski (1993), en la zona se presentan 27 (4%) de las 689 especies reportadas para la Cuenca de México con alguna importancia especial, ya sea porque se consideran raras, vulnerables o aparentemente extintas, entre las que destacan *Nymphaea odorata* Ait. ssp. *Odorata* y el chilacastle *Spirodela polyrrhiza*, aparentemente extintas; y *Lemna valdiviana*, considerada como rara.

#### Fauna.

Los vertebrados registrados para el Área Natural Protegida son 139 especies: 21 de peces, 6 de anfibios, 10 de reptiles, 79 de aves y 23 de mamíferos. De éstas, 9 se encuentran enlistadas dentro de alguna categoría de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

El sitio presenta dos especies de peces endémicos: charal del Valle de México (*Chirostoma humboldtianum*) y *Algansea tincella*. Respecto a los anfibios, las especies representativas son el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), la rana de Moctezuma (*Rana montezumae*) y la rana de Xochimilco o de Tláloc (*Rana tlaloci*).

En el caso de los reptiles, sobresalen el cincuate (*Pituophis deppei*), dos especies de víbora de cascabel (*Crotalus polistictus* y *C. molossus*) y algunas especies de las cuales se desconocen

datos sobre su reproducción, como son los casos de *Phrynosoma orbiculare*, lagartija endémica y *Tamnophis scaliger*, especie amenazada y endémica.

En cuanto a las aves, el ANP constituye un refugio importante para especies locales y migratorias, entre las que destacan el pato mexicano (*Anas diazi*), la garcita blanca (*Egretta thula*), Martín pescador (*Ceryle alcyon*), aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y el halcón (*Falco sparverius*). Asimismo, es sitio de alimentación y descanso para especies como la garza morena (*Ardea herodias*), el playero alzacolita (*Actitis macularia*) y el zambullidor orejudo (*Podiceps nigricollis*), cuyo primer reporte de reproducción para el Distrito Federal fue en esta zona. Otro caso, es el de la cerceta ala azul (*Anas discors*), especie migratoria que se reproduce en el área desde 1986, además de otras especies cuyos únicos registros para el Distrito Federal son en esta zona, como es el caso de la jacana nortea (*Jacana spinosa*).

Respecto a los mamíferos, la zona representa un sitio de refugio y alimentación para especies como la musaraña (*Criptomys parva*), el ratón metorito (*Microtus mexicanus*), la tuza (*Cratogeomys merriami*), el murciélago (*Mormoops megalophylla*), el tlacuache (*Didelphys virginiana*), único marsupial en la Cuenca de México y el cacomixtle (*Bassariscus astutus*).

La mayor parte del año se encuentra una gran cantidad de invertebrados, entre las que destacan dos especies de acociles (*Cambarellus montezumae* y *Hyallela azteca*), que constituyen una fuente de alimento importante para algunas especies de reptiles, aves y mamíferos.

#### 4.2. Recorridos y recolección de masas de huevos de *Malacosoma incurvum*.

Del 2 de Octubre al 21 de Noviembre del 2006 se llevaron a cabo recorridos por dos diferentes áreas de la zona chinampera de Xochimilco (Fig. 2) en éstas, se recolectaron de las ramas y troncos del ahuejote (*Salix bomplandiana*); masas de huevos del gusano de bolsa *M. incurvum* las cuales, se colocaron en bolsas de plástico Ziploc<sup>R</sup> y se etiquetaron con los datos básicos de recolección.

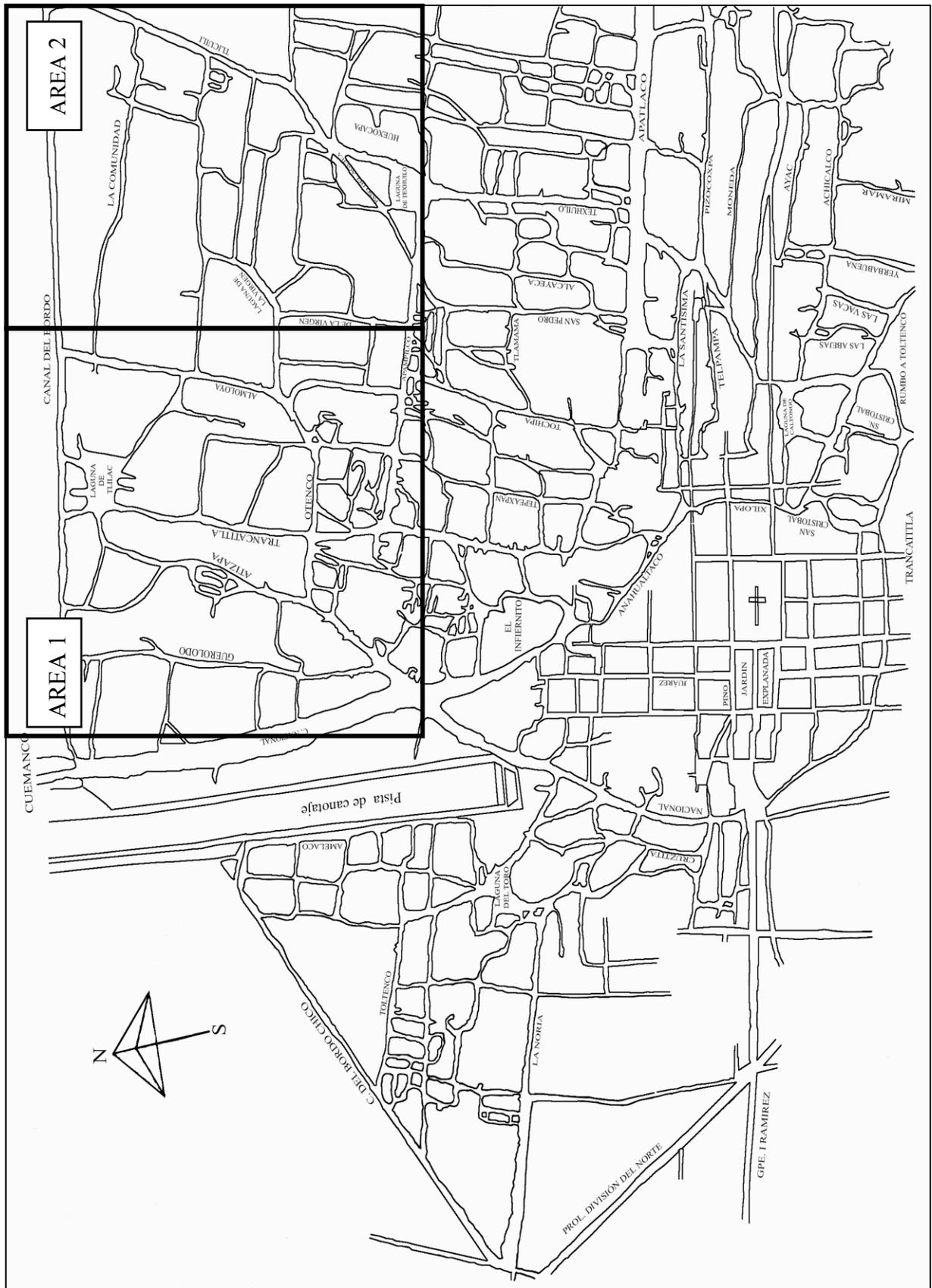


Fig 2. Áreas de recolecta de masas de huevos en la zona chinampera de Xochimilco.

Las muestras se transportaron al laboratorio de Entomología Forestal del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, para su revisión y seguimiento en la emergencia de los parasitoides.

#### 4.3. Procesamiento en laboratorio de las muestras recolectadas.

##### 4.3.1. Separación.

En el laboratorio las muestras se registraron con un número particular. Asimismo, las masas de huevos se mantuvieron dentro de las bolsas de plástico para observar la emergencia de parasitoides o de algún otro organismo asociado a los huevos de *M. incurvum*.

#### 4.4. Abundancia y distribución de *Ooencyrtus kuvanae*.

Diariamente, desde el 17 de Octubre del 2006 que se registró la primera emergencia y hasta el 12 de Febrero de 2007, se observó, recolecto y anotó el número de parasitoides que emergieron por muestra, fecha y área de recolecta. De igual forma, todos los organismos recolectados se colocaron en alcohol al 70% para su preservación.

#### 4.5. Parasitismo de *O. kuvanae* en las masas de huevos de *M. incurvum*.

##### 4.5.1. Conteo de masas de huevos por muestra.

A partir del 14 de Diciembre de 2006 y hasta el 20 de Marzo de 2007. Se procedió a contabilizar el número total de masas de huevos contenidas en cada una de las bolsas.

##### 4.5.2. Cálculo del número de huevos por masa y por muestra.

Para obtener el número aproximado de huevos por masa de *M. incurvum* para cada una de las muestras, se separó el 10% del total de masas contadas. Luego bajo el microscopio con unas pinzas entomológicas, se les retiro la cubierta protectora o espumalina y se contaron los huevos, los datos obtenidos se sumaron y promediaron, a la vez que se multiplicaron por el de masas de huevos totales de la muestra.

##### 4.5.3. Conteo y sexado de especímenes de *O. kuvanae*.

Cuando los parasitoides comenzaron a emerger, se extrajeron de las bolsas con un pincel suave y pequeño, y se colocaron en alcohol al 70% para su preservación, posterior conteo e

identificación. También se registró la fecha de comienzo de tal evento por muestra, además de la proporción de sexos, observando bajo el microscopio las estructuras reproductivas en el abdomen y las antenas de cada insecto.

#### 4.5.4. Porcentaje de parasitismo de *O. kuvanae* en masas de huevos de *M. incurvum*.

El porcentaje de parasitismo se obtuvo mediante la comparación del número aproximado de huevos totales, y por muestra, con el total de parasitoides emergidos, considerando que la proporción de parasitismo en los huevos de *M. incurvum* es de un parasitoide por un huevo del defoliador; esto basado en observaciones previas, hechas a los huevos en laboratorio, en las cuales se abrían y se extraía su contenido.

#### 4.6. Morfología de *O. kuvanae*.

##### 4.6.1. Selección de organismos.

Se seleccionaron los 25 especímenes mejor conservados de cada sexo.

##### 4.6.2. Elaboración de preparaciones y toma de fotografías al microscopio.

###### 4.6.2.1. Microscopio electrónico de barrido.

Algunos de los ejemplares seleccionados se seccionaron en sus diferentes partes del cuerpo: cabeza, tórax, abdomen, antenas, alas y apéndices locomotores, mientras que otros se mantuvieron completos. Después, se sometieron a un proceso de deshidratación gradual con una serie de alcoholes, desde el 70%, 80%, 96%, hasta el absoluto, para después introducirlos en una cámara de secado de punto crítico. A continuación los parasitoides y sus partes, se colocaron en portamuestras cilíndricos y metálicos especiales para su observación bajo el microscopio electrónico de barrido, pegándolos sobre una capa adhesiva de carbono previamente colocada; posteriormente se cubrieron con oro y se procedió a su estudio y toma de fotografías en la Unidad de Microscopía Electrónica del Colegio de Postgraduados. Finalmente se tomaron varias series de fotografías de todas las partes mencionadas, en vista ventral, dorsal, anterior y posterior.

#### 4.6.2.2. Microscopio de luz

Con la finalidad de que se disolviera todo el contenido interno de los insectos como, tejidos, órganos y grasas, para que solo quedara la cutícula de sus cuerpos y tener una mejor apreciación de las estructuras de los insectos parasitoides. Se escogieron algunos ejemplares de ambos sexos que estuvieron en las mejores condiciones y se trasladaron del alcohol al 70% a una solución de Hidróxido de Potasio al 10%, enseguida se colocaron en una parrilla para calentarse a una temperatura de 80°C durante 25 minutos. Pasado ese tiempo, se retiraron y dejaron enfriar a temperatura ambiente, luego se enjuagaron dos veces con agua destilada. Después del segundo enjuague se pusieron a calentar por 5 minutos y luego se pasaron nuevamente a alcohol al 70%.

Posteriormente, se extrajeron las estructuras importantes para la determinación a especie en ambos sexos, mencionadas por Huang y Noyes (1994) y Noyes en 1985, las cuales son: Antenas de macho y hembra, hipopigio (último segmento abdominal visible), ovipositor y alas anteriores en hembras, y genitales en machos, para luego proceder a su montaje; para lo cuál, se colocaron dos veces en alcohol absoluto (al 100%) por 3 minutos, luego en xilol 5, para finalmente montarse en bálsamo de Canadá, sobre en un portaobjetos de cristal, para su posterior observación al microscopio.

Las laminillas elaboradas se colocaron en un microscopio binocular compuesto, conectado a una cámara digital y se tomaron varias series de fotografías de las estructuras mencionadas anteriormente en las posiciones en que la literatura especializada indicó, después se seleccionaron las que mejor mostraron las características requeridas.

#### 4.6.3. Determinación taxonómica de *O. kuvanae*.

Para la determinación a especie de los ejemplares de *Ooencyrtus* recolectados, se llevó a cabo la búsqueda exhaustiva de la literatura necesaria, de tal forma, que se lograron conseguir algunas descripciones de especies y las claves taxonómicas de Noyes (1985) y Huang y Noyes (1994).

#### 4.7. Registro de otros organismos asociados a las masas de huevos de *M. incurvum*.

Mientras las muestras de masas de huevos de *M. incurvum* se mantuvieron en el laboratorio, también se recolectaron y registraron otros organismos asociados.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

### 5.1. Abundancia y distribución de *Ooencyrtus kuvanae* en la zona chinampera de Xochimilco.

#### 5.1.1. Total de parasitoides recolectados y proporción de sexos.

Se recolectaron un total de 28,349 especímenes de *O. kuvanae* (Howard), 18,185 en el área 1 y 10,164 en el área 2; de los cuales, 17,914 fueron hembras y 10,435 machos, la proporción promedio de sexos fue de 1.8 hembras por cada macho (Cuadro 1). Este resultado coincide con lo indicado por Maple (1937, Citado por en Noyes, 1994) quien menciona que la proporción de hembras y machos para el género *Ooencyrtus* puede variar de 1:1 hasta 4:1. Según DeBach (1984), puede depender de muchos factores tanto intrínsecos como extrínsecos; como la mortalidad diferencial durante el desarrollo; el intervalo de preapareamiento después de la emergencia, que determina la proporción de huevos depositados antes del apareamiento y la inhibición de éste; el apareamiento excesivo; la diferencia en respuesta a la oviposición antes y después de apareamiento; la ocurrencia de sitios preferidos y el grado de oviposición; así como, el número de huevos depositados en una inserción del ovipositor; el número de huevos ovariales listos para depositarse y la diferenciación en la proclividad poliembriónica de los sexos. Por su parte King (1987), menciona que para muchas especies de parasitoides, la proporción de sexos de la progenie aumenta con uno o más de los siguientes factores: La edad maternal en la oviposición o el número de días desde la inseminación; la edad del macho padre o el número de veces que ha copulado; la temperatura extrema; el decremento en el tamaño; la edad y calidad del hospedero; la densidad de las hembras y el número de la progenie por hospedero. Otros factores que incluyen en algunas especies son, el número de horas desde la inseminación; el factor genético; el tamaño y la dieta de la madre; la poliembriónia; el fotoperiodo y la humedad relativa; el sexo y densidad del hospedero, o la interacción entre ellos. También menciona que estos factores pueden dividirse en cuatro grupos; parentales, medioambientales, características del hospedero y factores locales que influyen la competencia en el apareamiento.

De igual forma, existen factores que pueden influir como: los hospederos parasitados, la temperatura o incluso algunos microorganismos asociados (Stouthamer *et al.*, 1990;

Stouthamer, 1990, 1991). Para el caso de *O. kuvanae*, se ha reportado que si fuera expuesto a temperaturas alrededor de 35°C, resultaría una alta proporción de hembras (Kamay, en Brown, 1984). De igual forma, se ha establecido que las fluctuaciones estacionales de temperatura influyen la proporción de sexos en otras especies de *Ooencyrtus* (Yadav & Chaudhary, 1984; Huang y Noyes, 1994).

Cuadro 1. Proporción de sexos de *O. kuvanae* entre áreas de la zona chinampera de Xochimilco.

	Machos	Hembras	Total	Proporción de sexos
AREA 1	6701	11484	18185	1.7
AREA 2	3734	6430	10164	1.8
	10435	17914	28349	1.8

En el Cuadro 2, se presentan las proporciones de machos y hembras de *O. kuvanae* por muestras recolectadas, y en general se pueden observar diferencias mínimas; sin embargo, es importante resaltar algunos de los sitios que presentaron una proporción de sexos mayor, tal es el caso del Paraje Cuemanco, Canal Trancatitla y Canal Guerolodo, donde todos tuvieron una proporción de 1.9 y están ubicados en el área 1. Mención especial merece el primero, puesto que es un sitio que además alcanzó el porcentaje de parasitismo más alto con respecto a los demás.

Cuadro 2. No. de especímenes recolectados de *Ooencyrtus kuvanae* por sitio y proporción de sexos en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Área	Sitio de recolecta	Fecha de recolecta	Machos	Hembras	No de parasitoides	Proporción de sexos	% Parasitismo
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	390	599	989	1.5	0.52
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	800	1319	2119	1.6	0.93
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	672	1020	1692	1.5	0.7
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	1271	2441	3712	1.9	3.05
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	624	1155	1779	1.9	0.97
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	309	601	910	1.9	1.12
1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	714	1158	1872	1.6	0.79
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	298	510	808	1.7	1.39
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	1033	1661	2694	1.6	1.64
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	501	869	1370	1.7	1.74
1	Canal La Comunidad	30/10/- 3/11/06	89	151	240	1.7	0.4
2	Paraje La comunidad	1-7/11/06	1513	2617	4130	1.7	2.97
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	39	42	81	1.1	0.12
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	1423	2508	3931	1.8	2.07
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	15	32	47	2.1	0.07
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	720	1178	1898	1.6	1.35
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	24	53	77	2.2	0.43
			10435	17914	28349	1.8	

Se considera que esto pudo ser debido, a que es un sitio muy cercano e influenciado por la considerada zona de conservación en esta parte de Xochimilco, y que incluye al Parque Ecológico; por lo tanto, puede ser que sea un lugar con las condiciones más óptimas de temperatura, humedad y vegetación que favorecen la alimentación, la reproducción, el desarrollo y parasitismo de *O. kuvanae*, y donde puede ser que se ejerza un mayor control sobre los huevos de *M. incurvum*. Así que, se considera que este sitio o las áreas cercanas a él, podrían ser un buen lugar para la recolecta de una buena cantidad de material biológico, y dar pie para la realización de una mayor cantidad de estudios sobre el parasitoide, que permitan entender con base en la obtención de más elementos, cómo es que este insecto se comporta en los diferentes aspectos de su biología y ecología.

En cuanto al área 2, se observó que los sitios Paraje La Comunidad, con dos muestras, Isla de las muñecas y Canal La Comunidad, tuvieron una proporción de sexos de 1.7, 1.8, 2.1 y 2.2, respectivamente. Los datos obtenidos para el primero, pueden indicar la homogeneidad que existe en este paraje en términos de temperatura y humedad, dados por la vegetación existente y la limitada intervención humana. Reflejo de esto puede ser que los mencionados sitios alcanzaron unas de las proporciones de sexos más altas, así como de porcentaje de parasitismo. No del todo así, para el caso del Canal La Comunidad, ya que en los datos obtenidos, de al menos dos de las cuatro muestras de masas tomadas, se observaron las proporciones de sexos más bajas con respecto de otros sitios.

Considerando lo anterior, parece que el hecho de que las muestras de masas se hayan tomado de los canales, pudo haber influido en los resultados de proporción de sexos. También es posible que haya ocurrido como en el caso de la Isla de las muñecas, que es un sitio fuertemente impactado por la actividad humana, ya que es un lugar preferido por los turistas que visitan Xochimilco y puede provocar fuertes consecuencias ecológicas conocidas; así que tal vez, los resultados obtenidos en este sitio sean un reflejo claro del impacto de la actividad humana, porque a pesar de que tuvo una proporción de sexos de las más altas en esta área, su porcentaje de parasitismo fue de los más bajos. Tal vez los especímenes de *O. kuvanae* no se vean tan significativamente afectados en la proporción de sexos, esto ante las diversas condiciones que los sitios de la zona pueden ofrecer. Sin embargo, se considera que en el

porcentaje de parasitismo, sí podría verse más afectado y mostrar mayor sensibilidad ante las condiciones prevalecientes de los mismos, y más específicamente, en la actividad de la hembra para localizar y parasitar al los huevos de *M. incurvum*.

En términos generales y de acuerdo a los resultados obtenidos, al parecer entre los sitios de recolecta no existió una diferencia tan significativa en cuanto a la proporción de sexos de *O. kuvanae*, lo que podría deberse a las condiciones climáticas muy homogéneas en términos de humedad, pero sobre todo de temperatura. Al respecto Yadav & Chaudhary (1984), mencionan que las fluctuaciones estacionales de temperatura influyen en la proporción de sexos de la especie *O. manii*; sin embargo, para la especie del presente estudio, *O. kuvanae*, aunque pequeñas esas diferencias, pueden influir de una forma importante en su proporción de sexos, parasitismo, comportamiento reproductivo, desarrollo, sobrevivencia y longevidad.

Con referencia a la relación que tiene la proporción de sexos con la temperatura, existen algunos trabajos como el de Laraichi (1978), en el que se menciona que la progenie en *O. fecundus* puede ser sólo de hembras, si la oviposición se mantiene sujeta a una temperatura de 30°C y de machos, si se mantiene a 35°C. Por su parte, Wilson (1962) y Wilson & Woolcock (1960) sostienen, para el caso de *O. submetallicus*, que pueden presentarse mosaicos de hermafroditismo si el desarrollo de la progenie está sujeta a temperaturas intermedias. También se ha sugerido, que el sexo de la descendencia puede estar bajo el control de algunos microorganismos, similar al que se encontró en algunas especies de *Trichogramma* (Stouthamer *et al.*, 1990; Stouthamer, 1990, 1991). Por su parte, Kamay (en Brown, 1984), menciona que si el desarrollo de *O. kuvanae* fuera expuesto a temperaturas alrededor de los 35°C, resultaría en una alta proporción de hembras, posiblemente por la alta mortalidad de machos.

Considerando lo anterior, es posible que las bajas temperaturas en la zona chinampera de Xochimilco pudieran influir de manera significativa en la proporción de sexos y la cantidad de hembras obtenidas en este estudio, pues tal vez no fueron tan altas como se reporta para el género *Ooencyrtus*, ya que la temperatura media anual en este sitio, varía entre 12 y 18°C con poca oscilación entre ellas, pero pueden llegar a presentarse heladas de Noviembre a Enero

(GDF, 2004; INECOL, 2002; SMN, 2005), y fue justamente dentro de esos meses en que se contempló el tiempo del presente estudio. Sin embargo, no se pueden descartar lo que indica King (1987), quien considera que muchos otros factores o la interacción entre ellos pueden afectar la proporción de sexos en muchos parasitoides como *O. kuvanae*.

También es importante considerar, que *O. kuvanae* es una especie adaptable a las diferentes condiciones climáticas y de latitud del área de estudio, tal y como lo ha demostrado cuando se ha criado e introducido en diferentes países para el manejo de *Malacosoma* (*M. americana*) y otros defoliadores como *Euproctis chrysorrhoea*, *Hemerocampa leucostigma*, *H. definata* (Huang & Noyes, 1994) y *Lymantria dispar* (Huang & Noyes, 1994; Brown, 1984). Por lo que se piensa que podría funcionar muy bien para el manejo de *M. incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco.

De igual forma, se podría considerar la posibilidad que reportan Huang y Noyes (1994) y Hitchcock (1959, citado por Rossiter en 1987), quienes indican que algunas especies de *Ooencyrtus* tienen de 1 a 5 generaciones al año, por lo que es posible que en otra época o mes del año la proporción de *O. kuvanae* sea mayor, como se discutirá más adelante.

También será importante tomar en cuenta, la interacción de variables tales como luz, temperatura, humedad y muchos otros factores fisiológicos y ecológicos, los cuales, pueden influir diversos aspectos de la biología y comportamiento del parasitoide (Rossiter, 1987), y de manera significativa en su éxito reproductivo, reflejados principalmente en la proporción de sexos (West y Rivero, 2000). Lo que puede ser importante para llevar a la práctica, futuras aplicaciones de control con *O. kuvanae* (King, 1987).

## 5.2. Tiempos de emergencia de *Ooencyrtus kuvanae*.

Los primeros especímenes de *O. kuvanae* comenzaron a emerger el 17 de Octubre de 2006 y los últimos el 12 de Febrero de 2007; ocupando un ciclo de emergencias de 116 días, alcanzando su mayor pico poblacional el día 30 de Octubre (Fig. 3), y siendo siempre más abundantes hembras que machos (Fig. 4).

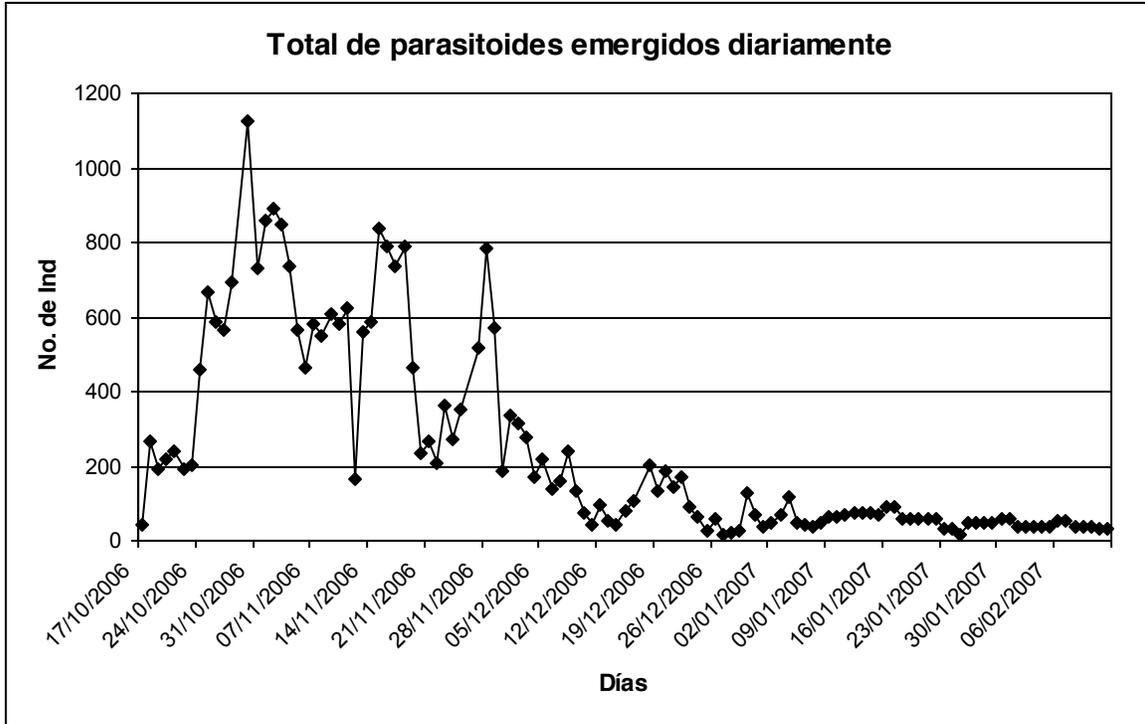


Fig 3. Total de especímenes recolectados de *Ooencurtus kuvanae* de las masas de huevos de *Malacosoma incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco, D.F.

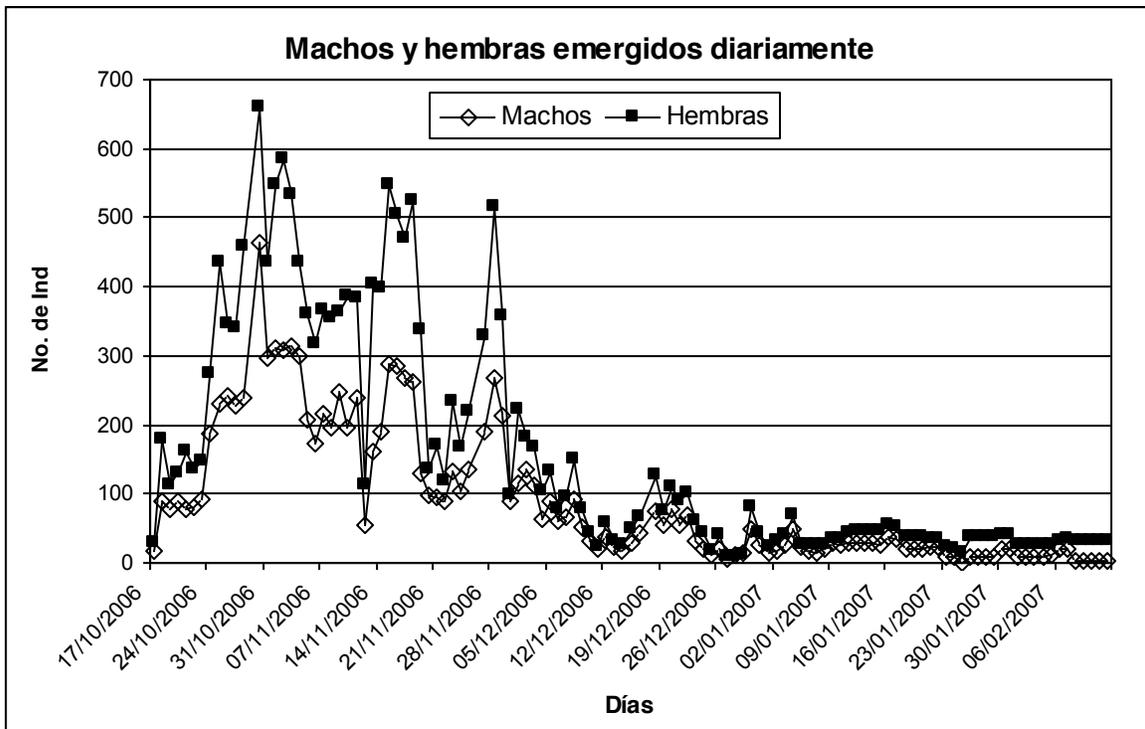


Fig 4. Machos y hembras emergidos y recolectados diariamente de la zona chinampera de Xochimilco, D.F.

El tiempo de duración promedio de las emergencias de *O. kuvanae*, fue de 45 días. Asimismo, los sitios que presentaron el tiempo más prolongado de emergencias fueron, Paraje Cuemanco, Canal Almoloya y La Comunidad con 106, 90 y 90 días, respectivamente.

Los dos primeros sitios (Paraje Cuemanco y Canal Almoloya), corresponden al área 1 y el tercero (La Comunidad) al área 2. De igual forma, los sitios que presentaron el menor tiempo de emergencias fueron, Paraje Trancatitla (Muestra 1), Canal Guerolodo, Canal Trancatitla, Paraje Trancatitla (Muestra 2) y Paraje Atizapa, con 21, 20, 20, 19 y 15 días, respectivamente (Cuadro 3).

El promedio de parasitoides emergidos, registrados por día fue de 46, aunque el rango fue de 1 (Isla de las muñecas) hasta 101 por día (Paraje Trancatitla); cabe mencionar que, Paraje Trancatitla fue el que presentó la mayor cantidad de parasitoides emergidos en promedio por día (Cuadro 3).

Cuadro 3. Emergencia de parasitoides por día por muestra en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Área	Sitio de recolecta	Fecha de recolecta	Tiempo de emergencia (Días)	No. de parasitoides	Parasitoides por día
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	15	989	66
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	21	2119	101
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	19	1692	89
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	106	3712	35
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	23	1779	77
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	20	910	46
1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	20	1872	94
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	83	808	10
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	90	2694	30
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	25	1370	55
1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 3/11/06	33	240	7
2	Paraje La Comunidad	1-7/11/06	90	4130	46
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	44	81	2
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	78	3931	50
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	37	47	1
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	28	1898	68
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	29	77	3
					779
					17
				Promedio	46

El tiempo promedio transcurrido desde la recolecta de masas hasta el comienzo de la emergencia de *O. kuvanae* fue de 5 días. Sin embargo, el rango varió desde 1 para el Paraje Cuemanco, Canal Trancatitla, Canal Guerolodo, Canal Almoloya y Paraje La Comunidad, hasta 15 días, en Paraje Atizapa y Canal La Comunidad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tiempos de emergencia de *Ooencyrtus kuvanae* por área de estudio y sitio de recolecta en la zona chinampera de Xochimilco, D.F.

Área Mapa	Sitio de recolecta	Fecha de recolecta	Tiempo de espera desde la recolecta*	Tiempo de emergencia*
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	15	15
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	9	21
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	3	19
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	1	106
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	1	23
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	1	20
1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	1	20
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	4	83
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	1	90
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	1	25
1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 3/11/06	15	33
2	Paraje La Comunidad	1-7/11/06	1	90
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	10	44
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	3	78
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	10	37
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	2	28
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	2	29
			80	761
			17	17
		Promedios	5	45

\* Tiempo en días

Es probable que las condiciones de temperatura y humedad, en las que se mantuvieron las masas de huevos en el laboratorio, haya significado un cambio drástico para los especímenes de *O. kuvanae*, lo que probablemente influyó en el tiempo que tardan en emerger, y en el que permanecen emergiendo, pues como se mencionó anteriormente, al parecer dicha especie tiene una sensibilidad considerable a este tipo de cambios. También es probable que suceda como lo indica Hodson (1945) para *Malacosoma*, que por la sincronía que tiene *O. kuvanae* con el ciclo biológico del defoliador, los huevos de los parasitoides dentro de los del gusano de bolsa necesitan también de un periodo de temperaturas frías para que se pueda desarrollar óptimamente el huevo y emerger el primer instar larvario. Por lo que se considera, que esta

puede ser la razón por cual en la mayoría de los sitios de muestreo, se observó un importante incremento poblacional de *O. kuvanae* a fines de Octubre y mediados de Noviembre, meses donde comienzan las temperaturas frías. Resulta importante resaltar, que precisamente por la aparición de las temperaturas frías, los parasitoides puedan dejar de emerger de forma significativa en los meses siguientes, provocando su muerte o que entren en estado de diapausa o hibernación, tal y como ocurre en algunas especies de *Ooencyrtus* (Tsankov *et al.*, 1995; Schmidt y Mirchev, 1997). Sin embargo, este fenómeno puede provocarse también por efecto del fotoperiodo (duración del día) (Teraoka y Numata, 2004; Triplehorn y Johnson, 2005; DeBach, 1984) o por la falta del alimento adecuado (Rodríguez del Bosque, 2003a; Triplehorn y Johnson, 2005).

Como ya se mencionó, es posible que *O. kuvanae* sea una especie con más de una generación al año, y que la que se observó en el periodo de estudio haya sido sólo una de ellas. Al respecto Huang y Noyes (1994), Crossman (1925), Prota (1966), Hitchcock (1959. Citado por Rossiter, 1987), mencionan que *O. kuvanae* puede llegar a tener de una a cinco generaciones por año y en Italia se le han registrado más de siete.

La duración del tiempo de emergencia de *O. kuvanae* puede variar mucho según las estaciones y meses del año. Asimismo, podrían encontrarse muy influenciados por condiciones muy particulares a nivel de microclima en los sitios de recolecta (Rossiter, 1987). Sin embargo, es posible que *O. kuvanae* sea una especie muy adaptada a las bajas temperaturas que se presentan en la zona chinampera durante el año y en particular, a las de los meses fríos o invernales. Es decir, se considera que sea la forma de comportarse bajo estas condiciones en la zona chinampera de Xochimilco, pero a su vez, esta también puede ser la causa por la que la cantidad de individuos, tiempo de emergencia y número de generaciones se vieron notablemente afectados y presenten valores inferiores con respecto a otros meses, o con datos registrados para la misma especie de *Ooencyrtus* y otras, liberadas en diferentes condiciones, latitudes y países. Asimismo, es importante considerar el gran desequilibrio ecológico que esta ocasionando gradualmente un cambio en el comportamiento de muchos organismos incluyendo los insectos, afectando de forma notable sus poblaciones, traducidose en

incrementos o decrementos, así como sus funciones o nichos en los ecosistemas (Johnston, 2001), lo cual, puede ser el caso de *M. incurvum* y *O. kuvanae*.

Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, se considera importante la realización de más estudios de campo y laboratorio que servirán para generar el conocimiento necesario para poder reproducir y liberar masivamente individuos de *O. kuvanae* en la zona chinampera de Xochimilco, y de esta forma incrementar significativamente sus poblaciones, número de emergencias y porcentaje de parasitismo, y así poder ejercer un mejor control sobre los huevos de *M. incurvum*.

Finalmente, vale la pena mencionar que la emergencia de las larvas de *M. incurvum*, se comenzó a registrar aproximadamente a mediados de Diciembre, dato que no coincide con lo encontrado por Olivares (2004), quien menciona que las primeras larvas aparecen a mediados de Enero. Es posible que las condiciones en que se mantuvieron a los huevos en laboratorio en el presente estudio, probablemente provocaran la aceleración del ciclo biológico y por consecuencia, en un adelanto en la emergencia de las larvas de *M. incurvum*. Para este fenómeno seguramente tuvo mucho que ver también, el momento en que se recolectaron las masas y las condiciones en campo a las que fueron sometidas antes y durante de dicha actividad. Asimismo, se considera que esta observación podría aportar nuevos elementos acerca de la biología de *M. incurvum* en campo o bajo condiciones de laboratorio.

### 5.3. Total de masas y huevos de *Malacosoma incurvum* recolectados por muestra.

Se recolectaron un total de 11,317 masas de huevos de *M. incurvum*, concentradas en 17 muestras, 11 del área 1 y 6 del área 2, de las que se tomaron el 10% de cada una; es decir; 1,138 masas para conteo directo de huevos, obteniéndose 227,234, cantidad que se extrapolo con el de masas totales y muestras recolectadas para obtener un gran total de 2, 260,253 huevos recolectados durante todo el estudio (Cuadro 5).

Cuadro 5. Total de masas y huevos de *M. incurvum* recolectados por muestra en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Muestra	Área	Sitio de recolecta	Fecha	Masas por muestra	10% de masas tomadas	No. huevos (10%)	Huevos por muestra
1	1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	989	100	19178	189670
2	1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	1247	125	22783	227283
3	1	Paraje Trancatitla	16/10/06	1137	113	23948	240964
4	1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	661	70	12897	121785
5	1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	931	93	18382	184018
6	1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	459	46	8127	81093
7	1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	1164	116	23503	235840
8	1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	321	32	5777	57951
9	1	Canal Almoloya	25-31/10/06	762	76	16349	163920
10	1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	311	31	7865	78904
11	1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 3/11/06	263	27	6154	59945
12	2	Paraje La comunidad	1-7/11/06	687	69	13951	138903
13	2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	292	30	6672	64941
14	2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	848	85	19026	189812
15	2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	316	32	6700	66163
16	2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	827	83	14155	141038
17	2	Canal La Comunidad	21/11/06	102	10	1767	18023
				11317	1138	227234	2260253

#### 5.4. Promedio de huevos encontrado por masa, por sitio de recolecta y por área de estudio.

Se calculó un promedio de 202 huevos por masa, considerando las 1,138 seleccionadas para cuenta directa de huevos; sin embargo, el rango encontrado fue de 48 hasta 381.

El área 1, tuvo un promedio de 202 de huevos y el área 2, 201. Al parecer, no hay una diferencia significativa entre las zonas en cuanto al número de huevos por masa, lo cual puede significar que en general, las condiciones medioambientales y de disponibilidad de alimento

en la zona chinampera son homogéneas, y no afectan de manera significativa la búsqueda y oviposición de la hembra de *M. incurvum*, sobre *Salix bomplandiana*, y por consiguiente, su actividad defoliadora. Sin embargo, es conveniente considerar que existen otros factores que sí podrían afectar directamente esta última, como la cantidad de CO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en la atmósfera, gases que sin lugar a dudas se encuentran presentes y de forma elevada en el área de estudio, y que podrían alterar, tanto la preferencias del insecto plaga por el hospedero como la fitoquímica del mismo (Agrell *et al*, 2005; Kooper y Lindroth, 2003; Percy *et al*, 2002).

Se observó también que los sitios Paraje Cuemanco y Canal La Comunidad, del área 1, registraron los promedios más altos de huevos por masa con respecto de todos los demás sitios, con 254 y 228, respectivamente (Cuadro 6); esto se podría interpretar en primera instancia como que en los mencionados sitios prevalece un entorno ecológico menos perturbado, ya que son áreas, sobre todo la primera, cercanas al Parque Ecológico de Xochimilco, por lo que se puede suponer que se encuentran en un mejor estado de conservación y presentan condiciones climáticas más favorables, de temperatura, humedad y disponibilidad de alimento, lo que tal vez ayude al mejor establecimiento y desarrollo de la progenie de *M. incurvum*; sin embargo, no se puede dejar de considerar que aunque sea un área con mayor protección y conservación, su vegetación en particular, no deja de estar bajo un estrés cada vez más fuerte e incesante, hecho que seguramente provoca en las plantas, y particularmente en los ahuejotes, trastornos fisiológicos importantes, como debilidad y enfermedades, o mayor susceptibilidad a ellas, puesto que se encuentran fuertemente influenciadas por agentes propios de la Ciudad de México, como la contaminación atmosférica (Rodríguez y Cohen, 2003), del agua de sus canales (Ramos-Bello *et al*, 2001; Juárez-Figueroa *et al.*, 2005) y por ruido, lo que provoca que las mencionadas plantas se vuelvan más susceptibles a enfermedades y a ataques de insectos plaga como *M. incurvum*.

Considerando lo anterior, se puede suponer que la alta oviposición que presentaron las hembras de *M. incurvum* podría deberse a que las zonas de recolecta tienen un elevado grado de perturbación y contaminación, lo que provocó, como ya se mencionó, que la vegetación y en particular los ahuejotes, se encontraran bajo un estrés constante e intenso, y pudo provocar un cambio en el comportamiento de los insectos, que se traduciría en una mayor colonización, ataque e infestación por parte *M. incurvum*, así como, de algunas otras plagas de insectos y de

plantas parásitas, que en los últimos años han tenido mayor impacto. Un caso así puede estar ocurriendo con las dos muestras tomadas en el Canal La Comunidad en el área 2, pues presentaron un alto promedio de 222 y 224 huevos por masa respectivamente (Cuadro 6).

También, se considera que este comportamiento puede deberse a la capacidad reproductiva y potencial biótico de *M. incurvum*, y a las condiciones medioambientales a que este expuesto. Al respecto, la literatura existente señala que la temperatura, humedad, la disponibilidad de alimento pero sobre todo la contaminación ambiental, en particular del CO<sub>2</sub>, pueden influir significativamente en el comportamiento reproductivo y de alimentación en algunas plagas de lepidópteros defoliadores (Hodson, 1945; Agrell *et al.*, 2005; Percy *et al.*, 2002).

Cuadro 6. Promedio de huevos por masa de *M. incurvum* por sitio en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Área	Sitios de recolecta	Fecha	10% Masas	Total de huevos	Promedio de huevos
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	100	19178	192
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	125	22783	182
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	113	23948	212
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	70	12897	184
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	93	18382	198
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	46	8127	177
1	Canal Trancatitla	23-24/10/06	116	23503	203
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	32	5777	181
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	76	16349	215
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	31	7865	254
1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 03/11/06	27	6154	228
2	Paraje La Comunidad	1-7/11/06	69	13951	202
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	30	6672	222
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	85	19026	224
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	32	6700	209
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	83	14155	171
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	10	1767	177
		Promedio	1138	227234	202

5.5. Porcentaje de parasitismo general por áreas y proporción de sexos por muestra de cada área en la zona chinampera de Xochimilco.

5.5.1. Porcentaje de parasitismo total de *Ooencyrtus kuvanae* en los huevos de *Malacosoma incurvum*.

El porcentaje de parasitismo promedio de *O. kuvanae* sobre los huevos de *M. incurvum* para todas las muestras recolectadas en la zona chinampera de Xochimilco fue de 1.25%. Los sitios

con mayor porcentaje fueron, Paraje Cuemanco con 3.05% y Paraje La Comunidad con 2.97 y 2.07%, correspondientes a las dos muestras tomadas en el sitio. El primero ubicado en la área 1 y el segundo en la 2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Total de huevos de *M. incurvum*, parasitoides adultos y porcentaje de parasitismo por sitio en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Área	Sitio de recolecta	Fecha de recolecta	No. de huevos x muestra	Total de parasitoides adultos x muestra	% de parasitismo
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	189670	989	0.52
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	227283	2119	0.93
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	240964	1692	0.70
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	121785	3712	3.05
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	184018	1779	0.97
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	81093	910	1.12
1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	235840	1872	0.79
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	57951	808	1.39
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	163920	2694	1.64
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	78904	1370	1.74
1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 3/11/06	59945	240	0.40
2	Paraje La Comunidad	1-7/11/06	138903	4130	2.97
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	64941	81	0.12
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	189812	3931	2.07
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	66163	47	0.07
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	141038	1898	1.35
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	18023	77	0.43
			2260253	28349	1.25

Se considera que el porcentaje de parasitismo registrado es bajo con respecto de lo señalado por Lin *et al.* (2005), Feng *et al.* (1999), Zúbrik y Novotný (1997), Williams *et al.* (1990), Novotný y Čapek (1989) y Huang y Noyes (1994), quienes reportan, 3.1%, de 5.2 a 10.9%, 5.2%, 10%, 25.9% y del 10 a 40%, respectivamente. En este sentido, expertos en control biológico mencionan que un buen prospecto, debe tener una alta fecundidad y gran potencial de incremento (DeBach, 1984; Rodríguez del Bosque, 2003b). Sin embargo, se hacen necesarios más estudios para determinar con mayor precisión el potencial real que *O. kuvanae* puede tener como enemigo natural o para el control biológico de *M. incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco.

Las diferencias observables en el presente estudio en terminos de parasitismo, entre sitios de recolección (Cuadro 7), pueden deberse a varios factores, entre los que se encuentran; el tamaño de la masa de huevos (Dowden, 1961 y Leonard, 1974. Citados por Chao *et al.*, 2001), el número de hospederos disponibles (Huang y Noyes, 1994), el sustrato donde son colocados los huevos del hospedero (Bellinger *et al.*, 1988), la presencia o ausencia de las fuentes de alimentación y su cercanía al hospedero (Arantes de Faria, 2005), las plantas de las que se alimentan los hospederos, el microhabitat y la fenología de estas (Stireman y Singer, 2003), pero principalmente las características de conservación y diversidad de flora propias de cada lugar, ya que estas pueden favorecer para que haya una mayor disponibilidad de alimento para los enemigos naturales, y en particular parasitoides, mediante la proliferación de plantas con flor que les proporcionan polen y néctares variados, lo que hace que desarrollen un mayor vigor y potencial reproductivo, así como, una mejor capacidad para encontrar al hospedero y poder parasitar más individuos. Es decir, la alimentación variada juega un papel importante en la actividad de los parasitoides; y se menciona que cuando se encuentran en un ambiente de mayor diversidad se vuelven más prolíferos y el parasitismo puede incrementarse (Baggen y Gurr, 1998; Altieri, 1991; Andow, 1991; Ryszkowski *et al.*, 1993; Stamps y Linit, 1998; Landis *et al.*, 2000; Rabb *et al.*, 1976; Van den y Telford, 1964). Sin embargo, se ha sugerido que la incidencia del parasitismo en campo no puede atribuirse a una sola constante (DeBach, 1984)

La temperatura y humedad relativa de los sitios a nivel de microclima, como la disponibilidad de hospederos para parasitar y la cantidad de huevos disponibles de *O. kuvanae*, también son factores que se consideran importantes para el incremento del parasitismo o la variación del mismo (Rossiter, 1987; DeBach, 1984).

Considerando los resultados obtenidos en cuanto al parasitismo, y comparándolos con los ya mencionados de proporción de sexos, tiempo de duración de las emergencias y parasitoides emergidos por día (Cuadro 8); se puede decir, que las condiciones climáticas, en particular las de temperatura y humedad, y las ecológicas encontradas en el sitio Paraje Cuemanco, probablemente sean las más favorables para un mayor parasitismo sobre los huevos de *M. incurvum*, un incremento en la emergencia de *O. kuvanae* y una mayor proporción de sexos.

De igual forma, puede ser que el sitio presente la menor perturbación ambiental y por consiguiente, cuente con una mayor cantidad de fuentes de alimentación para el parasitoide. Las condiciones que puede presentar el mencionado sitio y otros, como Canal Almoloya, Paraje y Canal La Comunidad, y que son favorables para el incremento del parasitismo, también lo son para tener un tiempo más prolongado de emergencias y una mayor proporción de sexos, en particular, una mayor cantidad de hembras; mas no así, para promover una salida numerosa de individuos por día cuando el periodo de emergencias ha comenzado. Caso contrario es el del sitio Paraje Trancatitla, que como ya se mencionó, presentó el número promedio más alto de parasitoides emergidos por día; sin embargo, presentó también, uno de los porcentajes de parasitismo más bajos; al parecer, las condiciones presentes en este sitio no permitieron del todo que las hembras pudieran sobrevivir, copular, alimentarse y parasitar los huevos de *M. incurvum*, pero permitieron la emergencia en grandes cantidades de individuos de *O. kuvanae* y de sus hembras.

Cuadro 8. Comparación del parasitismo de *O. kuvanae* sobre *M. incurvum* en los diferentes sitios de recolecta en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Área	Sitio de recolecta	Fecha de recolecta	Tiempo de emergencia (Días)	Parasitoides emergidos por día	Proporción de sexos	% Parasitismo
1	Paraje Atizapa	2-6/10/06	15	66	1.5	0.52
1	Paraje Trancatitla	9-13/10/06	21	101	1.6	0.93
1	Paraje Trancatitla	16/10/2006	19	89	1.5	0.7
1	Paraje Cuemanco	17-24/10/06	106	35	1.9	3.05
1	Canal Trancatitla	17-24/10/06	23	77	1.9	0.97
1	Canal Guerolodo	23-24/10/06	20	46	1.9	1.12
1	Canal Trancatitla	23-24/10/07	20	94	1.6	0.79
1	Paraje Cuemanco	23-27/10/06	83	10	1.7	1.39
1	Canal Almoloya	25-31/10/06	90	30	1.6	1.64
1	Paraje Cuemanco	30/10/2006	25	55	1.7	1.74
1	Canal La Comunidad	30/10/06 - 3/11/06	33	7	1.7	0.4
2	Paraje La Comunidad	1-7/11/06	90	46	1.7	2.97
2	Canal La Comunidad	6-8/11/06	44	2	1.1	0.12
2	Paraje La Comunidad	8-14/11/06	78	50	1.8	2.07
2	Isla de las muñecas	9-10/11/06	37	1	2.1	0.07
2	Canal La Comunidad	15-21/11/06	28	68	1.6	1.35
2	Canal La Comunidad	21/11/2006	29	3	2.2	0.43

## 5.6. Determinación taxonómica de *Ooencyrtus kuvanae*

Se realizó mediante las claves de Noyes (1985) para especies de la Región Neotropical, y las de Huang y Noyes (1994) para las Indo-Pacíficas. Se observó que la gran mayoría de las características mencionadas por dichos autores, coinciden con las de los organismos obtenidos y los hospederos, en este caso, *Malacosoma neustria tartacea* Motschulski, el cual es atacado en medio ambiente natural y *Malacosoma americana* bajo condiciones de laboratorio. Asimismo, cabe mencionar que en estudios recientes, a *O. kuvanae* se le ha sinonimizado con *O. malacosomae* (Zhang *et al.*, 2005) y según Noyes (2001), tiene la misma distribución original en China y los mismos hospederos que *O. kuvanae*, por lo que podrían tener importancia como controlador natural, al alimentarse de los huevos de *M. incurvum*

A continuación se presenta la descripción de *O. kuvanae* (Howard), así como fotografías de las estructuras morfológicas y taxonómicas utilizadas, mencionadas por Huang y Noyes (1994):

“Hembra (Longitud 0.87-1.35 mm) (Fig. 5A): Cuerpo negro o café incluyendo gáster, con un débil verde metálico, azul o reflejos púrpuras sobre la cabeza y pronoto, mesoscutum con un relativamente fuerte lustre azulado; escutelo medialmente en la mitad anterior cobrizo-morado, recordando verde metálico, azul o púrpura; apéndices con las coxas y en la última parte proximal de los fémures del mismo color de la mesopleura, cafés oscuros; vainas del ovipositor amarillas (Fig. 6J); ojos sin setas conspicuas; antenas con flagelo filiforme, unicoloro; todos los segmentos del funículo distintivamente más largos que anchos (Fig. 6B); clava con área sensoria sólo en el extremo apical (Fig. 6D); frontovértex cerca de un cuarto del ancho de la cabeza (Fig. 6A); mandíbulas con un pequeño diente externo y una amplia truncación interior (Fig. 6E); ala anterior con una pequeña área basal desnuda la cual está cerrada posteriormente (Figs. 6G y 6H); escutelo casi completamente con una fina escultura reticulada la cual está conspicuamente más profunda que la que está sobre el mesoescutum, sólo está vertical en los lados y ápice, lisa y lustrada (Fig. 6F); hipopigio como en la Fig. 6I.

Macho (longitud 0.71 a 0.95 mm) (Fig. 5B): Generalmente similar a la hembra pero el escutelo es relativamente romo; antena con flagelo amarillo-testáceo, todos los segmentos del funículo cerca de dos veces más largos que anchos, con setas tan largas como el diámetro de los segmentos (Fig. 6C); frontovortex cerca de un tercio del ancho de la cabeza”. Finalmente para el caso de la genitalia del macho, solo se hace referencia a el con dibujos y para comparación con otras, no se menciona en la descripción (Fig. 6K)

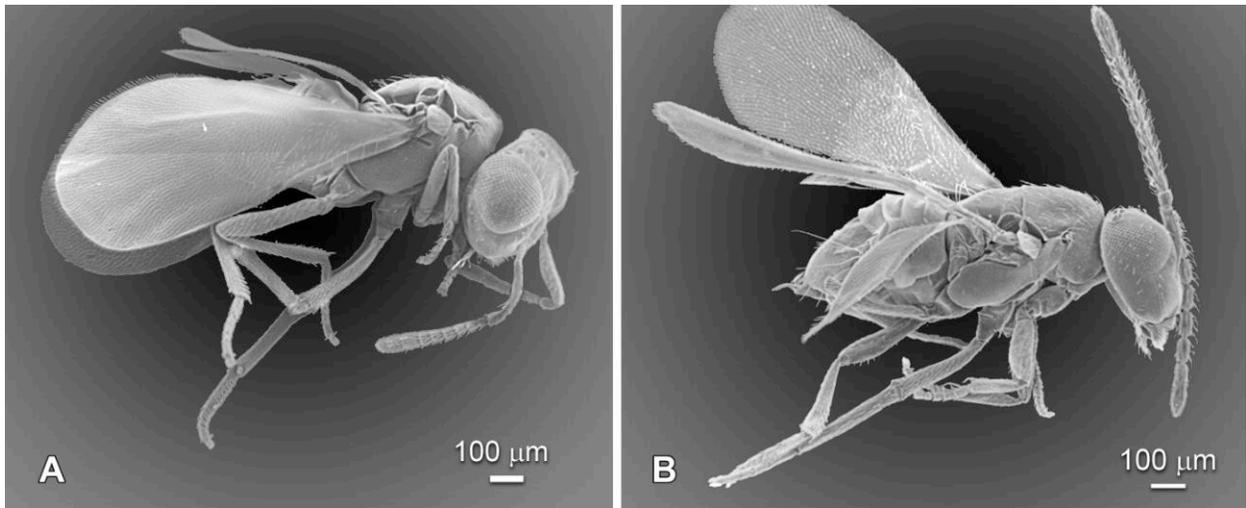


Fig 5. *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) MEB. A) Hembra, B) Macho.

Cabe mencionar que al revisar la descripción de *O. kuvanae*, y utilizar las claves correspondientes, fue curioso observar que se hace mucha referencia a los colores de las estructuras del cuerpo como características taxonómicas, tanto o más importantes que las morfológicas para la determinación a especie. En el presente estudio éstas se consideraron por demás ambiguas y subjetivas, puesto que con frecuencia se presentaron a múltiples confusiones y dificultades en su interpretación y observación.

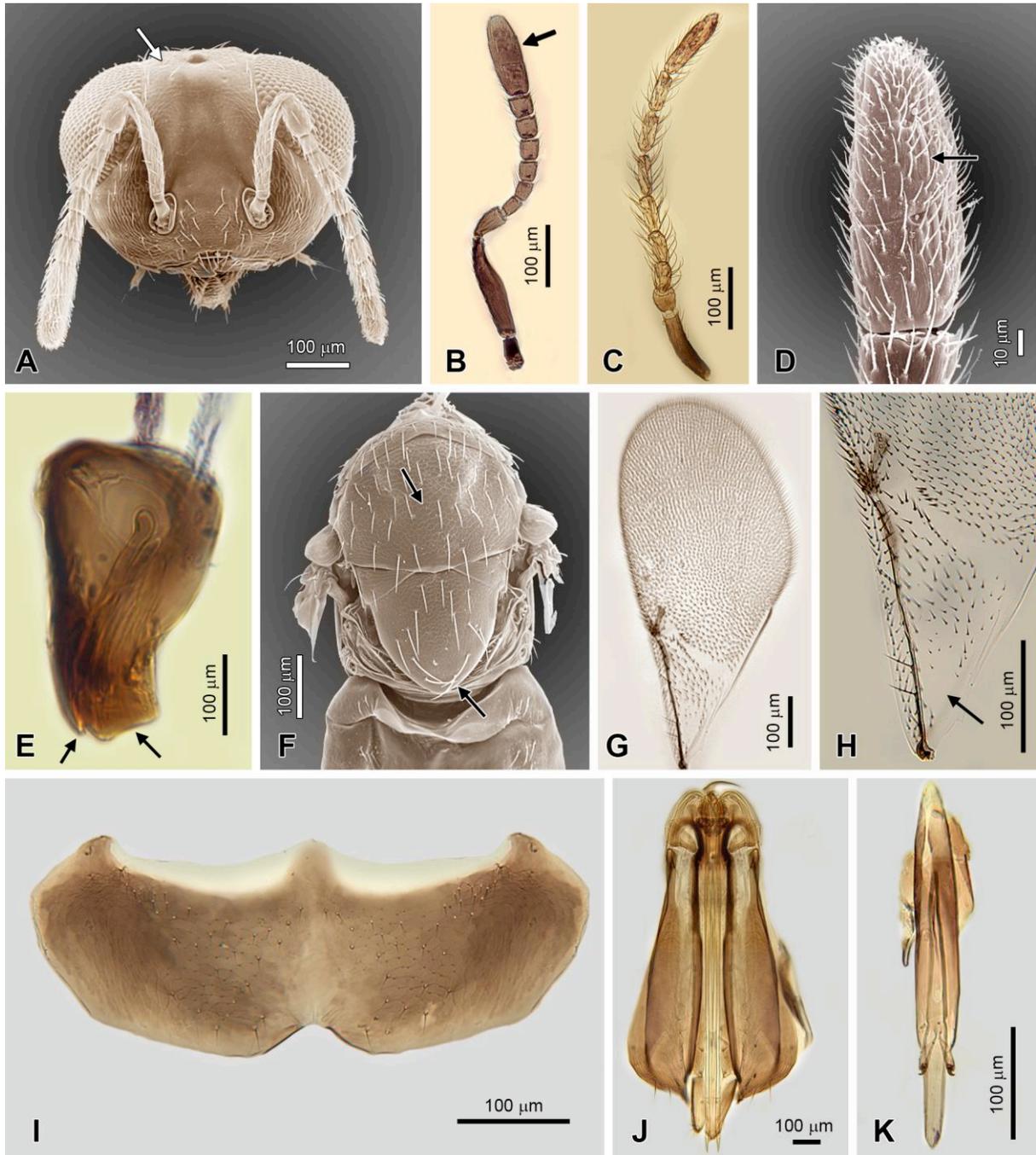


Fig 6. Estructuras de *O. kuvanae*. A) Cabeza, B) Antena de macho, C) Antena de hembra, D) Clava de la antena de la hembra con área sensoria, E) Mandíbula, F) Vista dorsal del torax, G) Ala anterior, H) Ala anterior con área basal desnuda, I) Hipopigio, J) Genitalia de la hembra, K) Genitalia del macho.

5.7. Primer registro para México de *Ooencyrtus kuvanae* (Howard) en huevos de *Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (Lepidoptera: Lasiocampidae).

De acuerdo con la revisión de literatura para el género *Ooencyrtus*, la cual comprende reportes y listados de la familia Encyrtidae, elaborados por algunos autores en México y en otros países, se puede decir que la especie *O. kuvanae*, es una especie no reportada para México, ni como parasitoide de *M. incurvum* (Noyes, 1985; Noyes, 2001; Huang y Noyes, 1994; Trjapitzin y Ruíz-Cancino, 1995; Bernal-Landin y Quiroz-Martínez, 1986; Cázares de Hoyos *et al.*, 1989; Gonzáles, 1997; Gonzáles-Hernández, 2000; Gonzáles y Woolley, 2001; Trjapitzin *et al.*, 2004; Rodríguez-Vélez y Woolley, 2005; Museo de Historia Natural de Londres, Inglaterra (NHM), 2007).

De igual forma Noyes (2001), hace mención de que *O. kuvanae* está asociado a 67 especies de plantas, entre ellas a las salicáceas *Populus* sp., *P. alba* y *P. deltoides*, sin embargo, no indica la asociación con las del género *Salix*. Por lo que este puede ser el primer reporte de *Ooencyrtus*, y más concretamente de *O. kuvanae* en *Salix bonplandiana*.

El mismo autor reporta para el género *Ooencyrtus*, 378 hospedantes en el mundo, entre los que se encuentran *Malacosoma americanum*, *M. californicum*, *M. castrense*, *M. disstria*, *M. neustria*.

5.8. Otros organismos encontrados en las masas de huevos de *Malacosoma incurvum*

Durante el conteo de masas y huevos de *M. incurvum* e individuos de *O. kuvanae*, se registró la aparición de 941 artrópodos de diferentes ordenes y familias (Cuadro 9 y Fig. 7), en donde se destacan los himenópteros de los géneros *Baryscapus* (Eulophidae) (Fig. 7A) y *Brasema* (Eupelmidae) (Fig. 7B). Al primero, Equihua *et al* (2005), lo consideran como parasitoide primario de los huevos de *M. incurvum* y que puede ser un nuevo registro para el insecto defoliador en la zona chinampera de Xochimilco y el Distrito Federal.

Cuadro 9. Otros organismos recolectados en las muestras de masas de *Malacosoma incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco, D. F.

Organismo	No. de individuos
<i>Baryscapus</i>	172
<i>Brasema</i>	3
Himenópteros no determinados	19
Trips	670
Carabidae	3
Anthocoridae	2
Ácaros	37
Arañas	29
Dermaptera	2
Formicidae	2
Larva Coleoptera	1
Larva Neuroptera	2
Larvas no determinadas	2
Pseudoscorpion	2
Total	941

Aunque también cabe la posibilidad de que sea parasito (hiperparasitoide) de *O. kuvanae* (Noyes, 2001). Por su parte, Blatt *et al.* (2000), reportan a *Baryscapus* y *Brasema* parasitando los huevos de *M. americanum*. De igual forma, Arnaldo y Torres (2005, 2006), Mirchev *et al.* (2004), Martini *et al.* (2000) y otros, los reportan para los de *Thaumetopoea pityocampa*. Noyes (2001) por su parte, menciona que en algunos casos *B. servadeii* se encuentra asociado a *Ooencyrtus*, y este a su vez, puede ser parasitado por *B. transversalis*.

En cuanto a las referencias del género *Baryscapus* para México, se encontró que Gonzáles (1997) hace mención de las especies *B. hunteri* y *B. racemarie* con distribución en Nuevo León, Sonora y Tamaulipas. Asimismo, Cázares de Hoyos *et al.* (1989) reportan en Colima al género *Tetrastichus*, que después paso a convertirse en *Baryscapus*.

Finalmente Gonzáles-Hernández (2000), muestra una lista de especies distribuidas en México. En la que los periodos de recolecta provienen de registros que comienzan en 1929 y hasta 1994. En este listado sólo se hace referencia a la especie *Baryscapus hunteri*.

En cuanto al género *Brasema*, se piensa que podría ser hiperparasitoide de *O. kuvanae* o *Baryscapus*. Sin embargo, no se encontró reporte alguno, ni si está asociado a los huevos de alguna especie de *Malacosoma*, o para *M. incurvum* en Xochimilco, por lo que de igual forma podría ser una especie no reportada.

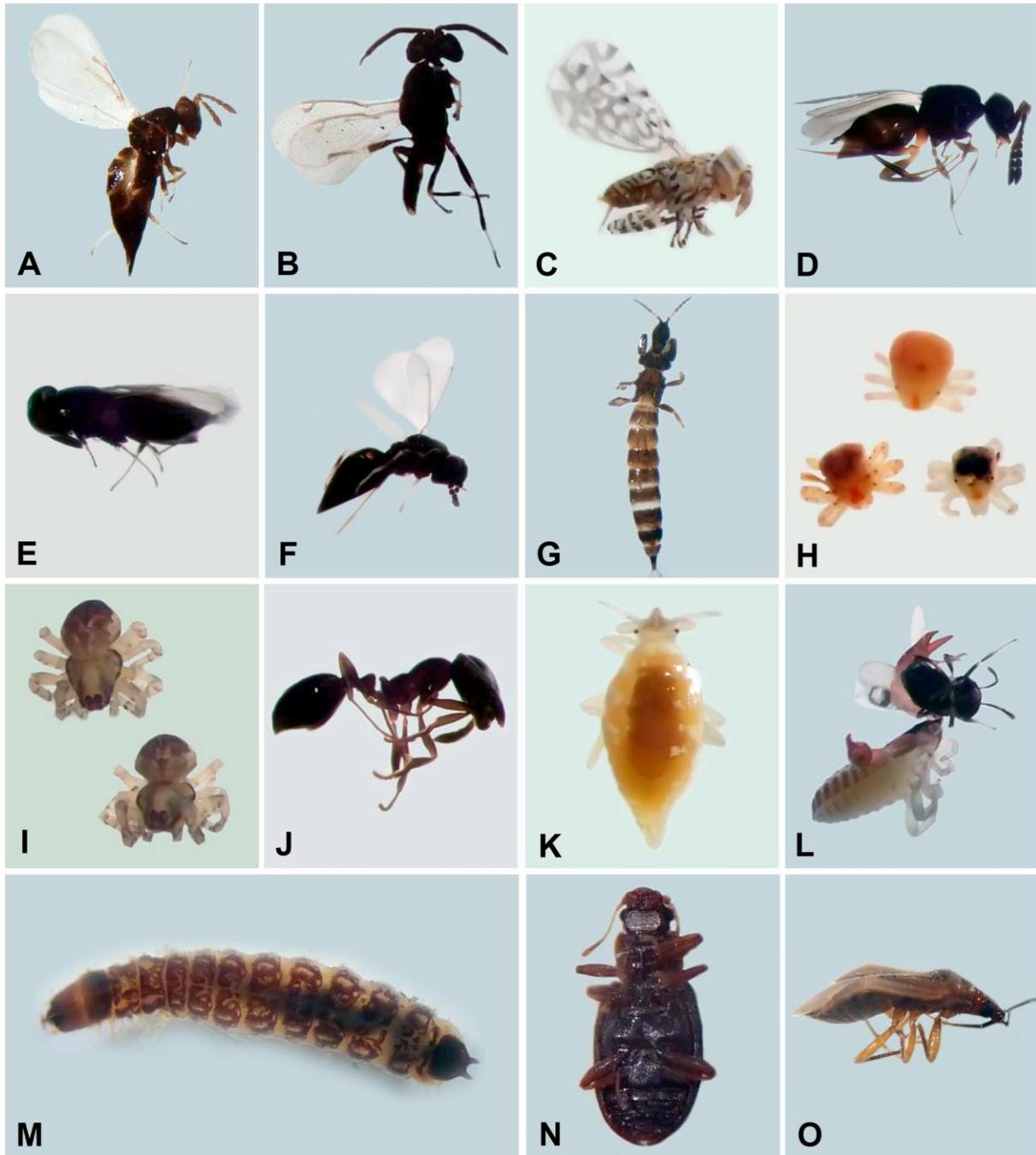


Fig 7. Otros organismos asociados a las masas de huevos de *M. incurvum*. A) Himenóptero del género *Baryscapus*, B) Himenóptero del género *Brasema*, C) Himenóptero no determinado, D) Himenóptero no determinado, E) Himenóptero no determinado, F) Himenóptero no determinado, G) Trips, H) Ácaros, I) Arañas, J) Hormigas, K) Neuróptero, L) Pseudoscorpion, M) Larvas de Coleoptera, N) Coleóptero adulto, O) Hemíptero adulto.

## 6. CONCLUSIONES

---

- ◆ Se calculó un total de 2, 260, 253 huevos recolectados con un promedio por masa de 202.
- ◆ Se recolectaron un total de 28,349 individuos de *O. kuvanae*, 17,914 hembras y 10,435 machos (proporción 1.8 a 1).
- ◆ La proporción de sexos promedio encontrada fue de 1.8 hembras por cada macho. Los sitios que tuvieron la mayor proporción de sexos del área 1 fueron Paraje Cuemanco, Canal Trancatitla y Canal Guerolodo. Paraje La Comunidad, Isla de las muñecas y Canal La Comunidad, fueron los sitios que tuvieron la proporción de sexos más alta del área 2.
- ◆ El periodo de emergencia de *O. kuvanae* fue de 116 días, alcanzando su mayor pico poblacional a finales de Octubre.
- ◆ El tiempo promedio de duración de emergencias de *O. kuvanae* por muestra recolectada fue de 45 días y el rango fue de 15 a 106 días. Asimismo, los sitios que presentaron el tiempo más prolongado de emergencias fueron Paraje Cuemanco, Canal Almoloya y La Comunidad con 106, 90 y 90 días respectivamente.
- ◆ El promedio de parasitoides emergidos por día fue de 46 con un rango de 1 hasta 101.
- ◆ Se recolectaron un total de 11,317 masas de huevos de *M. incurvum* de 17 muestras. Y el promedio de huevos por masa fue de 202, con un rango de 48 a 381.
- ◆ El porcentaje de parasitismo de *O. kuvanae* sobre los huevos de *M. incurvum* en la zona chinampera de Xochimilco fue de 1.25%.
- ◆ El mayor porcentaje de parasitismo registrado fue para los sitios Paraje Cuemanco y Paraje La Comunidad (dos muestras) con 3.05%, 2.97 y 2.07.
- ◆ *O. kuvanae* representa un nuevo registro para México y una nueva asociación con los huevos de *M. incurvum*.
- ◆ Se registró la presencia de 172 himenópteros del género *Baryscapus* y 3 del *Brasema*, los cuales pueden ser nuevos registros para México.
- ◆ Se recolectaron 19 ejemplares de distintos himenópteros, los cuales no fueron determinados, 670 trips, 37 acaros, 29 arañas, además de otros insectos en un número menor de los órdenes Dermaptera, Formicidae, Coleoptera y Neuroptera.

## 7. LITERATURA CITADA

---

- Agrell, J; Kopper, B; Mc Donald, P. E & Lindroth, L. R. 2005. CO<sub>2</sub> and O<sub>3</sub> effects on host plant preferences of host forest tent caterpillar (*Malacosoma disstria*). *Global Change Biology* 11, 588-599.
- Altieri, M. A. 1991. Increasing biodiversity to improve insect pest management in agro-ecosystems. In: *Biodiversity of Microorganisms and Invertebrates: Its Role in Sustainable Agriculture*, ed. DL Hawksworth, pp. 165–82. Wallingford, UK: CAB Int. 302 pp.
- Andow, D. 1991. Vegetational diversity and arthropod population response. *Annu. Rev. Entomol.* 36:561–86
- Arantes de Faria, C. 2005. The nutritional value of aphid honeydew for parasitoids of lepidopteran pests. Dissertation for the Degree of Doctor in Natural Sciences. Institut de Zoologie. Laboratory of Evolutionary Entomology. University of Neuchâtel
- Arnaldo, P. S & Torres, L. M. 2006. Effect of different hosts on *Thaumetopoea pityocampa* populations in Northeast Portugal. *Phytoparasitica*, 2006, Vol. 34, No. 5, pp. 523-530.
- Arnaldo, P. S & Torres, L. M. 2005. Parasitism of egg batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Portugal. *Revista de Biología (Lisboa)*, Vol. 23, No. 1/4, pp. 113-120.
- Avci, M. 2003. Parasitism of egg-batches of the cedar processionary moth *Traumatocampa ispartaensis* in Turkey. *Phytoparasitica*, Vol. 31, No. 2, pp. 118-123.
- Bellin, S. 1995. Biology of *Baryscapus transversalis* (Hymenoptera: Eulophidae), a hyperparasitoid of parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* (Lep.: Thaumetopoeidae). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*. Vol. 9, No. 4-6, pp. 453-457.
- Baggen, L. R & Gurr, G. M. 1988. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera: Encyrtidae) and the use of flowering plants as a habitat management tool to enhance biological control of potato moth, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Biological Control* 11: 9-17.
- Bellinger, R. G; Ravlin, F. W & McManus, M. L. 1988. Host plant species and parasitism of gypsy moth (Lepidoptera, Lymantriidae) egg masses by *Ooencyrtus kuvanae* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Environmental Entomology* 17: 936 – 940.

- Bernal-Landin, O y Quiroz-Martínez, H. 1986. Determinación del porcentaje de parasitismo sobre el gusano caedizo del nogal *Datana integerrima* Grote et Robinson (Lepidoptera: Notodontidae) en Bustamente y El Carmen, Nuevo León. XXI Congreso Nacional de Entomología. Resúmenes. Monterrey, Nuevo León, México, 16-19 de Marzo 1986: 78-79.
- Blatt, S. E. Knox, D. A & Harmsen, R. 2000. Apple or cherry? Host selection quandary for the eastern tent caterpillar. Proceedings of the Entomological Society of Ontario. Vol. 131, pp. 123-131.
- Brown, M. W. 1984. Literature review of *Ooencyrtus kuvanae* (Encyrtidae) an egg parasite of *Lymantria dispar*. Entomophaga 29: 249-265.
- Bulut, H. 1994. Investigations on the egg parasitoids of the lackey moth (*Malacosoma neustria* L.), their distribution and natural effectiveness. Bitki Koruma Bülteni. Vol. 31, No. 1-4, pp. 75-97.
- Canabal, C. 1991. Rescate de Xochimilco. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D. F.
- Cázares de Hoyos, J. F; Equihua-Martínez, A y Llanderal, C. C. 1989. Calcidoideos (Hymenoptera: Chalcidoidea) del Estado de Colima. Agrociencia 76: 269-280.
- Chao, J. S; Lu, S. S; Chen, Y. M; Lin, M; Jaung, L. M; Koh, C. N & Yeh, W. C. 2001. How fecund is *Lymantria xyliana* Swinhoe (Lepidoptera: Lymantriidae) in Taiwan?. Taiwan Journal of Forest Science. Vol. 16, No. 4, pp. 259-266.
- Choate, B.A. & L. K. Rieske. 2005. Life history and age-specific mortality of eastern tent caterpillar (Lepidoptera: Lasiocampidae) Annals of the Entomological Society of America. 98(4): 496-502
- Cibrian, T. D; Méndez, M. T; Yates, O. H y Flores, L. J. 2000. Insectos Forestales de México. Primera reimpresión. Universidad Autónoma Chapingo. 453 p.
- Crawford, J.C. 1913. Descriptions of new Hymenoptera, No 8. Proceedings of the United States National Museum 46:347
- Crossman, S. S. 1925. Two imported egg parasites of the gypsy moth *Anastatus bifasciatus* fonsc. and *Schedius kuvanae* Howard. Journal Of Agricultural Research 30: 643-675.
- DeBach, P. 1984. Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. Décimaprimer impresión Cia. Editorial Continental, México.

- Equihua, M. A; Estrada, V. E. G y Jiménez, Q. E. 2005. Estudio del parasitismo de *Malacosoma incurvum* como medida de control en Xochimilco, D.F. Reporte final. CONAFOR.
- Feng, J. H; Yan, G. Z; Yao, D. F; Li, G. W & Zhao, Z. L. 1999. Studies on insect natural enemy diversity of gypsy moth and their role in natural control of the pest (Lepidoptera: Lymantriidae) in the Beijing area. *Scientia Silvae Sinicae*. Vol. 35, No. 2, pp. 50-56.
- Filip, V y R. Dirzo. 1985. Tablas de vida del gusano de bolsa *Malacosoma incurvum* var. *aztecum* Neumogen (Lepidoptera: Lasiocampidae) en Xochimilco, D. F. México. *Folia Entomológica Mexicana*. Num. 66: 31-45.
- GDF. 2004. Propuesta de Programa de manejo. Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco. Secretaría del Medio Ambiente. 38 pp.
- González, H. A. 2000. Chalcidoidea (Hymenoptera). En: Llorente, B. E. J; González, S. E; Papayero, N. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen II. UNAM-CONABIO. México.
- González, H. A y Woolley, B. J. 2001. Identificación y distribución de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de México. CD rom. CONABIO-CONACYT.
- González, H. A. 1997. Catalogo ilustrado de Hymenoptera parasítica de México. Informe final del proyecto P021. Inventario de Hymenoptera; parasítica de México. UANL-CONABIO.
- Hodson, A. C & Weinman, C, J. 1945. Factors affecting recovery from diapause and hatching of eggs of the forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria* Hbn. Minnesota Technical Bulletin 170. University of Minnesota. Agricultural Experiment Station.
- Huang, D. W & Noyes, J. S. 1994. A revision of the Indo-Pacific species of *Ooencyrtus* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoids of the immature stages of economically important insect species (mainly Hemiptera and Lepidoptera). *Bull. Nat. Hist. Mus. Lond. (Ent)* 63(1): 1-136.
- INECOL. 2002. Informe Final. Programa rector de restauración ecológica área natural **protegida zona sujeta a Conservación ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco”**. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Cuaderno Estadístico Delegacional Tlalpan. México. 22 pp.
- Jamaâ, B; Graf, P & Bourarach, K. 1996. Factors of natural death of the forest caterpillar: *Thaumetopoea pityocampa* Schiff. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) at the egg stage in Morocco. *Arab Journal of Plant Protection*. Vol. 14, No. 2, pp. 86-90.

- Johnston, M. 2001. Impact of climate changes on boreal Forest Insects Outbreaks. Limited Report. Environment Branch. SRC Publication No. 11341-6E01.
- Juárez-Figueroa, L. A; Silva-Sánchez, J; Uribe-Salas, J. F & Cienfuentes-García, E. 2005. Microbiological indicators of water quality in the Xochimilco Canals, México City. *Salud Pública de México*. Vol. 45. No. 5.
- King, H. B. 1987. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. *The quarterly review of biology*. Vol. 62, No. 4.
- Kitt, J. & Schmidt, G. H. 1993. Parasitism of egg-batches of the pine processionary moth *Thaumetopoea wilkinsoni* Tams (Lep., Thaumetopoeidae) in the mountains of Lahav (Israel). *Journal of Applied Entomology*. Vol. 115, No. 5, pp. 484-498.
- Kooper, J. B & Lindroth, L. R. 2003. Effects of elevated carbon dioxide and ozone on the phytochemistry of aspen and performance of an herbivore. *Oecologia* 134: 95-103.
- Knight, G. A; Lavigne, R. J & Pogue, M. G. 1991. The parasitoid complex of forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae), in eastern Wyoming shelterbelts. *Great Lakes Entomologist*. Vol. 24, No. 4, pp. 255-261.
- Laçeja, F & Tiberi, R. 2000. Preliminary notes on the occurrence and effectiveness of egg parasitoids of the pine processionary caterpillar, *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Albania. *Redia*. Vol. 82, pp. 23-30.
- Landis, A. D; Wratten, D. S & Gurr, M. G. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annu. Rev. Entomol.* 45: 175-201, pp. 175-201.
- Laraichi, M. 1978. Influence of high temperatures on the sex ratio of *Ooencyrtus fecundus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 23: 237-242.
- Lin, H. M; Wu X. P; Shen T. C & Hwang, S. Y. 2005. Biology of the casuarina moth *Lymantria xyliana* Swinhoe (Lepidoptera: Lymantriidae) egg masses and egg parasitoids in Central Taiwan. *Formosan Entomologist*. Vol. 25, No. 4, pp. 211-220.
- Lou, J. X. 1988. Studies on parasitic wasps on the eggs of the tent caterpillar. *Journal of Shenyang Agricultural University*. Vol. 19, No. 4, pp. 23-27.
- Maple, J. D. 1937. The biology of *Ooencyrtus johnsoni* (Howard) and the role of the egg shell in the respiration of certain encyrtid larvae (Hymenoptera). *Annals of the Entomological Society of America*. 30: 123-154.

- Martini, A; Baldassari, N; Baronio, P; Mambelli, G & Rocchetta, G. 2000. Notes on the mortality rate of *Traumatocampa* (= *Thaumetopoea*) *pityocampa* D. & S. (Lepidoptera: Thaumetopoeidae) eggs and the population of oophagous parasitoids in the Ronco-Bidente valley. Bollettino dell'Istituto di Entomologia `Guido Grandi' della Università degli Studi di Bologna. Vol. 54, pp. 123-136.
- Meeker, R. J. 1997. The forest tent caterpillar, *Malacosoma disstria* Hübner (Lepidoptera: Lasiocampidae). Fla. Dept. Agric. & Consumer Services. División of Plant Industry. Entomology Circular No. 385.
- Mirchev, P; Schmidt, G. H; Tsankov, G & Avci, M. 2004. Egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae) and their impact in SW Turkey. Journal of Applied Entomology. Vol. 128, No. 8, pp. 533-542.
- Mirchev, P; Schmidt, G. H; Tsankov, G & Pllana, S. 1999. Egg parasitoids of the processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) collected in Albania. Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura. Vol. 31, No. 2, pp. 152-165.
- Montaño, T. M. 2007. Una plaga de gusanos ataca Paseo Tollocan y 21 municipios. El Universal. Jueves 29 de Marzo.
- Myartseva, S.N.; Shuvakhina, E.Y. 2004, Species of the genus *Ooencyrtus* Ashmead (Hymenoptera, Encyrtidae), lacewing egg parasites (Neuroptera, Chrysopidae) in north and wouth America. Entomologicheskoe Obozrenie 83(1):249-252,253
- NHM. The Natural History Museum. 2007. Universal Chalcidoidea Database. London. <http://www.nhm.ac.uk/jdsml/research-curation/projects/chalcidooids/index.dsml> (Consultada el lunes 7 de Mayo de 2007).
- Novotný, J. & Čapek, M. 1989. Distribution of *Lymantria dispar* L. (Lep., Lymantriidae) egg parasitoids (Hym. Chalcidoidea, Proctotrupeoidea) in Slovakia. Biológia (Bratislava). Vol. 44, No. 10, pp. 933-939
- Noyes, J. S; Woolley, J, B & Zolnerowich, G. 1997. Encyrtidae, 170-320. In: Annotated keys to the genera of nearctic Chalcidoidea (Hymenoptera). Eds. Gibson, P. A. G; Huber, T. J & Woolley, B. J. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 794 p.
- Noyes, J. S. 2001. Biological and taxonomic information chalcidoidea. CDrom. Taxapad and The Natural History Museum, London.
- Noyes, J. S. 2002. Interactive Catalogue of World Chalcidoidea, 2nd Edition. Taxapad and the Natural History Museum, London.
- Noyes, J. S. 1985. A review of the Neotropical species of *Ooencyrtus* Ashmead, 1900 (Hymenoptera: Encyrtidae). Journal of Natural History. 19: 533-554

- Noyes, J. S & Hayat, M. 1984. A review of the genera of Indo-Pacific Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)*, 48: 131-395.
- Olivares, D. J. L. 2004. *Biología y control de Malacosoma incurvum* Hy. Edwards (Lepidoptera: Lasiocampidae) en Xochimilco, Distrito Federal, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 48 pp.
- Palmeri, V. & Pulvirenti, A. 2004. *Pediobius bruchicida* (Rondani) (Hymenoptera, Eulophidae) hyperparasitoid of *Ooencyrtus pityocampae* (Mercet) in Italy. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. Vol. 36, No. 1, pp. 157-161.
- Percy, E. K; Awmack, S. C; Lindroth, L, R; Kubiske, E. M; Kooper, J. B; Isebrands, G. J; Pregitzer, S. K; Hendrey, R. G; Dickson, E. R; Zak, R. D; Oksanen, E; Sober, J; Harrington, R & Karnosky, F. D. 2002. Altered performance of forest pests under atmospheres enriched by CO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub>. *Letters to nature. Nature*. Vol 420, 28 November
- Prota, R. 1966. **Contributi alla conoscenza dell'entomofauna Della Quercia da sughero *Quercus suber* L. - V - Osservazioni condotte in Sardegna su *Ooencyrtus kuwanai* (How.) (Hymenoptera Encyrtidae) nuovo pe la fauna italiana.** Stazione Sperimentale de; Sughero, Tempio Pausania, Memoria 17: 3-26.
- Rabb, R. L; Stinner, R.E & Van den Bosch R. 1976. Conservation and augmentation of natural enemies. In: *Theory and Practice of Biological Control*, ed. CB Huffaker, PS Messenger, pp. 23–254. New York: Academic
- Rodríguez del Bosque, A. L. 2003a. *Glosario de control biológico*. XIV Curso nacional de control biológico, Guadalajara, Jalisco.
- Rodríguez del Bosque, A. L. 2003b. *Teoría y bases ecológicas del control biológico*. XIV Curso nacional de control biológico, Guadalajara, Jalisco.
- Rodríguez, S. L. M y Cohen, F. J. E. 2003. *Guía de árboles y arbustos de la zona metropolitana de la ciudad de México*. Red de Museos, Centros y Organizaciones de Educación Ambiental de la Zona Metropolitana del Valle de México, A. C. (REMUCEAC) -Gobierno del Distrito Federal-UAM, México. 383 pp.
- Rodríguez-Perez, M. A & Reyes-Villanueva, F. 1990. Claves y comentarios adicionales para los géneros de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en el estado de Nuevo León, México. *Folia Entomológica Mexicana* 79: 109-149.
- Rodríguez-Velez, B. y Woolley, J. B. 2005. La fauna de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en el bosque tropical caducifolio de la sierra de Huautla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 44 (Supl. 1): 147-155.

- Ramos-Bello, R; Cajuste, J. L; Flores-Román, D; y García-Calderón, E. N.2001. Metales pesados, sales y sodio en los suelos de chinampa en México. *Agrociencia* 35: 385-395.
- Rossiter, M. C. 1987. Use of a secondary host by non-outbreak populations of the gypsy moth. *Ecology*: 68 (4), pp. 857-868.
- Ryszkowski L; Karg J; Margalit G; Paoletti MG & Zlotin R. 1993. Aboveground insect biomass in agricultural landscapes of Europe. In: *Landscape Ecology and Agroecosystems*, ed. RG Bunce, HL Ryszkowski, MG Paoletti, pp. 71–82. Boca Raton, FL: Lewis
- Rzedowski, G.C. de; Rzedowski, J y colaboradores. 2001. Flora fanerogámica del Valle de México. 2ª. Ed., Instituto de Ecología. A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Patzcuaro (Michoacán), 1406 pp.
- Schmidt, G. H, Mirchev, P & Tsankov, G. 1997. The egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* in the Atlas Mountains near Marrakech (Morocco). *Phytoparasitica*. Vol. 25, No. 4, pp. 275-281.
- Schmidt, G. H & Mirchev, T. P. 1997. Notes on the egg parasitoids of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Insecta, Lepidoptera, Thaumetopoeidae) collected on the Greek island Hydra. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. Vol. 29, No. 1, pp. 91-99.
- Schmidt, G. H; Tanzen, E & Bellin, S. 1999. Structure of egg-batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. and Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae), egg parasitoids and rate of egg parasitism on the Iberian Peninsula. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 123, No. 8, pp. 449-458.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 2005. Normales climatológicas 1961-1990. Estado: Distrito Federal. Estación: 00009042, San Gregorio Atlap. Xochimilco.
- SEMARNAT. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. 2001. NOM-059-SEMARNAT-2001. Norma oficial mexicana que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*, Miércoles 6 de Marzo de 2002, segunda sección: 1-78.
- Stamps WT, Linit MJ. 1998. Plant diversity and arthropod communities: implications for temperate agroforestry. *Agrofor. Syst.* 39:73–89
- Stehr, G. R & Cook. E. F. 1968. A revision of the genus *Malacosoma* Hubner in North America (Lepidoptera: Lasiocampidae): Systematics, biology, immatures and parasites. *U.S. Nat. Mus. Bull.* 276. 321 p.

- Stireman, O. J & Singer, S. M. 2003. What determines host range in parasitoids? An analysis of a tachinid parasitoids community. *Oecologia* 135: 629-638.
- Stouthamer, R. 1990. Evidence for microbe-mediated parthenogenesis in Hymenoptera. Proceedings and abstracts, 5th International Colloquim of Invertebrate Pathology and Microbial Control pp. 417-421.
- Stouthamer, R; Luck, R. F. & Hamilton, W. D. 1990. Antibiotics cause parthenogenetic *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to revert to sex. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 87(7):2424-2427.
- Stouthamer, R. 1991. Effectiveness of several antibiotics in reverting thelytoky to arrhenotoky in *Trichogramma* spp. **Colloques de l' INRA** No. 56: 119-22.
- Teraoka, T & Numata, H. 2004. Winter survival and oviposition before and overwintering of a parasitoid wasp, *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae). *Entomological Science*. 7, 105-111.
- Tiberi, R; Roversi, P. F & Bin, F. 1991. Egg parasitoids of pine and oak processionary caterpillars in central Italy. *Redia*. Vol. 74, No. 3, Appendix, pp. 249-250.
- Triplehorn, A. Ch & Johnson, F. N. 2005. Borror and Delong's Introduction to the study of insects. 7<sup>th</sup> Edition. Thomson Brooks/Cole.
- Trjapitzin, V. A. 1989. Parasitic Hymenoptera of the Fam. Encyrtidae of Palearctics. *Orpredeliteli po faune SSSR Izdavavaemiye Zoologiya In-Tom AN SSSR* 158: 1-149 [In Russian].
- Trjapitzin, A. V y Ruiz-Cancino, E. 1995. Annotated check-list of encyrtids (Hymenoptera: Chalcidoidea: Encyrtidae) of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*. 94: 7-32.
- Trjapitzin, A. V; Ruíz, C. E y Coronado, B. J. M. 2004. Encyrtidae (Hymenoptera). En: Llorente, B. E. J; Morrone, J. J; Yañez, O. O y Vargas, F. I. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Volumen IV. UNAM-CONABIO. México.
- Tsankov, G; Schmidt, G. H & Mirchev, P. 1995. Impact of parasitoids in egg-batches of *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in Algeria. *Bollettino di Zoologia Agraria e di Bachicoltura*. Vol. 27, No. 1, pp. 53-60.
- Tsankov, G; Schmidt, G. H & Mirchev, P. 1996. Parasitism of egg-batches of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) (Lep., Thaumetopoeidae) in various regions of Bulgaria. *Journal of Applied Entomology*. Vol. 120, No. 2, pp. 93-105.

- Tsankov, G; Douma-Petridou, E; Mirchev, P; Georgiev, G & Koutsaftikis, A. 1999. Spectrum of egg parasitoids and rate of parasitism of egg batches of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Den. & Schiff.) in the northern Peloponnes/Greece. *Journal of the Entomological Research Society*. Vol. 1, No. 2, pp. 1-8.
- Van den Bosch R, Telford AD. 1964. Environmental modification and biological control. In: *Biological Control of Pests and Weeds*, ed. P DeBac, pp. 459–88. New York: Reinhold
- Valenzuela, L. E. 1975. Combate del gusano de bolsa del sauce *Malacosoma azteca* (Neum) utilizando productos biológicos, y observaciones sobre su biología. *Tesis Profesional*. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx. 65pp.
- Wainberg, E & Hassan, S. A. (eds). 1994. *Biological control with egg parasitoids*. CAB International, Wallingford, 286 pp.
- West, A. S & Rivero, A. 2000. Using sex ratios to estimate what limits reproduction in parasitoids. *Ecology Letters*. 3: 294-299.
- Wilson, F. 1962. Sex determination and gynandromorphy production in aberrant and normal strains of *Ooencyrtus submetallicus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Australian Journal of Zoology* 10:349-359.
- Wilson, F. & Woolcock, L. T. 1960. Temperature determination of sex in a parthenogenetic parasite, *Ooencyrtus submetallicus* (Howard) (Hymenoptera: Encyrtidae). *Australian Journal of Zoology* 8:153-169.
- Williams, D. W; Fuester, R. W; Metterhouse, W. W. Balaam; R. J. Bullock, R. H; Chianese, R. J & Reardon, R. C. 1990. Density, size and mortality of egg masses in New Jersey populations of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). *Environmental Entomology*. Vol. 19, No. 4, pp. 943-948.
- Yadav, R. P. & Chaudhary, J. P. 1984. Laboratory studies on the biology of *Ooencyrtus papilionis* Ashmead (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg-parasitoid of the sugar cane leaf hopper (*Pyrilla perpusilla* Walker). *Journal of Entomological Research* 8(2):162-166.
- Zhang, Z. Y; Li, W & Huang, W. D. 2005. A Taxonomic Study of Chinese Species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae). *Zoological Studies*, 44(3): 347-360.
- Zúbrik, M & Novotný, J. 1997. Egg parasitization of *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) in Slovakia. *Biológia (Bratislava)*. Vol. 52, No. 2, pp. 343-350.