

**Informe final\* del Proyecto M003**  
**Reconocimiento de la biodiversidad de la Reserva de la Biósfera Calakmul: Odonata, psocóptera y díptera acuáticos (Insecta)**

**Responsable:** Dr. Atilano Contreras Ramos  
**Institución:** Universidad Nacional Autónoma de México  
Instituto de Biología  
Departamento de Zoología  
**Dirección:** Av. Universidad # 3000, Ciudad Universitaria, Coyoacán, México, DF, 04510 , México  
**Correo electrónico:** [acontreras@ibiologia.unam.mx](mailto:acontreras@ibiologia.unam.mx)  
**Teléfono/Fax:** Tel: 5622-9157, 5622-9067, Fax: 5550-3639, 5550-0164  
**Fecha de inicio:** Febrero 28, 1997  
**Fecha de término:** Noviembre 29, 1999  
**Principales resultados:** Base de datos, Informe final  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Contreras Ramos, A., García Aldrete, A. N. y E. González Soriano. 2000. Reconocimiento de la biodiversidad de la Reserva de la Biósfera Calakmul: Odonata, psocóptera y díptera acuáticos (Insecta). Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. M003.** México, D.F.

**Resumen:**

Proyecto financiado parcialmente con recursos de la Fundación MacArthur  
Este proyecto estima la diversidad de insectos de la Reserva de la Biósfera de Calakmul correspondientes a las órdenes Odonata y Psocoptera, así como a dos familias de Díptera acuáticos, Chiromomidae y Tipulidae. La Reserva de Calakmul, al sureste de Campeche, es una de las más grandes de México y es continua al sur con la Reserva de la Biósfera Maya de Guatemala. La extensión amplia de la selvas y vegetación inundable, localización, buen estado de conservación, cuerpos de agua particulares (aguadas, permanentes y temporales) y escaso conocimiento de su entomofauna, hacen de Calakmul una zona de especial interés para estudios de biodiversidad. Se espera que los registros de especies incrementen considerablemente la lista faunística de cada grupo para Campeche y el Sureste mexicano, así como el hallazgo de varias especies nuevas para la ciencia . El potencial de utilidad de especies selectas como indicadores ecológicos será evaluado de acuerdo a su mayor o menor asociación a determinadas localidades. hábitos o condiciones ambientales.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

**Proyecto FB383/M003/97**  
**RECONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA**  
**RESERVA DE LA BIOSFERA CALAKMUL:**  
**ODONATA, PSOCOPTERA Y DIPTERA ACUATICOS**  
**(INSECTA)**

**INFORME FINAL**

Dr. Atilano Contreras Ramos (Diptera y Responsable), e-mail: [atilano@mail.ibiologia.unam.mx](mailto:atilano@mail.ibiologia.unam.mx)

Dr. Alfonso N. García Aldrete (Psocoptera), e-mail: [anga@servidor.unam.mx](mailto:anga@servidor.unam.mx)

M. en C. Enrique González Soriano (Odonata), e-mail: [esoriano@mail.ibiologia.unam.mx](mailto:esoriano@mail.ibiologia.unam.mx)

Instituto de Biología, UNAM  
Depto. de Zoología  
Apdo. Postal 70-153  
04510 México, D.F.

## Generalidades del Proyecto

**Resumen.**— Este proyecto inicia el estudio formal de la diversidad de los Odonata, Psocoptera y Diptera acuáticos (Chironomidae) de la Reserva de la Biósfera de Calakmul. La Reserva de Calakmul, al sureste de Campeche, es una de las más grandes de México y es continua al sur con la Reserva de la Biósfera Maya de Guatemala. La extensión amplia de selvas y vegetación inundable, localización, buen estado de conservación, cuerpos de agua particulares (aguadas permanentes y temporales) y escaso conocimiento de su entomofauna, hacen de Calakmul una zona de especial interés para estudios de biodiversidad. Este proyecto registra 74 especies de Odonata, 96 de Psocoptera y 15 de Chironomidae; de estas, 2, 30 y 5, respectivamente, son nuevas para la ciencia. La continuación del estudio de los ejemplares, rendirá hallazgos adicionales en el conocimiento taxonómico de estos grupos. Los resultados también incluyen 1421 registros computarizados de los grupos estudiados. Además, se incluyen comentarios para la conservación de la zona, con base en la ocurrencia de las especies y su posible uso como bioindicadores, así como a observaciones directas de las condiciones del hábitat y prácticas antropogénicas.

Palabras clave: Calakmul, Reserva de la Biósfera, Biodiversidad, Taxonomía, Insecta, Odonata, Psocoptera, Diptera, Chironomidae, Conservación.

### Introducción

El presente estudio busca estimar la diversidad de especies de insectos de los órdenes Odonata, Psocoptera y Diptera acuáticos (principalmente Chironomidae) de la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Esta Reserva es una de las más grandes del país, con una superficie mayor a las 723,000 Ha (Anónimo 1989). Se localiza en la porción sureste de Campeche, en la base de la Península de Yucatán, colindando parcialmente al este con el estado de Quintana Roo y al sur con Guatemala. La reserva es de especial interés por varias razones tales como su posición geográfica, las vegetaciones de selvas e inundables que contiene, por su extensión y buen estado de conservación, así como por el escaso conocimiento de su biota en general, particularmente en lo que se refiere a insectos.

Hasta el momento no existen estudios particulares sobre la fauna de odonatos, psocópteros y dípteros acuáticos de la Reserva de Calakmul y aparentemente no los hay tampoco en todo el estado, así que dicha fauna sólo puede inferirse en base al grado relativo de conocimiento de los grupos en la región. De odonatos, antes de este estudio había aproximadamente 39 especies registradas en Campeche, estado que se considera como “regularmente conocido”, según González y Novelo (1996), sin embargo ahora es claro que dicha cifra subestimaba el número real de especies por muestreos insuficientes en dicho estado. De manera similar, sólo 25 especies de psocópteros se habían registrado en el estado (cinco de ellas endémicas; Mockford y García Aldrete 1996), lo cual se corroboró como otra subestimación luego del estudio. En cuanto a la familia Chironomidae, aunque sí existe una evaluación actualizada y comprensiva sobre las especies de México (Andersen *et al.* en prensa, Apéndice 2), las 61 especies registradas en el país es posible que sólo representen un 6% de la fauna total de esta familia en México. Por las anteriores razones, el presente estudio es de especial importancia al marcar las primeras recolectas formales en Campeche y en especial el área de Calakmul, además de serlo para todo México en el caso de los quironómidos.

De los grupos contemplados en el proyecto, principalmente los Chironomidae han sido ampliamente usados como indicadores ecológicos, por ejemplo en Norteamérica y Europa. Debido a la brevedad del estudio, aunque se ha intentado obtener información del estado ecológico de las comunidades muestreadas con base en la fauna presente, sólo ha sido posible hacer recomendaciones para la conservación de los hábitats de acuerdo a las observaciones efectuadas. No obstante existe el potencial para la utilización formal como indicadores ecológicos de representantes de los grupos recolectados. Como se expresó desde un principio, no debe olvidarse que la aplicación de los conceptos de indicadores ecológicos (o biogeográficos) en cualquier grupo de organismos, depende fuertemente del conocimiento taxonómico, de distribución y de la biología que se tenga sobre dichos organismos.

Los trabajos de exploración primaria de la fauna, como el presente, al documentar la biodiversidad de una zona, incluyendo especies nuevas para la ciencia en algunos casos, abren la posibilidad a estudios sobre la biología y distribución de las especies, que a su vez pueden concretarse en aplicaciones de monitoreo ambiental y conservación. El reconocimiento de la fauna de Odonata, Psocoptera y Diptera acuáticos de Calakmul ha empezado a llenar un vacío de conocimiento taxonómico no sólo sobre los insectos de la Reserva, sino también de Campeche y el sureste mexicano en general. Este estudio (y las publicaciones derivadas de él), facilitará información diversa tal como registros de distribución, hábitat, estimación de abundancia y diversidad, posibles nuevas especies y enriquecerá las colecciones científicas. El conocimiento de la fauna de insectos acuáticos es de especial interés, ya que en la Reserva existen cuerpos de agua singulares (las “aguadas”), los cuales son desde el punto de vista entomológico muy poco conocidos y son ecosistemas vulnerables por la marcada estacionalidad en la precipitación pluvial. Este estudio también contribuye a consolidar el valor de Calakmul como zona protegida y de posibles endemismos.

## **Objetivos**

El presente estudio se enfoca hacia los siguientes puntos:

1. Estimar la diversidad de especies de Odonata, Psocoptera y Diptera acuáticos (principalmente Chironomidae) asociadas a varios hábitats terrestres y acuáticos en la Reserva de la Biósfera de Calakmul.
2. Incorporar en una base de datos los registros de las especies encontradas, de acuerdo a los lineamientos estipulados por la CONABIO.
3. Complementar la lista de especies con información adicional sobre su importancia taxonómica (v. gr., nuevas especies, representatividad en colecciones), biogeográfica (v. gr., nuevos registros de distribución, rango de distribución, posible endemismo), de conservación (v. gr., especies raras de hábitats restringidos) y ecológica, e indicar futuras direcciones hacia una síntesis del conocimiento (primariamente taxonómico) de la fauna de la Reserva.
4. Enriquecer, al incorporar el material recolectado, a la Colección Nacional de Insectos, con sede en el Instituto de Biología de la UNAM, con la opción de colocar duplicados en otras colecciones nacionales e internacionales.
5. Seleccionar y sintetizar la información obtenida, de acuerdo a su importancia, para posibles contribuciones en congresos y revistas entomológicas de prestigio.

## **Metodología**

La metodología particular de recolecta de cada grupo se incluye abajo dentro del tratamiento de los mismos, ya que los métodos taxonómicos varían de acuerdo a las características de comportamiento y hábitat de los grupos, así como a las formas óptimas de preservación y preparación ya establecidas.

El proyecto se planeó a un año, originalmente a efectuarse de abril de 1997 a marzo de 1998. Para la obtención del material biológico se programaron tres expediciones de recolecta a la reserva. La primera se llevó a cabo del 28 de abril al 10 de mayo de 1997, la segunda del 17 al 27 de septiembre del mismo año y, la tercera del 13 al 21 de febrero de 1998. Pensamos que las fechas permitieron recolectar especies cuya presencia esté asociada a la estacionalidad del clima.

Las localidades de recolección de ejemplares en la Reserva de la Biósfera de Calakmul (y áreas circundantes) son las siguientes:

1. 25 Km al N de la zona arqueológica de Calakmul, 230 m. 18° 17' 49" N, 89° 50' 36" W
2. Zona arqueológica de Calakmul, *ca.* "aguada grande", 265 m. 18° 07' 26" N, 89° 48' 56" W
3. Zona arqueológica de Calakmul, 265 m. 18° 06' 35" N, 89° 48' 17" W
4. El Chorro, Ejido Nuevo Becal, 130 m. 18° 35' 25" N, 89° 15' 28" W
5. Laguna de Alvarado, 316 m. 18° 01' N, 89° 15' 45" W
6. Laguna de Alvarado, 322 m. 18° 00' 55" N, 89° 16' 10" W
7. Zona arqueológica de Hormiguero, 295 m. 18° 24' 10" N, 89° 29' 13" W
8. Arroyo Colón, Ejido Cristóbal Colón, 420 m. 18° 12' 59" N, 89° 27' 23" W
9. San Antonio Soda, Ejido Díaz Ordaz, 200 m. 18° 24' 54" N, 89° 08' 19" W
10. Aguada de Zoh Laguna, *ca.* Zoh Laguna, 327 m. 18° 35' 21" N, 89° 25' 07" W
11. La Mancolona, Ejido Unión 20 de Junio, 232 m. 18° 48' 38" N, 89° 17' 29" W

Los registros curatoriales (generalmente ejemplares individuales, varios ejemplares en un solo frasco vial con alcohol en algunos casos) fueron capturados en la base de datos BIOTICA, proporcionada por la CONABIO.

**Primera Salida.** La expedición se efectuó en una camioneta Pick Up del Instituto de Biología, donde viajamos el M. en C. Enrique González, así como nuestros colaboradores Adolfo Ibarra, Tomás Martínez y el responsable del proyecto. Parte de las colectas se realizaron con la participación del Dr. Alfonso N. García Aldrete y Arturo Casasola, quienes viajaron en vehículo particular y se nos unieron en Xpujil. Además, tuvimos la ayuda de la Srta. Leticia Valenzuela, quien nos prestó sus servicios de guía durante la mayor parte del tiempo.

Se visitaron cinco sitios o localidades principales: El Chorro, Ejido Nuevo Becal; la zona arqueológica o zona núcleo de la Reserva; Laguna de Alvarado; Hormiguero y el Arroyo Colón en el Ejido Cristóbal Colón. Dichos sitios quedan dentro del Municipio de Calakmul y de la Reserva con la excepción de El Chorro. Esta localidad, fuera de la Reserva, aunque sí dentro de su área de influencia, fue importante por tratarse de uno de los pocos sitios con aguas corrientes permanentes en la zona. Se intentó así obtener material que potencialmente pudiera estar distribuido dentro de la Reserva, pero que se encontrara en sitios de difícil acceso. El resto de los sitios consiste en sistemas lénticos, la mayoría permanentes. Otro sitio especial es el Arroyo Colón, ya que se trata de un río de temporal que conserva agua en pozas durante época de secas y corre durante la estación lluviosa.

En cada sitio, el equipo de trabajo se dividía durante el día en la búsqueda de ejemplares de los tres órdenes con redes aéreas, de golpeo y cernidores, al mismo tiempo que se instalaban

tres o cuatro trampas Malaise al lado de cuerpos de agua. Durante la noche se colocaba una manta con luz negra y de vapor de mercurio, además de una charola con alcohol con un tubo de luz negra. La colecta nocturna se llevó a cabo aproximadamente por una hora y media cada noche, en los sitios visitados.

**Segunda Salida.** En esta expedición participamos el M. en C. Enrique González, los estudiantes Arturo Casasola, Rocío López, Tomás Martínez y el responsable, contando nuevamente en la Reserva con la ayuda de la guía Leticia Valenzuela. La rutina en cada sitio incluyó, como en la primera salida, recolecta de odonatos y psicópteros durante el día, colocación de cuatro trampas Malaise de un día a otro (por lo menos) y la recolecta nocturna con luz negra y de vapor de mercurio utilizando una pantalla y el generador de gasolina. Se efectuaron recolectas en cuatro localidades principales (San Antonio Soda, Zoh Laguna, La Mancolona y la zona arqueológica de Calakmul). En general la recolecta fue satisfactoria, sin embargo hubo cierta dificultad por las lluvias intensas que continuamente ocurrieron en la zona.

**Tercera Salida.** En la última expedición participamos el M. en C. Enrique González, los estudiantes, Arturo Casasola, Rocío López, Tomás Martínez, Sandra Montiel y el responsable del proyecto. En esta salida se visitaron las localidades de la zona arqueológica de Calakmul, Zoh Laguna y Hormiguero. El procedimiento de recolecta fue el previamente utilizado. En esta salida se observó el efecto fuerte de la época de secas, notablemente en Hormiguero, así como el impacto por la actividad intensa de exploración arqueológica por el INAH especialmente en lo que respecta a la extracción de agua de las aguadas.

## **Resultados en Breve**

La parte central del proyecto ha sido producir una lista de las especies recolectadas y la incorporación de esta información a la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO. La base de datos (con la información para los tres órdenes), se construyó bajo el modelo BIOTICA desarrollado por la CONABIO. La predicción del número mínimo de registros, de 5,500, sólo pudo aproximarse en un poco más de un 25%. La base de datos, por tanto, incluye 1421 registros curatoriales (499 Psocoptera, 858 Odonata, 65 Diptera).

Debe mencionarse que el esfuerzo de recolecta fue eficiente, por lo que el material biológico obtenido es el que honestamente se pudo capturar bajo el régimen de recolecta ejercido. Por otra parte, algunos registros de Psocoptera se refieren a frascos viales, los cuales poseen cada uno varios ejemplares que de haberse montado en laminilla constituirían cada uno un registro. El extremadamente bajo número de registros de Diptera se debe en gran parte al incipiente conocimiento taxonómico de este grupo (especialmente Chironomidae) en México (v. gr., falta de revisiones taxonómicas, necesidad de observar material comparativo y consultar a especialistas en el extranjero). De hecho, las recolectas en Calakmul son las primeras en llevarse a cabo formalmente en todo el país. Se obtuvo una cantidad alta de ejemplares que ahora están y siguen siendo montados en bálsamo de Canadá. Este material, además de ejemplares de Tipulidae y Chaoboridae, se continuará procesando e identificando a lo largo de 1999 y estos resultados se reportarán a la CONABIO.

Como información complementaria se entrega una lista taxonómica de las especies recolectadas, asimismo se hacen indicaciones y/o recomendaciones sobre una posible utilidad de las especies como indicadores ecológicos y biogeográficos y sobre la conservación del hábitat en

Calakmul. Finalmente, una publicación de Chironomidae y una de Psocoptera están en prensa (Apéndices 1 y 2), otras de Odonata está en elaboración, varias más con nuevas especies se estarán preparando en 1999 y una ponencia sobre los Chironomidae de Calakmul se presentará en la reunión anual de la North American Benthological Society (mayo de 1999). Estaremos informando de estos logros a la CONABIO.

## Odonata de Calakmul

Enrique González Soriano y Sandra Montiel Barrón

### Introducción

El orden Odonata comprende a un grupo de insectos paleópteros, hemimetábolos, de amplia distribución mundial pero particularmente abundantes en los trópicos. En comparación con otros órdenes de insectos, es un orden pequeño, aproximadamente de poco más de 5500 especies distribuidas a nivel mundial y taxonómicamente bien conocido. Las libélulas están presentes en la mayoría de los cuerpos de agua dulce de la tierra con excepción de las zonas polares. Se les encuentra en una gran diversidad de hábitats dulceacuícolas como son arroyos y ríos permanentes y temporales, charcos, estanques y lagos. Algunas especies pasan su etapa ninfal en minúsculos reservorios de agua conocidos con el nombre genérico de Phytotelmata, mientras que otras viven exclusivamente en pequeños escurrideros de agua o en las paredes verticales humedecidas por el rocío de cascadas.

En México se calcula que existen alrededor de 350 especies descritas (González y Novelo 1996), aunque se estima que podría haber algunas especies más por describir, especialmente en grupos taxonómicamente complejos. Para el caso particular de la Península de Yucatán, se han publicado algunos trabajos enfocados al estudio de la odonatofauna de algunas áreas específicas de esta península (*v. gr.* La Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo) o estudios con una cobertura más amplia como por ejemplo en los estados de Yucatán (Williamson 1936), Quintana Roo (Novelo *et. al.* 1988) o de toda la Península de Yucatán (Paulson, 1984). Para el estado de Campeche se cuenta con una lista preliminar de 39 especies (González y Novelo, 1996) obtenida a partir del trabajo de Paulson (1984) y de material depositado en la CNIN del Instituto de Biología, UNAM.

### Localización y descripción general del área de estudio

La Reserva de la Biósfera de Calakmul se encuentra ubicada en el estado de Campeche entre las coordenadas extremas 17° 49'–19° 11' 24" de latitud norte y 89° 08' 58"– 90° 08' 20" de longitud oeste. Comprende una superficie total de 723,185 ha (poco más de 7000 km<sup>2</sup>). Posee dos zonas núcleo: Zona Núcleo I de 147,915 ha y Zona Núcleo II con 100,345 has, además de una zona de amortiguamiento de 474,924 has. Es una de las áreas con selva tropical más extensas de México.

La vegetación de la Reserva está compuesta principalmente por la selva mediana subperennifolia que representa 50% de la Reserva y la selva baja subperennifolia que representa 35%. El resto de la Reserva está cubierto por selva alta perennifolia y subperennifolia, vegetación secundaria y pequeñas áreas cubiertas por vegetación acuática.

## Metodología

En este punto, es muy importante señalar que al momento de elaborar el proyecto de trabajo el grupo de investigadores responsables del mismo no estaba familiarizado con el área de la Reserva. En un principio se esperaba contar con el apoyo (que no se dio por razones que aún desconocemos) de algunos colegas entomólogos de la Universidad de Campeche. En virtud de que este apoyo inicial no fue proporcionado, y de que en nuestra primera salida tampoco pudimos establecer contacto con personal de la propia Reserva, nuestra primera tarea fue la de tratar de ubicar algunos sitios de muestreo permanente, dentro de esta enorme área para nosotros desconocida. Los sitios fueron escogidos con base en los siguientes criterios:

1) Que fueran accesibles para el tipo de vehículo con el que se disponía. Se desecharon sitios alejados a los que se pudiera acceder por largos caminos de terracería ya que por recomendaciones de algunos otros colegas, dichos sitios sólo podrían ser alcanzados en vehículos 4 X 4.

2) Que incluyeran algún tipo de cuerpo de agua (“aguadas”, arroyos temporales, lagunas temporales y permanentes etc.) ya que al menos dos de los grupos de insectos estudiados son enteramente acuáticos.

3) Que estuvieran localizados en sitios que fueran representativos de las comunidades vegetales existentes en la Reserva (selva mediana, selva alta, etc.).

Para alcanzar los puntos 2 y 3 inclusive fue necesario recolectar en lugares que se encontraban ubicados fuera de la Reserva (aunque adyacentes al menos a las áreas de amortiguamiento) pero que fueron incluidos por considerarse que podrían aportar especies que potencialmente pudieran ser encontradas también dentro de los límites del área de conservación. Por ejemplo, la localidad del Chorro, Mpio. Calakmul, Ejido Nuevo Becal, fue escogida ya que al parecer es de los únicos sitios en donde se presenta agua corriente superficial (proveniente de un manantial) disponible durante todo el año. La Laguna de Alvarado, también localizada dentro del Municipio de Calakmul, fue escogida por ser un sitio de aguas lénticas permanentes y porque además, esta cubierto al menos parcialmente por selva alta perennifolia, vegetación que se encuentra dentro de la Reserva pero en sitios un poco más inaccesibles.

Como el número de visitas y de días programado para recolectar en el área era limitado, los sitios escogidos en nuestra primer salida fueron sitios que fueron revisitados en nuestras recolectas posteriores. Se decidió no ubicar sitios adicionales en otros lugares, ya que ello implicaba más viajes de prospección y como consecuencia, pérdida de tiempo para la recolecta de ejemplares que era la meta final del proyecto.

Un aspecto muy importante relacionado con la recolecta de los ejemplares de Odonata es el siguiente: las libélulas son insectos que por su propio comportamiento, no pueden ser obtenidos por métodos de trampeo convencionales (aplicables para otros insectos), salvo bajo condiciones excepcionales. Todos los ejemplares son recolectados de manera directa e individual por medio de redes aéreas.

La estrategia utilizada en cada sitio para la recolecta de ejemplares fue la de obtener al menos un ejemplar de cada una de las especies que eran reconocidas de manera visual en el sitio en cuestión. Es decir, se trató de obtener la mayor representación de la diversidad de especies que coexisten en un sitio y en un momento particular. Adicionalmente, se obtuvieron registros visuales principalmente de especies cuya determinación en campo no dejaba lugar a dudas (que no fueron incluidos en la base de datos por ser en realidad escasos, pero si están considerados en la lista de especies).

Si por el contrario se hubiese empleado el método opuesto, es decir, recolectar la mayor cantidad de ejemplares por recolecta, irrespectivamente de la especie de que se tratara, los resultados obtenidos hubieran sido quizás diferentes: es decir se hubiera contado quizás con un mayor número de ejemplares, pero indudablemente la diversidad hubiese sido menor.

En cada sitio escogido la recolecta se llevó a cabo buscando en todos los microhábitats en donde potencialmente se pudiesen obtener odonatos (en sitios abiertos, en la vegetación que rodea los cuerpos de agua, dentro del bosque para ubicar especies que frecuentan fitotelmata, etc.) aunque la mayor parte del tiempo sobre o alrededor de los cuerpos de agua. En ocasiones las recolectas se extendieron hasta el crepúsculo tanto vespertino como matutino para tratar de obtener especímenes de especies crepusculares. En total se invirtieron 19 días efectivos de recolecta (aproximadamente 130 hrs totales de recolecta) repartidos en 3 salidas al campo.

## Resultados y discusión

Se obtuvo un total de 906 ejemplares adultos pertenecientes a 74 especies, 40 géneros y 9 familias. Las especies *Megaloprepus caerulatus* (Pseudostigmatidae) *Erythrodiplax fervida* y *Macrothemis inacuta* (Libellulidae) fueron registradas de manera visual.

Aunque por sí mismos estos números no dicen mucho sobre la diversidad encontrada, una manera de visualizarla es a través de una comparación con los resultados obtenidos en estudios que se han realizado en otras localidades o estados de la Península de Yucatán (ver Cuadro 1). Por ejemplo Novelo (1990) realizó recolectas sistemáticas por un período de tres años en la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo registrando 47 spp. En un estudio preliminar Paulson (1994) reportó 34 especies de Odonata para toda la Península de Yucatán basado en sus propias recolectas ocasionales realizadas en 1965 y en un antiguo trabajo de Williamson (1936). Posteriormente, Novelo (1988) registró para todo el estado de Quintana Roo, 74 especies. Finalmente, González y Novelo (1996) basados en la bibliografía y en material recolectado ocasionalmente en Campeche, reportan para todo el estado un total de 34 especies.

Cuadro 1. Comparación de la diversidad de especies de Odonata de Calkmul, con otros sitios de la Península de Yucatán

	CALAKMU L (este estudio)	CAMPECHE (González y Novelo, 1996)	SIAN KAAN, Quintana Roo (Novelo, 19)	PENINSULA DE YUCATAN *	QUINTANA ROO (Novelo et al. 1988)
ESPECIES	74	39	47	77	74
GÉNEROS	40	39	35	44	44
FAMILIAS	9	6	7	9	9

\* según Paulson (1984) mas adiciones de Novelo (1988).

El presente trabajo adiciona 13 nuevos registros a la odonatofauna de la Península de Yucatán (ver Apéndice 1) incluyendo el registro de la familia (Platystictidae) y de los géneros: *Palaemnema* (Platystictidae), *Megaloprepus* (Pseudostigmatidae), *Chrysobasis* (Coenagrionidae) y *Remartinia* (Aeshnidae) que tampoco habían sido reportados para la península.

Por otro lado, dentro del material recolectado se encuentran ejemplares pertenecientes a dos especies nuevas de los siguientes géneros *Macrothemis* (Libellulidae) y *Gynacantha* (Aeshnidae). *Gynacantha* sp. nov. es una especie aparentemente endémica de la Península de

Yucatán. La nueva especie de *Macrothemis* ha sido hallada recientemente en el estado de Oaxaca y actualmente se está llevando a cabo su descripción.

### **Comentarios generales sobre los Odonata de Calakmul**

Aunque por la brevedad del estudio no es posible adelantar un juicio general sobre el estado de conservación de la comunidad de Odonata del área, sí en cambio se pueden emitir algunas consideraciones al respecto:

1) Por ser un grupo de insectos acuáticos, la mayor parte de las poblaciones permanentes de odonatos del área se encuentran distribuidas en los “parches” creados por la propia distribución de dichos cuerpos de agua en el área. La escasez de cuerpos de agua permanentes en el área es, por sí misma, un factor que podría limitar el establecimiento y quizás, la permanencia de este grupo de insectos acuáticos en la reserva.

2) A pesar de buscar con cierto cuidado ejemplares pertenecientes a la familia de libélulas gigantes Pseudostigmatidae o al menos obtener registros visuales de su presencia, prácticamente fue imposible detectarlas. Las ninfas de esta familia viven en el agua que se acumula en troncos de árboles o en bromeliáceas “tanque” (*Aechmea*). En el transcurso de las tres salidas sólo fue posible tener el registro visual de *Megaloprepus caerulatus* y capturar un individuo de *Pseudostigma accedens*. La primera especie fue registrada por dos de nuestros colegas, quienes por la descripción que hacen de ella y por la identificación que hacen de ella a través de una fotografía, parece ser indudable de que se trata de esta especie.

3) Uno de los hallazgos importantes en el área fue el descubrimiento de al menos dos pequeñas poblaciones de *Chrysobasis lucifer*, especie aparentemente endémica del Petén guatemalteco y que en México sólo se conocía de un ejemplar recolectado en el estado de Veracruz. Por las observaciones realizadas con los individuos de estas pequeñas poblaciones, este insecto parece vivir casi exclusivamente en sitios sombreados a la orilla de las aguadas (al igual que los de *Leptobasis vacillans* y *Anatya normalis* encontrados en esta misma clase de microhábitat). Aparentemente, los individuos de *C. lucifer* no toleran permanecer en sitios insolados por lo que la pérdida de vegetación en la orilla de dichos cuerpos de agua, podría poner en riesgo la permanencia local de esta especie tan rara en México.

4) Por otro lado, el hallazgo de una especie nueva de *Gynacantha*, género relativamente bien conocido, plantea la posibilidad de que dicha especie sea endémica al menos de la Península de Yucatán (se encontró un ejemplar adicional en el vecino estado de Quintana Roo). Aunque no se sabe nada de su hábitat ninfal (otras especies de este género han sido registradas viviendo en estanques y charcos temporales), es muy probable que habite en las “aguadas” de la región.

5) Finalmente, y como se indicó al principio de esta sección, por ser un grupo de insectos acuáticos, la permanencia de las poblaciones de libélulas en el área dependen fundamentalmente del buen estado de conservación de sus limitados recursos acuáticos. Las aguadas presentes en el área parecen ser hábitats de considerable “fragilidad” por la pequeña dimensión de la mayoría de las visitadas (p. ej. en un año desusualmente seco varias se pueden secar) y por sobre todo, la presión de la que son objeto por parte de las comunidades humanas aledañas. En dos casos pudimos constatar una indiscriminada extracción de agua llevada a cabo por personal del INAH quien la utiliza para abastecer a su población local de trabajadores que se encontraba trabajando en la excavación y mantenimiento de las ruinas arqueológicas. Es pues necesario tratar de conservar en el mejor estado posible los recursos acuáticos de la región.

### **Logros alcanzados en comparación con metas originalmente propuestas**

Al inicio del presente proyecto nos habíamos fijado como meta la obtención de un total de 2000 registros curatoriales, asumiendo que cada ejemplar representaba un registro único. Este número de registros no fue alcanzado debido principalmente a las siguientes razones:

1) El desconocimiento de la zona de estudio nos hizo sobrestimar la posibilidad de encontrar un mayor número de cuerpos de agua superficiales en el área (y por ende recolectar un mayor número de organismos), principalmente de tipo lótico (corrientes). Es importante recalcar que nuestras estimaciones preliminares estaban basadas en un número de ejemplares estimado promedio que normalmente se ha recolectado en otras localidades de México (entre 80-90 ejemplares diarios). Este número de ejemplares se obtendría en sitios que tuvieran por ejemplo ríos, arroyos, estanques o lagos, pero que tuvieran cierta continuidad en sus orillas.

Desafortunadamente, en Calakmul los arroyos y ríos son prácticamente inexistentes (al menos en las áreas visitadas) y los pocos que existen son de naturaleza temporal. Por otro lado, las “aguadas” (que fueron los sitios en donde se concentró el grueso principal de las recolectas), representan un hábitat que impone grandes restricciones para la recolecta ya que sólo ofrece algunas pequeñas “entradas” en sus orillas en donde el recolector no puede acceder libremente a los organismos. Además, estas pequeñas entradas son pantanosas o tienen gran cantidad de raíces o arbustos muertos en sus orillas, lo que dificulta alcanzar la superficie “libre” del agua.

2) Por otro lado, y al menos para el caso de los odonatos, en algún momento del estudio, esperábamos contar con una fuente importante de material adicional proveniente de las recolectas de nuestros colegas entomólogos de la Universidad de Campeche, que nos fue ofrecido de manera verbal al inicio del proyecto. Dicho material aunque solicitado, nunca fue puesto a nuestra disposición.

3) Un tercer punto aunque de mucho menor importancia fue que, durante nuestro último viaje de recolecta dos de los sitios que habían sido escogidos (ambos localizados en “aguadas” temporales) se vieron fuertemente afectados por una excesiva extracción de agua llevada a cabo por personal de INAH. Desafortunadamente uno de estos sitios (aguada en Hormiguero) que había sido considerada como prioritario por su elevada diversidad, prácticamente se había secado. En resumen, el compromiso para obtener 2000 registros curatoriales para la reserva de Calakmul no fue alcanzado principalmente por las siguientes razones:

A) Inaccessibilidad para recolectar en muchos de los sitios de recolecta.

B) Imposibilidad para consultar material previamente recolectado por colegas de la Universidad de Campeche.

C) De menor importancia, la perturbación considerable de dos de los sitios que habíamos estado recolectando previamente en el último viaje de recolecta.

Dentro de los logros alcanzados que hay que puntualizar están:

1) La adición de 14 nuevos registros para la Península de Yucatán incluyendo una familia y tres géneros.

2) El hallazgo de dos especies nuevas para la ciencia, que para el caso de Odonata es notable por ser un orden relativamente bien conocido en cuanto a su taxonomía.

## **LISTA DE ODONATOS DE CALAKMUL**

### **ZYGOPTERA**

#### **CALOPTERYGIDAE**

*Hetaerina occisa* (NR)  
*Hetaerina titia*

#### LESTIDAE

*Lestes forficula*  
*Lestes tikalus*  
*Lestes tenuatus*

#### PSEUDOSTIGMATIDAE

*Pseudostigma accedens*  
*Megaloprepus caerulatus* (\*) (NR)

#### PLATYSTICTIDAE

*Palaemnema desiderata* (NR)

#### PROTONEURIDAE

*Neoneura amelia*  
*Neoneura paya* (NR)  
*Protoneura aurantiaca* (NR)  
*Protoneura corculum*

#### COENAGRIONIDAE

*Acanthagrion inexpectum*  
*Acanthagrion quadratum*  
*Argia frequentula*  
*Argia gaumeri*  
*Argia pulla* (NR)  
*Argia oenea* (NR)  
*Argia translata*  
*Chrysobasis lucifer* (NR)  
*Enacantha caribbea*  
*Enallagma novaehispaniae*  
*Ischnura capreola*  
*Ischnura posita*  
*Ischnura ramburii*  
*Leptobasis candelaria* (NR)  
*Leptobasis vacillans*  
*Nehalennia minuta*  
*Neoerythromma cultellatum*  
*Telebasis digiticollis*  
*Telebasis filiola* (NR)  
*Telebasis salva*

#### ANISOPTERA

##### AESHNIDAE

*Anax concolor*  
*Coryphaeschna adnexa*

*Gynacantha nervosa*  
*Gynacantha sp. nov.*  
*Remartinia secreta* (NR)  
*Triacanthagyna septima*

#### GOMPHIDAE

*Aphylla angustifolia*  
*Aphylla protracta* (NR)  
*Phyllogomphoides duodentatus* (NR)

#### LIBELLULIDAE (\*)

*Anatya normalis*  
*Brachymesia furcata*  
*Brachymesia herbida*  
*Cannaphila insularis*  
*Dythemis sterilis*  
*Erythemis attala*  
*Erythemis haematogastra*  
*Erythemis peruviana*  
*Erythemis plebeja*  
*Erythemis simplicicollis*  
*Erythemis vesiculosa*  
*Erythrodiplax fervida* (\*)  
*Erythrodiplax fusca*  
*Erythrodiplax umbrata*  
*Idiataphe cubensis*  
*Libellula gaigei*  
*Macrothemis inacuta* (\*) (NR)  
*Macrothemis sp. nov.*  
*Micrathyria aequalis*  
*Micrathyria debilis*  
*Micrathyria dydima*  
*Micrathyria hagenii*  
*Orthemis ferruginea*  
*Orthemis levis*  
*Pantala flavescens*  
*Perithemis domitia*  
*Perithemis mooma*  
*Planiplax sanguiniventris*  
*Tholymis citrina*  
*Tremea abdominalis*  
*Tremea binotata*  
*Tremea calverti*  
*Tremea onusta*

(\*) Las especies *Megaloprepus caerulatus* , *Macrothemis inacuta* y *Erythrodiplax fervida*, fueron registradas visualmente en el área. *Megaloprepus caerulatus* y *M. inacuta* son especies que se registran

por primera vez para la Península de Yucatán, el género *Megaloprepus* es también un nuevo registro para dicha Península.

# Psocoptera de Calakmul

Alfonso N. García Aldrete

## Introducción

Antes del presente proyecto, la fauna de insectos del orden Psocoptera era virtualmente desconocida en Calakmul. La única referencia previa significativa para la zona es el estudio de Mockford y García Aldrete (1996), el cual registra 26 especies en Campeche, que fueron recolectadas en forma aislada, no sistemáticamente, en varias localidades del estado. Dichas recolectas no se llevaron a cabo dentro de la Reserva y la mayoría de las especies registradas son de amplia distribución neotropical o pantropical, también presentes en la región del Caribe.

El objetivo principal del proyecto fue estimar la diversidad de psócidos en la Reserva de Calakmul y áreas circundantes, así como la abundancia relativa y distribución local de las especies de dicho grupo, además de determinar la riqueza de especies de los sitios muestreados.

## Metodología

Durante mayo y septiembre de 1997 y febrero de 1998 se condujo un censo de los Psocoptera en la Reserva de la Biósfera de Calakmul, Campeche, en el que el esfuerzo de recolecta fue de 260 horas-hombre, sin contar el tiempo de operación de trampas de luz y trampas Malaise. Los psocópteros se recolectaron principalmente durante el día en la hojarasca del suelo mediante un cernidor con malla de 5 mm de luz y también por gravedad (sin calor) en embudos de Berlese modificados; se usó también una superficie de tela donde los psocópteros caen al golpearse las ramas y follaje de hasta 2.5 m sobre el nivel del suelo, en la cual se capturan de inmediato con un aspirador; algunos ejemplares se capturaron directamente sobre troncos, bajo cortezas o en nidos de aves. Las recolectas se intentaron, por tanto, en diferentes microhábitats y tipos de vegetación presentes en cada localidad. Finalmente, algunos ejemplares fueron atraídos a las trampas de luz o se capturaron en las trampas Malaise. Los ejemplares se preservaron en alcohol etílico al 80%. En el laboratorio, el material fue separado y ejemplares representativos fueron montados en laminillas para su observación al microscopio bajo la técnica de Euparal, otros se preservaron en alcohol en forma permanente.

## Resultados

Durante la primera expedición de recolecta, se capturaron 708 ejemplares de psócidos, representando a 58 especies. Durante la segunda visita a la reserva, se recolectaron 449 ejemplares, representando a 41 especies, 16 de las cuales no se obtuvieron en la primera salida y durante la tercer expedición, se capturaron 518 ejemplares, representando a 66 especies, 22 de las cuales no se habían recolectado previamente. Un total de 1675 ejemplares fueron recolectados, representando a 96 especies de psócidos, en 48 géneros y 23 familias (ver lista de especies). El Índice de Diversidad  $\infty$  fue de 22.12. Quince especies constituyen el 66.7% del total de ejemplares recolectados, mientras que 40 especies constituyen 3.9% del mismo total. Sólo 18 de las 96 especies registradas en la área tienen una amplia distribución local, y 72 del total de 96

especies tienen una distribución local muy restringida. El nivel de endemismo es alto (19.76 % del total de especies).

El género más diverso fue *Lachesilla*, representado por 13 especies, seguido por *Tapinella*, *Caecilius* and *Archipsocus*, cada uno con cinco especies; continuando con *Echmepteryx*, *Lithoseopsis* y *Peripsocus*, cada uno con cuatro especies y, *Psyllipsocus*, *Liposcelis*, *Ectopsocus*, *Archipsocopsis*, *Blastopsocus* y *Ptycta*, cada uno con tres especies. Los géneros *Cladiopsocus*, *Hemipsocus* y *Trichadenotecnum* están representados por dos especies, existiendo un remanente considerable de 32 géneros representados cada uno sólo por una especie.

En términos de abundancia relativa, las 96 especies se distribuyen en 38 lugares de acuerdo a su importancia jerárquica. La especie numéricamente más importante es *Archipsocopsis* sp. 1, con 209 ejemplares, seguida por *Ectopsocus titschacki* Jentsch con 108 ejemplares, *Echmepteryx alpha* García Aldrete con 92, *Hemipsocus africanus* Enderlein con 86 y *Caecilius totonacus* Mockford con 78. En conjunto, las 15 especies más abundantes constituyen el 66.7% del número total de individuos y, en el extremo opuesto, 19 especies están representadas por un ejemplar, 16 especies están representadas por dos ejemplares y cinco especies están representadas por tres ejemplares, con lo cual en total 40 especies constituyen sólo un 3.9% del total de los ejemplares recolectados.

El Índice de Diversidad  $\infty$  [ $S = \infty \log_e (1 + N/\infty)$ ], calculado para las recolectas de psócidos de Calakmul, resultó en un valor de 22.12, uno de los más altos registrados en la literatura, sólo inferior a los índices de diversidad de los Psocoptera de Chamela, Jalisco, México ( $\infty = 24.01$ ,  $N = 2863$ ,  $S = 115$ ), de las tierras bajas de Panamá ( $\infty = 24.5$ ,  $N = 10092$ ,  $S = 148$ ) y de Los Tuxtlas, Veracruz, México ( $\infty = 32.45$ ,  $N = 4194$ ,  $S = 158$ ) (Broadhead y Wolda 1985; García Aldrete 1988; García Aldrete, Mockford y García Figueroa 1997). Las localidades más ricas en especies fueron los sitios físicamente más complejos, variados y por tanto con diversos hábitats muestreados, tales como la zona arqueológica de Calakmul, la zona arqueológica de Hormiguero y la Laguna de Alvarado.

En cuanto a biogeografía, las especies de los psócidos recolectados en el área de Calakmul se pueden asignar a las siguientes categorías:

Endémicos y posibles endémicos (19 especies).

*Nepticulomima* sp., *Rhyopsocus calakmulensis* García Aldrete (manuscrito), *Psyllipsocus* sp. 2, *Lithoseopsis* sp. 4, *Liposcelis* sp., *Tapinella* sp. 1, *Xanthocaecilius* sp., *Nanolachesilla* sp., *Peripsocus* sp. 4, *Archipsocopsis* sp. 3, *Palmicola* sp., *Blastopsocus* spp. 1, 2 y 3, *Metylophorus* sp., *Steleops* sp., *Ptycta* sp. 1 y *Trichadenotecnum* spp. 1 y 2.

Especies pantropicales (ocho especies).

*Proentomum personatum* Badonnel, *Soa flaviterminata* Enderlein, *Echmepteryx falco* Badonnel, *E. madagascariensis* (Kolbe), *Nanopsocus oceanicus* Pearman, *Ectopsocus titschacki* Jentsch, *E. vilhenai* Badonnel y *Hemipsocus africanus* Enderlein.

Especies cosmopolitas (dos especies).

*Liposcelis bostrychophila* Badonnel, *Caecilius casarum* Badonnel.

Especies de amplia distribución en América tropical y subtropical (10 especies).

*Thylacella cubana* (Banks), *Belaphopsocus badonneli* New, *Liposcelis ornata* Mockford, *Tapinella maculata* Mockford & Gurney, *Dasyopsocus roesleri* (New & Thornton), *Lachesilla*

*cuala* García Aldrete, *Peripsocus potosi* Mockford, *Pseudocaecilius citricola* (Ashmead), *Nepiomorpha brasiliiana* Badonnel y *Cerastipsocus trifasciatus* (Provancher).

Especies que ocurren en México tropical y Guatemala o Belice, no extendiéndose a América Central y el Caribe (siete especies).

*Echmepteryx alpha* García Aldrete, *Cladiopsocus garciai* Eertmoed, *Triplocania spinosa* Mockford, *Anomopsocus* sp. a, *Lachesilla disjuncta* García Aldrete, *L. nuptialis* Badonnel & García Aldrete, *Ptycta tikala* Mockford.

Especies que ocurren en México tropical, América Central y el Caribe (dos especies).

*Lachesilla denticulata* García Aldrete, *L. riegei* Sommerman.

Especies que ocurren en México tropical y el Caribe (cinco especies).

*Echmepteryx intermedia* Mockford, *Neolepolepis caribensis* (Turner), *Tapinella olmeca* Mockford, *Lachesilla yanomamioides* García Aldrete, *Hemipsocus pretiosus* Banks.

Especies que ocurren en México tropical y América Central (cinco especies).

*Caecilius totonacus* Mockford, *C.* sp. 3, *Lachesilla tropica* García Aldrete, *Scytosopus ca. coriaceus* Roesler, *Lichenomima varia* (Navás).

Especies restringidas a la Península de Yucatán (cinco especies).

*Psyllipsocus* spp. 1 y 3, *Lithoseopsis* sp. 1, *Loneura leonilae* García Aldrete, *Ptycta* sp. 2.

Especies que ocurren en la Península de Yucatán y áreas circundantes (seis especies).

*Lithoseopsis* spp. 2 y 3, *Archipsocus* sp. 1, *Heterocaecilius badonnelli* García Aldrete, *Aaroniella* sp., *Myopsocus* sp.

Especies que ocurren en México tropical (22 especies).

*Electrentomopsis variegatus* Mockford, *Tapinella vittata* García Aldrete, *Pachytroctes ixtapaensis* García Aldrete, *Epipsocus* sp., *Dolabellopsocus roseus* Eertmoed, *Cladiopsocus ocotensis* García Aldrete, *Caecilius* sp. 2, *Lachesilla bottimeri* Mockford & Gurney, *L. bifurcata* García Aldrete, *L. carinata* García Aldrete (manuscrito), *L. penta* Sommerman, *L. pedicularia* group, *Ectopsocus mexicanus* García Aldrete, *Peripsocus chamelanus* Badonnel, *P. ca. stagnivagus* Chapman, *Archipsocopsis* spp. 1 y 2, *Archipsocus* spp. 2, 3, 4 y 5, *Haplophallus* sp.

Especies que ocurren en Cuba (dos especies).

*Embidopsocus cubanus* Mockford, *Pseudarchipsocus guajiro* Mockford.

Especies restringidas a Guatemala o Belice (tres especies).

*Tapinella* sp. 2, *Notiopsocus* sp., *Lachesilla* F9B.

## Conclusiones

Dada la posición geográfica de Calakmul, la composición de su fauna de psócidos no es sorprendente y es más bien la esperada para una área cercana al límite del México tropical, a la vez adyacente a América Central y el Caribe. La fauna es dominada por especies tropicales

mexicanas, más las especies de amplia distribución en América tropical y las especies compartidas también con América Central y la región caribeña, además del arreglo usual de elementos pantropicales y cosmopolitas. Las especies restringidas a la Península de Yucatán u ocurriendo en su vecindad, indican cierta individualidad biótica de esa área (ver Barrera 1962). Los endémicos, constituidos por 19.79% de la fauna de Calakmul, le dan a la fauna su grado de exclusividad. Es pertinente notar que 18 de las 26 especies previamente registradas en Campeche, fueron encontradas en el área de la Reserva de Calakmul.

Los resultados de este estudio indican que la comunidad de psócidos de la Reserva de la Biósfera de Calakmul es rica en especies, con una alta proporción de endémicos. También puede inferirse que dicha comunidad es frágil ya que incluye un número grande de especies “raras” (v.gr., 40 especies de las cuales sólo de 1-3 ejemplares fueron recolectados a lo largo del período de muestreo), además de que un número grande de especies presenta una amplitud pequeña de distribución local (v.gr., 72 especies recolectadas en sólo una o dos localidades). Debido a esto, los cambios ambientales, naturales o antropogénicos, podrían causar extinciones locales.

## **LISTA DE ESPECIES DE PSOCOPTERA DE CALAKMUL**

### **TROGIOMORPHA**

#### **Lepidopsocidae**

- 1 *Thylacella cubana* (Banks), 1941
- 2 *Nepticulomima* Enderlein, 1906
- 3 *Proentomum personatum* Badonnel, 1949
- 4 *Soa flaviterminata* Enderlein, 1906
- 5 *Echmepteryx alpha* García Aldrete, 1984
- 6 *E. falco* Badonnel, 1949
- 7 *E. madagascariensis* (Kolbe), 1885
- 8 *E. intermedia* Mockford, 1974
- 9 *Neolepoplepis caribensis* (Turner), 1975

#### **Psoquillidae**

- 10 *Rhyopsocus calakmulensis* García Aldrete (manuscrito)

#### **Psyllipsocidae**

- 11 *Psyllipsocus* Selys-Longchamps, 1872
- 12 *P.* sp. 2
- 13 *P.* sp. 3

### **TROCTOMORPHA**

#### **Amphientomidae**

- 14 *Lithoseopsis* Mockford, 1993. sp. 1
- 15 *L.* sp. 2
- 16 *L.* sp. 3
- 17 *L.* sp. 4

## **Compsocidae**

18 *Electrentomopsis variegatus* Mockford, 1967

## **Liposcelidae**

- 19 *Belaphopsocus badonneli* New, 1971  
20 *Embidopsocus cubanus* Mockford, 1987  
21 *Liposcelis bostrychopila* Badonnel, 1931  
22 *L. ornata* Mockford, 1978  
23 *Liposcelis* Motschulsky, 1852  
24 *Nanopsocus oceanicus* Pearman, 1928  
25 *Tapinella maculata* Mockford & Gurney, 1922  
26 *T. olmeca* Mockford, 1975  
27 *T. vittata* García Aldrete, 1993  
28 *Tapinella* Enderlein, 1908. sp. 1  
29 *T.* sp. 2  
30 *Pachytroctes ixtapaensis* García Aldrete, 1986

## **PSOCOMORPHA**

### **Epipsocidae**

31 *Epipsocus* Hagen, 1866

### **Dolabellopsocidae**

32 *Dolabellopsocus roseus* Eertmoed, 1973

### **Cladiopsocidae**

- 33 *Cladiopsocus garciai* Eertmoed, 1986  
34 *C. ocotensis* García Aldrete, 1996

### **Ptiloneuridae**

- 35 *Loneura leonilae* García Aldrete, 1995  
36 *Triplocania spinosa* Mockford, 1957

### Asiopsocidae

37 *Notiopsocus* Banks, 1913

### **Caeciliidae**

- 38 *Caecilius casarum* Badonnel, 1931  
39 *C. totonacus* Mockford, 1966

- 40 *Caecilius* Curtis, 1837. sp. 1  
41 *C.* sp. 2  
42 *Xanthocaecilius* Mockford, 1989

### **Amphipsocidae**

- 43 *Dasypsocus roesleri* (New & Thornton), 1971

### **Lachesillidae**

- 44 *Anomopsocus* Roesler, 1940  
45 *Nanolachesilla* Mockford & Sullivan, 1986  
46 *Lachesilla bottimeri* Mockford & Gurney, 1956  
47 *L. bifurcata* García Aldrete, 1986  
48 *L. carinata* García Aldrete (manuscrito)  
49 *L. cuala* García Aldrete, 1988  
50 *L. denticulata* García Aldrete, 1988  
51 *L. disjuncta* García Aldrete, 1988  
52 *L. nuptialis* Badonnel & García Aldrete, 1980  
53 *L. penta* Sommerman, 1946  
54 *L. riegeli* Sommerman, 1946  
55 *L. tropica* García Aldrete, 1982  
56 *L. yanomamioides* García Aldrete, 1996  
57 *Lachesilla* Westwood, 1840. sp. F9 B  
58 *L. grupo pedicularia*

### **Ectopsocidae**

- 59 *Ectopsocus mexicanus* García Aldrete, 1991  
60 *E. titschacki* Jentsch, 1929  
61 *E. vilhenai* Badonnel, 1955

### **Peripsocidae**

- 62 *Peripsocus potosi* Mockford, 1971  
63 *P. chamelanus* Badonnel, 1986  
64 *P. ca. stagnivagus* Chapman, 1930  
65 *P.* sp. 1

### **Archipsocidae**

- 66 *Archipsocopsis* Badonnel, 1966. sp. 1  
67 *A.* sp. 2  
68 *A.* sp. 3  
69 *Archipsocus* Hagen, 1882 sp. 1  
70 *A.* sp. 2  
71 *A.* sp. 3

- 72 *A. sp.* 4  
73 *A. sp.* 5  
74 *Pseudarchipsocus guajiro* Mockford, 1974

### **Pseudocaeciliidae**

- 75 *Pseudocaecilius citricola* (Ashmead), 1879  
76 *Heterocaecilius badonneli* García Aldrete, 1989  
77 *Scytopsocus* Roesler, 1940 (*ca. coriaceus* Roesler, 1940)

### **Philotarsidae**

- 78 *Haplophallus* Thornton, 1959  
79 *Aaroniella* Mockford, 1951

### *Elipsocidae*

- 80 *Palmicola* Mockford, 1955  
81 *Nepiomorpha brasiliana* Badonnel, 1973

### **Hemipsocidae**

- 82 *Hemipsocus africanus* Enderlein, 1907  
83 *H. pretiosus* Banks, 1930

### **Psocidae**

- 84 *Blastopsocus* Roesler, 1943. sp.1  
85 *B. sp.* 2  
86 *B. sp.* 3  
87 *Cerastipsocus trifasciatus* (Provancher), 1876  
88 *Metylophorus* Pearman, 1932  
89 *Steleops* Enderlein, 1910  
90 *Ptycta* Enderlein, 1925. sp. 1  
91 *P. sp.* 2  
92 *P. tikala* (Mockford), 1957  
93 *Trichadenotecnum* Enderlein, 1909. sp. 1  
94 *T. sp.* 2

### **Myopsocidae**

- 95 *Lichenomima varia* (Navás), 1927  
96 *Myopsocus* Hagen, 1866

# Chironomidae (Diptera) de Calakmul

Atilano Contreras Ramos

## Introducción

Este estudio es el primer intento por conocer la fauna de los dípteros acuáticos de la Reserva de la Biósfera de Calakmul. Durante las tres expediciones de recolecta, se obtuvieron ejemplares de las familias Chironomidae y Tipulidae, además de otros grupos de nematóceros menores como los Chaoboridae y otras familias no necesariamente acuáticas como Tabanidae. Un alto número de ejemplares de dípteros estrictamente terrestres también fueron recolectados. De hecho, puede decirse que este es el primer esfuerzo por conocer la fauna de dípteros acuáticos en Campeche. En este contexto, de acuerdo a Wirth (1982), la información taxonómica y biológica de las especies neotropicales (y hasta cierto punto de los géneros) es relativamente incompleta para la mayoría de las familias de Diptera acuáticos, como los Chironomidae que posiblemente son los menos conocidos con sólo cerca del 10% de las especies descritas. Hace diez años (Epler 1987), menos de 10 especies de quironómidos se habían descrito de México como nuevas, aunque se estima que (Epler 1996, *in litt.*; Andersen *et al.*, en prensa) existen alrededor de 1000 especies en México, de las cuales 25% a 50% podrían ser nuevas para la ciencia. Por otra parte, de las aproximadamente 3,400 especies de tipúlidos neotropicales y siendo ésta la familia más grande del orden (Byers 1982), Gelhaus (1991, 1996 *in litt.*) estima que un poco más de 300 especies se han registrado en México, lo cual sugiere una fuerte subestimación al compararse con las 450 especies registradas en California, E. U. A. (cuya área equivale a una quinta parte de la de México).

Aunque el proyecto originalmente contemplaba la identificación de Chironomidae y Tipulidae, debido a limitantes de tiempo y económicas para realizar una estancia de investigación con el especialista de Tipulidae en Estados Unidos, sólo se llevó a cabo la determinación de ejemplares de Chironomidae. Esta se ha sustentado en la colaboración con el Dr. Trond Andersen (Universidad de Bergen, Noruega), con quien se tienen objetivos para trabajar la fauna mexicana a largo plazo. Debe aclararse, no obstante, que el material recolectado, no únicamente de Chironomidae, está preservado o montado en laminillas, iniciándose así una colección científica pionera en el estudio taxonómico formal de estos grupos. Para enfatizar, antes de este estudio, la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM), poseía virtualmente una nula representación de los Chironomidae y Tipulidae. En el IBUNAM, con base en la fauna de Calakmul, ahora nace la primera colección formal a nivel de especie de los Chironomidae de México.

Respecto al valor de los dípteros acuáticos como indicadores ecológicos, los Chironomidae, en especial, han demostrado utilidad en dicho papel (Mason 1975, Pinder 1986), aunque este enfoque se ha practicado casi exclusivamente con especies paleárticas o neárticas. De hecho los quironómidos (principalmente larvas) son uno de los grupos pioneros y más representativos como indicadores de calidad del agua, existiendo trabajos sintéticos para diversas áreas por ejemplo en los Estados Unidos (v. gr., Simpson y Bode 1980, Epler 1995). Es evidente que en esos países ha existido previamente una larga tradición de estudios taxonómicos en Chironomidae, prerrequisito ausente en México.

## Objetivos

Debido al incipiente conocimiento taxonómico de los Chironomidae de México, además de la escasez de especialistas en fauna neotropical, los objetivos de este proyecto fueron los siguientes: 1) efectuar un reconocimiento inicial de las especies de Calakmul, además de establecer una colección científica de los Chironomidae y otros grupos de dípteros acuáticos recolectados en la Reserva, 2) llevar a cabo observaciones y proponer recomendaciones sobre la calidad del hábitat y su distribución en la Reserva y 3) a mediano y largo plazo (en 1999 y años siguientes) exponer los resultados del proyecto en un congreso internacional y a través de publicaciones taxonómicas de las especies de Calakmul. Sólo hasta después de una descripción de la fauna del área, por lo menos de las especies más comunes o útiles, podría diseñarse una estrategia para el uso de organismos indicadores de la calidad ambiental en la Reserva. Parte del material de Tabanidae ha sido donado a la colección entomológica de la Universidad de Yucatán y se espera que gradualmente todo el material recolectado pueda incorporarse a proyectos del IBUNAM o en préstamo a proyectos de otras instituciones.

## Metodología

Los dípteros fueron recolectados con varias técnicas, incluyendo la red entomológica aérea y de golpeo, pero su captura más efectiva fue por medio de trampas Malaise y de luz. Las trampas Malaise semejan una tienda de campaña abierta y están elaboradas con una tela de luz de malla fina que impide el paso de los insectos. Su funcionamiento se basa en servir como obstáculo durante la dispersión de los insectos, los cuales eventualmente caminan hacia el interior de la trampa y hacia arriba, cayendo en un recipiente con alcohol al 70%. Cuatro trampas Malaise fueron colocadas adyacentes al medio acuático en cada sitio de recolecta, cuyos recipientes eran cambiados a más tardar cada 24 horas. El período más efectivo para nuestro interés es el nocturno, por lo que generalmente se colocaron por la tarde y se recogió el material por la mañana. Las trampas de luz se utilizaron en dos modalidades, una pantalla blanca como superficie reflejante donde se posan los insectos (con dos tubos de luz negra y una bombilla de luz de vapor de mercurio) y una charola blanca con alcohol etílico al 70% sobre la cual se coloca un tubo de luz negra (así los ejemplares caen y mueren en el alcohol). Los ejemplares que fueron capturados en frasco letal (en seco) se montaron en alfileres o se colocarán en sobres, estos luego se rehidratan y son montados en alfiler.

En el laboratorio, el material en alcohol fue separado por grupo, para su posterior montaje e identificación, preparándose para su incorporación a la colección. Los ejemplares se rotularon con datos de localidad y determinación, y de requerirse se sometieron al montaje en laminillas (los quironómidos de acuerdo a los métodos de Wiederholm [1983, 1986, 1989]). El montaje en bálsamo de Canadá, que se usó en los quironómidos y otros dípteros pequeños, es la técnica estándar para una colección científica formal y se describe brevemente a continuación.

Técnicas de montaje (adultos) para el estudio taxonómico de los Chironomidae (Diptera).

1. En alcohol al 70% quitar las alas (intentando quitar la escama -“squama”- con el ala), las patas izquierdas y las antenas (incluyendo el pedicelo), con pinzas y agujas de disección finas.
2. Transferir alas, patas y antenas a etanol absoluto o isopropanol (2-propanol) para deshidratar (5-10 minutos)
3. Montar directamente en euparal, o

- 3'. Transferir alas, patas y antenas a aceite de clavo para montar en balsamo de Canadá. Las alas quedan bajo el cubreobjetos 1, antenas y patas bajo el cubreobjetos 2.
4. Colocar el cuerpo (cabeza, tórax y abdomen, todavía unido) en KOH al 10% por toda la noche (8-12 horas) a temperatura ambiente.
5. Enjuagar en agua destilada (5 minutos).
6. Colocar en ácido acético glacial (5-10 minutos).
7. Deshidratar en etanol absoluto o isopropanol (5-10 minutos).
8. Montar directamente en euparal, o
- 8'. Sumergir en aceite de clavo y montar en bálsamo de Canadá.

Para el montaje del cuerpo es más fácil colocar éste sobre una gota de medio de montaje en el sitio del cubreobjetos 5. Quitar la cabeza con una aguja fina con punta en gancho y transferir a una gota de medio en el sitio 3 (con el lado anterior hacia arriba). Separar el abdomen y colocar en una gota de medio en el sitio 4 (lado dorsal hacia arriba). El resto del tórax con patas unidas se coloca lateralmente (lado de las patas hacia abajo) en el sitio 5, con las patas extendidas.

Para evitar comprimir las estructuras en cubreobjetos 3 y 5 se puede dejar endurecer el medio de montaje, agregando una segunda capa y colocando el cubreobjetos. También puede apoyarse el cubreobjetos sobre hilo de pescar de diverso grosor o pequeñas secciones de tarjeta. Si los cubreobjetos están grasos pueden sumergirse en alcohol absoluto. Los cubreobjetos deben colocarse inclinados para evitar la captura de burbujas de aire. El exceso de medio de montaje no es un problema ya que puede eliminarse al secarse. La falta de medio de montaje puede ocasionar invasión de aire y compresión. Las laminillas preparadas deben secarse (idealmente) en un horno entre 35°-50°C. Un ligero exceso de medio de montaje bajo cada cubreobjetos evita la entrada de aire y formación de burbujas, las cuales podrían opacar caracteres importantes.

Si se poseen exuvias larvales y pupales correspondientes al adulto, es preferible montarlas en una sola laminilla (con el adulto). En este caso la exuvia larval debe tener la posición 1, la exuvia pupal el lugar 2 y el adulto respectivamente las posiciones 3-7, donde 3-5 corresponden a 1-3 de la figura 1.1 Deben usarse cubreobjetos redondos de 10 mm o una mezcla de cubreobjetos de 10 y 13 mm para que exista suficiente espacio (hasta 7 cubreobjetos), incluyendo una etiqueta.

Para la identificación del material de Chironomidae se llevó a cabo un viaje a la Universidad de Bergen, Noruega, del 21 de marzo al 11 de abril de 1998. Por otro lado, el Dr. Trond Andersen estuvo de visita en México del 16 al 30 de septiembre de 1998. Por medio de esta proyecto, se ha iniciado una colaboración con la Universidad de Bergen, con los Drs. Andersen y Ole Saether, quienes son reconocidas autoridades en Chironomidae.

## **Resultados**

Los quironómidos fueron un grupo muy abundante en Calakmul. Esto es atribuible a que los sistemas acuáticos muestreados fueron en su mayor parte lénticos. En ambientes lóticos, especialmente arroyos de baja condición trófica la ocurrencia de quironómidos es contrastantemente menor a la observada en algunas localidades de Calakmul. Dada la ubicuidad y abundancia de los quironómidos, puede especularse que este grupo forma un eslabón importante en las cadenas alimenticias sustentadas en ambientes acuáticos de la Reserva. En las

tres expediciones a la Reserva, con seguridad se recolectaron más de 2000 ejemplares. Ambos métodos de recolecta, con luz y trampas Malaise, resultaron bastante efectivos. A lo largo del proyecto, e incluso en estos momentos, se ha continuado el montaje selectivo de ejemplares en bálsamo de Canadá. No obstante el bajo número de registros curatoriales, se han elaborado más de 250 laminillas. Tomando en cuenta que en promedio una persona elabora 4 laminillas en un día (lo cual es una buena velocidad para alguien de medio tiempo), esto equivale por lo menos a 60 días de trabajo (sin incluir la separación del material y la rotulación). El material montado en bálsamo posee calidad permanente de museo.

Este es un grupo al cual se le ha estimado una fauna aproximada de 1000 especies en México, sin embargo otra opinión (Dr. Trond Andersen, Universidad de Bergen, com. pers.) no descarta la posibilidad de que el número de especies llegue a 2000. Actualmente sólo 61 especies de Chironomidae se han registrado en México, lo que representa un 6% de la estimación conservadora de 1000 especies. De las 61 especies registradas en México, 9 (15%) fueron recolectadas en este proyecto, representando tres subfamilias (Tanypodinae, Orthoclaadiinae y Chironominae). Cinco de las 9 especies son por primera vez registradas en Campeche y 4 por primera vez en México. Por lo menos tres géneros recolectados en Calakmul se registran por primera vez para México. Cuatro especies nuevas para la ciencia (*Dicrotendipes* sp. y *Parachironomus* spp.) han sido determinadas y se planea describirlas en 1999. Otras más se irán adicionando en los próximos dos años y se informará a la CONABIO por medio del envío de separatas. Parte de los resultados de este trabajo se enlistan en el Apéndice 2 (Andersen *et al.* en prensa).

## Conclusiones y Recomendaciones

Los Chironomidae de Calakmul constituyen una fauna moderadamente diversa, posiblemente de alrededor de 100 especies. La razón para una moderada diversidad es la predominancia de hábitats lénticos, los cuales poseen menor complejidad estructural que los lóticos de orden menor (v.gr., arroyos). En Calakmul puede afirmarse que no hay ríos, excepto temporales, los cuales se convierten en series de estanques durante la época de secas. Por otra parte, en Calakmul los cuerpos de agua se ven sometidos a un estrés de sequía estacional. Muchos cuerpos de agua eventualmente se secan o reducen drásticamente su volumen, causando que los organismos se dispersen o extingan localmente, para luego ser colonizados por una fauna de amplia distribución en la región. Los cuerpos de agua permanentes, son por tanto críticos en mantener un “pool” biótico que recoloniza cíclicamente la zona.

Debido al estado incipiente de la taxonomía del grupo, además de la necesidad de muestreos sistemáticos en los diferentes cuerpos de agua de la Reserva, por el momento no es posible proponer especies indicadoras para un determinado tipo de hábitat. Algunas especies, como las de la subfamilia Orthoclaadiinae, podrían ser candidatos a usarse para el monitoreo ambiental. Con base en las observaciones realizadas durante las visitas a la Reserva, se hacen las siguientes recomendaciones.

**Recomendaciones generales.** Mantener un programa formal, interinstitucional, de estudios taxonómicos en grupos poco conocidos, como diferentes órdenes de insectos, terrestres y acuáticos. Este programa posibilitará que se efectúe la selección de taxones indicadores y la implementación de programas de monitoreo ecológico, además de aumentar el valor de la Reserva como laboratorio natural. Es necesario construir la infraestructura mínima y dar el apoyo *in situ* mínimo, para que lo anterior sea factible.

**Recomendaciones particulares.** Durante nuestra visitas a la Reserva de Calakmul fue evidente la falta de vigilancia e infraestructura de apoyo para los guardias. Con excepción de algunos sitios de importancia arqueológica, vigilados por guardias del INAH, la mayor parte de la Reserva es vulnerable a un posible mal uso por parte de visitantes regulares e infrecuentes. Irónicamente, los sitios arqueológicos son los que en forma conspicua aplican una presión más fuerte a los ecosistemas naturales al ser los más visitados. De hecho, constatamos una extracción excesiva y preocupante a las aguadas (en Calakmul y Hormiguero), para cubrir las necesidades de arqueólogos y trabajadores. En época de secas, fácilmente puede ponerse en peligro el equilibrio de una aguada, con posibles efectos letales a la biota, incluyendo cocodrilos, tapires y aves, además de fauna menor e invertebrados. Por si fuera poco, algunos camioneros del INAH manejaban con un ofensivo exceso de velocidad, lo cual era un peligro real para animales y humanos. Esto por supuesto da una muy mala impresión al turismo nacional y extranjero, repito, además del peligro de que uno sea atropellado. Debe mencionarse también, que los guardias, tanto del INAH como de la SEMARNAP, viven en condiciones casi infrahumanas, estando muy aislados y expuestos a enfermedades y mordeduras de serpientes con ayuda médica inalcanzable. Nos relataron que con frecuencia tienen que beber directamente el agua de las aguadas, lo cual es un alto riesgo para la salud.

En conclusión, es necesario que se haga un inversión real en infraestructura para la vigilancia de la Reserva. Esto debe incluir un programa multidisciplinario para el mantenimiento y la administración de la misma. Mientras no se proteja y administre la Reserva, todo intento de conocimiento se verá desplazado a un nivel secundario por el deterioro ambiental.

## **LISTA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA) DE CALAKMUL**

### **Subfamilia Tanypodinae Kieffer, 1906**

*Ablabesmyia* Johannsen, 1905  
*Coelotanypus* Kieffer, 1913  
*Cricotopus* v. d. Wulp, 1874  
*Djalmabatista* Fittkau, 1968  
*Fittkauimyia* Karunakaran, 1969  
*Labrundinia* Fittkau, 1962  
*Procladius* Skuse, 1889  
*Tanypus* Meigen, 1803

### **Subfamilia Orthoclaadiinae Kieffer, 1911**

*Paralimnophyes* Brundin, 1956?  
*Pseudosmittia* Goetghebuer, 1932\*\*  
*Antillocladius* Saether, 1981

### **Subfamilia Chironominae Macquart, 1838**

*Apedilum* Townes, 1945  
*A. elachistus* Townes, 1945\*  
*A. subcinctum* Townes, 1945\*  
*Asheum* Sublette & Sublette, 1983  
*A. beckae* (Sublette), 1964\*  
*Axarus* Roback, 1980

*A. rogersi* (Beck & Beck), 1958\*\*  
*Beardius* Reiss & Sublette, 1985  
     *B. aciculatus* Andersen & Saether, 1996\*  
     *B. parvus* Reiss & Sublette, 1985  
*Chironomus* Meigen, 1803  
*Dicrotendipes* Kieffer, 1913  
     *D. sinoposus* Epler, 1987\*  
     *D. especie 1* [nueva especie]  
*Endochironomus* Kieffer, 1918  
*Harnischia* Kieffer, 1921  
*Kiefferulus* Goetghebuer, 1922\*\*  
*Omisis* Townes, 1945\*\*  
     *O. especie 1* [especie nueva]  
*Oukuriella* Epler, 1986  
     *O. annamae* Epler, 1996\*\*  
     *O. simulatrix* Epler, 1986\*\*  
*Parachironomus* Lenz, 1921  
     *P. especie 1* [nueva especie]  
     *P. especie 2* [nueva especie]  
     *P. especie 3* [nueva especie]  
*Paratanytarsus* Thienemann & Bause, 1913  
*Pseudochironomus* Malloch, 1915\*\*  
*Stenochironomus* Kieffer, 1919  
*Tanytarsus* v. d. Wulp, 1874  
*Xestochironomus* Sublette & Wirth, 1972  
     *X. latilobus* Borkent, 1984\*\*

\*Nuevo registro para Campeche, \*\*Nuevo registro para México.

## Literatura citada

- Andersen, T., A. Contreras-Ramos y M. Spies. En prensa. Chironomidae, *In* J. Lorente *et al.* Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, Vol. II.
- Anónimo. 1989. Información básica sobre las áreas naturales protegidas de México. SEDUE, Subsecretaría de Ecología. 82 pp.
- Barrera, A. 1962. La península de Yucatán como provincia biótica. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.* 23: 71-105.
- Broadhead, E. y H. Wolda. 1985. The diversity of Psocoptera in two tropical forests in Panama. *Journal of Animal Ecology* 54: 739-754.
- Byers, G. W. 1982. Tipulidae, pp. 407-414 *In* S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa (eds.) Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State University, San Diego. 529 pp.
- Epler, J. H. 1987. Notes on the *Dicrotendipes* (Diptera: Chironomidae) of Mexico, with descriptions of two new species. *Ent. Scand. Suppl.* 29: 147-154.
- Epler, J. H. 1995. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of Florida. Florida Department of Environmental Protection, Tallahassee.
- Gelhaus, J. K. 1991. The zoogeography of the crane flies (Diptera: Tipulidae) of Mexico: An exercise of futility? *Bull. N. Am. Benthol. Soc.* 8(1): 72. [Con notas sin publicar del mismo seminario].
- García Aldrete, A. N. 1988. The psocids (Psocoptera) of Chamela, Jalisco, Mexico. Species, diversity, abundance distribution and seasonal changes. *Folia Entomologica Mexicana* 77: 63-84.
- García Aldrete, A. N., E. L. Mockford y J. García Figueroa. 1997. Psocoptera, pp. 299-309 *In* E. González Soriano, R. Dirzo y R. Vogt (eds). *Historia Natural de Los Tuxtlas.* Instituto de Biología-Instituto de Ecología, UNAM, México.
- González Soriano, E. y R. Novelo Gutiérrez. 1996. Odonata, pp. 147-167 *In* J. Lorente Bousquets, A. N. García Aldrete y E. González Soriano (eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Universidad Nacional Autónoma de México–CONABIO, México D.F. 660 pp.
- Mason, W. T., Jr. 1975. Chironomidae (Diptera) as biological indicators of water quality, pp. 40-51 *In* C. C. King y L. E. Elfner (eds.) *Organisms and biological communities as indicators of environmental quality.* Ohio Biological Survey Informative Circular No. 8, Columbus. 65 pp.
- Mockford, E. L. y A. N. García Aldrete. 1996. Psocoptera, pp. 175-205 *In* J. Lorente Bousquets, A. N. García Aldrete y E. González Soriano (eds.) Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México. Universidad Nacional Autónoma de México–CONABIO, México D.F. 660 pp.
- Novelo, G. R., 1990. Los odonatos de la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México (Insecta:Odonata). En: D. Navarro y J. G. Robinson Edrs. *Diversidad Biológica de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México.* CIQRO y Program Studies in Tropical Conservation. pp. 257-274.
- Novelo, G. R., O. Canul y J. Camal 1988. Los odonatos del estado de Quintana Roo (Insecta:Odonata). *Fol. Ent. Mex.* 74: 13-68.
- Paulson, D. R. 1984. Odonata from the Yucatán Peninsula. *Notul. Odonatol.* 2(3): 33-38.
- Pinder, L. C. V. 1986. Biology of freshwater Chironomidae. *Ann. Rev. Entomol.* 31: 1-23.

- Simpson, K. W. y R. W. Bode. Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York State streams and rivers. New York State Museum Bulletin 439: 1-105.
- Wiederholm, T. (ed.) 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Part 1. Larvae. Ent. Scand. Suppl. 19: 1-457.
- Wiederholm, T. (ed.) 1986. Chironomidae of the Holarctic region. Part 2. Pupae. Ent. Scand. Suppl. 28: 1-482.
- Wiederholm, T. (ed.) 1989. Chironomidae of the Holarctic region. Part 3. Adult males. Ent. Scand. Suppl. 34: 1-532.
- Williamson, E. B. 1936 Odonata from Yucatán. Carn. Inst. Wash. Publ . 457: 139-143.
- Wirth, W. W. 1982. Diptera, general introduction, pp. 406-407 *In* S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa (eds.) Aquatic biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State University, San Diego. 529 pp.