



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS ACUÁTICOS  
ATRAÍDOS A TRAMPAS DE LUZ EN LA PRESA  
“LORENZO VÁZQUEZ”, RESERVA DE LA  
BIÓSFERA SIERRA DE HUAUTLA, MORELOS.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**BIÓLOGA**

**P R E S E N T A:**

**GUADALUPE GRISELDA GARCÍA RIVERA**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS**

**2011**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

1. Datos del Alumno

García  
Rivera  
Guadalupe  
Griselda  
5532361351  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Biología  
097379858

2. Datos del tutor

Dr.  
Atilano  
Contreras  
Ramos

3. Datos el Sinodal 1

Dr.  
Santiago  
Zaragoza  
Caballero

4. Datos del Sinodal 2

Dra.  
Rosa Gabriela  
Castaño  
Meneses

5. Datos del Sinodal 3

Dr.  
Rogelio  
Aguilar  
Aguilar

6. Datos del Sinodal 4

Biól.  
Juan Carlos  
Sandoval  
Manrique

7. Datos del trabajo escrito

Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampas de luz en la presa “Lorenzo Vázquez”, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos.

86 p  
2011

Hay hombres que luchan un día y son buenos.

Hay otros que luchan un año y son mejores.

Hay quienes luchan muchos años y son muy buenos.

Pero hay los que luchan toda la vida: esos son los imprescindibles

Bertolt Brecht

## **Agradecimientos**

Al Dr. Atilano Contreras Ramos, por encaminarme al estudio de la entomología acuática, por enseñarme la disciplina de esta ciencia biológica y por brindarme un espacio para la elaboración de esta tesis. Le agradezco, por compartirme sus conocimientos en campo y laboratorio. Por incluirme en los proyectos Trichoptera de Santa Elena, Hgo., y Lagunas de Zempoala, Morelos. Por hacer lo posible para otorgarme la beca del proyecto “Diversidad de grupos selectos de Neuropterida (Megaloptera, Hemerobiidae) e insectos acuáticos de México”, financiada por la Red Temática del CONACYT- Código de Barras de la Vida, grupo Insectos. Por ser mi maestro, Gracias Dr.

Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero, por su generosidad al facilitarme el material de trabajo de la presente tesis, sin el cual no hubiera podido concluir este sueño, además, por sus atinadas sugerencias al manuscrito de la tesis. Al proyecto “Biodiversidad en Insecta: Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae) en tres zonas del Pacífico Mexicano”, con clave Conacyt 4751P-N (1995-1998), bajo la responsabilidad del Dr. Santiago Zaragoza, así como a cada uno de sus participantes en campo y laboratorio.

Al Departamento de Zoología, así como a la Colección Nacional de Insectos y al Instituto de Biología, UNAM, por su hospitalidad, calidez y apoyo.

A la Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses, por su disposición para efectuar revisiones a la tesis, en especial por su apoyo para el análisis estadístico. Al Dr. Rogelio Aguilar Aguilar, por sus comentarios y correcciones, así como al Biól. Juan Carlos Sandoval Manrique, por sus observaciones al escrito. Muchas gracias por aceptar formar parte del jurado.

A la Biól. Elizabeth Mejorada, por compartirme sus conocimientos y por su paciencia al enseñarme el maravilloso mundo de los coleópteros acuáticos en una sala de montaje.

A la Biól. Susana Guzmán, por brindarme el apoyo, orientación y material necesario para la realización de las fotografías en la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) del IBUNAM.

A la M. en C. Cristina Mayorga, por facilitarme el material curatorial para seguir trabajando con los escarabajos en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM).

A los bibliotecarios del Instituto de Geografía de la UNAM, por su desinteresado apoyo en la búsqueda de los datos climáticos de la localidad de estudio. Igualmente, a los bibliotecarios del Instituto de Biología de la UNAM, por el apoyo en la búsqueda de materiales bibliográficos para este trabajo.

A la Dra. Patricia Escalante y la Colección Nacional de Aves, por su apoyo con la beca de Servicio Social bajo el proyecto El código de Barras de las Aves de Mesoamérica, por sus consejos y por su orientación académica.

Al Subdirector de Diseño Gráfico de INBA, Enrique Hernández y al Diseñador Daniel García, por el apoyo en la edición de las imágenes de los ejemplares.

A la Casita de las Ciencias UNAM, en particular al M.V.Z. Serafín Pérez, por la creación del “XVI Curso Infantil de Verano”, por brindarme una beca y un espacio de recíproco aprendizaje.

A la World Biodiversity Association (WBA), en especial a Valentina Filippini y Paolo Fontana, por invitarme a participar en la expedición naturalística, México 2008. Por compartirme sus conocimientos de entomología y del lenguaje italiano.

Al Papalote Museo del Niño, en particular a su director de servicios educativos, Fernando Karam, por confiar en cada uno de los anfitriones que día a día hacen posible una sonrisa en el rostro de los niños y adultos.

Al Museo de Geología de la UNAM, especialmente al Ing. Julio Caballero y al M. en C. Luis Espinosa por otorgarme la beca de anfitriona y por brindarme un espacio en donde enseñar y compartir los conocimientos de la biología.

Al Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM, al Dr. Jorge Llorente, al M. en C. Armando Luis, a la M. en C. Perla Ixchel Cuevas, a la Dra. Olivia Yáñez, a la M. en C. Roxana Acosta y Dra. Angélica Corona, por sus enseñanzas en el taller de “Taxonomía, Sistemática y Biogeografía de Insectos de México”.

### **Agradecimientos personales**

Esta tesis se la dedico a mi madre Ofelia y a mi padre Miguel Ángel, a mis hermanos Erika y Daniel, a mis sobrinos Leonardo, Jefferson, Luna y Damazo, a quienes amo y quienes siempre estarán en mi corazón. A ustedes, mi familia, por ser un motivo para seguir en el camino, por sus palabras y abrazos en el momento adecuado, por darle sabor a mi vida, por regalarme los mejores momentos y recuerdos de mi vida, por ayudarme a seguir adelante a pesar de mis tropiezos, por tener fe en mí y por amarme, Gracias.

A mis sobrinos, quienes siempre han sido motivo de inspiración en mi vida para luchar por un mundo mejor y no quedarme en el camino. Por los “te quiero” y sus sonrisas espontáneas, que me hacen feliz.

Al Dr. Atilano Contreras, por haberme aceptado como su alumna, por confiar en mí, por su tolerancia, por creer en mis procesos, por sus consejos como entomólogo y papá que me ayudaron a replantear mis metas, a ubicarme, a creer en mis conocimientos y a seguir luchando por ser una mejor Bióloga.

A mis abuelos, Jesús Rivera y Esther Gachuz†; Ángel García y Teresa Ríos†, a quienes les debo la herencia de ser mexicana. A mis abuelas, por cuidarme cuando niña, por sus apapachos y por regalarme unos padres tan especiales.

A mis primos, porque espero que esta tesis sea un motivo de superación académica y poder construir el mundo que hemos soñado.

A las familias Rivera-Gachuz, García-Ríos, Blanco-Rivera, Rivera-Rentería, por hacer maravillosos todos los recuerdos y momentos de mi vida.

A mi amiga y maestra, Martha Velasco, por sus enseñanzas, por su paciencia, por su empeño en mi aprendizaje y por su amor. Al Biól. Angel Ramírez-Velasco, por ser un gran humano, por enseñarme una nueva manera de amar y por los lindos recuerdos.

A mis amigos de la Colección Nacional de Insectos: Andrés, Bety, Cisteil, Daniel, David, Martín, Mariza y Marylin, por creer en mí, por ser un buen ejemplo, por sus consejos adecuados, por compartirme sus conocimientos de entomología en campo y laboratorio, por su sinceridad y respeto, por su compañía y amistad. Al candidato a Dr. Martín Zurita, por brindarme su apoyo en todo momento, por las revisiones de ortografía y gramática de esta tesis, por las sugerencias de edición, por escucharme y por su amistad.

A Lupita y César, por enseñarme a tejer la vida sin un pasamontañas. Por enseñarme a vivir la historia, por ser compañeros de lucha y por compartirse en un sueño.

A mis amigos temazcaleros: Fernando, Cristi, Dulce, Kandy, Edzná, Lore y Edgar, por empeñarse a mantener viva esta tradición. Por enseñarme otra forma de compartir, por su cariño, por su amistad, por recordarme el ser una persona congruente, por luchar día con día por el bienestar de los demás, por recordarme como se tejen los sueños, por intercambiar un sueño por una sonrisa, por acompañarme a tejer mi Sacbé con alegría y amor.

Al Biól. Roberto Oso Gómez, por su hermandad, por su amistad incondicional, por enseñarme a compartir, por su cariño y por sus abrazos. Al Biól. Xinantécatl Nava, a Javi, a Mili y a Robert por su hermandad, por su apoyo, por su compañía, por su tolerancia y por las palabras sinceras que siempre me brindaron para continuar cada día y ser una

mejor universitaria. A Chayito, por su sinceridad que me ha ayudado a ser una mejor mujer y un mejor ser humano.

A mis amigos de la Universidad: Padrino, Bety, Fern, Chich, Lichis, Emma, Dani, Pau, Sandra, Rich, Asa y Kari, a quienes les debo un vaso de chela, una tarde de reve, un abrazo, un par de palabras, lo divertido de una salida de campo y sobre todo su amistad incondicional. A toda la banda gracias.

## CONTENIDO

Agradecimientos .....	iv
Lista de apéndices .....	xi
Lista de cuadros .....	xii
Lista de figuras .....	xiii
Lista de abreviaturas .....	xiv
Resumen .....	1
Introducción .....	2
Justificación .....	3
Antecedentes .....	3
Los coleópteros acuáticos .....	3
Estados de desarrollo de un coleóptero acuático .....	4
Hábitat .....	4
Adaptaciones de los coleópteros a la vida acuática .....	6
Locomoción .....	6
Dispersión y capacidad de vuelo .....	6
Mecanismos de defensa .....	7
Respiración .....	8
Estudios sobre dispersión y atracción a trampa de luz en México .....	11
Estudios sobre coleópteros acuáticos en el estado de Morelos .....	11
Objetivo general .....	12
Objetivos particulares .....	12
Área de estudio .....	12
Localización .....	12
Orografía y tipo de suelo .....	13
Clima .....	13
Hidrografía .....	13
Vegetación .....	15
Vegetación acuática .....	15
Fauna y otros grupos .....	15
Método .....	16

Trabajo de campo.....	16
Técnica de recolección .....	17
Localización de las trampas.....	18
Trabajo de gabinete.....	18
Análisis de datos .....	19
Fotografía.....	19
Resultados .....	20
Riqueza taxonómica.....	20
Análisis de correlación .....	22
Riqueza de las familias .....	24
Abundancia .....	25
Análisis de correlación .....	26
Análisis por trampa.....	27
Abundancia de subórdenes .....	28
Abundancia de familias .....	29
Abundancia de géneros.....	31
Discusión .....	35
Conclusiones .....	40
Diagnosis de los coleópteros acuáticos de la presa Lorenzo Vázquez, Reserva de la	
Biósfera Sierra de Huautla (RBSH) .....	42
Suborden Adephaga .....	42
Familia Dytiscidae.....	42
<i>Celina</i> Aubé, 1837 .....	43
<i>Copelatus</i> Erichson, 1832.....	43
<i>Desmopachria</i> Babington, 1841 .....	43
<i>Laccodytes</i> Regimbart, 1895.....	43
<i>Macrovatellus</i> Sharp, 1882 .....	44
<i>Neoclypeodytes</i> Young, 1967.....	44
<i>Thermonectus</i> Dejean, 1833.....	44
<i>Uvarus</i> Giugnot, 1939.....	45
Familia Gyridae .....	45

<i>Dineutus</i> MacLeay, 1825 .....	45
Familia Noteridae .....	46
<i>Suphisellus</i> Crotch, 1873 .....	46
Suborden Myxophaga .....	46
Familia Hydroscaphidae .....	47
Hydroscapha LeConte, 1854.....	47
Suborden Polyphaga .....	47
Familia Epimetopidae .....	48
<i>Epimetopus</i> Lacordaire, 1854 .....	48
Familia Georissidae .....	48
<i>Georissus</i> Latreille, 1809 .....	49
Familia Hydrochidae .....	49
<i>Hydrochus</i> Leach, 1817 .....	49
Familia Hydrophilidae .....	49
<i>Anacaena</i> Thomson, 1859 .....	50
<i>Berosus</i> Leach, 1817 .....	50
<i>Chaetarthria</i> Stephens, 1833 .....	51
<i>Crenitis</i> Bedel, 1881 .....	51
<i>Enochrus</i> Thomson, 1855 .....	51
<i>Laccobius</i> Erichson, 1837 .....	51
<i>Paracymus</i> Thomson, 1867 .....	52
<i>Tropisternus</i> Solier, 1834.....	52
Referencias citadas .....	65

## LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Lista de los trabajos sobre coleópteros acuáticos en el estado de Morelos, reportados en los últimos 30 años .....	74
Apéndice 2. Datos sobre los géneros de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en el estudio realizado por Cruz-Miranda (2002) .....	75

Apéndice 3. Datos climáticos del poblado de Huautla, perteneciente al municipio de Tlaquiltenango, Morelos.....	76
Apéndice 4. Número de individuos presentes en las tres trampas de luz, indicando el período y la fecha .....	77
Apéndice 5. Individuos recolectados por género en las tres trampas de luz mensualmente ....	79
Apéndice 6. Riqueza mensual de los géneros atraídos a trampa de luz durante el período de muestreo (Nov95-Oct96), en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH, Morelos .....	81
Apéndice 7. Abundancia mensual de los individuos atraídos a trampa de luz durante el período de muestreo (Nov95-Oct96).....	82
Apéndice 8. Glosario .....	83
Apéndice 9. Presencia de géneros y número de individuos registrados en cada trampa de luz durante la estación de secas y lluvias .....	86

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de especies descritas de las familias registradas en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH.....	4
Cuadro 2. Comparación de los diferentes tipos de hábitat de coleópteros acuáticos .....	5
Cuadro 3. Mecanismos de defensa utilizados en coleópteros adultos.....	8
Cuadro 4. Sistema de respiración utilizado por coleópteros acuáticos.....	9
Cuadro 5. Períodos de de muestreo con trampa de luz en la presa “Lorenzo Vázquez, RBSH, de noviembre de 1995 a de octubre 1996 .....	17
Cuadro 6. Claves taxonómicas utilizadas para la identificación de los ejemplares de este estudio .....	19
Cuadro 7. . Lista de géneros de coleópteros acuáticos recolectados en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH.....	21

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Intercambio de oxígeno y almacenamiento del gas en Adephaga y Polyphaga .....	10
Figura 2. Localización de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (RBSH) .....	14
Fig. 3. Trampa de luz utilizada en este estudio .....	18
Fig. 4. Relación de la riqueza con la temperatura y precipitación.....	22
Fig. 5. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura .....	23
Fig. 6. Análisis de correlación entre riqueza y precipitación .....	23
Fig. 7. Distribución de la riqueza de las familias. Dytiscidae, Hydrophilidae y “otras” .....	24
Fig. 8. Patrón de distribución de la abundancia en relación con la temperatura y precipitación .....	25
Fig. 9. Análisis de correlación entre abundancia y temperatura.....	26
Fig. 10. Análisis de correlación entre abundancia y precipitación.....	27
Fig. 11. Abundancia mensual por trampa a lo largo del período de muestreo .....	28
Fig. 12. Distribución de la abundancia en los subórdenes Adephaga y Polyphaga .....	29
Fig. 13. Número de individuos y porcentaje en las familias registradas en este estudio .....	30
Fig. 14. Abundancia mensual de las familias registradas en este estudio. ....	31
Fig. 15. Abundancia de los géneros registrados en el año de muestreo .....	32
Fig. 16. Abundancia mensual de los géneros <i>Tropisternus</i> y <i>Enochrus</i> .....	33
Fig. 17. Abundancia estacional en lluvias de los géneros que representan a las familias Dytiscidae e Hydrophilidae. El rango de individuos es de 20 a 64 .....	34
Fig. 18. Abundancia mensual en lluvias de los géneros con abundancia menor a 14 individuos .....	35
Figura19. <i>Celina</i> Aubé, 1837 .....	53
Figura 20. <i>Copelatus</i> Erichson, 1832 .....	53
Figura 21. <i>Desmopachria</i> Babington, 1841 .....	54
Figura 22. <i>Laccodytes</i> Régimbart, 1895 .....	54
Figura 23. <i>Macrovatellus</i> Sharp, 1882 .....	55
Figura 24. <i>Neoclypeodytes</i> Young, 1967 .....	55
Figura 25. <i>Thermonectus</i> Dejean, 1833.....	56
Figura 26. <i>Uvarus</i> Giugnot, 1939.....	56

Figura 27. <i>Dineutus</i> MacLeay, 1825 .....	57
Figura 28. <i>Suphisellus</i> Crotch, 1873.....	57
Figura 29. <i>Hydroscapha</i> LeConte, 1854 .....	58
Figura 30. <i>Epimetopus</i> Lacordaire, 1854.....	58
Figura 31. <i>Georissus</i> Latreille, 1809 .....	59
Figura 32. <i>Hydrochus</i> Leach, 1817 .....	59
Figura 33. <i>Anacaena</i> Thomson, 1859.....	60
Figura 34. <i>Berosus</i> Leach, 1817 .....	60
Figura 35. <i>Chaetarthria</i> Stephens, 1833 .....	61
Figura 36. <i>Crenitis</i> Bedel, 1881 .....	61
Figura 37. <i>Enochrus</i> Thomson, 1855 .....	62
Figura 38. <i>Laccobius</i> Erichson, 1837.....	62
Figura 39. <i>Paracymus</i> Thomson, 1867.....	63
Figura 40. <i>Tropisternus</i> Solier, 1834.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS

RBSH: Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla

CEAMISH: Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla

AF: Región Afrotropical

AU: Región Australiana

NA: Región Neártica

NT: Región Neotropical

OR: Región Oriental

PL: Región Paleártica

PA: Región Pacífica

## Resumen

Se documenta la diversidad, riqueza y patrón fenológico de los géneros de escarabajos acuáticos recolectados con trampa de luz durante el período de noviembre de 1995 a octubre de 1996, en la presa “Lorenzo Vázquez” de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos (RBSH). La vegetación es de Selva Baja Caducifolia, con dos estaciones climáticas, secas y lluvias. Se muestreó durante cinco días de cada mes con tres trampas de luz, generándose 180 muestras, de las cuales 73 contuvieron adultos de coleópteros acuáticos. Se obtuvo un total de 1 862 individuos pertenecientes a tres subórdenes, ocho familias y 22 géneros. Los géneros que se registran por primera vez son *Celina*, *Crenitis*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Laccobius*, *Laccodytes* y *Suphisellus*. De las familias registradas, Dytiscidae e Hydrophilidae presentaron la mayor riqueza, con ocho géneros cada una. Los datos fenológicos de la riqueza taxonómica, indican que fue mayor en época de lluvias (mayo a octubre) que en época de secas (noviembre a abril), con el valor más alto en el mes de junio representado por 19 géneros. En el caso de la abundancia, la mayor de los tres subórdenes la registró Polyphaga con 1 754 individuos, mientras que Adephaga registró 107 y Myxophaga estuvo representado por uno solo ejemplar perteneciente a la familia Hydroscaphidae. De las cuatro familias encontradas del suborden Polyphaga, Hydrophilidae fue la mejor representada, con 93.71% (1 745 individuos) del total de la recolección. En tanto, el suborden Adephaga estuvo representado por tres familias, de las cuales Dytiscidae fue la más abundante con 5.47% (102 individuos) del total. La abundancia a nivel de género indica que estuvo dominada por *Tropisternus*, representado por 1 253 individuos. Los géneros de menor abundancia fueron *Hydroscapha* e *Hydrochus*, con un individuo cada uno. Con respecto al patrón fenológico de la abundancia, se observa que la distribución de los individuos fue de manera homogénea durante la estación de lluvias, lo que coincide con la distribución de la riqueza, pero con mayor número de individuos en los meses de mayo y agosto. Para explicar el patrón fenológico de la abundancia y riqueza se realizó un análisis de correlación de Kendall entre datos mensuales y variables climáticas (temperatura y precipitación), encontrándose que la abundancia estuvo significativamente correlacionada con ambas variables, mientras que la riqueza solo lo estuvo con la precipitación. El trabajo incluye una diagnosis taxonómica y una guía fotográfica de cada género, con el fin de facilitar futuras identificaciones.

## Introducción

México está considerado como un país con alta diversidad biológica. Ocupa el cuarto lugar dentro de los siete países megadiversos y cuenta con casi el 10% de la diversidad biológica mundial, generada a partir de una gran riqueza hidrográfica, orográfica y climática (Aguilar *et al.*, 2003). Constituye uno de los sitios importantes de distribución de las selvas secas o bosques secos en el mundo, las cuales, en el territorio mexicano, se desarrollan a lo largo del Pacífico como en los estados de Jalisco, Oaxaca, Morelos y, en el Golfo, en los estados de Veracruz y Yucatán. Con base en lo anterior, los bosques secos de México se han categorizado en nueve ecorregiones prioritarias de conservación. Una de ellas es la ecorregión terrestre de los Bosques Secos del Balsas. Esta ecorregión es rica en diversidad biológica y se le ha colocado en la categoría de peligro con alta prioridad de conservación a nivel regional (Bezaury-Creel, 2010). Al situarse en la región fisiográfica de la Cuenca del Balsas (Morrone, 2001), la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (RBSH) destaca como área prioritaria de conservación, no solo por la diversidad biológica que en ella se alberga, sino también por su relevancia cultural e histórica (Dorado *et al.*, 2002).

A la fecha, en la Reserva se tiene registrada una especie endémica de planta, 12 especies endémicas de coleópteros terrestres pertenecientes a la familia Lampyridae (Valenzuela *et al.*, 2010), una especie endémica de nemátodo (Mundo-Ocampo *et al.*, 2002) y una de bacteria fijadora de nitrógeno (Dorado *et al.*, 2002). En este sentido, el estudio de los insectos en la Reserva se suma a los esfuerzos por integrar el conocimiento de la diversidad biológica en el país, en especial en grupos pocos estudiados como se ha sugerido por varios autores (Flores-Villela y Gerez, 1994; Llorente *et al.*, 1996).

Conocer la comunidad biótica de coleópteros acuáticos en los sistemas de agua dulce que conforman la Reserva es de especial interés, ya que las diversas adaptaciones de este grupo al medio acuático, las estrategias de dispersión como el vuelo y la estacionalidad reproductiva, les ha favorecido para constituir una evidencia extraordinaria de la evolución en tales ambientes (Huryn *et al.*, 2008).

## **Justificación**

Existen pocos estudios en México, y en el estado de Morelos en particular, que involucren muestreos sistemáticos para conocer la fauna de coleópteros acuáticos de una localidad. Por otra parte, el uso de trampas de luz para estudiar la diversidad de coleópteros en el estado de Morelos ha reportado una gran diversidad de familias terrestres, pero escasamente las acuáticas (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000). En estudios previos, con uso de otra técnica de recolección se han reportado diferentes familias de escarabajos acuáticos comúnmente registradas como diversas y abundantes. Sin embargo, este trabajo se aboca a la diversidad y abundancia de coleópteros acuáticos capturados al vuelo por trampa de luz, por lo cual también proporciona información sobre la capacidad de dispersión de este grupo y su estacionalidad. Así, la composición faunística encontrada es distinta a la previamente descrita por estudios que utilizaron métodos de recolección directos del ambiente acuático.

## **Antecedentes**

De la clase Insecta, el orden Coleoptera es el que tiene mayor número de especies. Está representado por aproximadamente 350 000 especies descritas, las cuales corresponden al 38 % del total de hexápodos y al 40 % de los artrópodos terrestres (Grimaldi y Engel, 2005). Los coleópteros presentan metamorfosis completa u holometábola y se les distingue de otros insectos por presentar partes bucales masticadoras, ojos bien desarrollados y el primer par de alas esclerotizadas, las cuales son denominadas “élitros”, y que a manera de estuche protegen a las alas posteriores que son membranosas (Triplehorn y Johnson, 2005).

### **Los coleópteros acuáticos**

Dentro del orden Coleoptera, de 25 (McCafferty, 1981; White y Roughley, 2008) a 30 (Archangelsky *et al.*, 2009) familias son consideradas acuáticas o semiacuáticas en las regiones Neártica y Neotropical, respectivamente, las cuales están representadas por alrededor de 10 000 especies en el mundo (Archangelsky *et al.*, 2009). Estas familias se distinguen del grupo de escarabajos terrestres por desarrollar el estado larval, adulto o ambos, dentro del agua (Spangler, 1982). El número de especies registrado en las familias es mayor en los trópicos, sin embargo existen especies adaptadas a ambientes fríos, restringiendo su distribución a áreas más pequeñas. En México, el mayor número de registros de especies acuáticas se concentra en las familias

Dytiscidae e Hydrophilidae (Cuadro 1), las cuales también presentan los valores más altos para el estado de Morelos.

Cuadro 1. Número de especies descritas de las familias registradas en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH (modificado de Arce-Pérez, 1995).

Familia	Mundo	América del Norte	México
Dytiscidae	2500	500	179
Gyrinidae	700	60	25
Noteridae	250	14	18
Hydrosaphidae	13	1	1
Epimetopidae	27	4	3
Georissidae	77	3	1
Hydrochidae	164	27	3
Hydrophilidae	2336	250	129
Total	6067	859	359

**Estados de desarrollo de un coleóptero acuático.** De acuerdo con McCafferty (1981), las características de los estados de desarrollo de los coleópteros acuáticos son las siguientes. En las especies asociadas al medio acuático, la larva es casi siempre acuática (una excepción es Dryopidae, con larvas terrestres). Existe un amplio rango de tamaño en larvas maduras, que va de 2 a 60mm. Las larvas pasan casi siempre por tres estadios. Poseen una cápsula cefálica esclerotizada, partes bucales bien desarrolladas, ojos poco desarrollados y ocelos, así como antenas desarrolladas de forma variable. Las patas suelen estar bien desarrolladas cuando están presentes. El abdomen posee de ocho a 10 segmentos y en algunas especies tiene filamentos terminales, branquias, espuelas o propatas. La pupa casi siempre es terrestre y es de tipo exarada, con apéndices no fusionados al cuerpo y con antenas de 11 segmentos o menos. Casi todos presentan el cuerpo fuertemente esclerotizado, de forma oval a alargada y usualmente compacto. Llegan a medir de 1 a 40mm. El abdomen presenta de cinco a nueve segmentos. En la mayoría de las familias las patas medias y posteriores portan sedas hidrófugas. Los tarsos presentan de tres a cinco segmentos, con una o dos uñas.

**Hábitat.** Los coleópteros acuáticos y semiacuáticos ocupan un amplio espectro de hábitats, que van desde sistemas fríos de montaña, ríos rápidos, grandes ríos, lagos, estanques, pantanos, charcas temporales, así como aguas salobres, estuarios y la zona intermareal marina, pero la mayoría de las especies de escarabajos acuáticos viven en sistemas de agua dulce (White y

Roughley, 2008). Las aguas lénticas corresponden a aguas tranquilas como lagos, lagunas o pantanos y las aguas lólicas corresponden a aguas corrientes como arroyos y ríos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de los diferentes tipos de hábitat de coleópteros acuáticos<sup>1</sup> (Huryn *et al.*, 2008). A = adultos, L = larvas.

Léntico			Lótico	
Limnética	Litoral	Profunda	Zona erosional	Zona deposicional
Gyrinidae (A)	Dytiscidae (A, L) Gyrinidae (A, L) Noteridae (A, L) Hydrochidae (A, L) Hydrophilidae (A, L) Elmidae (A, L) Scirtidae (L)	No hay registros	Hydroscaphidae (A, L) Hydrochidae (A, L) Elmidae (A, L) Psephenidae (L)	Dytiscidae (A, L) Gyrinidae (A, L) Georissidae (L) Hydrophilidae (A, L)

<sup>1</sup>Se listan solo las familias que han sido registradas en RBSH.

De acuerdo con McCafferty (1981), Huryn *et al.* (2008) y Merritt *et al.* (2008b), las aguas lénticas se subdividen en zonas limnética, litoral y profunda. La zona limnética incluye la superficie del agua y una porción del lago que se halla por encima de la zona profunda. En esta zona es posible hallar organismos pertenecientes al necton, plancton y pleuston. A los organismos moradores de la superficie del agua se les categorizan dentro del pleuston, como ejemplo está Gyrinidae. Los organismos del necton son buenos nadadores, como Noteridae y Dytiscidae; en cambio, los organismos del plancton se caracterizan por ser buenos flotadores y dependen de la corriente de agua para trasladarse de manera horizontal, como *Chaoborus* (Diptera). La zona litoral es la porción de la orilla de un lago que está siendo afectada por el oleaje, está representada por organismos escavadores, saltadores, nadadores, buceadores, diferentes tipos algas y vegetación acuática emergente. La zona profunda se caracteriza por ser una zona en donde los organismos fotosintéticos no están presentes y existe muy poca variación de temperatura, y en ella puede hallarse Chironomidae (Diptera). Las aguas lólicas se subdividen en zona erosional, caracterizada por sedimentos grandes, típica de ríos rápidos, y zona deposicional, que se caracteriza por sedimentos finos y es típica de remansos y márgenes.

**Adaptaciones de los coleópteros a la vida acuática.** En el medio acuático los cambios en factores físicos, químicos y biológicos suceden de manera más pausada en comparación al medio terrestre. Las modificaciones en estos factores repercuten consecuentemente en las poblaciones de insectos, por lo que los organismos han desarrollado diversas estrategias adaptativas que les permite ser tolerantes ante dichos cambios (Williams, 1992). En general, los coleópteros acuáticos, como otros insectos, se enfrentan a fuertes desecaciones del medio, variación en las concentraciones de gases como el oxígeno, así como de contaminantes, depredadores, parásitos, reducción de espacio y competencia entre las especies del mismo rol ecológico (Williams, 1996; Bilton *et al.*, 2001). Entre las diferentes adaptaciones se hallan las formas de obtención del oxígeno, la locomoción, la construcción de refugios en estado pupal, la estacionalidad en ciclos reproductivos, así como el mecanismo de escape y defensa contra depredadores (Spangler, 1982; Arce-Pérez, 1986; Williams, 1992; White y Roughley, 2008).

*Locomoción.* Para su desplazamiento en el medio acuático, los coleópteros acuáticos adultos han desarrollado un cuerpo de forma hidrodinámica, como en Hydradephaga, así como la reducción o cambio de talla en apéndices, como las patas medias y traseras en Gyrinidae. Para la fijación a un substrato, principalmente en casos de corrientes rápidas, algunos portan uñas largas, como en Dryopidae y Elmidae. También, en algunas especies existen cojinetes en tarsos del primero y segundo par de patas, como en varios Dytiscidae y Noteridae, que sirven para adherirse a la hembra en época reproductiva.

*Dispersión y capacidad de vuelo.* La dispersión, es un fenómeno que puede estudiarse de manera individual o poblacional en los organismos e implica dos diferentes tipos de transporte, pasivo o activo (Bilton *et al.*, 2001). Este fenómeno ecológico, les permite a los organismos dispersarse a nuevos sitios (Lincoln *et al.*, 1998) proveyéndoles de espacio, alimento o pareja reproductiva, principalmente. El transporte pasivo es aquel en donde el organismo requiere de un externo que lo disperse. Un ejemplo de transporte pasivo es el caso del gasterópodo *Ancylus fluviatilis*, que depende del escarabajo acuático *Acilius sulcatus* (Dytiscidae) para dispersarse en etapa de huevo y adulto. Mientras que el transporte activo es el resultado del esfuerzo individual del organismo. Un ejemplo de transporte activo es en hembras de *Helophorus brevipalpis* (Hydrophilidae), que se dispersan para ovopositar en nuevos sitios (Williams y Feltmate, 1992). Para que se efectúe la dispersión se requiere de diversos estímulos, los cuales pueden actuar de manera individual o en combinación. Entre los más comunes están la búsqueda de alimento, de pareja reproductiva y de

sitios adecuados para ovopositar, así como los cambios en la temperatura del agua y del ambiente, la duración del fotoperíodo, la salinidad del agua, la concentración de oxígeno disuelto, la presencia de contaminantes y de depredadores o parásitos (Williams, 1996; Bilton *et al.*, 2001).

En los coleópteros acuáticos, el primer evento de dispersión que se registra es al momento de emerger de la pupa, donde utilizan el vuelo para llegar a un medio acuático (Williams y Feltmate, 1992). Se sabe que para que este evento se presente, es necesario que los organismos posean estructuras musculares que les faciliten el vuelo. En general, se trata de un complejo muscular que se localiza por debajo del metaterguito (el cual está bien esclerotizado) y que se subdivide en músculos medios metatorácicos, discos musculares en la pleura, músculos alares, músculos flexores alares y el músculo relajador extensor (Jackson, 1955).

En coleópteros acuáticos se ha reportado que cambios extremos en la temperatura o la desecación generan de manera disparada su dispersión (Velasco y Millan, 1998; Stevens *et al.*, 2007; Miguélez y Valladares, 2008). Muchos escarabajos acuáticos sobreviven como adultos por la capacidad de volar que presentan para dispersarse a nuevos cuerpos de agua, así como por su capacidad de mantenerse cerca de los cuerpos de agua a los que posteriormente regresarán cuando se establezca el nivel de agua en los mismos (Wiggins *et al.*, 1980).

*Mecanismos de defensa.* Implican conductas, estructuras o patrones de coloración que ayudan al individuo a defenderse, alejarse u ocultarse (Cuadro 3). Algunas familias del suborden Adephaga, como Dytiscidae y Noteridae, presentan una glándula pigidial o protorácica, la cual ayuda a la producción de esteroides que les da un olor característico y los hace incomibles. La familia Gyridae, en cambio, produce un compuesto aromático denominado terpeno que les da el olor característico a manzana y les ayuda a alejar depredadores. En el suborden Polyphaga no hay registros de glándulas (White y Roughley, 2008).

Cuadro 3. Mecanismos de defensa utilizados en coleópteros adultos<sup>1</sup> (White y Roughley, 2008).

	Producción de sustancias químicas por glándula pigidial o protorácica	Cuerpo esclerotizado	Presencia de espinas o espuelas	Rapidez de movimiento al disturbio del agua	Nado rápido	Mimetismo con los sedimentos o vegetación
Dytiscidae	X			X	X	
Gyrinidae	X			X	X	
Noteridae	X		X	X	X	
Hydroscaphidae		X				X
Epimetopidae		X				X
Georissidae		X				X
Hydrochidae		X				X
Hydrophilidae		X				
Elmidae		X				X
Psephenidae						X
Scirtidae						X

<sup>1</sup>Se listan solo las familias que han sido registradas en RBSH.

*Respiración.* De los dos grandes tipos de respiración en insectos acuáticos, sistema traqueal abierto y sistema traqueal cerrado, los coleópteros suelen utilizar el primero (Cuadro 4). En el sistema abierto, el oxígeno es tomado directamente del aire atmosférico y el intercambio de gases se realiza a través de los espiráculos y el sistema traqueal. Cuando la cantidad de espiráculos presentes es de entre ocho y 10 pares, el sistema se denomina polipneustico; si únicamente se hallan dos pares, el sistema se denomina oligopneustico. El sistema de respiración cerrada, o apneustico, se le denomina así por carecer de espiráculos.

Los escarabajos adultos suelen tomar el oxígeno de la atmósfera o del almacenado en tejido de plantas. Para ello, los espiráculos están protegidos por lóbulos carnosos o pelos hidrófobos que repelen el agua. Estos pelos hidrófobos permiten la formación de una burbuja de aire para el almacenamiento de oxígeno. Otro mecanismo es el plastrón, formado por sedas hidrófugas microscópicas, muy delgadas que repelen el agua, el cual funciona como reservorio de aire temporal o permanente y lo presentan algunas familias de escarabajos acuáticos como Elmidae y Dryopidae.

Cuadro 4. Sistema de respiración utilizado por coleópteros acuáticos (modificado de Resh *et al.*, 2008).

Familia	Opción de respiración	Sistema traqueal	Fuente de oxígeno
Dytiscidae, Hydrophilidae (larvas)	Atmosférica	Abierto	Atmósfera
Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae, Hydrophilidae (adultos)	Reserva de aire temporal	Abierto	Atmósfera y disuelto
Noteridae (larvas)	Aerénquima	Abierto	Tejido de raíces de plantas
Hydrophilidae, Elmidae (adultos),	Reserva de aire en el plastrón	Abierto	Disuelto
Hydrosaphidae (larvas), Psephenidae (pupa) <sup>1</sup>	Branquias espiraculares	Abierto	Disuelto
Psephenidae	Branquias traqueales y/o cutánea	Cerrado	Disuelto

1. Hinton (1969), indica que Torridincolidae y Psephenidae son las únicas familias de coleópteros acuáticos capaces de formar un plastrón en estado de pupa.

En Adephaga (Fig. 1A), los individuos utilizan la punta de los élitros y el último segmento abdominal para romper la tensión superficial del agua y, el sitio de almacenamiento es una burbuja de aire localizada por debajo y en el margen de los élitros (Gullan y Cranston, 1994; Huryn *et al.*, 2008; Resh *et al.*, 2008). De igual manera, en Myxophaga se utiliza el último segmento abdominal para romper la tensión del agua formando una burbuja de aire en el margen posterior de las alas (Arce-Pérez, 1997). En cambio, en Polyphaga (Fig. 1B) se utiliza el último segmento antenal que está cubierto de sedas para romper la tensión del agua, y generalmente retienen el aire en un plastrón (Pirisinu, 1981).

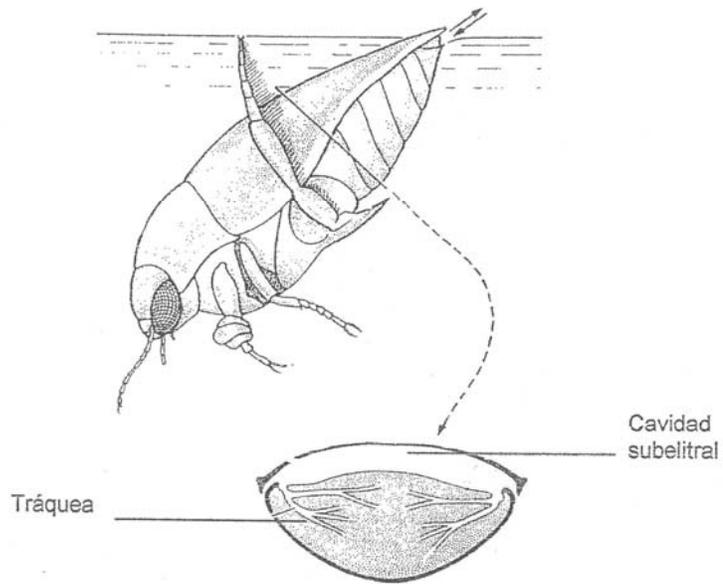


Figura A)



Figura B)

Fig.1. Intercambio de oxígeno y almacenamiento del gas en A) Adepaga (tomado de Gullan y Cranston, 2000), B) Polyphaga.

**Estudios sobre dispersión y atracción a trampa de luz en México.** Hasta donde se tiene conocimiento, no se cuenta con información sobre la dispersión de los coleópteros acuáticos en el estado, ni para el resto del país. En México, los registros que se tienen sobre dispersión por medio del vuelo han sido con escarabajos terrestres y de manera indirecta, al utilizarse trampa de luz como medio de recolección. Se han registrado con esta técnica grupos como Cerambycidae, Cantharoidea, Elateridae, Staphylinidae y Melolontidae (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000; Zurita-García, 2004; Méndez Aguilar *et al.*, 2005; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009). En otros países sí se han registrado diversos eventos de dispersión en coleópteros acuáticos (Miguélez y Valladares, 2008), no obstante, la mayoría de registros se basan en observaciones casuales (p. ej., Ribera *et al.*, 1996; Velasco y Millan, 1998; Stevens *et al.*, 2007).

**Estudios sobre los coleópteros acuáticos en el estado de Morelos.** Los informes sobre la fauna de escarabajos acuáticos en el estado de Morelos indicaban 54 géneros y 110 especies (Arce-Pérez, 1995) y, más recientemente, 55 géneros y 124 especies (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001). Dichos informes incluyen especies principalmente recolectadas a través de métodos directos de captura (red de bentos, etc.). En el Apéndice 1 se citan los trabajos de los últimos 30 años para Morelos, los cuales se han enfocado en gran medida al campo taxonómico.

Existe un estudio sobre la fauna de coleópteros acuáticos en la RBSH, el cual incluyó la utilización de trampa de luz, además de otras técnicas para recolección directa del medio acuático (Cruz-Miranda, 2002). Ese estudio aportó información sobre la fauna de escarabajos acuáticos, hábitat, abundancia relativa y estacionalidad, así como la determinación de parámetros físicos y químicos del medio en tres arroyos (Arroyo Chico, Arroyo Juchitlán y Río Quilamula) de la Reserva. El uso de la trampa de luz en ese estudio no fue de manera sistemática, por lo que no se obtuvo información sobre patrones de vuelo de los coleópteros a trampas luminosas a lo largo del año. El número de ejemplares recolectados fue de 7 077, de los cuales 198 fueron larvas, con una riqueza de nueve familias y 23 géneros (Apéndice 2). El nivel taxonómico de identificación fue de género, algunos ejemplares de Dytiscidae fueron determinados solo a tribu.

## Objetivo general

- Documentar la entomofauna de coleópteros acuáticos adultos atraídos a trampa de luz en la presa “Lorenzo Vázquez”, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (RBSH), Morelos.

## Objetivos particulares

- Registrar la riqueza de géneros de escarabajos acuáticos del área de estudio.
- Registrar la abundancia de los coleópteros acuáticos que fueron atraídos a trampa de luz.
- Describir el patrón fenológico de abundancia y riqueza de las familias y géneros de escarabajos acuáticos.
- Proporcionar diagnosis y fotografías de los géneros hallados en este estudio para facilitar su identificación.

## Área de Estudio

**Localización.** La Reserva de la Biósfera de la Sierra de Huautla (RBSH) está ubicada dentro de la provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico, subprovincia del Sur de Puebla (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000; Anónimo, 2007a). Se localiza al sur del estado de Morelos, en la Cuenca del Río Balsas (Castro-Franco *et al.*, 2006). Se halla entre las coordenadas geográficas 18° 20' 10" a 18° 34' 20" de latitud norte y 98° 51' 20" a 99° 08' 15" de longitud oeste (Noguera *et al.*, 2002; González-Soriano *et al.*, 2008). Cubre una superficie de 2 959 km<sup>2</sup> (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000) distribuidos a lo largo de 5 municipios: Amacuzac, Jojutla, Puente de Ixtla, Tlaquiltenango y Tepalcingo (Fig. 2). Es un área natural protegida federal con carácter de reserva desde 1999 (Semarnat, 2005), una región terrestre prioritaria o RTP (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000), así como un área de importancia para la conservación de las Aves o AICA (Argote-Cortés *et al.*, 1999). De los municipios que conforman a la RBSH, Tlaquiltenango, a una altitud promedio de 911 msnm, es el más grande con una extensión de 581.778 km<sup>2</sup>, que representa el 11.3 % del territorio estatal (INEGI, 2011). En este municipio se encuentra la localidad de Cruz Pintada y en ella la presa Lorenzo Vázquez, la cual se ubica en el cauce del río Quilamula. Dicha presa, que tiene una orientación noroeste-sureste (Fig. 2), constituye uno de los recursos hidrológicos importantes para la Selva Baja Caducifolia que allí se concentra. En el lado norte de la porción sureste de la

presa, se encuentran las antiguas instalaciones del el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, CEAMISH, (Semarnat, 2005), a 2.5 km al norte y 4 km al oeste del poblado de Huautla. La ubicación geográfica del CEAMISH es 18° 27.671' N y 99° 02.475' W (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000).

**Orografía y tipo de suelo.** En la RBSH predomina un rango altitudinal de 800 a 1500 msnm (Valenzuela *et al.*, 2010). La mayor parte de la Sierra de Huautla presenta montañas o pequeños cerros, los cuales poseen roca caliza tipo sedimentaria perteneciente al Cretácico Inferior, así como rocas ígneas volcánicas o metamórficas, como la diorita y el granito, además de sedimentos continentales de areniscas y lutitas, y depósitos yesíferos lacustres del Mioceno (Semarnat, 2005). El mosaico edáfico lo constituyen el feozem háplico (Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000), que se caracteriza por presentar una capa oscura superficial de materia orgánica y nutrientes; el feozem calcáreo, que es el más fértil para las actividades agropecuarias; el litosol, presente en las zonas de laderas, así como el regosol eútrico y vertisol pélico en menor proporción e importancia (Maldonado-Almanza, 1997).

**Clima.** De acuerdo con la clasificación de García (1983), el clima en la RBSH es de tipo Awo´(i)g o el más seco de los subhúmedos, con lluvias principalmente durante el verano. Se presentan dos períodos climáticos bien definidos, del mes de mayo a octubre con lluvias y de noviembre a abril con secas (Castro-Franco *et al.*, 2006). Durante el año de trabajo de campo (período de noviembre de 1995 a Octubre de 1996) en el municipio de Tlaquiltenango, la temperatura mínima se registró en el mes de enero y la máxima en el mes de mayo, con la mayor precipitación del mes de junio a agosto (Apéndice 3).

**Hidrografía.** La Reserva presenta tres ríos importantes: al oriente se localiza el arroyo Quilamula, hacia el norte cerca de Nexapa se localiza el río Cuautla, y hacia la región de Cerro Frío, se ubica la subcuenca del río Salado, drenando todos hacia el Amacuzac (Semarnat, 2005).

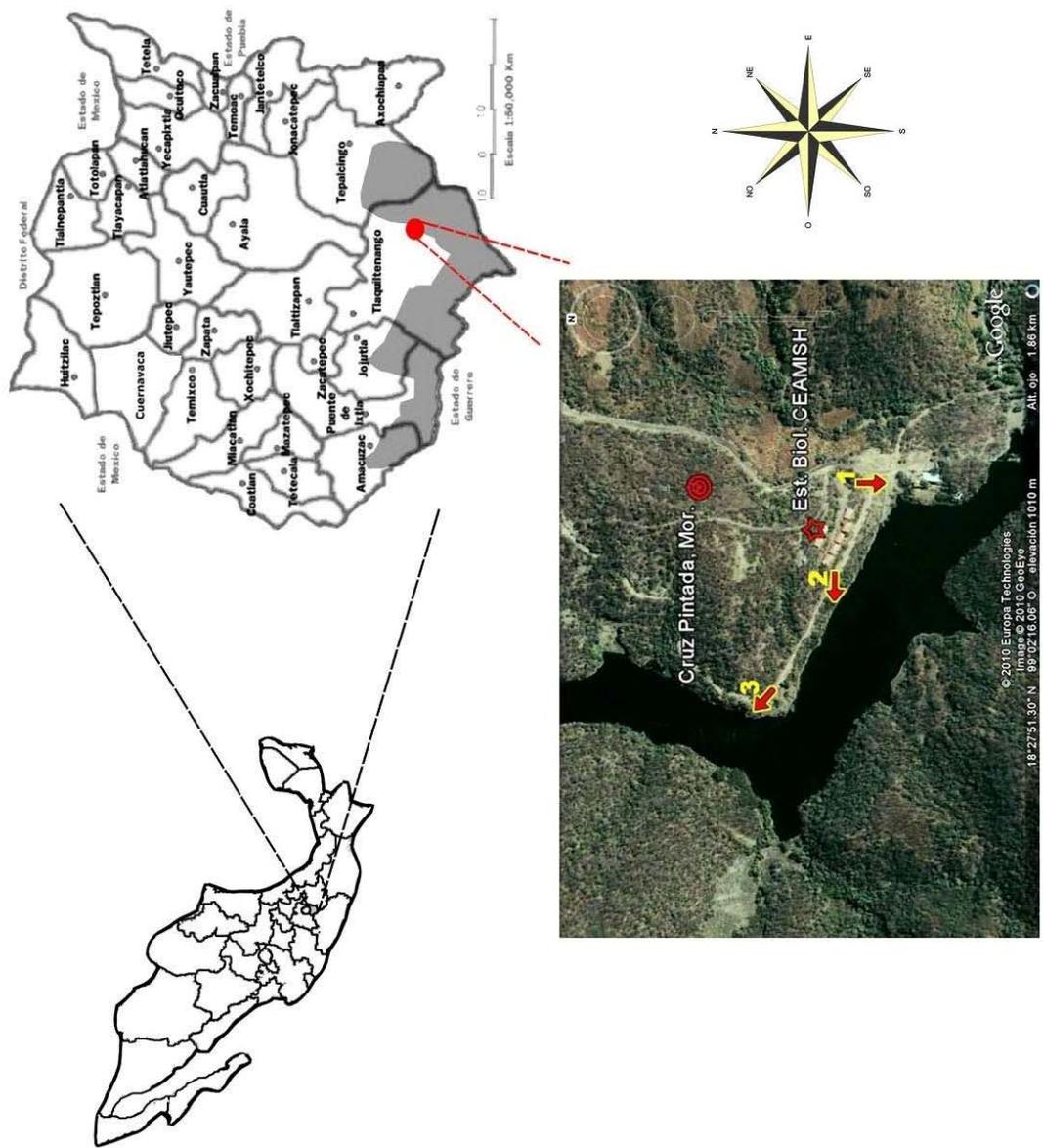


Figura 2. Localización de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (RBSH). En detalle, la presa “Lorenzo Vázquez”, las instalaciones de la antigua estación del CEAMISH y la ubicación de las trampas de luz.

**Vegetación.** La RBSH está representada por selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio (Rzedowski, 1978) en un 90%. Este tipo de vegetación ocupa 8% del territorio del país (Semarnat, 2005) y se caracteriza porque la altura de la mayoría de los árboles varía de 4 a 10 m, en ocasiones hasta 15 m, con un diámetro que no sobrepasa los 50 cm (Rzedowski, 1978). En la Reserva, la selva baja caducifolia presenta dos tipos de paisajes caracterizados por la estacionalidad climática. El primero en época de lluvias (mayo-octubre), cuando la vegetación luce exuberantemente verde, el cual contrasta con la época de secas (noviembre-abril) cuando los árboles pierden sus hojas y se muestran de un color grisáceo (Dorado *et al.*, 2002). Las asociaciones vegetales son principalmente cactáceas columnares o candelabroiformes, representadas por *Myrtillocactus* spp. (Maldonado-Almanza, 1997), y en menor proporción el bosque templado dominado por encinos o pinos, así como la vegetación de las cañadas con árboles de selva mediana subcaducifolia de talla más grande. Se han documentado 967 especies de plantas vasculares, incluidas en 130 familias y 469 géneros (Dorado *et al.*, 2002), de las cuales destacan por su abundancia Fabaceae, Poaceae y Asteraceae (Semarnat, 2005). Los géneros dominantes son *Bursera*, *Neobuxbaumia*, *Comodaclia*, *Ceiba*, *Ipomea*, *Acacia*, *Haematoxylon*, *Lippia*, *Lysiloma*, y *Euphorbia* (Rzedowski, 1978). Se conoce una especie endémica perteneciente a la familia Fabaceae, *Brongniartia vazquezii* (Valenzuela *et al.*, 2010).

**Vegetación acuática.** En un estudio realizado por Lot y Novelo (1990), se indica que la vegetación acuática en el estado de Morelos es la mejor conocida en comparación con las de otros estados, agrupando a estas especies en siete formas de vida dominantes. Entre las especies sobresalientes en la región del Amacuzac, destacan: *Ludwigia repens* o ludwigia rastrera, *Ceratophyllum demersum* o cola de zorro y *Eichhornia crassipes* o jacinto de agua (Anónimo, 2007b).

**Fauna y otros grupos.** Los estudios faunísticos en Morelos reportan 123 especies de anfibios y reptiles (Dorado *et al.*, 2002), de los cuales 63 especies están presentes en la RBSH (Aguilar *et al.*, 2003). Las especies de aves registradas en la Reserva suman 180 (Dorado *et al.*, 2002), más del 50 % de la avifauna de Morelos, de las cuales 10 son endémicas en el estado (Escalante-Pliego *et al.*, 1993). Los mamíferos están representados por 62 especies en la Reserva, de las cuales 33 corresponden a murciélagos, 10 a roedores, 13 a carnívoros y las seis restantes a órdenes distintos. Destacan cinco de las seis especies de felinos que existen en México, el

tlacuache (marsupial) y cinco de las 16 especies de murciélagos endémicos del país (Dorado *et al.*, 2002). La fauna ictiológica registra ocho especies en la Reserva (Semarnat, 2005). Con respecto al los insectos, en el estado de Morelos se han registrado 1 509 especies, correspondientes solo al orden Coleoptera (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001). En la Reserva se conocen cerca de 2 200 especies de insectos (Semarnat, 2005), de las cuales 928 corresponden a Coleoptera (Pérez-Hernández, 2009) y están distribuidas en 61 familias (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000), mientras que las restantes pertenecen a otros órdenes. Además de las 12 especies endémicas de coleópteros pertenecientes a la familia Lampyridae (Valenzuela *et al.*, 2010), se ha reportado una especie endémica de nemátodo, *Acrobeles zapatai* (Mundo-Ocampo *et al.*, 2002), y una de la bacteria fijadora de nitrógeno *Rhizobium huautlense* (Dorado *et al.*, 2002).

## **Método**

El material utilizado para la realización de esta tesis fue obtenido del proyecto “Biodiversidad en Insecta: Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae) en tres zonas del Pacífico Mexicano”, bajo la responsabilidad del Dr. Santiago Zaragoza Caballero, investigador del Instituto de Biología, UNAM.

### **Trabajo de campo.**

Se inició en noviembre de 1995 y finalizó en octubre de 1996. Tres trampas de luz operaron durante cinco días de cada mes, con inicio en fase lunar de cuarto menguante, para obtener así una mayor atracción de los insectos (Márquez-Luna, 2005). En total se tuvieron 12 períodos de muestreo, los cuales para el análisis fueron divididos en dos estaciones, secas (noviembre a mayo) y lluvias (junio a octubre), de acuerdo con el patrón climático de García (1983) y estacional en vegetación de Rzedowski (1978). En cada noche se obtuvieron 3 muestras, una por trampa, las cuales sumaron 15 al final de cada salida. Al término del ciclo anual de muestreo se obtuvieron 180 muestras como resultado de 720 horas de atracción luminosa. De ese total de muestras, solo en 73 hubo escarabajos acuáticos. Los períodos de recolección, que fueron la unidad temporal de análisis de resultados, se muestran en el cuadro 4. La activación de las trampas fue de las 19 a las 23 horas, y en verano de las 20 a las 24 horas (Jiménez-Sánchez, 2003). El número de individuos obtenidos por trampa de luz y por período de recolección se muestran en los apéndices 4 y 5.

Cuadro 5. Períodos de de muestreo con trampa de luz en la presa “Lorenzo Vázquez, RBSH, de noviembre de 1995 a de octubre 1996.

Período	Mes	Fecha de recolección
Estación de secas		
1	Noviembre	16-20-XI-1995
2	Diciembre	13-17-XII-1995
3	Enero	13-17-I-1996
4	Febrero	12-16-II-1996
5	Marzo	12-16-III-1996
6	Abril	11-15-IV-1996
Estación de lluvias		
7	Mayo	08-12-V-1996
8	Junio	08-12-VI-1996
9	Julio	08-12-VII-1996
10	Agosto	05-09-VIII-1996
11	Septiembre	04-08-IX-1996
12	Octubre	04-08-X-1996

**Técnica de recolección.** Para la recolección se emplearon tres trampas de luz (Fig. 3). Cada una estuvo constituida por una luz mercurial y adyacente a ella una trampa tipo Minnesota (Southwood, 1971), que incluyó dos focos UV de 20 watts con y sin filtro, respectivamente (Jiménez-Sánchez, 2003). En la trampa Minnesota, los insectos pasan a través de un embudo colector de 20 cm de diámetro y se depositan en un recipiente con alcohol al 80%. Las fuentes de luz se colocaron frente a una pantalla blanca reflejante. Las muestras obtenidas fueron tomadas del recipiente recolector y fueron separadas en campo en bolsas rotuladas con los datos de la recolección: fecha, número de trampa y nombre del colector. Posteriormente, las muestras fueron identificadas a familia y depositadas en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM (CNIN-IBUNAM). Se enfatiza que los coleópteros acuáticos estudiados en este trabajo, en su totalidad, provienen de recolección en trampa de luz, lo cual proporciona una prueba directa de la capacidad de vuelo y del potencial de dispersión de un insecto (Ribera *et al.*, 1996).



Figura 3. Trampa de luz utilizada en este estudio.

**Localización de las trampas.** Las trampas fueron colocadas, respectivamente, en tres puntos a lo largo del lado norte de la porción sureste de la presa Lorenzo Vázquez, a una distancia aproximada de 300 m entre sí (Fig. 2). La trampa 1 se colocó en el costado sur de las antiguas instalaciones de la estación del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH), y estuvo separada del lago por la cortina de la presa. La trampa 2 fue colocada frente a las instalaciones del CEAMISH y, la trampa 3, se colocó más al norte y fue la más lejana. Así, solo las trampas 2 y 3 se colocaron frente a la presa. Las coordenadas geográficas son las siguientes: Trampa 1 ( $18^{\circ} 27' 47.51''$  N,  $99^{\circ} 02' 07.90''$  W), con una orientación sur; Trampa 2 ( $18^{\circ} 27' 49.28''$  N,  $99^{\circ} 02' 15.05''$  W), hacia el oeste y Trampa 3 ( $18^{\circ} 27' 53.59''$  N,  $99^{\circ} 02' 21.32''$  W), con orientación al noreste (Google Earth, 2011; Dr. Santiago Zaragoza, comunicación personal).

### **Trabajo de gabinete.**

En el laboratorio los ejemplares se separaron a nivel de familia, posteriormente fueron identificados a nivel de género con la ayuda de diversas claves taxonómicas (Cuadro 6). El nivel de género se aplicó también a la tribu Bidessini (Dytiscidae), que anteriormente no habían sido mencionados por su complejidad en la identificación (Cruz-Miranda, 2002). La clasificación

seguida es la aceptada en referencias de entomología general y entomología acuática, con excepción de algunas familias de Hydrophiloidea (Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), consideradas familias independientes de Hydrophilidae por Hansen (1991). Los ejemplares se depositaron en frascos viales de cristal con alcohol al 80% y dos etiquetas, una con datos de recolección (localidad, coordenadas, altitud, fecha de recolección, número de trampa y colectores) y otra con los datos de identificación (familia, género e identificador). Se excluyeron del estudio las familias Heteroceridae, Hydraenidae y Limnichidae, por su naturaleza semiacuática (Spangler, 1982; Navarrete-Heredia y Quiroz-Rocha; 2004; White y Roughley, 2008). Se excluyó la familia Elmidae, por una razón logística, dado el alto número de 24 000 ejemplares recolectados, que implicaría un tiempo considerable para su análisis. No obstante, la familia Elmidae es una de las más diversas y abundantes en la región neotropical, y de ella se han registrado 25 especies en el estado de Morelos (Santiago-Fragoso y Spangler, 2000), por lo cual será importante analizar sus datos en un estudio posterior.

Cuadro 6. Claves taxonómicas utilizadas para la identificación de los ejemplares de este estudio.

Referencia	Taxón
Leech y Chandler (1956)	Coleópteros acuáticos, géneros
Santiago-Fragoso y Vázquez-Navarrete (1989)	Coleópteros acuáticos, familias
Santiago-Fragoso y Vázquez-Navarrete (1990)	Coleópteros acuáticos, familias
Hansen (1991)	Hydrophiloidea, géneros
Epler (1996)	Coleópteros acuáticos, géneros
Arce-Pérez (1997)	Myxophaga, géneros
Arce-Pérez y Roughley (1999)	Hydradephaga, géneros
Van Tassell (2001)	Coleópteros acuáticos, géneros
White y Roughley (2008)	Coleópteros acuáticos, géneros

**Análisis de datos.** Los datos obtenidos fueron analizados por medio del coeficiente de correlación de Kendall con el paquete STATISTICA (StatSoft, 2006), lo que permite inferir y comprobar si existe alguna relación entre la riqueza, abundancia, y las posibles variables climáticas (temperatura y precipitación).

**Fotografía.** Luego de la identificación fueron tomadas una serie de fotografías de un ejemplar representativo de cada género. Se utilizó un microscopio LEICA (modelo Z16 APO-4) con una cámara LEICA (DFC490). Cada imagen se obtuvo a través de los módulos multifoco y montaje del programa *Leica Application Suite*, el cual integra una serie fotográfica en capas en una sola imagen.

## Resultados

### Riqueza taxonómica

Se registraron los subórdenes Adephaga, Myxophaga y Polyphaga, con un total de ocho familias y 22 géneros (Cuadro 7, Apéndice 6). El suborden Polyphaga estuvo representado por cuatro familias, mientras que Adephaga y Myxophaga por tres y una, respectivamente. En relación al número de géneros, Polyphaga y Adephaga tuvieron la mayor riqueza, con 11 y 10 géneros, respectivamente, mientras que Myxophaga tuvo un género. Los géneros *Celina*, *Crenitis*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Hydrochus*, *Laccobius* y *Laccodytes* se registran por primera vez para el estado de Morelos. El género *Suphisellus* se listó previamente (Cruz-Miranda, 2002), pero su registro, no ha sido publicado.

Con respecto a las épocas de muestreo, se observó que la mayor riqueza fue en época de lluvias (Fig. 4), durante el mes de junio, con 19 géneros, mientras que en la estación de secas la mayor riqueza se registró en marzo, con tres géneros. La menor riqueza para la estación de lluvias fue en septiembre con 7 géneros, y para la estación de secas ocurrió en diciembre y abril, con un género en cada uno.

Cuadro 7. Lista de géneros de coleópteros acuáticos recolectados en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH. La clasificación seguida es la de Hansen (1991, 1999), Nilsson (2001) y Nilsson y Van-Vondel (2005).

Suborden	Superfamilia	Familia	Subfamilia	Tribu	Género	
Adephaga	Carabeoidea	Gyrinidae	Enhydrinae		<i>Dineutus</i>	
			Copelatinae	Copelatini	<i>Copelatus</i>	
			Dytiscinae	Thermonectini	<i>Thermonectus</i>	
		Dytiscidae	Hydrophorinae		Hyphyrini	<i>Desmopachria</i>
					Bidessini	<i>Neoclypeodytes</i> <i>Uvarus</i>
					Methlini	<i>Celina</i>
					Laccophilini	<i>Laccodytes</i>
					Vatellini	<i>Macrovatellus</i>
Noteridae	Noterinae	Noterini	<i>Suphisellus</i>			
Myxophaga	Sphaerioidea	Hydroscaphidae			<i>Hydroscapha</i>	
Polyphaga	Hydrophiloidea	Epimetopidae Georissidae Hydrochidae			<i>Epimetopus</i> <i>Georissus</i> <i>Hydrochus</i>	
			Berosinae Chaetharthrinae	Berosini	<i>Berosus</i>	
				Chaetharthrini	<i>Chaetharthria</i>	
		Hydrophilidae	Hydrobiinae		<i>Anacaena</i> <i>Crenitis</i> <i>Paracymus</i>	
					Anacaenini	
			Hydrophilinae	Laccobini	<i>Laccobius</i>	
				Hydrophilini	<i>Enochrus</i> <i>Tropisternus</i>	

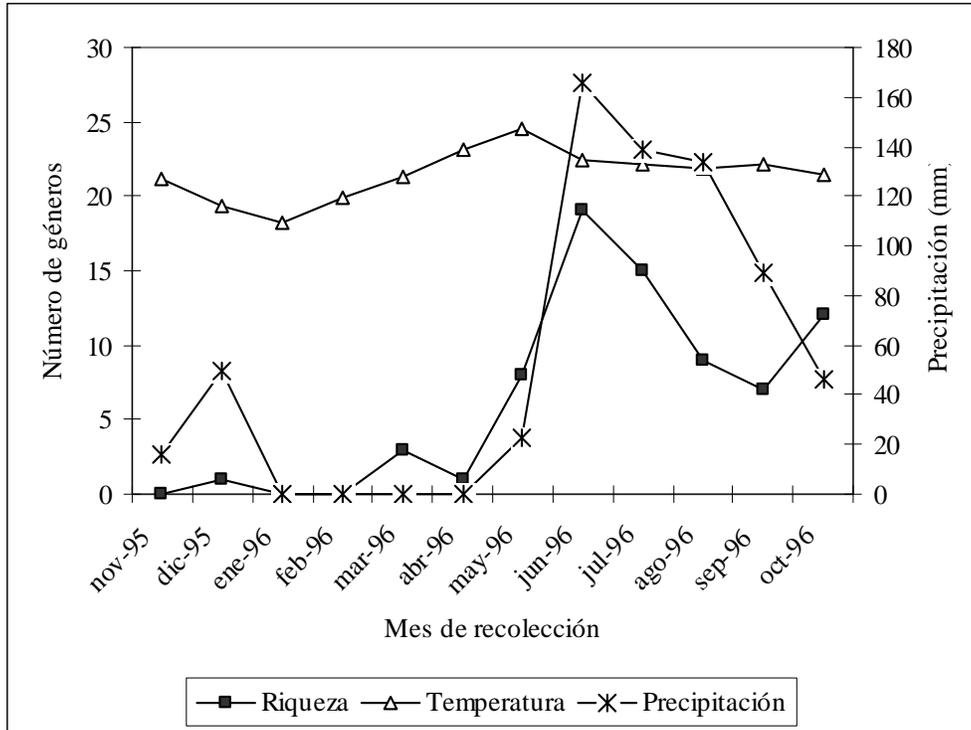


Figura 4. Relación de la riqueza con la temperatura y precipitación.

**Análisis de correlación.** Al comparar los datos entre la riqueza y las variables climáticas, temperatura y precipitación, se obtuvo que la correlación con la temperatura (Fig. 5) no fue significativa ( $r = 0.49396$ ,  $p = 0.128403$ , int. conf. = 0.95). En cambio, la correlación de la riqueza con la precipitación (Fig. 6), sí fue significativa ( $r = 0.84251$ ,  $p = 0.001179$ , int. conf. = 0.95). A partir de estos resultados, es posible inferir que la mayor riqueza en la estación de lluvias, ya que en ella se registran más del 90 % de los géneros, podría depender en cierta medida de la precipitación. De manera similar, en los meses con escasa precipitación (y fríos), el número de géneros hallados es mínimo, como el mes de diciembre en donde fue hallado sólo *Georissus* (Apéndice 6).

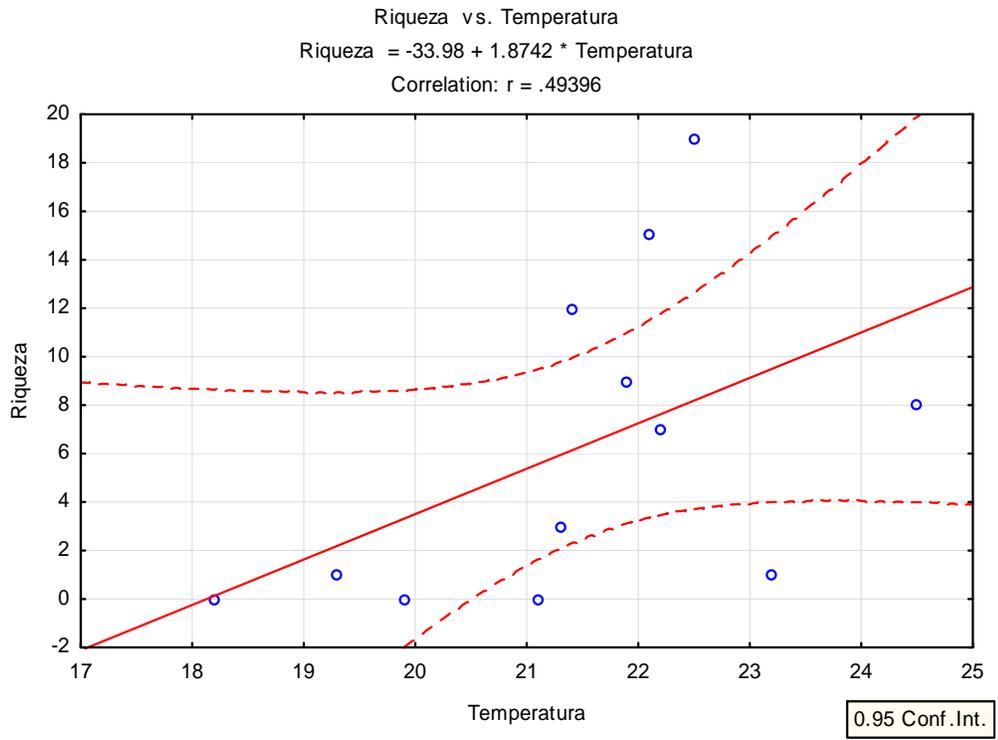


Figura 5. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura.

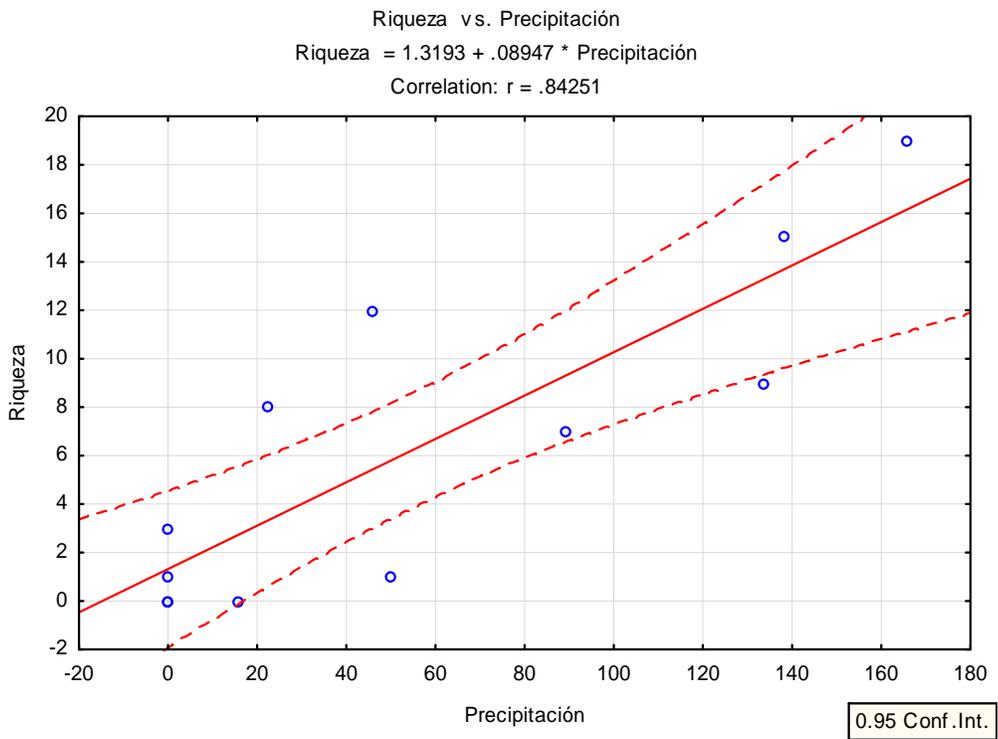


Figura 6. Análisis de correlación entre riqueza y precipitación.

**Riqueza de las familias.** El patrón de riqueza fue similar para Dytiscidae e Hydrophilidae. Cada una estuvo representada por ocho géneros (Cuadro 6, Apéndice 6), con una mayor riqueza en la estación de lluvias (Fig. 7). La riqueza más alta para Dytiscidae fue en junio, con siete géneros; similarmente para Hydrophilidae, su mayor riqueza fue en julio, con ocho géneros. Durante la estación de secas, la riqueza de géneros fue similar en las dos familias, con dos géneros en Hydrophilidae y uno en Dytiscidae, en ambos casos presentes en marzo. Durante secas, ambas familias estuvieron ausentes en los meses de noviembre a febrero. La riqueza de las seis familias restantes siguió un patrón similar (Apéndice 6, Fig. 7), con la riqueza más alta registrada en junio, con cinco de los seis géneros de estas familias. En diciembre, estación de secas, solo Georissidae estuvo presente.

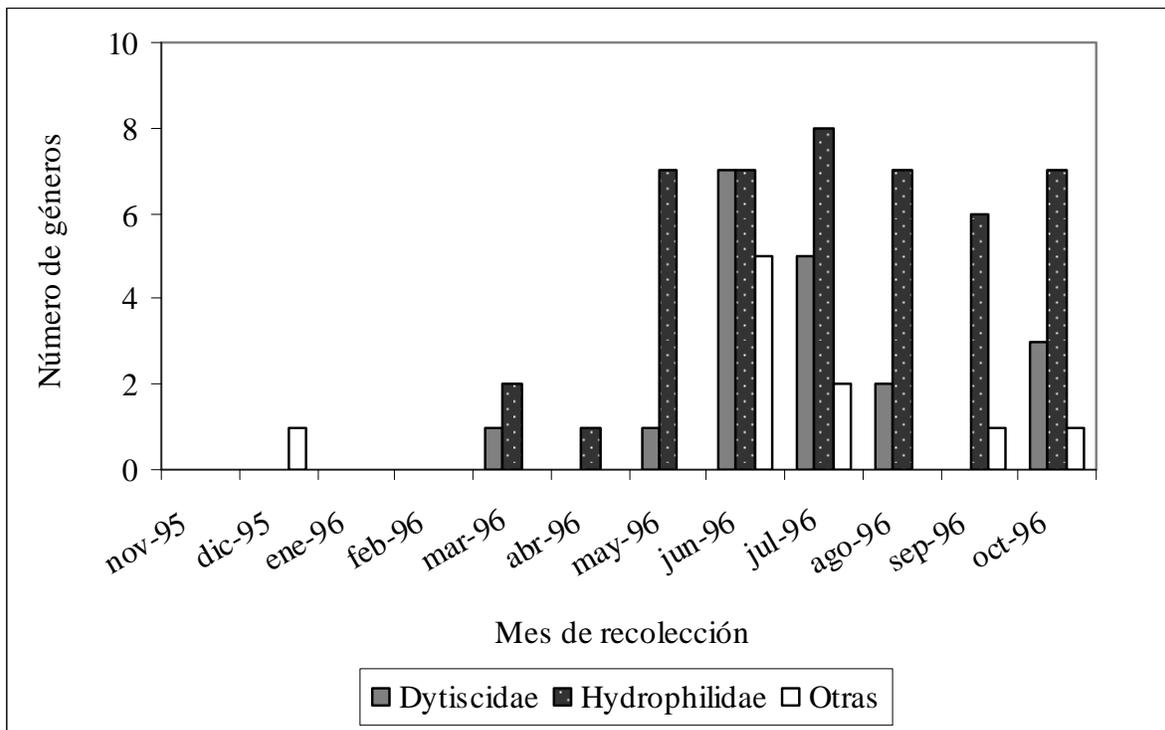


Figura 7. Distribución de la riqueza de las familias. Dytiscidae, Hydrophilidae y “otras”. En otras, se incluye a las seis familias con menor número de géneros.

## Abundancia.

Se recolectaron un total de 1 862 individuos de coleópteros adultos que fueron hallados en 73 muestras de un total de 180 (40.5 % de las muestras). Así mismo, el mayor número de individuos se registró en la estación de lluvias (Fig. 8), con un claro aumento en el número de individuos en el mes de mayo. Sin embargo, la mayor abundancia se registró en el mes de agosto, mientras que en la estación de secas se registró un mínimo de ejemplares. Al comparar ambas estaciones de recolección, fue evidente que durante los meses secos, de noviembre a abril, la recolección fue baja (52 ejemplares, 2.8% del total), en comparación con los meses de lluvia, de mayo a octubre, donde se obtuvo la mayor parte de la recolección (1 810 ejemplares, 97.2%; Apéndice 7).

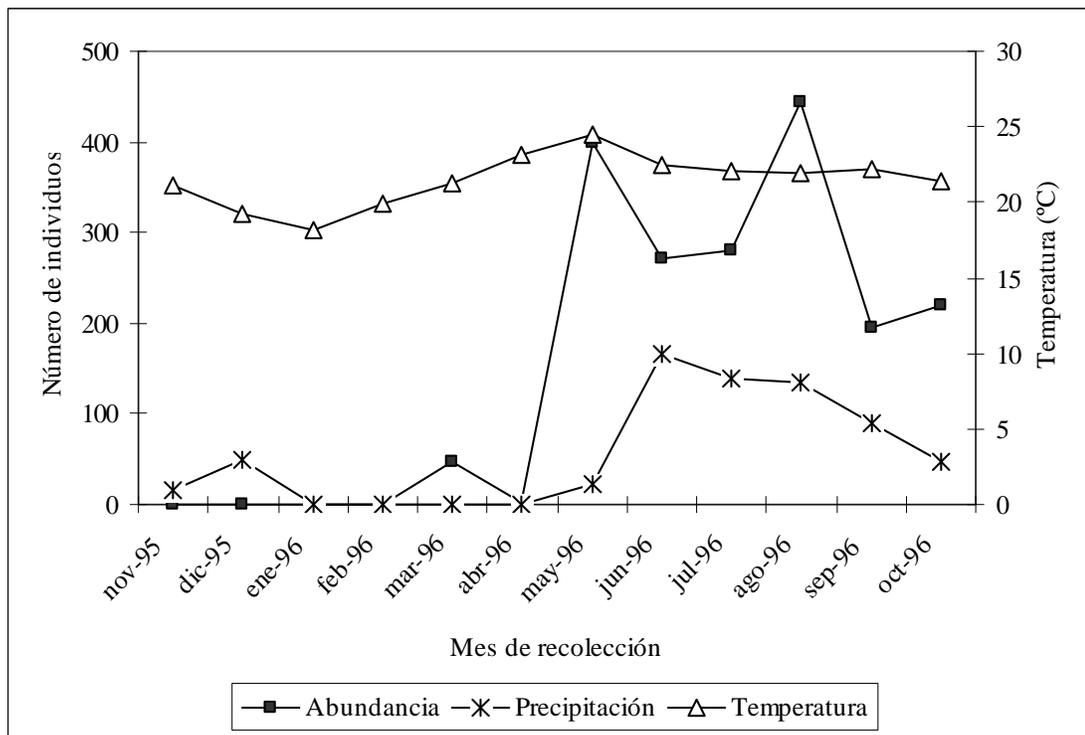


Figura 8. Patrón de distribución de la abundancia en relación con la temperatura y precipitación.

**Análisis de correlación.** La abundancia de coleópteros acuáticos tuvo una correlación significativa con ambas variables climáticas, temperatura y precipitación (Figs. 9 y 10). El coeficiente de correlación con la temperatura fue de  $r = 0.62875$  ( $p = 0.043135$ , int. conf. = 0.95), mientras que el coeficiente de correlación con la precipitación fue de  $r = 0.68115$  ( $p = 0.023632$ , int. conf. = 0.95). Es interesante que la abundancia sí parezca ser sensible a los cambios en temperatura, cuando la riqueza de géneros no tuvo una correlación significativa con esa variable. Por otra parte, la abundancia mostró un coeficiente de correlación más bajo en su relación con la precipitación, que en el caso de la riqueza.

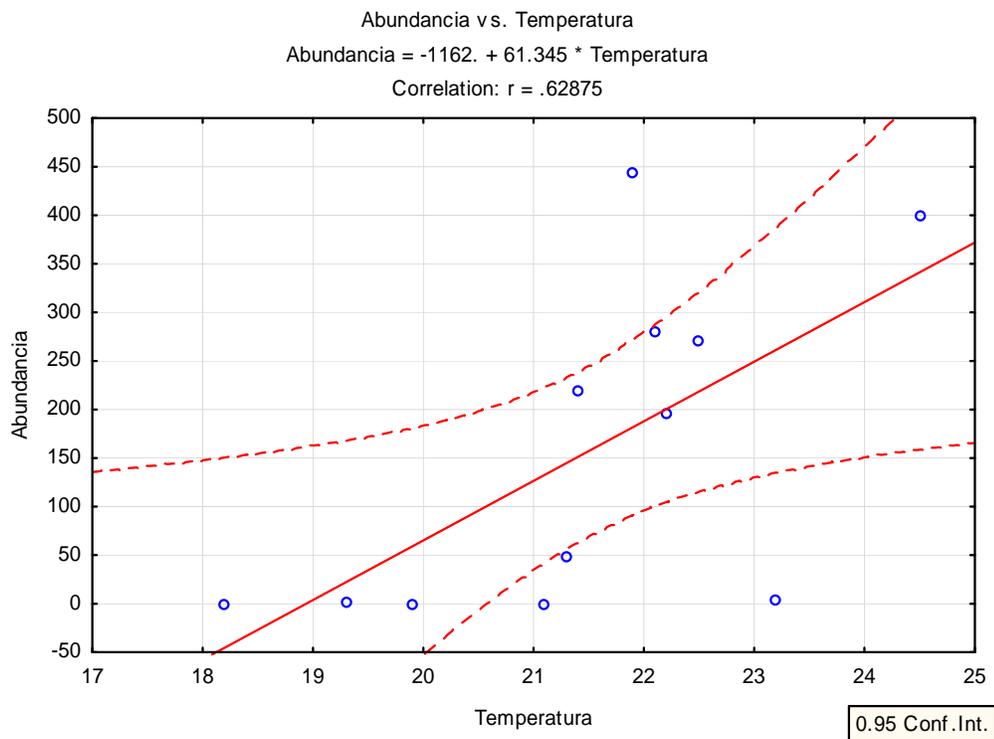


Figura 9. Análisis de correlación entre abundancia y temperatura.

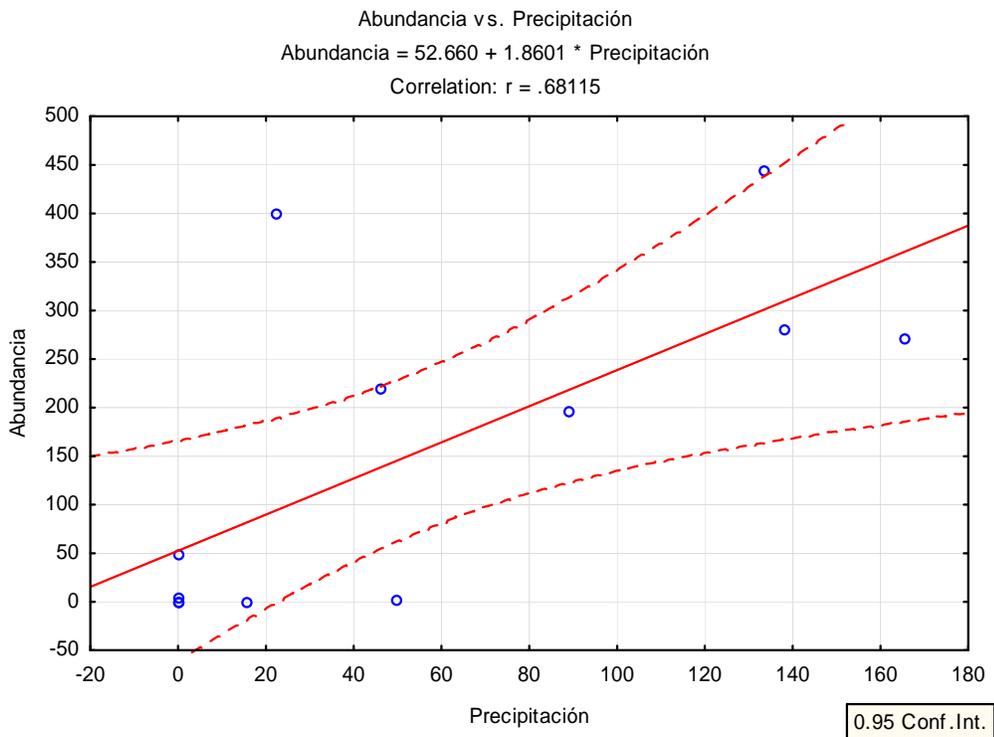


Figura 10. Análisis de correlación entre abundancia y precipitación.

**Análisis por trampa.** De las tres trampas de luz, en la trampa 3 (más lejana de instalaciones del CEAMISH, al noroeste) fue recolectado el mayor número de ejemplares, 764 individuos, seguida de la trampa 1 (alejada de instalaciones hacia el este, cerca de vegetación natural), con 613 individuos, y por último la trampa 2 (frente a instalaciones), con 485 individuos (Apéndice 4). Dentro del patrón estacional de mayor abundancia en la época de lluvias, en las trampas 2 y 3 el mayor número de ejemplares se registró en mayo, en cambio en la trampa 1, la mayor abundancia fue registrada en junio (Fig. 11). En cuanto a secas, se observó que la trampa 1 presentó ejemplares solo en marzo, mientras que la trampa 2 no capturó ejemplares en toda la estación y la trampa 3 registró ejemplares en diciembre, marzo y abril, con la mayoría de ejemplares de la estación capturados en marzo en esta última trampa.

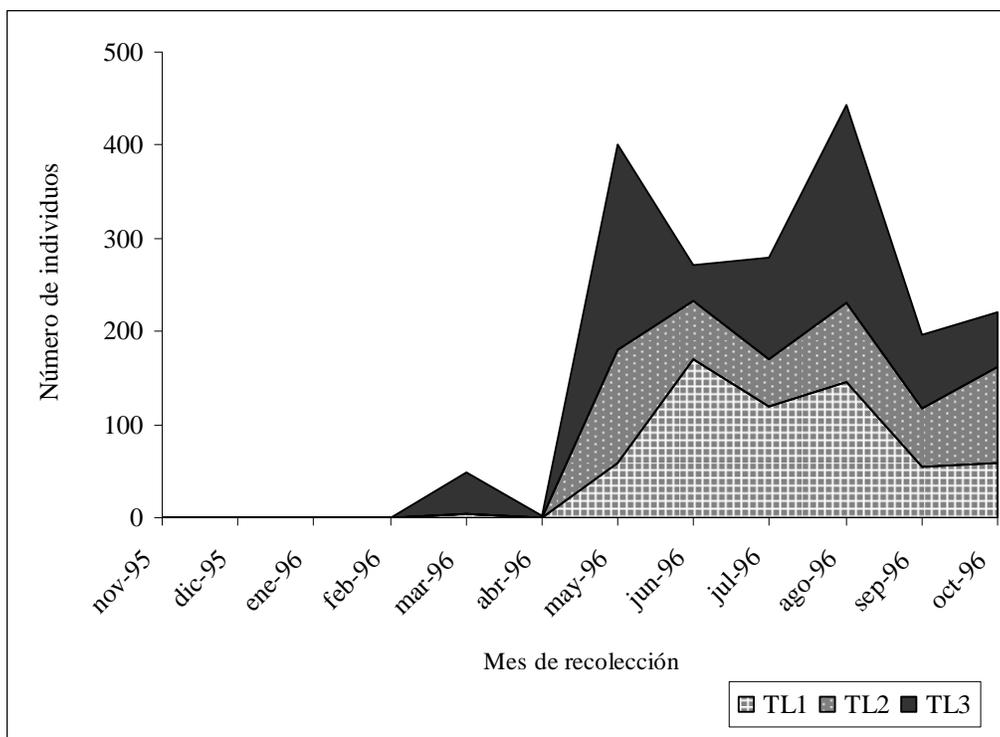


Figura 11. Abundancia mensual por trampa a lo largo del período de muestreo.

**Abundancia de subórdenes.** De los tres subórdenes registrados, Polyphaga presentó la mayor abundancia, con 1 754 individuos. Dicha abundancia correspondió a un 94.20% del total (Fig. 6), con amplia presencia en el período de muestreo. Del suborden Adephaga se registraron 107 individuos que corresponden a 5.75% del total, con mayor presencia en la estación de lluvias. La mayor abundancia para este suborden ocurrió en junio. Por último, el suborden Myxophaga solo estuvo representado por la familia Hydroscaphidae, con un individuo en el mes de julio (*ca.* 0.05% del total). Al comparar ambas estaciones climáticas, el mayor número de ejemplares registrado en cada estación correspondió al suborden Polyphaga.

Con respecto a la distribución de los subórdenes, se presentaron de manera homogénea en la estación de lluvias, con mayor número en el mes de agosto para Polyphaga, en junio para Adephaga y en julio para Myxophaga (Apéndice 7, cuadro A). Los primeros dos subórdenes estuvieron ausentes en noviembre, enero y febrero, estación de secas, posiblemente por las bajas temperaturas. Sin embargo, al comienzo de las lluvias en mayo, se registra un aumento en el número de ejemplares que se dispersan (Fig. 7).

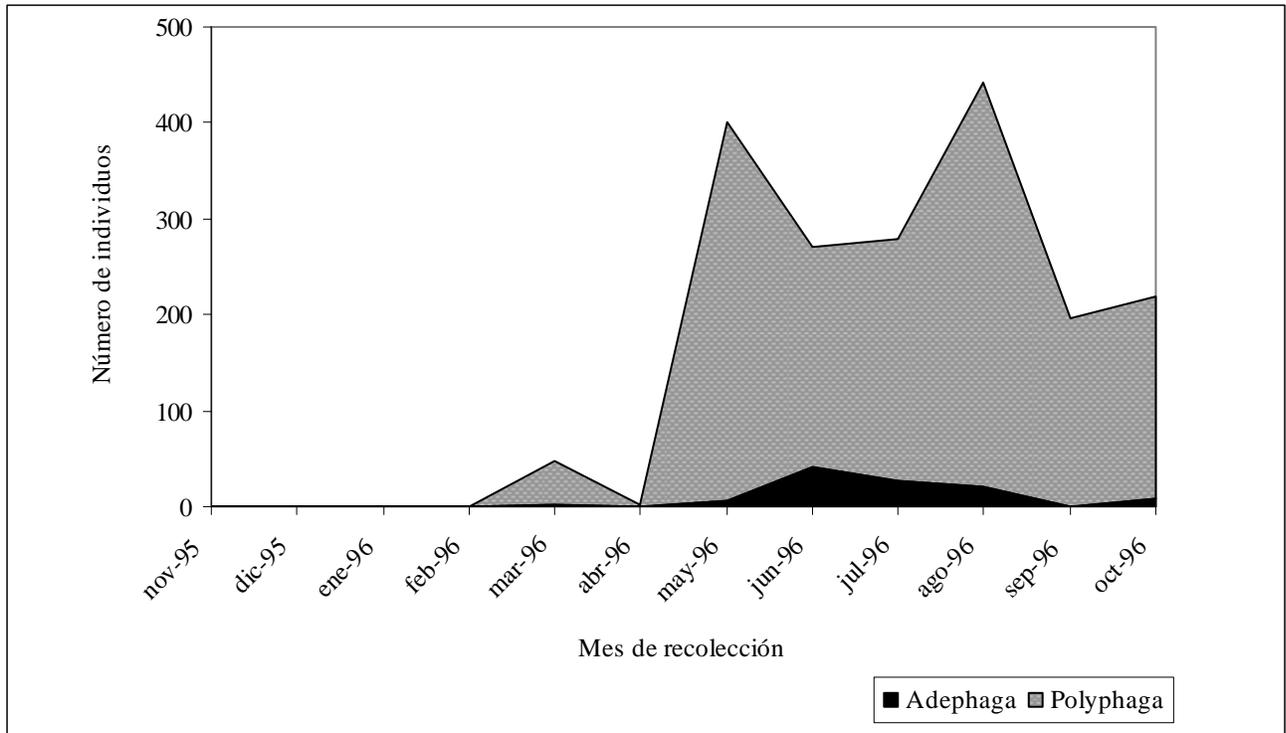


Figura 12. Distribución de la abundancia en los subórdenes Adephaga y Polyphaga.

**Abundancia de familias.** De las ocho familias recolectadas (Fig. 13; Apéndice 7, cuadro B), Hydrophilidae tuvo el mayor número de ejemplares, 1 745, que representa un 93.71% de la recolección. En segundo lugar, la familia Dytiscidae estuvo representada por 102 ejemplares, correspondientes a un 5.47%. En tanto, las familias restantes representaron un porcentaje muy bajo del total de la recolección (15 ejemplares, 0.80%).

En relación con el número de familias registradas en ambas épocas de muestreo, se registraron solo tres familias en la estación de secas, mientras que en la estación de lluvias, se registraron las ocho familias. La familia Hydrophilidae, al ser la más numerosa, registró un patrón similar de abundancia al del suborden Polyphaga (Fig. 12), con ejemplares desde finales de la estación de secas, en marzo, así como a lo largo de la estación de lluvias (Fig. 14). Se refleja nuevamente el aumento marcado en mayo, con una baja en los dos meses posteriores y el pico más alto en agosto, para luego disminuir nuevamente.

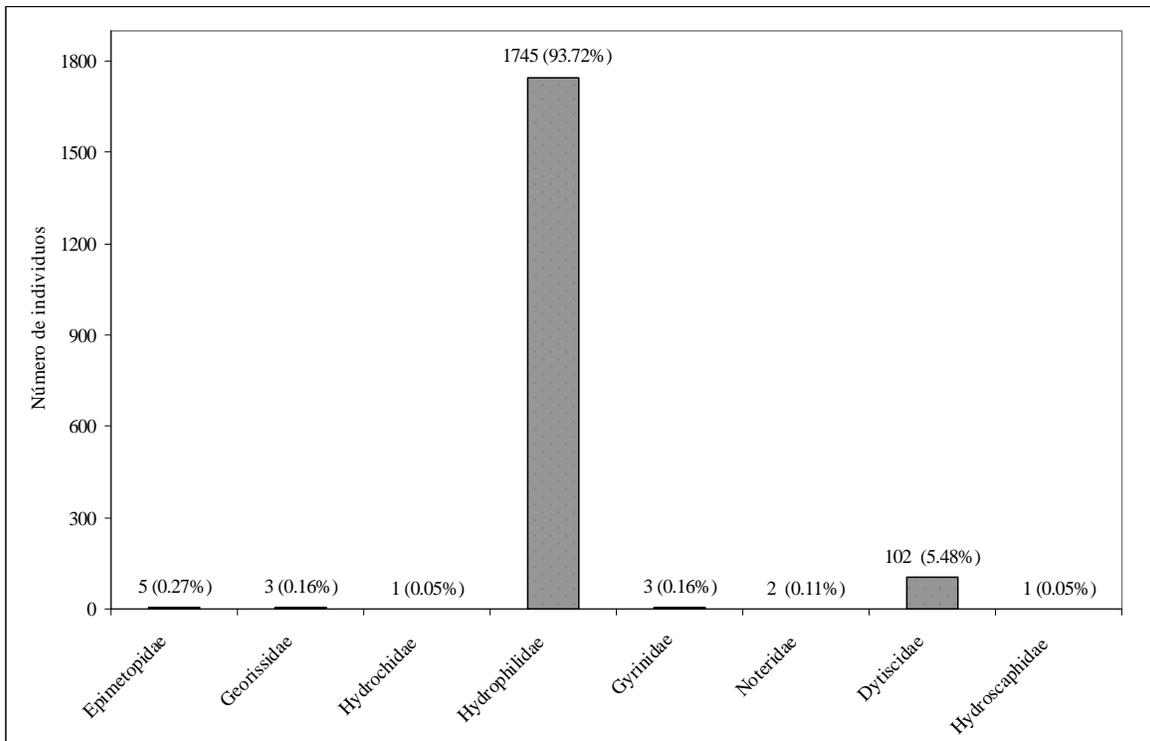


Figura 13. Número de individuos y porcentaje en las familias registradas en este estudio.

La familia Dytiscidae presentó menor cantidad de ejemplares en comparación con Hydrophilidae. En la estación de secas, se registró únicamente en el mes de marzo, mientras en la estación de lluvias fueron atraídos en cinco de los seis meses de la estación (Fig. 14). El mes de junio representó la mayor abundancia de todo el período de muestreo, con 37 ejemplares.

De las seis familias restantes (Fig. 14), se obtuvo la mayor abundancia en la estación de lluvias, donde se registraron 14 ejemplares, de los cuales nueve se hallaron en el mes de junio. En tanto, la menor abundancia se presentó en los meses de diciembre y octubre con un solo ejemplar de dos familias distintas (Apéndice 7, cuadro B). La mayor abundancia en esta categoría la registró la familia Epimetopidae, con cinco ejemplares, mientras que el menor número estuvo representado por un ejemplar en cada una de las familias Hydrochidae e Hydrosaphidae.

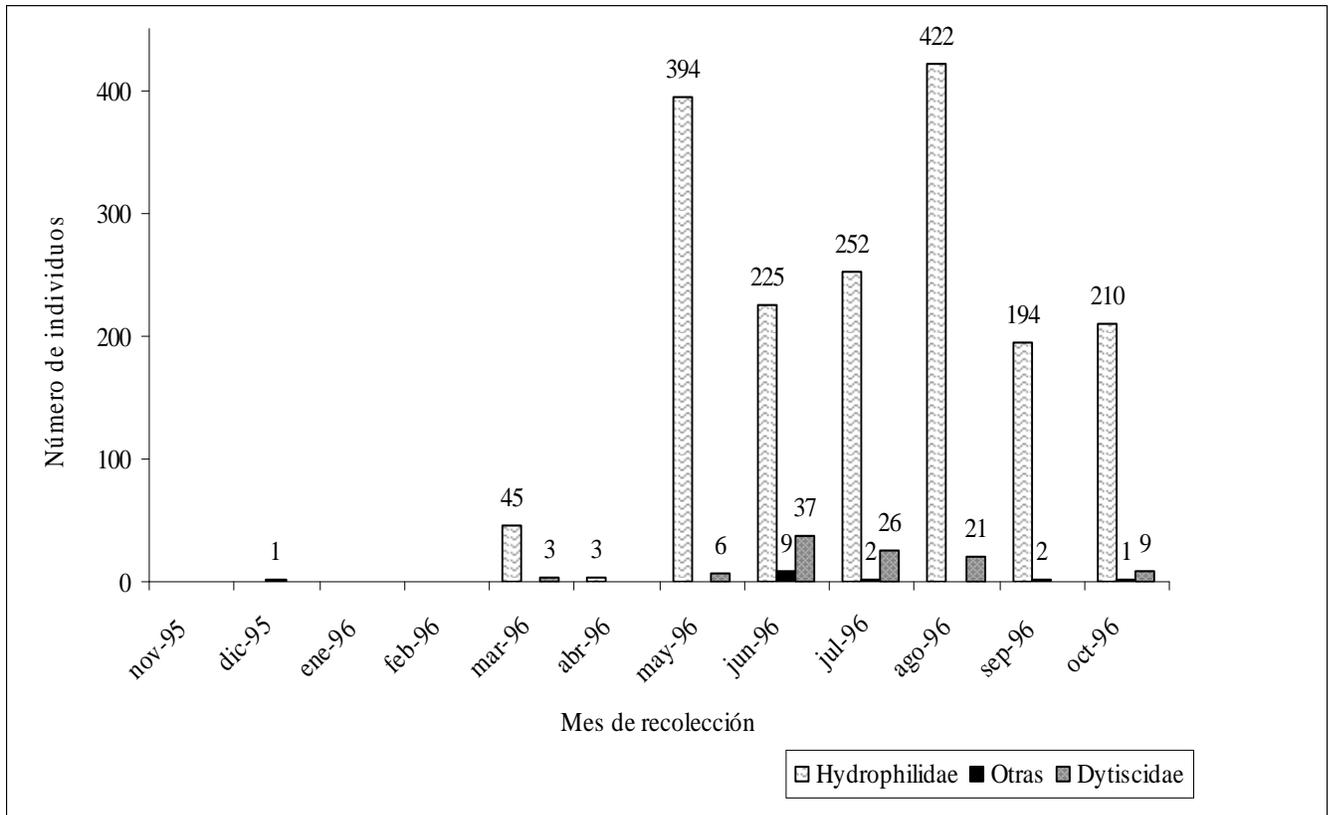


Figura 14. Abundancia mensual de las familias registradas en este estudio. En “Otras” se incluye a las seis familias con menor número de individuos.

**Abundancia de géneros.** De acuerdo con el patrón de familias, la abundancia de los 22 géneros registrados estuvo mejor representada en la estación de lluvias. El género más abundante fue *Tropisternus*, representado por 1 253 individuos, seguido de *Enochrus* con 300 individuos. Luego hay una disminución marcada en la abundancia, con valores de entre 20 y 64 individuos en *Anacaena*, *Berosus*, *Chaetarthria*, *Copelatus*, *Crenitis*, *Paracymus* y *Uvarus*. Finalmente, con menos de 14 individuos, están la mayoría de los géneros: *Celina*, *Desmopachria*, *Dineutus*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Hydrochus*, *Hydroscapha*, *Laccobius*, *Laccodytes*, *Macrovatellus*, *Neoclypeodytes*, *Suphisellus* y *Thermonectus* (Fig. 15; Apéndice 7, cuadro C).

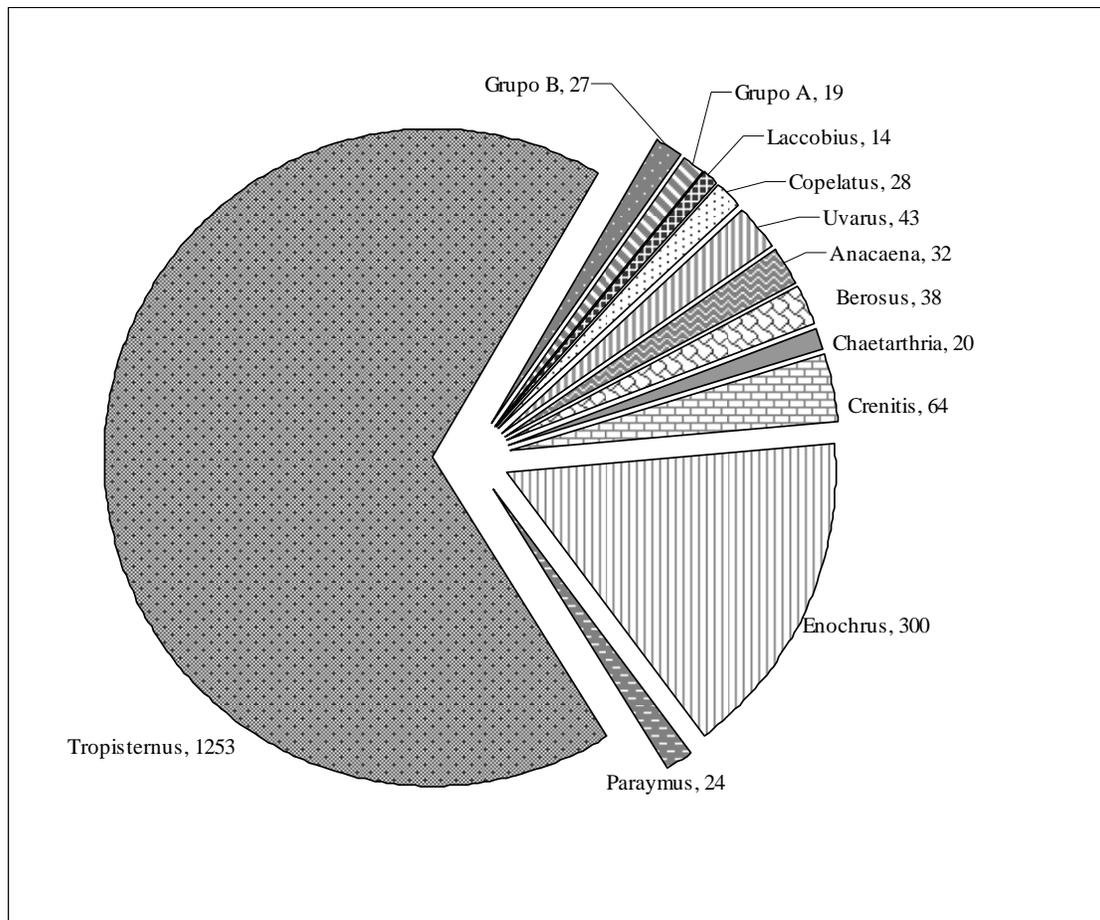


Figura 15. Abundancia de los géneros registrados en el año de muestreo. Grupo A = *Desmopachria*, *Dineutus*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Hydrochus*, *Hydroscapha*, *Suphisellus* y *Thermonectus*. Grupo B = *Celina*, *Laccodytes*, *Macovatellus* y *Neoclypeodytes*.

La abundancia mensual de los dos géneros con mayor número de representantes, *Tropisternus* y *Enochrus*, tuvo valores mayores en la estación de lluvias que en la de secas. Solo *Tropisternus* tuvo representantes en marzo y abril, estación de secas, meses que tuvieron un aumento en la temperatura (Fig. 16). En este género, parece haber un patrón de dos picos de emergencia de adultos o de dispersión, uno en mayo y otro en agosto. Para *Enochrus*, el aumento inicial es retrasado un poco a junio y los números se mantienen estables hasta agosto, para luego disminuir en septiembre y aparentemente aumentar de nuevo en octubre. Este género no tuvo presencia en secas.

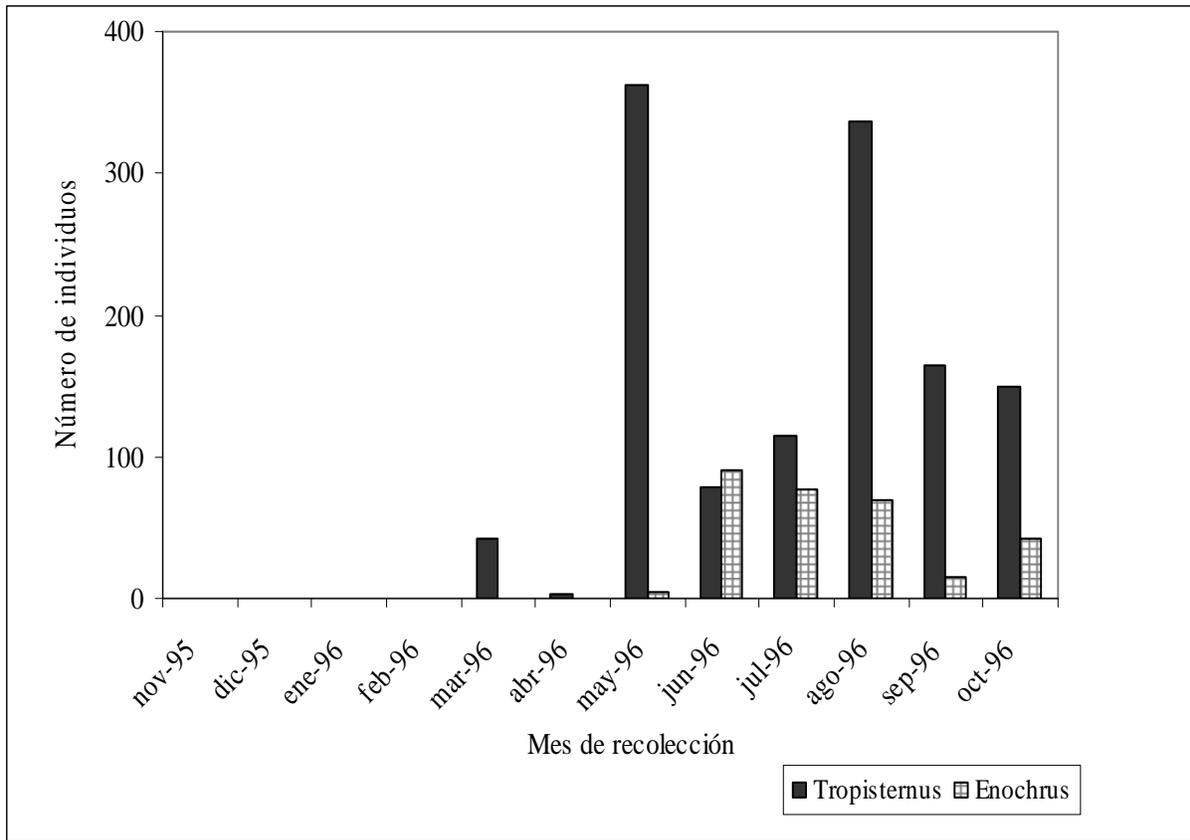


Figura 16. Abundancia mensual de los géneros *Tropisternus* y *Enochrus*.

En el grupo de abundancia de 20 a 64 individuos (Fig. 17), siete géneros estuvieron presentes solo en lluvias, con excepción de *Paracymus* y *Uvarus*, que aparecieron con bajo número también en marzo. *Copelatus* y *Uvarus*, de Dytiscidae, presentaron un patrón similar, con máxima abundancia en junio, baja en julio y aumento en agosto, con ausencia en septiembre y poca presencia en octubre. El resto de los géneros, todos de Hydrophilidae, aunque tuvieron un comportamiento variable, en general tuvieron altas en junio y julio, con baja o ausencia en septiembre y octubre.

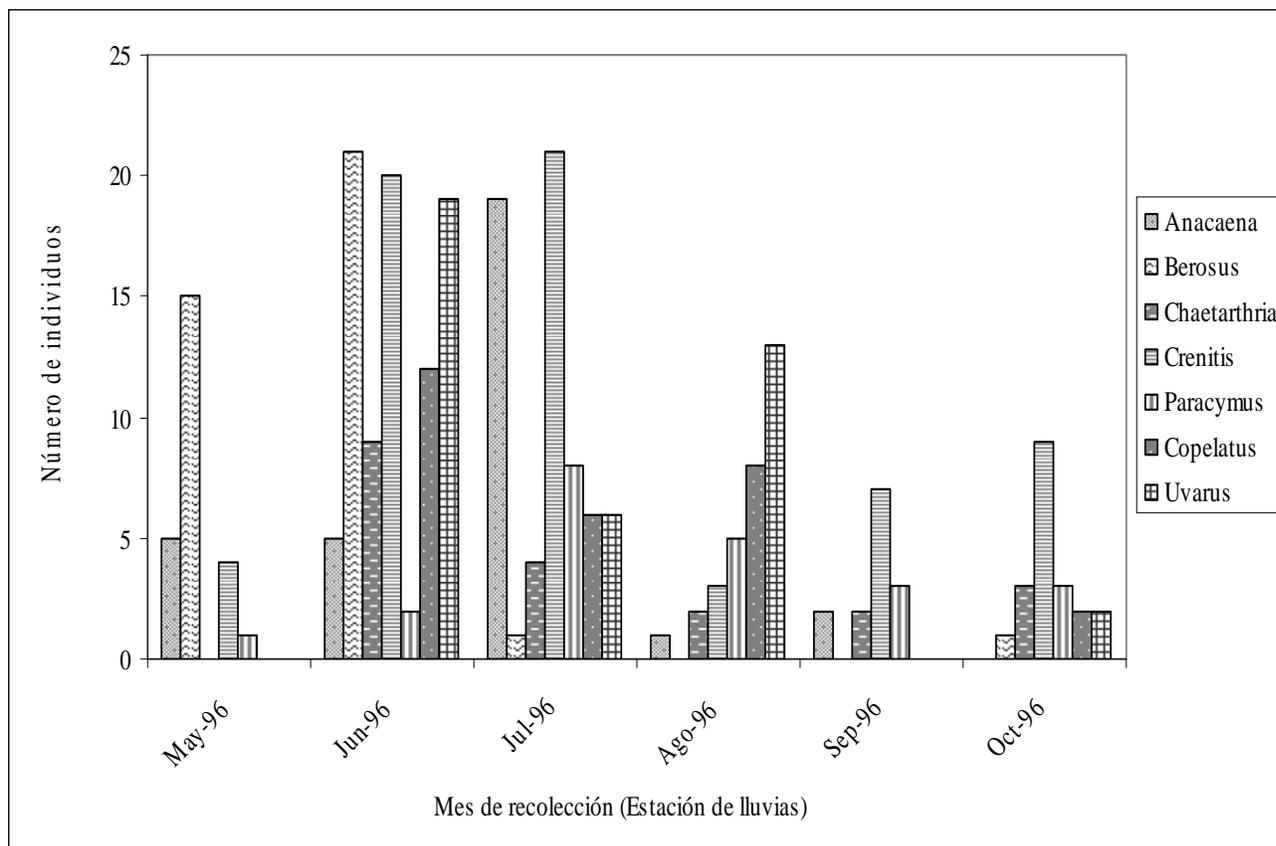


Figura 17. Abundancia estacional en lluvias de los géneros que representan a las familias Dytiscidae e Hydrophilidae. El rango de individuos es de 20 a 64.

Por último, en los géneros con menor abundancia (menos de 14 individuos), los valores más altos de abundancia se dieron en mayo, julio y agosto, mientras que en junio parecen estar presentes más géneros pero con una abundancia moderada y uniforme (Fig. 18). Mayo, agosto y septiembre, fueron los meses con menor presencia de estos géneros de baja abundancia. *Georissus* fue el único género de este grupo presente también en la estación de secas.

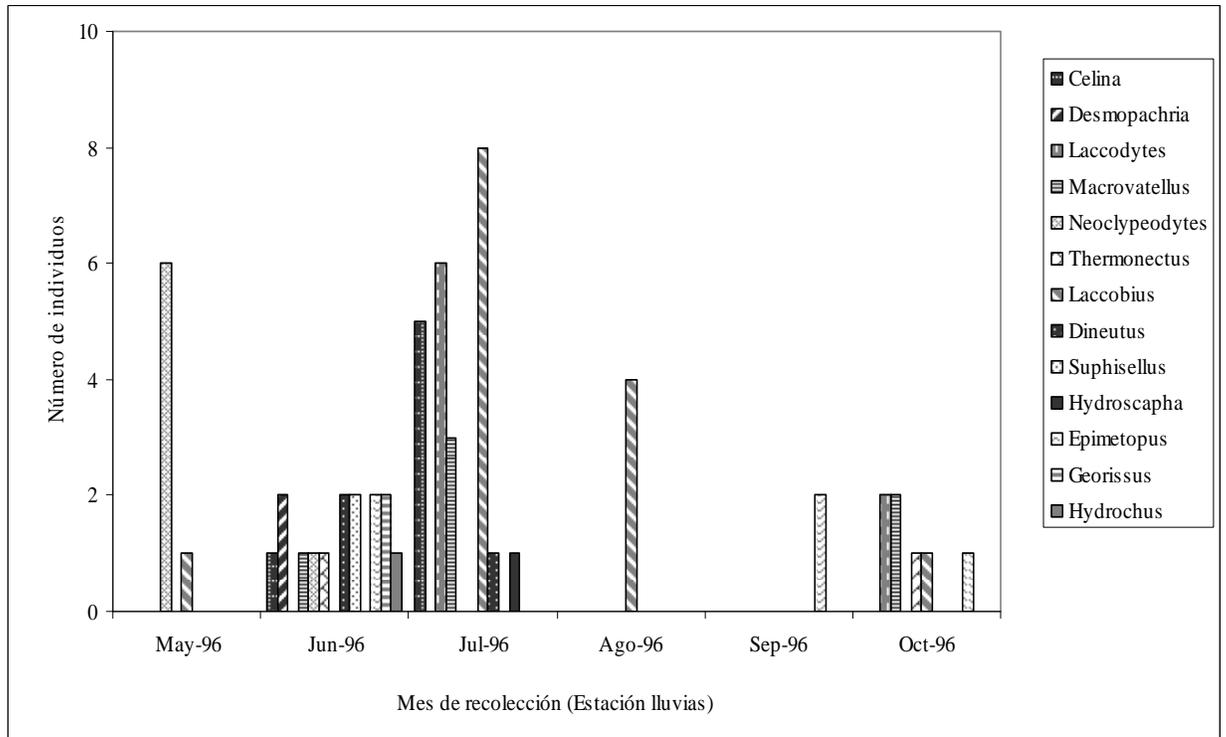


Figura 18. Abundancia mensual en lluvias de los géneros con abundancia menor a 14 individuos.

## Discusión

### Riqueza taxonómica.

En este estudio la riqueza obtenida fue de 22 géneros, los cuales corresponden a una tercera parte del valor total de la riqueza de coleópteros acuáticos del estado de Morelos, representado por 55 géneros (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001), y a la mitad del número de géneros registrados en el Río Amacuzac (Sandoval-Manrique *et al.*, 2001). En un estudio previo realizado en la Reserva (Cruz-Miranda, 2002), fueron registrados 22 géneros y una tribu, de los cuales *Berosus*, *Copelatus*, *Desmopachria*, *Dineutus*, *Enochrus*, *Paracymus*, *Suphisellus*, *Thermonectus* y *Tropisternus* también fueron registrados en el presente trabajo. Además, en el estudio previo, *Dineutus*, *Enochrus*, *Paracymus* y *Thermonectus* fueron recolectados tanto en trampa de luz, como directamente del medio acuático, pero no se aporta información sobre fechas de recolección con trampa de luz. En el presente trabajo, con excepción de los cuatro géneros mencionados, los 18 restantes se registran por primera vez para la Reserva como atraídos a

trampa de luz. Por otra parte, ocho géneros se registran por primera vez para Morelos: *Celina*, *Crenitis*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Hydrochus*, *Laccobius*, *Laccodytes* y *Suphisellus*, incrementando el registro de 55 a 64 géneros. De los géneros obtenidos, 10 representan al suborden Adephaga, uno a Myxophaga y 11 a Polyphaga. En tanto que por familia, ocho géneros representan a Dytiscidae, ocho a Hydrophilidae, y los seis restantes a otras familias. Esto concuerda con que de las dos familias mencionadas, se ha registrado el mayor número de géneros (15 géneros en cada una) en el estado, en comparación con las familias restantes (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001). De los seis géneros no pertenecientes a Dytiscidae e Hydrophilidae, dos representan a familias no registradas para el estado de Morelos, Epimetopidae y Georissidae, de las cuales se conoce poco de su biología (Spangler, 1982; Williams y Feltmate, 1992; Hansen, 1999; Van Tassell, 2001).

En cuanto a la distribución temporal de la riqueza, casi el 90% de los géneros registrados se encontraron en la estación de lluvias. Al comparar el mes de mayor riqueza en lluvias (junio) y el mes de mayor riqueza de secas (marzo), se encontró que los géneros de marzo también fueron hallados en junio. Esto implica una amplia tolerancia en los géneros también presentes en secas, dada la escasa precipitación en el lugar, así como el posible uso de pequeñas charcas para sobrevivir (Cruz Miranda, 2002). El patrón de distribución estacional que se registra en este estudio ha sido previamente observado en otras familias de coleópteros, y se ha sugerido que en la estación de lluvias existe una mayor disponibilidad de recursos (Noguera *et al.*, 2002; Zurita-García, 2004; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009). Así, el análisis de correlación efectuado refleja que es posible encontrar mayor número de géneros cuando la precipitación es abundante que cuando es escasa. Por ejemplo, el mes de mayor riqueza, junio, estuvo representado por 19 géneros. En la correlación con la temperatura, aunque resultó no significativa, parece existir un patrón y cierta influencia de la temperatura sobre la riqueza, ya que ésta llega a valores máximos luego de un aumento gradual de la temperatura, pero la disminución drástica en valores de riqueza posteriores parece romper una posible correlación estadística.

### **Abundancia**

A lo largo del año la abundancia tuvo notables variaciones, no obstante es evidente un patrón estacional entre secas y lluvias, con valores más altos en lluvias, de manera similar a la riqueza. Además, se dio un incremento marcado en mayo, con una moderada disminución posterior y con un nuevo pico más alto en agosto. Esto sugiere dos períodos de dispersión, similarmente a la riqueza, pero en este último caso con los dos picos retrasados (junio y octubre).

De manera especulativa, el aumento gradual en temperatura, así como la prolongada ausencia de lluvia en la estación de secas, parece promover el primer pico de abundancia (mayo), mientras que el aumento y presencia de precipitación, con un aumento en la humedad del aire, podría promover el segundo pico (agosto). Diversos estudios han detectado la influencia de estos factores, y otros, en la dinámica poblacional de coleópteros acuáticos (p. ej., Ribera *et al.*, 1996; Williams, 1996; Velasco y Millan, 1998; Bilton *et al.*, 2001; Miguélez y Valladeres, 2008), los cuales pueden repercutir también en sus ciclos reproductivos (Spangler, 1982; Williams y Feltmate, 1992). Así, la abundancia inicial en mayo podría deberse a dispersión por desecación (aumento en temperatura y ausencia de lluvia prolongada), mientras que en agosto podría ser resultado de la culminación de reproducción y desarrollo de una nueva generación en varios de los grupos. Por tanto, el patrón de abundancia sugiere que la dispersión ocurre al final de la estación de secas, así como en la estación de lluvias luego de la presencia de precipitación. El análisis de correlación, que fue significativo en ambos casos, al considerar tanto temperatura como precipitación, apoya la posibilidad de explicar o predecir el patrón de estacionalidad observado en función de variables ambientales, aunque el grado de correlación de variables es sólo moderado.

El patrón general arriba expuesto ha sido registrado en familias de escarabajos terrestres en el mismo tipo de vegetación y parece apuntar a causas generales como recursos disponibles en el ambiente y los ciclos de reproducción ya mencionados (Deloya-López, 1987; Noguera *et al.*, 2002; Zurita-García, 2004; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009). No obstante, de acuerdo con Zurita-García (2004), puede existir una diversidad de factores que determinen el patrón de abundancia en la estación de lluvias, siendo algunos, la diferente atracción de los individuos a la trampa de luz, la diversidad temporal, la reubicación de la fuente de alimento, la perturbación del hábitat y los sesgos en el muestreo.

En cuanto a la comparación entre trampas, la captura de ejemplares se inició en las trampas 1 y 3 en secas (diciembre, marzo y abril), mientras que la trampa 2 no capturó ejemplares, quizá por estar en una zona más perturbada o por distracción luminosa de las instalaciones de la estación. A partir de mayo hasta octubre (lluvias), las tres trampas obtuvieron ejemplares. No obstante, el patrón de mayor captura en las trampas 1 y 3 se mantuvo a lo largo de la estación de lluvias, con la trampa 3 como la de mayor captura de ejemplares. Dicho patrón, contrario a lo que se esperaba, no fue sostenido en *Tropisternus*, en cuanto a que su mayor abundancia estuvo en las trampas 2 y 3, pero sí con la cifra más alta para la trampa 3. La mayoría de los géneros se distribuyó entre las tres trampas (14 de 22, 64%), mientras que los géneros

*Desmopachria*, *Laccodytes*, *Macrovatellus*, *Thermonectus*, *Dineutus*, *Suphisellus*, *Hydroscapha* e *Hydrochus* (8 de 22, 36%), fueron capturados solo por una o dos de las trampas. No obstante, es difícil proponer algún patrón dado que solo se tiene un año de muestreo y un elemento de azar puede estar participando en los géneros con menor abundancia.

**Abundancia de subórdenes.** Se capturaron individuos de tres subórdenes, de los cuales, Polyphaga presentó la mayor abundancia, seguido por Adephaga y por último Myxophaga. Esto podría reflejar el patrón real de abundancia de estos grandes grupos. Dicho patrón puede interpretarse en función de grupos tróficos, ya que Polyphaga está integrado principalmente por organismos colectores y fitófagos (Merritt *et al.*, 2008b), por lo que disponen de diferentes fuentes de alimento. Los miembros de Adephaga, sin embargo, son casi siempre depredadores (Merritt *et al.*, 2008b), por lo cual dependen de la presencia de otros organismos para alimentarse y sus números reflejan esta dependencia. Por último, del suborden Myxophaga se conoce poco sobre su alimentación, pero los individuos del género recolectado tienen un tipo de alimentación fitófaga al alimentarse de cianobacterias raspándolas del substrato (Arce-Pérez, 1997; White y Roughley, 2008). En cuanto a la abundancia a lo largo del año de muestreo, aunque el incremento inicial es con la estación de lluvias, Polyphaga se dispara en mayo, mientras que Adephaga lo hace en junio, como si la condición de depredadores marcara una aparición más tardía. Además, Polyphaga tiene un segundo pico en agosto, mientras que Adephaga mantiene números modestos más constantes, con un aparente decremento gradual. Estos patrones podrían explicarse si en Polyphaga hubiera dos eventos de dispersión (o dos generaciones que emergen sincronizadamente), mientras que en Adephaga se tuviera una sola generación con emergencia prolongada a lo largo de la estación de lluvias.

**Abundancia de familias.** De las familias registradas, las de mayor abundancia fueron Dytiscidae e Hydrophilidae. El resto de las familias solo estuvo representado por pocos ejemplares. Al comparar los resultados con los obtenidos por Cruz-Miranda (2002), quien utilizó otras técnicas de recolección, se observa que el patrón de abundancia, con Dytiscidae e Hydrophilidae, fue similar. Sin embargo, con respecto a la estacionalidad, se difiere en que Cruz-Miranda encontró mayor número de individuos en la estación de secas que en la de lluvias, a causa de los cambios en la velocidad de corriente y preferencia de charcas temporales durante la estación de secas, sin tomar en cuenta recolección con luz.

En relación con la abundancia mensual de la familia Dytiscidae, se observó que el mayor número de ejemplares ocurrió en el mes de junio (lluvias), pero que también hubo presencia de esta familia en el mes de marzo (secas), aunque en menor número. Este patrón de abundancia parece estar relacionado con el ciclo reproductivo de la familia, el cual según Spangler (1982), en las regiones tropicales y templadas, depende de factores ambientales como la precipitación y la temperatura para que inicie, completando el ciclo desde la etapa de huevo al adulto en cinco semanas como mínimo. En Dytiscidae, la pupa es enterrada afuera del agua bajo la tierra húmeda y depende de un incremento en la temperatura para completar su desarrollo. En la familia Hydrophilidae, también hubo representantes en la estación de secas, a finales del período. En cambio, la mayor abundancia se registró en agosto (lluvias), con una explosión previa en mayo. En relación al ciclo reproductivo de Hydrophilidae, puede tardar de 29 a 44 días en completarse, dependiendo de las condiciones ambientales (Spangler, 1982). El patrón de la familia se apega fidedignamente al de Polyphaga, ya que es la familia que más aporta individuos a dicho grupo.

Con respecto a la abundancia de las familias con menor número de representantes, Spangler (1982) indica que Noteridae pone sus huevos a principios de verano, presentando un ciclo similar al de Dytiscidae. Por lo que la escasa presencia de esta familia en junio, pudo corresponder a la primera generación de la estación de lluvias. Con respecto a la familia Georissidae, ésta fue recolectada de manera ocasional en diciembre y junio, por lo cual parece una excepción en el patrón de abundancia. Respecto a las familias restantes, se conoce muy poco acerca de su biología, por lo que es difícil establecer patrones de abundancia en relación a los ciclos reproductivos. Sin embargo, puede afirmarse que sí hay una estacionalidad por su presencia sólo en la estación de lluvias.

**Abundancia de géneros.** Como se indicó anteriormente, un género en particular, *Tropisternus*, es responsable del patrón general de abundancia del grupo más numeroso de escarabajos acuáticos en este estudio, Polyphaga. Esto indica una alta capacidad de dispersión en dicho género, fenómeno que ya ha sido documentado en ambientes sujetos a desecación (Velasco y Millan, 1998), así como en condiciones diurnas con atracción a substratos brillosos (Stevens *et al.*, 2007). En cuanto a *Enochrus*, segundo lugar en abundancia, también perteneciente a Polyphaga, también ha sido documentado previamente con capacidad de vuelo y dispersión (Ribera *et al.*, 1996). No obstante, en el presente estudio se da el comportamiento de la abundancia en todo un ciclo anual para ambos géneros. Respecto al género más abundante de Adephaga, *Uvarus*, presenta un patrón que se apega al general del suborden, con presencia menor

en marzo, para luego tener un pico en junio y mantener números bajos en la estación de lluvias, con ausencia o escasa presencia hacia el final de la estación.

Varios géneros recolectados en el presente trabajo han sido registrados previamente como capaces de dispersarse al vuelo: *Anacaena*, *Berosus* y *Laccobius* (Ribera *et al.*, 1996; Stevens *et al.*, 2007). Nuevamente, el presente estudio reporta el comportamiento anual de dispersión para éstos y los restantes 17 géneros, en función de la atracción a la luz, por primera vez en México. Todos los géneros registrados se apegan al patrón global de mayor presencia y abundancia en los meses de la estación de lluvias, con ausencia total en secas en la mayoría de casos.

## Conclusiones

- Este es el primer estudio formal, en un ciclo anual, que registra los coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, en el estado de Morelos y en el país. El número de individuos identificados fue de 1 862, los cuales fueron agrupados en tres subórdenes, ocho familias y 22 géneros.
- De los 22 géneros hallados, 18 se registran por primera vez como recolectados con trampa de luz en México. Los géneros *Celina*, *Crenitis*, *Epimetopus*, *Georissus*, *Hydrochus*, *Laccobius*, *Laccodytes*, *Neoclypeodytes* y *Suphisellus*, se registran por primera vez para la Reserva y el estado.
- Los subórdenes con mayor riqueza y abundancia fueron Polyphaga y Adephaga. De manera similar, las familias con mayor riqueza y abundancia fueron Hydrophilidae y Dytiscidae. Sin embargo, la presencia de Polyphaga fue notablemente mayor que la de Adephaga. Myxophaga tuvo una presencia mínima.
- La riqueza y la abundancia mostraron un patrón marcado de estacionalidad, con los valores más altos en la estación de lluvias, donde los meses de junio y agosto fueron los de mayor riqueza y abundancia, respectivamente.
- La alta presencia del género *Tropisternus* determinó el patrón de abundancia, tanto de Hydrophilidae como de Polyphaga. De los géneros registrados, solo *Georissus*, *Paracymus*, *Tropisternus* y *Uvarus* estuvieron representados en la estación de secas.

- El patrón de estacionalidad podría estar relacionado con diversos factores como los ciclos reproductivos, la disponibilidad de recursos, las condiciones climáticas del sitio y la capacidad de vuelo de los individuos. Para dilucidar la importancia de los diversos factores, sin embargo, sería necesario efectuar otros estudios.
- En la comparación entre trampas, las trampas 1 y 3 fueron las que recolectaron mayor cantidad de ejemplares, y las únicas que recolectaron ejemplares en la estación de secas. Mientras que la trampa 2, la más cercana a las instalaciones del CEAMISH, posiblemente estuvo sujeta a perturbación, así como a distracción de atracción por otras fuentes de luz.
- El uso de la trampa de luz fue eficaz. Además, al registrar únicamente a los ejemplares que son atraídos a trampa de luz, dicha información contribuye al conocimiento sobre la capacidad de vuelo y dispersión de los diferentes grupos.
- Se proporciona imágenes de los 22 géneros, así como una síntesis sobre caracteres diagnósticos, lo cual podrá ser una herramienta complementaria a las claves taxonómicas para la identificación de ejemplares.

## **Diagnosis de los coleópteros acuáticos de la presa “Lorenzo Vázquez”, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (RBSH).**

### **Suborden Adepaga**

Las familias de coleópteros acuáticos que conforman a este suborden son Amphizoidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Noteridae, Haliplidae e Hygrobiidae, está última solo presente en el viejo mundo. A estas familias, también se les agrupa en Hydradephaga debido a su alta adaptación a la vida acuática (Spangler, 1982). Los caracteres morfológicos que facilitan su identificación son antenas filiformes, formula tarsal 5-5-5 (Triplehorn y Johnson, 2005), coxas posteriores inmóviles que se hallan casi al mismo plano del tórax y el abdomen; segundo esternito abdominal dividido por las coxas posteriores, glándulas pigdiales que se hallan en el ápice del abdomen y están especializadas de secreciones de defensa (Grimaldi y Engel, 2005).

**Familia Dytiscidae.** Es la segunda familia más grande del suborden Adepaga y de los coleópteros acuáticos, de ella se han registrado 147 géneros y 3 000 especies en el mundo (White y Roughley, 2008). En Norte América se conocen 500 especies, con un aproximado de 35 géneros y 168 especies en Mesoamérica (Spangler, 1982). Comúnmente se les nombra “escarabajos depredadores”, ya que poseen hábitos alimenticios de tipo carnívoros y algunos cuantos carroñeros (Sandoval-Manrique y Molina-Astudillo, 2000). Los adultos son excelentes nadadores de hábitos totalmente acuáticos (Leech y Chadler, 1956), con preferencia a los sistemas acuáticos lénticos (Spangler, 1982) y con poca tolerancia a medios contaminados (Sandoval-Manrique y Molina-Astudillo, 2000). Son de forma plana y cóncava que les permite ser hidrodinámicos; su tamaño varía de 1.5 a 40mm (Spangler, 1982). Poseen antenas filiformes formada de 11 artejos; las metacoxas son aplanadas y fusionadas al metatórax dividiendo el primer esternito abdominal, sedas natatorias en las patas posteriores (White y Roughley, 2008) y en los machos se presentan los protarsos modificados a manera de cojinetes para adherirse a los élitros de la hembra (Grimaldi y Engel, 2005). El ciclo de vida de un individuo se puede completar en cinco semanas como mínimo, aunque no esta bien documentado (Spangler, 1982). Se distinguen fácilmente por su coloración parda, rojiza o parda-oscura que en ocasiones está acompañada de manchas, franjas o puntos (Mejorada-Gómez, 1989).

***Celina* Aubé, 1837**

Fig. 19

Diagnosis: Este género se caracteriza por presentar el último esternito abdominal producido apicalmente en una espina, los protarsos y mesotarsos distintivamente con cinco antenómeros, pero el tarsómero IV pequeño u oculto en el tarsómero III, el cual es bilobulado (White y Roughley, 2008). La longitud varía de 2.8 a 6.8mm (Leech y Chandler, 1956). Se distribuye en las regiones NA y NT, representado por 34 especies (Nilsson, 2001).

***Copelatus* Erichson, 1832**

Fig. 20

Diagnosis: Los ejemplares de este género presentan distintivamente un margen lateral en el pronoto, élitros estriados longitudinalmente, esternitos abdominales marcados con pequeñas curvas de estrías (White y Roughley, 2008). Los ojos poseen una muesca lateral (Arce-Pérez, 1986) y las líneas metacoxales divergen por su parte anterior (Leech y Chandler, 1956; Arce-Pérez y Roughley, 1999;). La longitud es mayor a 3.5mm (White y Roughley, 2008). Su distribución se amplía en seis de las siete regiones biogeográficas con excepción de la región PA. Este género es el de mayor número de especies dentro de la subfamilia Copelatinae representado por 468 especies (Nilsson, 2001).

***Desmopachria* Babington, 1841**

Fig. 21

Diagnosis: Los individuos pertenecientes a este género presentan los palpos labiales con el palpómero bífido apicalmente (White y Roughley, 2008), la epipleura presenta una carina diagonal cerca de la base y el proceso prosternal posee el ápice agudo (Epler, 1996; Arce-Pérez y Roughley, 1999). La longitud varía de 1.1 a 3.3 mm (Young, 1981). Se conocen 92 especies con distribución en la región NA y NT (Nilsson, 2001).

***Laccodytes* Regimbart, 1895**

Fig. 22

Diagnosis: Los individuos adultos llegan a medir 1.9 a 2.1 mm. Se reconocen por que presentan la espuela o espina de la metatibia simple y apicalmente aguda (Van Tassell, 2001; White y Roughley, 2008), con el proceso prosternal con una tercera parte dilatada entre las metacoxas que

se asemeja a la forma de un diamante (Epler, 1996). Se distribuye en las regiones NA y NT representado por solo cinco especies (Nilsson, 2001).

### ***Macrovatellus Sharp, 1882***

Fig. 23

Diagnosis: Los individuos pertenecientes a este género se distinguen por presentar la base del pronoto más estrecha que la base elital, los ojos grandes y saltones, los tarsómeros del I al III de forma lobulada (White y Roughley, 2008). La longitud varía de 5.5 a 6.5mm (Arce-Pérez y Roughley, 1999). Únicamente se distribuye en la región NT y esta representado por 11 especies (Nilsson, 2001).

### ***Neoclypeodytes Young, 1967***

Fig. 24

Diagnosis: Este género se distingue por presentar frente rebordeada u orlada (Arce-Pérez y Roughley, 1999), el clípeo con el margen anterior más o menos en relieve o grueso, los élitros de la mayoría de especies con manchones transversos de coloración pálido (White y Roughley, 2008). La longitud varía de 2 a 3.5 mm (Arce-Pérez y Roughley, 1999). En el mundo se conocen 26 especies para el género, con distribución en las regiones NA y NT (Nilsson, 2001).

### ***Thermonectus Dejean, 1833***

Fig. 25

Diagnosis: Los ejemplares pertenecientes a este género se distinguen por presentar los élitros negros con coloraciones amarillas en forma de manchas o bandas transversales (Mejorada-Gómez, 1989; Arce-Pérez y Roughley, 1999), el margen posterior del mesofémur con una serie de sedas largas o más largas que el ancho del fémur (Leech y Chandler, 1956); los mesotarsómeros del I al III, con un par de sedas elongadas apico-ventralmente del mismo largo o casi del mismo tamaño que los tarsómeros siguientes (White y Roughley, 2008). La longitud varía de 9 a 14 mm (Arce-Pérez y Roughley, 1999). Su distribución es en las regiones NA y NT, representado por 18 especies (Nilsson, 2001).

### ***Uvarus* Guignot, 1939**

#### Fig. 26

Diagnosis: Los individuos pertenecientes a este género se distinguen por carecer de la línea occipital y la epipleura sin una carina que la atraviese, los élitros generalmente con estrías (Arce-Pérez y Roughley, 1999), ojos bien desarrollados y las líneas metacoxales fácilmente distinguibles (White y Roughley, 2008). Su longitud varía de 1.5 a 2.5 mm (Arce-Pérez y Roughley, 1999). Se conocen 58 especies del género, registrado en cinco regiones biogeográficas: AF, AU, NA, NT y OR (Nilsson, 2001).

**Familia Gyrinidae.** Se han registrado aproximadamente 700 especies en el mundo, de las cuales 60 especies se distribuyen en los Estados Unidos y Canadá (White y Roughley, 2008). Se les conoce como escarabajos giradores, bailadores o zambullidores, debido a que sus movimientos natatorios son muy rápidos con movimientos ondulatorios y giratorios impulsados a través de las branquias o agallas abdominales, posiblemente como mecanismo de escape (Triplehorn y Johnson, 2005). Este grupo de escarabajos presentan un mecanismo de defensa químico, el cual consiste en la secreción de un fluido similar a la leche en la región del protórax, que desprende un olor a manzana, por lo que también les ha nombrado también como insectos dulces o manzana (Spangler, 1982). Se distinguen fácilmente por presentar los ojos completamente separados en dos porciones, una dorsal y una ventral (excepto *Spanglerogyrus*) lo cual aparenta representar cuatro ojos, las antenas son cortas y con el órgano de Johnston bien desarrollado; las patas medias y posteriores de forma corta y aplanada, modificadas para el nado, y los tarsos plegables a modo de abanico (Spangler, 1982). Son organismos carroñeros que generalmente se les localiza en lagos, el margen de lagunas, pantanos o ríos tranquilos (Triplehorn y Johnson, 2005). El ciclo de vida se completa en un tiempo de dos a tres semanas, de las cuales una la utilizan para la etapa de huevo, esto ocurre durante el verano y parte del otoño (Spangler, 1982).

### ***Dineutus* MacLeay, 1825**

#### Fig. 27

Diagnosis: Las especies de este género miden de 9 a 16 mm y poseen el cuerpo aplanado que les facilita ser hidrodinámicos (Arce-Pérez y Roughley, 1999). Poseen los élitros lisos o con ligeras estrías no punteadas (White y Roughley, 2008) y sin sutura en el margen (Leech y Chandler, 1956; Arce-Pérez y Roughley, 1999). En Norteamérica esta representado por 11 especies (Babin y Alarie, 2004).

**Familia Noteridae.** La familia esta representada por 12 géneros y 232 especies mundiales, en su mayoría con distribución tropical (Spangler, 1982). En Norteamérica y Norte de México se conocen cinco géneros y 14 especies (Triplehorn y Johnson, 2005). Comúnmente se les nombra como escarabajos madriguera (Sandoval y Molina-Astudillo, 2000). Es la única familia considerada como verdadera Hydradephaga, debido a que la pupa permanece bajo el agua durante su desarrollo (Spangler, 1982). El adulto es carnívoro de hábitos depredadores pero las larvas son generalmente omnívoras (Spangler, 1982). Se diferencian de la familia Dytiscidae por presentar la coloración negro, amarillo y rojos, aunque algunos presentan manchas, líneas o franjas (Spangler, 1982); el escutelo cubierto por la base del élitro y por presentar dos uñas iguales (Triplehorn y Johnson, 2005). Son escarabajos que llegan a medir de 1.5 a 5.5 mm, presentan un cuerpo semiesférico y poco convexo, las protibias poseen una espina curvada en forma de gancho en el ápice (excepto *Notomicrus*), las patas posteriores están modificadas para el nado lo que los hace organismos más hidrodinámicos que otras familias (White y Roughley, 2008).

### ***Suphisellus* Crotch, 1873**

Fig. 28

Diagnosis: Presentan el pronoto con líneas cerca del margen lateral (Arce-Pérez y Roughley, 1999; Miller, 2009), el segmento apical de los palpos maxilares emarginado en el ápice y el proceso prosternal más largo que ancho. La longitud de este género varía de 1.9 a 3.5 mm (White y Roughley, 2008). Su distribución se restringe a las regiones NA y NT, representado por 51 especies (Nilsson y Van-Vondel, 2005).

### **Suborden Myxophaga**

Está integrado por cuatro familias (Arce-Pérez, 1997), de las cuales Hydroscaphidae y Microsporidae se han registrado en el estado de Morelos (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001). Son individuos muy pequeños y oscuros, miden < 2mm. El hábitat donde se han registrado es en zonas lóxicas, a orilla de los ríos, en lugares húmedos y en la zona bentónica asociados a algas de las cuales aparentemente se alimentan (White y Roughley, 2008). Los caracteres distintivos son el esternito metatorácico amplio separando las metacoxas (Grimaldi y Hegel, 2004), antenas en maza, tres tarsómeros y la presencia de sutura notopleural, poco visible en Microsporidae (Triplehorn y Johnson, 2005).

**Familia Hydroscaphidae.** A nivel mundial la familia esta representada por tres géneros con 13 especies de las cuales entre E. U. A., México y Centro América solo se conocen dos géneros con una especie cada uno; *Hydroscapha natans* en Norte América y *Yara dybasi*, en Panamá (Arce-Pérez, 1997). Su distribución se restringe a zonas tropicales (White y Roughley, 2008).

Comúnmente se les conoce como escarabajos botecitos, por su forma alargada y puntiaguda del abdomen. Miden menos de 2mm, poseen antenas en maza de cinco u ocho antenómeros, con el artejo terminal del ancho de los cuatros anteriores (White y Roughley, 2008). Presentan sutura notopleural, que los distingue de los estafilínidos (Spangler, 1982); abdomen con ocho terguitos pero con siete esternitos, y los élitros truncados exponiendo parte del abdomen (Arce-Pérez, 1997). Este grupo de escarabajos no es muy abundante pero se presenta en mayor número durante el verano, probablemente relacionado al ciclo reproductivo, ya que la hembra sostiene un solo huevo a la vez que ocupa casi la cuarta parte del abdomen (Arce-Pérez, 1997). A los adultos generalmente se les localiza debajo de rocas en ríos, en zonas rápidas de los ríos o debajo de algas (Triplehorn y Johnson, 2005).

### ***Hydroscapha* Le Conte, 1854**

Fig. 29

Diagnosis: Se caracterizan por ser de color negro oscuro o café rojiza, el pronoto débilmente punteado (Santiago-Fragoso y Vázquez-Navarrete, 1989), élitros cortos (exponiendo los últimos tres o cuatro segmentos abdominales) y lustrosos con una serie de sedas en el margen posterior (Arce-Pérez, 1997). En América se conocen seis especies, mientras que en Norteamérica esta representado por una especie. (Arce-Pérez, 1997).

### **Suborden Polyphaga**

Es el suborden más grande de los coleópteros, esta representado por 11 familias de escarabajos acuáticos y semiacuáticos (Williams y Feltmate, 1992). Los miembros de este suborden se diferencian de otros, porque el primer segmento abdominal no se encuentra dividido por las coxas posteriores y el margen posterior de estas se extiende a través del abdomen, además de carecer de sutura notopleural (Triplehorn y Johnson, 2005).

**Familia Epimetopidae.** La familia esta representada por 27 especies mundialmente; de las que se han registrado cuatro en Norteamérica y tres en México (Hansen, 1999). Los individuos se caracterizan por ser de forma convexa, presentan el pronoto expandido a lo ancho cubriendo la mitad de la cabeza o un poco más; en el pronoto se presentan pequeñas protuberancias similares a cuernos en el margen anterior y en ocasiones con impresiones o gránulos de color metálico (White y Roughley, 2008). Los ojos están marginados anteriormente y en ocasiones divididos por un canto lateral (Hansen, 1991); la antena está compuesta por nueve antenómeros con los últimos tres pubescentes y unidos formando una maza; el escutelo es pequeño y casi visible; élitros puntatoestriado sin punturas entre los intersticios y en ocasiones con tubérculos; presentan cinco esternitos abdominales, aunque el primero muy corto u oculto debajo de las metacoxas (Hansen, 1991) y, los tarsos con cinco tarsómeros, aunque el primero más pequeño que los demás y el quinto más largo que todos.

#### ***Epimetopus* Lacordaire, 1854**

Fig. 30

Diagnosis: Se distingue fácilmente por presentar el pronoto expandido anteriormente cubriendo la mitad o poco más de la mitad de la cabeza (White y Roughley, 2008), careciendo de surcos y con la superficie en forma de ondulaciones, además los élitros presentan diez estrías punteadas pero sin tubérculos. La longitud varia de 1.2 a 3.5 mm (Hansen, 1991). Su distribución es las regiones NA y NT, representado por 19 especies (Hansen, 1999).

**Familia Georissidae.** De acuerdo con White y Roughley (2008), la familia esta representada en Norte América por dos especies en un solo género *Georissus*, a los cuales comúnmente se les nombra como diminutos escarabajos del lodo, debido que las larvas y adultos se les localizan en la arena de los márgenes de ríos lo que provoca que se camuflen. Aunque poco se conoce de su biología, se sabe que se alimentan de la vegetación y materia orgánica en descomposición. Se distinguen por presentar aparentemente todos los tarsos con 4 segmentos, pero el primer segmento muy reducido en talla; la cabeza normalmente no es visible ya que esta cubierta por más de la mitad del pronoto.

### ***Georissus* Latreille, 1809**

Fig. 31

Diagnosis: Los individuos poseen una longitud de 1 a 2.2mm, el cuerpo fuertemente convexo, los ojos pequeños y aparentemente saltones; la región anterior del pronoto más estrecha que la región posterior y los élitros con 10 estrías punteadas, a menudo con los intersticios levantados en forma de ondulaciones o con gránulos (Hansen, 1991). El género esta representado por 77 especies, que se distribuyen en seis de las regiones biogeográficas exceptuando a la región PA (Hansen, 1999).

**Familia Hydrochidae.** De acuerdo con Hansen (1999), los escarabajos de esta familia se distinguen por presentar el cuerpo elongado con el pronoto no continuo a los élitros, generalmente más estrecho que los élitros y tan ancho como la cabeza; la cabeza y el pronoto con gránulos de colores metálicos, cada granulo con sedas en el centro; en ocasiones los gránulos suelen estar fusionados; el pronoto con cuatro impresiones transversales y tres más sobre estas; élitros con puntos o estrías en ocasiones con tubérculos entre los intersticios. Los ojos son saltones y marcados por una suave sutura; antenas con siete antenómeros, los últimos tres unidos en maza y con pubescencia; abdomen con cinco ventritos con la superficie cubierta de punturas en ocasiones grandes y profundas; con cinco segmentos tarsales, el quinto más largo que todos, casi de la talla del primer al cuarto segmento en conjunto.

### ***Hydrochus* Leach, 1817.**

Fig. 32

Diagnosis: Los escarabajos pertenecientes a este género se distinguen por tener una longitud de 1.5 a 5.5mm, presentar el cuerpo poco esclerotizado y moderadamente convexo (Hansen, 1999), los ojos saltones, el pronoto más estrecho que la base de los élitros y el escutelo pequeño (White y Roughley, 2008). Es uno de los géneros con mayor distribución ya que únicamente no se encuentra en la región PA y está representado por 164 especies (Hansen, 1999).

**Familia Hydrophilidae.** Es la segunda familia con mayor número de especies en Norteamérica, está representada por 250 (White y Roughley, 2008). En el mundo la representan 1 600 especies con distribución tropical principalmente, lo que la hace la familia con mayor número dentro del grupo de coleópteros acuáticos (Spangler, 1982). La familia incluye dos grupos de escarabajos: acuáticos y terrestres, ambos son principalmente herbívoros, aunque puedan llegar a comer tejido de animales en descomposición y algunos cuantos llegan a ser carroñeros (Leech y Chandler,

1956). La familia presenta diferentes nombres vernáculos, como escarabajos basureros, debido a que los adultos son localizados en zonas con altos niveles de materia orgánica; o escarabajos plateados, asignado por la apariencia en la superficie en el momento del nado (Leech y Chandler, 1956). Se les reconoce fácilmente por su forma oval, convexa o redonda; la longitud varía de 1.5mm a 42mm (White y Roughley, 2008). El patrón de coloración es generalmente oscuro, aunque algunos presentan rayas, manchas o puntos con entremezcla de colores amarillo, azul, verde, café-rojizo o cobrizo (Mejorada-Gómez, 1989), las antenas con los últimos tres o cuatro segmentos en masa antenal y por poseer sedas natatorias en diferentes regiones del cuerpo (Leech y Chandler, 1956). Habitan estanques, ríos, márgenes de lagos, charcas temporales y pozas, aunque algunos pueden ser recolectados en aguas salobres o en aguas no muy contaminadas (Sandoval-Manrique y Molina-Astudillo, 2000).

### ***Anacaena* Thomson, 1859.**

Fig. 33

Diagnosis: Los individuos de este género poseen distintivamente una carina o elevación dentiforme en el mesosterno (Hansen, 1991; White y Roughley, 2008), los metatarsos largos y casi del tamaño de la tibia (White y Roughley, 2008). Presentan una longitud de 1.6 a 3mm (Vázquez-Navarrete, 1986). El patrón de coloración es café-rojiza, exceptuando el margen del pronoto y élitros que presentan un tono amarillo (Arce-Pérez, 1986). Se localiza en todas las regiones biogeográficas con excepción de la región PC, lo representan 53 especies (Hansen, 1999).

### ***Berosus* Leach, 1817.**

Fig. 34

Diagnosis: El género presenta los ojos grandes y saltones, el pronoto no contiguo con los élitros (Oliva, 2007; White y Roughley, 2008); manchones de color negro en el pronoto y élitros los cuales contrastan con el patrón de coloración que suele ser pardo amarillo, pardo rojizo, café negruzco, e inclusive verde metálico (Van Tassell, 2001; White y Roughley, 2008). Además de poseer abundantes sedas natatorias en el meso, meta fémures y tibias (Hansen, 1991; White y Roughley, 2008). Los ejemplares llegan a medir de 1.5 a 9mm (Hansen, 1991). Su distribución es en seis de las siete regiones biogeográficas con excepción de la región PC, representado por 263 especies (Hansen, 1999).

***Chaetarthria* Stephens, 1835.**

Fig. 35

Diagnosis: Los individuos de este género se caracterizan por presentar una excavación desde el primer esternito abdominal hasta el segundo, cubierta por una capa hialina de forma bilobulada (Leech y Chandler, 1956) la cual está protegida por una fila de sedas doradas y brillantes que se extienden casi hasta la mitad del segundo esternito (Mejorada-Gómez, 1989). Son organismos que presentan una longitud de 1.5 a 2.5mm (Hansen, 1999). El género esta representado por 46 especies en el mundo, con distribución en seis de las regiones biogeográficas a excepción de la región PC (Hansen, 1999).

***Crenitis* Bedel, 1881.**

Fig. 36

Diagnosis: Se reconoce por presentar el margen posterior del pronoto de forma bisinuada (Hansen, 1991), procoxas globosas y por presentar el mesosterno sin carina aunque en ocasiones con una protuberancia transversal antes de las mesocoxas (White y Roughley, 2008). La longitud varía de 1.7 a 3.5mm (Hansen, 1991). Se distribuye en seis de las siete regiones biogeográficas exceptuando la región PC, esta representado por 39 especies (Hansen, 1999).

***Enochrus* Thomson, 1855**

Fig. 37

Diagnosis: Este género presentan el segundo segmento del palpo maxilar convexo anteriormente (White y Roughley, 2008), el pronoto con dos puntos basales casi en el centro y dos apicales unidos por una línea negra (Arce-Pérez, 1986). La longitud varía de 2.2 a 8.5mm (Mejorada-Gómez, 1989). Se reconoce en las siete regiones biogeográficas y es el género con mayor número de especies de la tribu Hydrophilini representado por 175 especies (Hansen, 1999).

***Laccobius* Erichson, 1837**

Fig. 38

Diagnosis: La longitud de los organismos pertenecientes a este género varía de 1.5 a 4.5mm, presentan el cuerpo redondo y fuertemente convexo (Hansen, 1991). Carecen de estrías en los élitros incluyendo la estría sutural (White y Roughley, 2008). Poseen una apariencia oscura y

lustrosa color negro (Arce-Pérez, 1997). En el mundo, está representado por 215 especies con distribución en seis de las regiones biogeográficas, a excepción de la región PC (Hansen, 1999).

***Paracymus Thomson, 1867.***

Fig. 39

Diagnosis: Este género se distingue de otros debido a la carina que presenta en la parte media del prosterno (Van Tassell, 2001; White y Roughley, 2008), el primer esternito abdominal carinado (Hansen, 1991) y el mesosterno carinado con la terminación en forma de punta. La longitud varía de 1 a 3.2 mm (Hansen, 1991). Se distribuye en todas las regiones biogeográficas y se conocen 75 especies en el mundo (Hansen, 1999).

***Tropisternus Solier, 1834.***

Fig. 40

Diagnosis: El género se distingue por presentar una quilla longitudinal a lo largo del mesosterno y metaesterno (White y Roughley, 2008) la cuál se prolonga entre las metacoxas en forma de espina (Mejorada-Gómez, 1989). Son organismos que presentan una longitud de 6 a 15 mm (Hansen, 1991). Se han registrado 58 especies en las regiones NA, NT y PC (Hansen, 1999).



Figura 19. *Celina* Aubé, 1837



Figura 20. *Copelatus* Erichson, 1832



Figura 21. *Desmopachria* Babington, 1841



Figura 22. *Laccodytes* Régimbart, 1895



Figura 23. *Macrovatellus* Sharp, 1882



Figura 24. *Neoclypeodytes* Young, 1967



Figura 25. *Thermonectus* Dejean, 1833



Figura 26. *Uvarus* Giugnot, 1939



Figura 27. *Dineutus* MacLeay, 1825



Figura 28. *Suphisellus* Crotch, 1873



Figura 29. *Hydroscapha* LeConte, 1854



Figura 30. *Epimetopus* Lacordaire, 1854



Figura 31. *Georissus* Latreille, 1809  
*Georissus californicus* (Tomado de Bugguide, 2003).



Figura 32. *Hydrochus* Leach, 1817



Figura 33. *Anacaena* Thomson, 1859



Figura 34. *Berosus* Leach, 1817



Figura 35. *Chaetarthria* Stephens, 1833



Figura 36. *Crenitis* Bedel, 1881



Figura 37. *Enochrus* Thomson, 1855



Figura 38. *Laccobius* Erichson, 1837



Figura 39. *Paracymus* Thomson, 1867



Figura 40. *Tropisternus* Solier, 1834

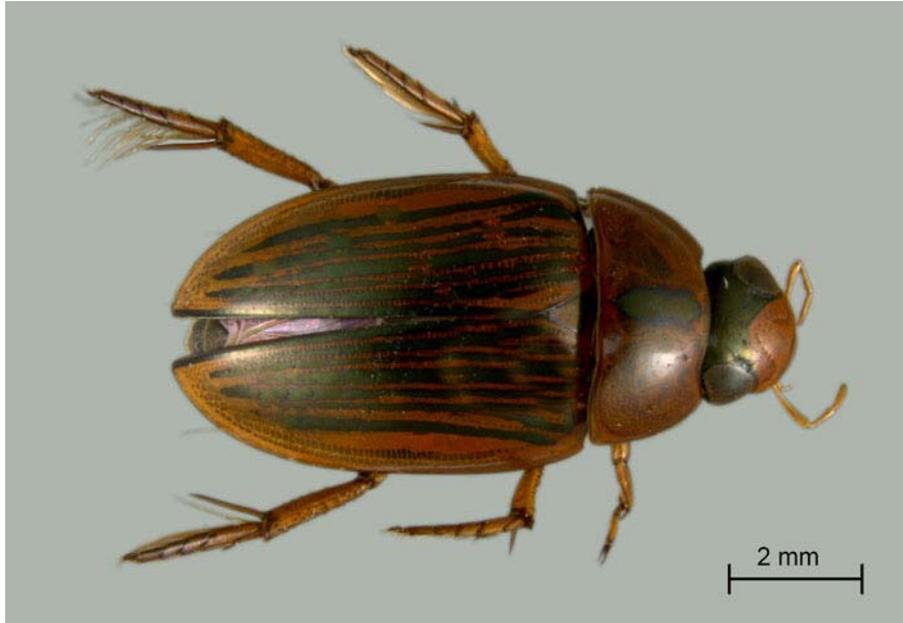


Figura 41. *Tropisternus* Solier, 1834

## Referencias Citadas

- Aguilar R., O. Dorado, D. M. Arias, H. Alcaraz y C. Raymundo. 2003. Anfibios y reptiles de la Sierra de Huautla. Estado de Morelos. CEAMISH-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, CONABIO, UNAM y FMCN, México, D.F., 32 pp.
- Anónimo. 2007a. Comisión estatal del agua y medio ambiente, CEAMA, y Sistema de Áreas Naturales y Protegidas, SINAP. Página oficial, última consulta Abril 2010.  
[http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a\\_nat\\_protegidas/aprotegidas/Paginas/Huautla.htm](http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/ambiente/a_nat_protegidas/aprotegidas/Paginas/Huautla.htm)
- Anónimo. 2007b. Comisión estatal del agua y medio ambiente, CEAMA. Página oficial, última consulta Abril 2010.  
[http://www.ceama.morelos.gob.mx/secciones/ambiente/bosques\\_y\\_selvas/bosques\\_y\\_selvas.html](http://www.ceama.morelos.gob.mx/secciones/ambiente/bosques_y_selvas/bosques_y_selvas.html)
- Arce-Pérez, R. 1986. Contribución al conocimiento de los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac en la región de Vicente Aranda, Edo., de Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 115 pp.
- Arce-Pérez, R. 1995. Lista preliminar de coleópteros acuáticos del Estado de Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 65:43-53.
- Arce-Pérez, R. 1997. Sinopsis del Suborden Myxophaga (Coleoptera de México). Dugesiana, 4:41-50.
- Arce-Pérez, R. y R. Novelo-Gutiérrez. 1990. Contribución al conocimiento de los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac, Morelos, México. Folia Entomológica Mexicana, 78:29-47.
- Arce-Pérez, R y R. E. Roughley. 1999. Lista anotada y claves para los Hydradephaga (Coleoptera: Adepaha: Dytiscidae, Noteridae, Haliplidae, Gyrinidae) de México. Dugesiana, 6:69-104.
- Archangelsky, M., V. Manzo, M. C. Michat y P. L. M. Torres. 2009. Coleoptera. En: E. Domínguez y H. R. Fernández (Eds). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, 411-468 pp.
- Argote-Cortés, A., A. Bueno, J. E. Ramírez, J. E. Pérez, M. Martínez, J. P. Fierra y F. Urbina. 1999. AICA C-49: Sierra de Huautla. En: H. Benítez, C. Arizmendi y L. Márquez (Eds.). Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA, México, D.F. (Disponible en <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicaslista.html>).

- Arriaga-Cabrera, L., J. M. Espinoza-Rodríguez, C. Aguilar-Zúñiga, E. Martínez-Romero, L. Gómez-Mendoza y E. Loa-Laza (Coords). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. CONABIO, México, D.F. 469-471 pp.
- Babin, J. e Y. Alaire. 2004. Taxonomic revision of the genus *Gyretes* Brullé (Coleoptera Gyrinidae) from America north of Mexico. *The Coleopterists Bulletin*, 58:538-567.
- Bezaury, C. J. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano en el contexto mundial. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas secas del Pacífico de México*. CONABIO y FCE, México, D.F., 21-40 pp.
- Bilton, D. T., J. R. Freeland y B. Okamura. 2001. Dispersal in freshwater invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:159-181.
- Burgos-Solorio, A. y A. G. Trejo-Loyo. 2001. Lista preliminar de los coleópteros acuáticos registrados para el estado de Morelos, México. En: J. L. Navarrete-Heredia, H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds). *Tópicos sobre Coleoptera de México*. U de G, UAEM, México, 69-95 pp.
- Bugguide. 2003. Insect, spider and their Kin for the United State y Canada. Iowa State University Entomology. Página oficial, última consulta Abril 2010. Disponible en: <http://bugguide.net/node/view/484674>
- Castro-Franco, R., G. G. Vergara-García, M. G. Bustos-Zagal y W. Mena-Arizmendi. 2006. Diversidad y distribución de anfibios del Estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 22:103-117.
- Cruz-Miranda, S. G. 2002. Coleópteros acuáticos de tres arroyos de la reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Estado de Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, México, 69 pp.
- Deloya-López, A. C. 1987. Fauna de coleópteros Lamelicornios del sur de Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, 126 pp.
- Dorado, O., D. M. Arias, G. Alonso y B. Maldonado. 2002. Educación Ambiental para la Biodiversidad en el Trópico seco, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México. *Tópicos en Educación Ambiental*, 4:23-33.
- Epler, J. H. 1996. Identification manual for the water beetles of Florida (Coleoptera: Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Gyrinidae, Haliplidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Noteridae, Psephenidae, Ptilodactylidae, Scirtidae). Florida A. y M. University, Tallahassee, Florida.

- ERIC II.1999. Extractor rápido de información climatológica, v.2.0. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, versión disco compacto.
- Escalante-Pliego, P., A .G. Navarro-Sigüenza y A. Townsend-Peterson. 1993. A geographical, ecological, and historical analysis of land bird diversity in Mexico. En: T. P. Ramamorthy, R. Bye y J. Fa (Eds). *Biological Diversity of Mexico*. Oxford University Press, New York, 281-307 pp.
- Flores-Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. CONABIO, UNAM, México, 437 pp.
- García, E. 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, México, 246 pp.
- González-Soriano, E., F. A. Noguera., S. Zaragoza-Caballero, M. A. Morales-Barrera, R. Ayala-Barajas, A. Rodríguez-Palafox y E. Ramírez-García. 2008. Odonata, Diversity in a tropical dry forest of Mexico, 1. Sierra de Huautla, Morelos. *Odonatologica*, 37:305-315.
- Grimaldi, D. y M. S. Engel. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, New York, 755 pp.
- Gullan, P. J., y P. S. Cranston. 1994. *The insects: an outline of entomology*. Chapman y Hall, London, 491 pp.
- Hansen, M. 1991. *The Hydrophiloid Beetles. Phylogeny, Classification and a Revision of the Genera (Coleoptera, Hydrophiloidea)*. Biologiske Skrifter 40, The Royal Danish Academy of Science and Letters, Copenhagen, 367 pp.
- Hansen, M. 1999. *World Catalogue of Insects, 2. Hydrophiloidea (Coleoptera)*. Apollo Books, Aps, Stenstrup, Denmark, 416 pp.
- Hinton, H. E. 1969. Plastron respiration in adult beetles of the suborder Myxophaga. *Journal of Zoology of London*, 159:131-137.
- Huryn, D. A, N. H. Anderson y J. B. Wallace. 2008. Habitat, life history, secondary production, and behavioral adaptations of aquatic insects. En: R. W. Merrit, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*, 4a. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 55-103 pp.
- INEGI. Página oficial, última consulta Abril 2011. Disponible en:  
<http://mapserver.inegi.org.mx/rnng/index.cfm?s=geo&c=1312>
- Jackson, D. J. 1955. Observations on flying and flightless water beetles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 43:18-42.

- Jiménez-Sánchez, E. 2003. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) atraídos a trampa de luz de una selva baja caducifolia en la Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis Maestría. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F, 114 pp.
- Jiménez-Sánchez, E., S. Zaragoza-Caballero y F. A. Noguera. 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80:157-168.
- Leech, H. B. y H. P. Chandler. 1956. Aquatic Coleoptera. En: Robert L. Usinger (Ed). *Aquatic insect of California with keys to North American genera and California species*. University of California, Los Angeles, 508 pp.
- Lincoln, R., G. Boxshall y P. Clark. 1998. *A Dictionary of Ecology, Evolution and Systematics*. 2a. Ed. Cambridge University Press, United Kingdom, 361 pp.
- Llorente, B. J., E. González-Soriano, A. N. García-Aldrete y C. Cordero. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: J. Llorente B., A. N. García-Aldrete y E. González-Soriano (Eds). *Biodiversidad taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, Hacia una síntesis del conocimiento*. UNAM, México, D.F. 3-14 pp.
- Lot, H. A. y A. Novelo. 1990. Forested wetlands of Mexico. En: A. E. Lugo, M. Brison y S. Brown (Eds). *Forested wetlands of the world. Ecosystems of the World*, 15. Elsevier, Amsterdam, 287-298 pp.
- Maldonado-Almanza, B. J. 1997. Aprovechamiento de los recursos florísticos de la Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 149 pp.
- Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de recolecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 37:385-408.
- McCafferty, P. W. 1981. *Aquatic Entomology. The Fishermen's and Ecologists' illustrated guide to insects and their relatives*. Science Books International, Inc. U. S. A, 448 pp.
- Mejorada-Gómez, E. 1989. Contribución al estudio taxonómico de los coleópteros acuáticos y semiacuáticos (Insecta: Coleoptera) de los estados de Veracruz y Chiapas. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 219 pp.
- Méndez-Aguilar, M. J., A. E. Castro-Ramírez, R. Alvarado-Barrantes, C. Pacheco-Flores y C. Ramírez-Salinas. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de Melolontidos nocturnos (Coleoptera: Sacarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 21:109-124.

- Merritt, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. 2008a. An introduction of Aquatic Insects of North America. 4a. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 1158 pp.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins y M. B. Berg. 2008b. Ecology and distribution of aquatic insects. En: R. W. Merritt, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). An introduction to the aquatic insects of North America, 4a. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 105-122 pp.
- Miguélez, D., y L. Valladares. 2008. Seasonal dispersal of water Beetles (Coleoptera) in an agricultural landscape: a study using Moericke traps in northwest Spain. *Annales de la Société Entomologique de France* (n. s), 44:317-326.
- Miller, B. K. 2009. On the systematics of Noteridae (Coleoptera: Adephaga: Hydradephaga) description a new tribe, genus and species, and survey of female genital morphology. *Systematics and Biodiversity*, 7:191-214.
- Morrone, J. J. 2001. Biogeografía de América latina y el Caribe. Manuales y tesis de la Sociedad Entomológica Aragonesa, 3. CYTED, UNESCO, ORCYT, Zaragoza, España, 148 pp.
- Mundo-Ocampo, M., J. G. Baldwin, O. Dorado-Ramírez y M. C. Morales-Ruíz. 2002. *Acrobeles zapatei* n. sp. (Rhabditida: Cephalobidae) from the Biosphere Reserve “Sierra de Huautla” (Mexico), with a discussion of the taxonomic limits of the genus. *Journal of Nematode Morphology and Systematics*, 5:21-32.
- Navarrete-Heredia, J. L. y G. A. Quiroz-Rocha. 2004. Hydraenidae (Coleoptera). En: J. Llorente B, J. J. Morrone, O. Yáñez-Ordoñez e I. Vargas-Fernández (Eds.). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, Hacia una síntesis de su conocimiento, IV. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 641-647 pp.
- Nichols, S. W. y R. T. Schuh (Eds). 1989. The Torre-Bueno glossary of entomology. The New York Entomological Society, New York, 840 pp.
- Nilsson, A. N. 2001. World catalogue of insects, 3, Dytiscidae (Coleoptera). Apollo Books, Stenstrup, Denmark, 395 pp.
- Nilsson, A. N., y B. J. Van-Vondel. 2005. World Catalogue of Insects, 7. Amphizoidea, Aspitytidae, Haliplidae, Noteridae and Paelobiidae (Coleoptera, Adephaga). Apollo Books, Stenstrup, Denmark, 171 pp.
- Noguera, F. A., S. Zaragoza-Caballero, J. A. Chemsak, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez, E. González-Soriano y R. Ayala. 2002. Diversity of the family Cerambycidae

- (Coleoptera) of the Tropical dry forest of Mexico, I. Sierra de Huautla, Morelos, *Annals of the Entomological Society of America*, 95:617-627.
- Oliva, A. 2007. Distribución de los Berosini (Coleoptera: Hydrophilidae) en América del Sur. *Revista de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 66:47-56.
- Pérez-Hernández, C. X. 2009. La familia Carabidae (Insecta: Coleoptera) en Quilamula, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 82 pp.
- Pirisinu, Q. 1981. Palpicorni (Coleoptera: Hydraenidae, Helophoridae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydrophilidae y Sphaeriidae), 13, *Guide per el riconoscimento delle spice animali delle acque interne Italiane. Consiglio nazionale delle ricerche Aq/1/128*, Italia, 96 pp.
- Resh, H. V., D. B. Buchwalter, G. A. Lamberti y C. H. Eriksen. 2008. Aquatic insect respiration. En: R. W. Merrit, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*, 4a. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 39-54 pp.
- Ribera, I., P. Aguilera y J. B. Zumeta. 1996. Coleópteros acuáticos capturados en trampas de luz en la Retuerta de Pina (Monegros, Zaragoza) con comentarios sobre las implicaciones ecológicas y biogeográficas de su capacidad de dispersión mediante el vuelo. *Revista de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 6: 51-57.
- Rzedowski, J. 1978. Bosque Tropical Caducifolio. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F. 189-204 pp.
- Sandoval-Manrique, J. C., e I. F. Molina-Astudillo. 2000. Insectos. En: G. S. De la Lanza-Espino, S. Hernández-Pulido y J. L. Carbajal-Pérez (Eds). *Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. UNAM, IBUNAM, CONAGUA, SEMARNAT, México, D. F. 405-443 pp.
- Sandoval-Manrique, J. C., S. Santiago-Fragoso y M. Parra-López. 2001. Los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac, México. En: J. L. Navarrete-Heredia, H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds). *Tópicos sobre Coleoptera de México*. U de G, UAEM, México, 97-108 pp.
- Santiago-Fragoso, S y J. C. Sandoval, M. 2001. Coleópteros acuáticos y su relación con la dinámica fisicoquímica del Río Cuautla (tramo Tetelcingo-Anenecuilco), Morelos, México. *Hidrobiología*, 11:19-30.

- Santiago-Fragoso, S., y P. J. Spangler. 2000. Elmidae (Coleoptera). En: J. Llorente B., E. Gonzáles-Soriano y N. Papavero (Eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, Hacia una síntesis de su conocimiento, 2. CONABIO, UNAM, México, D.F. 421-438 pp.
- Santiago-Fragoso, S. y L. Vázquez-Navarrete. 1989. Coleópteros acuáticos y semiacuáticos del Río Amacuzac (Huajintlán y el Estudiante) Morelos, México. Anales del Instituto de Biología (Serie Zoología), UNAM, 60: 405-426.
- Santiago-Fragoso, S. y L. Vázquez-Navarrete. 1990. Clave para identificar las familias acuáticas y semiacuáticas del Orden Coleoptera del estado de Morelos, México. Anales del Instituto de Biología (Serie Zoología), UNAM, 61: 133-138.
- Semarnat. 2005. Programa de Conservación y manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, 85 pp.
- Southwood, T. R. E. 1971. Ecological methods, with particular reference to the study of insects populations. Chapman and Hall, London, 391 pp.
- Spangler, J. P. 1982. Coleoptera. En: S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa (Eds). Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies, San Diego State University, California, 328-397 pp.
- STATSOFT. 2006. STATISTICA data analysis software system and computer manual, ver. 6.0. StatSoft Inc., Tulsa.
- Stevens, L. E., J. P. Polhemus, R. S. Durfee y C. A. Olson. 2007. Large mixed species dispersal flights of predatory and scavenging Heteroptera and Coleoptera Northern Arizona, USA. Western North American Naturalist, 67:587-592.
- Torre-Bueno, J. R. 1978. A glossary of entomology, an explanation of terms used in entomology. George S. Tulloch (Ed). Lubrecht y Cramer, New York Entomological Society, 336 pp, IX plates y 36 pp.
- Triplehorn, C. A., y N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects, 7a. Ed. Brooks/Cole and Thomson Learning, Inc., USA, 864 pp.
- Usinger, R. L. 1956. Aquatic insect of California with keys to North American genera and California species. University of California, Los Angeles, 508 pp.
- Valenzuela, D., O. Dorado y R. Ramírez. 2010. Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas secas del Pacífico de México, CONABIO y FCE, 477-481 pp.

- Van Tasell, E. R. 2001. Hydrophilidae. En: R. H. Jr. Arnet y M. C. Thomas (Eds). American Beetles, 1. Archostemata, Myxophaga, Adepfaga, Polyphaga: Staphyliniformia. CRC Press, New York, 187-208 pp.
- Vázquez-Navarrete, Ma. M. 1986. Estudio taxonómico de los insectos acuáticos del orden Coleoptera del Río Amacuzac (en las zonas de Huajintlán y el Estudiante), Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas, Cuernavaca, Morelos, 233 pp.
- Velasco, J., y A. Millan. 1998. Insect dispersal in a drying desert stream: effects of temperature and water loss. *The Southwestern Naturalist*, 43:80-87.
- Wiggins, G. B., R. J. Mackay e I. M. Smith. 1980. Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Archiv für Hydrobiologie*, 1:97-206.
- Williams, D. D., y B.W. Feltmate. 1992. *Aquatic Insects*. CAB, International, 358 pp.
- Williams, D. D. 1996. Environmental constraints in temporary fresh waters and their consequences for the insect fauna. *Journal of the North American Benthological Society*. 15:634-650.
- White, D. S., y R. E. Roughley. 2008. Aquatic Coleoptera. En: R. W. Merritt, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*, 4a. Ed. Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, 571-671 pp.
- Young, F. N. 1981. Predaceous water Beetles of the genus *Desmopachria* the *convexa-grana* Group. *Occasional papers of the Florida State, Collection of Arthropods, Florida*, 2:1-11.
- Zaragoza-Caballero, S., E. González-Soriano, F. A. Noguera, E. Ramírez-García, A. Rodríguez-Palafox y R. Ayala. 2000. Biodiversidad en Insecta: Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae) en tres zonas del Pacífico Mexicano. Memoria electrónica del Primer Congreso de responsables del proyecto de investigación en Ciencias Naturales, CONACYT, México, D.F.
- Zurita-García, M. L. 2004. Elateridae (Insecta: Coleoptera) de la Reserva de la Biósfera, Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F, 107 pp.

Software:

Google Earth Software (V.5.1.3533.1731). 2011. Google Inc, Mountain View, California.

<http://www.google.es/intl/es/privacy/privacy-policy.html>

Leica Application Suite, ver.27. 2007. Módulos multifoco y montaje. UNIBIO, UNAM y SIBA.

**Apéndice 1.** Lista de los trabajos sobre coleópteros acuáticos en el estado de Morelos, reportados en los últimos 30 años. La presente lista no pretende ser exhaustiva.

Autor	Año de muestreo y año de publicación	Localidad de muestreo	Fechas de recolección	Técnica de recolección	Resultados		Comentarios
					Larvas	Adultos	
Arce-Pérez, R.	mayo de 1982 a mayo de 1983 (1986)	Vicente Aranda (Región del Río Amacuzac)	cuatro días mensuales	red acuática y revisión <i>in situ</i>	no registra	Reporta 10 familias, 39 géneros y 31 especies	Reporta familias acuáticas y semiacuáticas
Vázquez-Navarrete, Ma. M.	agosto de 1982 a junio de 1983 (1986)	Huajintlán y el Estudiante (Región del Río Amacuzac)	un día al mes	muestreador surber, red Seine y revisión <i>in situ</i>	no registra	Reporta ocho familias para ambas localidades	Reporta la mayor abundancia en las familias Dytiscidae e Hydrophilidae
Arce-Pérez, R., y Novelo-Gutiérrez.	mayo de 1982 a mayo de 1983 (1990)	Vicente Aranda (Región del Río Amacuzac)	cuatro días mensuales	red acuática y revisión <i>in situ</i>	no registra	Reportan 10 familias, 32 géneros y 45 especies	Aportan una clave para los géneros de coleópteros acuáticos de la región del Río Amacuzac
Santiago-Fragoso, S., y M. Vázquez-Navarrete.	1990	23 de 33 municipios del estado de Morelos				Reportan 14 familias de coleópteros acuáticos	De las 18 familias reportadas para México, 14 se hallan en Morelos. Aportan una clave para identificar las familias acuáticas y semiacuáticas para el estado
Arce-Pérez, R.	1995	Morelos					Enlista 21 familias, 54 géneros y 110 especies de coleópteros acuáticos y semiacuáticos para el estado. Recabando la literatura dispersa para México
Burgos-Solorio y Trejo Loyo.	2001	Morelos.					Realizan un reporte sobre el <i>status</i> de la diversidad de Coleópteros para el estado. Reportan nueve familias acuáticas
Santiago-Fragoso, S., y J.C. Sandoval-Manrique.	2001	Tramo de Tetelcingo-Anenecuilco, Río Cuautla.				Reportan a las familias Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae	Realizan un estudio sobre las familias de coleópteros acuáticos como indicadores de la contaminación
Sandoval-Manrique <i>et al.</i>	2001	En todo el Río Amacuzac				Reportan 44 géneros y 156 especies	

**Apéndice 2.** Datos sobre los géneros de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en el estudio realizado por Cruz-Miranda (2002).

Familia	Género	Atraídos a trampa de luz	Mes de recolección en trampa de luz
Gyrinidae	<i>Dineutus</i>	X	No específica
Dytiscidae	<i>Bidessini</i>	--	No específica
	<i>Copelatus</i>	--	
	<i>Cybister</i>	--	
	<i>Desmopachria</i>	--	
	<i>Hydrovatus</i>	--	
	<i>Laccophilus</i>	--	
	<i>Rhantus</i>	--	
	<i>Thermonectus</i>	X	No específica
Noteridae	<i>Suphisellus</i>	--	
Hydrochidae	<i>Hydrochus</i>	--	
Hydrophilidae	<i>Berosus</i>	--	No específica
	<i>Enochrus</i>	X	
	<i>Helobata</i>	--	
	<i>Helochares</i>	--	No específica
	<i>Hemiosus</i>	--	
	<i>Paracymus</i>	X	
	<i>Tropisternus</i>	--	
Spaheridae	<i>Sphaeridium</i>	X	Abril
Scirtidae	<i>Prionocyphon</i>	--	
Psephenidae	<i>Psephenidae</i>	--	
Elmidae	<i>Cylloepus</i>	--	
	<i>Heterelmis</i>	--	
	<i>Microcylloepus</i>	--	

**Apéndice 3.** Datos climáticos del poblado de Huautla perteneciente al municipio de Tlaquiltenango, Morelos. Período de Noviembre de 1995 a Octubre de 1996.

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Temperatura mínima (°C)	13.1	10.8	8.8	10.4	11.6	13.9	16.3	16.1	15.5	15.5	15.5	15.5
Temperatura máxima (°C)	29.2	27.9	27.5	29.5	31	32.5	32.6	28.9	28.7	28.4	28.9	14.3
Temperatura media (°C)	21.1	19.3	18.2	19.9	21.3	23.2	24.5	22.5	22.1	21.9	22.2	21.4
Precipitación (mm)	15.9	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	165.6	138.4	133.7	89.2	46.0

Tomado de ERIC II, 1999. *Extractor rápido de información climatológica*, v.2.0, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, versión disco compacto.

**Apéndice 4.** Número de individuos presentes en las tres trampas de luz indicando el período y la fecha de muestreo.

Período	Fecha	Individuos por trampa		
		TL1	TL2	TL3
1	16-XI-1995	0	0	0
	17-XI-1995	0	0	0
	18-XI-1995	0	0	0
	19-XI-1995	0	0	0
	20-XI-1995	0	0	0
2	13-XII-1995	0	0	0
	14-XII-1995	0	0	0
	15-XII-1995	0	0	0
	16-XII-1995	0	0	1
	17-XII-1995	0	0	0
3	13-I-1996	0	0	0
	14-I-1996	0	0	0
	15-I-1996	0	0	0
	16-I-1996	0	0	0
	17-I-1996	0	0	0
4	12-II-1996	0	0	0
	13-II-1996	0	0	0
	14-II-1996	0	0	0
	15-II-1996	0	0	0
	16-II-1996	0	0	0
5	12-III-1996	4	0	0
	13-III-1996	0	0	0
	14-III-1996	1	0	43
	15-III-1996	0	0	0
	16-III-1996	0	0	0
6	11-IV-1996	0	0	3
	12-IV-1996	0	0	0
	13-IV-1996	0	0	0
	14-IV-1996	0	0	0
	15-IV-1996	0	0	0
7	08-V-1996	13	0	0
	09-V-1996	0	2	0
	10-V-1996	35	62	139
	11-V-1996	0	3	34
	12-V-1996	10	55	47

8	08-VI-1996	44	37	25
	09-VI-1996	0	0	1
	10-VI-1996	89	0	1
	11-VI-1996	38	25	9
	12-VI-1996	0	0	2
9	08-VII-1996	16	0	62
	09-VII-1996	32	28	16
	10-VII-1996	25	4	0
	11-VII-1996	27	1	15
	12-VII-1996	20	17	17
10	05-VIII-1996	26	32	101
	06-VIII-1996	85	1	2
	07-VIII-1996	17	51	70
	08-VIII-1996	0	0	0
	09-VIII-1996	18	1	39
11	04-IX-1996	0	26	30
	05-IX-1996	0	0	47
	06-IX-1996	35	8	2
	07-IX-1996	8	20	0
	08-IX-1996	11	9	0
12	04-X-1996	16	24	54
	05-X-1996	9	61	2
	06-X-1996	23	8	0
	07-X-1996	1	2	2
	08-X-1996	10	8	0
Total		613	485	764

**Apéndice 5.** Individuos recolectados por género en las tres trampas de luz (TL, TL2 y TL3) mensualmente.

Géneros	NOV			DIC			ENE			FEB			MAR			ABR		
	TL1	TL2	TL3															
<i>Celina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmopachria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccodytes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrovatellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neoclypeodytes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermonectus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uvarus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Dineutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Suphisellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydroscapha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Georissus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrochus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anacaena</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Berosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenitis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enochrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccobius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paracymus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Tropisternus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	0	0	3
<b>Total</b>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	43	0	0	3

Géneros	MAY			JUN			JUL			AGO			SEP			OCT		
	TL1	TL2	TL3															
<i>Celina</i>	0	0	0	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus</i>	0	0	0	9	2	1	3	2	1	4	3	1	0	0	0	0	0	2
<i>Desmopachria</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccodytes</i>	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Macrovatellus</i>	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Neoclypeodytes</i>	0	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermonectus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Uvarus</i>	0	0	0	6	11	2	2	2	2	6	2	5	0	0	0	1	0	1
<i>Dineutus</i>	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Suphisellus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydroscapha</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0
<i>Georissus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrochus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anacaena</i>	0	5	0	1	4	0	11	7	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Berosus</i>	13	2	0	2	7	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Chaetarthria</i>	0	0	0	7	0	2	0	0	4	0	0	2	0	1	1	0	1	2
<i>Crenitis</i>	0	1	3	13	1	6	16	2	3	0	0	3	0	2	5	5	2	2
<i>Enochrus</i>	2	1	2	69	12	9	38	20	19	35	7	28	5	7	3	12	20	11
<i>Laccobius</i>	1	0	0	0	0	0	2	4	2	1	0	3	0	0	0	1	0	0
<i>Paracymus</i>	0	1	0	2	0	0	4	1	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Tropisternus</i>	42	109	212	54	22	2	34	8	72	99	71	167	46	51	68	33	78	39
<b>Total</b>	58	122	220	171	62	38	120	50	110	146	85	212	54	63	79	59	103	58

**Apéndice 6.** Riqueza mensual de los géneros atraídos a trampa de luz durante el período de muestreo (Nov95-Oct96), en la presa “Lorenzo Vázquez”, RBSH, Morelos.

GÉNERO	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT
<i>Celina</i>								X	X			
<i>Copelatus</i>								X	X	X		X
<i>Desmopachria</i>								X				
<i>Laccodytes</i>									X			X
<i>Macrovatellus</i>								X	X			X
<i>Neoclypeodytes</i>							X	X				
<i>Thermonectus</i>								X				X
<i>Uvarus</i>					X			X	X	X		X
<i>Dineutus</i>								X	X			
<i>Suphisellus</i>								X				
<i>Hydroscapha</i>									X			
<i>Epimetopus</i>								X			X	X
<i>Georissus</i>		X						X				
<i>Hydrochus</i>								X				
<i>Anacaena</i>							X	X	X	X	X	
<i>Berosus</i>							X	X	X			X
<i>Chaetharthria</i>								X	X	X	X	X
<i>Crenitis</i>							X	X	X	X	X	X
<i>Enochrus</i>							X	X	X	X	X	X
<i>Laccobius</i>							X		X	X		X
<i>Paracymus</i>					X		X	X	X	X	X	X
<i>Tropisternus</i>					X	X	X	X	X	X	X	X
Riqueza	0	1	0	0	3	1	8	19	15	9	7	13

**Apéndice 7.** Abundancia mensual de los individuos atraídos a trampa de luz durante el período de muestreo (Noviembre 1995-Octubre 1996).

Cuadro A) Número de individuos de los subórdenes.

Subórden	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
Adephaga	0	0	0	0	3	0	6	41	27	21	0	9	107
Myxophaga	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Polyphaga	0	1	0	0	45	3	394	230	252	422	196	211	1754
Total	0	1	0	0	48	3	400	271	280	443	196	220	1862

Cuadro B) Número de individuos de las familias.

Familias	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
Dytiscidae	0	0	0	0	3	0	6	37	26	21	0	9	102
Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Hydroscaphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Epimetopidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	5
Georissidae	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
Hydrochidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Hydrophilidae	0	0	0	0	45	3	394	225	252	422	194	210	1745
Total	0	1	0	0	48	3	400	271	280	443	196	220	1862

Cuadro C) Número de individuos de los géneros.

Género	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
<i>Celina</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	6
<i>Copelatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	12	6	8	0	2	28
<i>Desmopachria</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Laccodytes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	2	8
<i>Macrovatellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	2	6
<i>Neoclypeodytes</i>	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	0	0	7
<i>Thermonectus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Uvarus</i>	0	0	0	0	3	0	0	19	6	13	0	2	43
<i>Dineutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
<i>Suphisellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Hydroscapha</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Epimetopus</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	5
<i>Georissus</i>	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
<i>Hydrochus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Anacaena</i>	0	0	0	0	0	0	5	5	19	1	2	0	32
<i>Berosus</i>	0	0	0	0	0	0	15	21	1	0	0	1	38
<i>Chaetharthria</i>	0	0	0	0	0	0	0	9	4	2	2	3	20
<i>Crenitis</i>	0	0	0	0	0	0	4	20	21	3	7	9	64
<i>Enochrus</i>	0	0	0	0	0	0	5	9	77	70	15	43	300
<i>Laccobius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	8	4	0	1	14
<i>Paracymus</i>	0	0	0	0	2	0	1	2	8	5	3	3	24
<i>Tropisternus</i>	0	0	0	0	43	3	363	78	114	137	165	50	1253
Total	0	1	0	0	48	3	400	271	280	443	196	220	1862

**Apéndice 8.** Glosario (Tomado de Usinger, 1956; Torre-Bueno, 1978; Nichols y Schuh, 1989; Lincoln *et al.*, 1998; Merrit *et al.*, 2008a).

Agallas abdominales: órgano respiratorio ubicado en la tercera región posterior del cuerpo de un insecto; generalmente se presentan en las larvas. También se les nombra branquias.

Bífido: dividido en dos partes; hendidura que divide por la mitad sin separar al órgano.

Bilobulado: con dos lóbulos; ejemplo, protarsos y mesotarsos en *Macrovatellus*.

Bisinuado: con dos ondulaciones; ejemplo, la base del pronoto de *Crenitis*.

Canto: proceso integumentario que más o menos divide completamente los ojos de algunos insectos en una mitad superior e inferior; ejemplo, el género *Epimetopus*.

Capa hialina: referente a la capa transparente presente en el primer segmento abdominal del género *Chaetharthria*.

Carina: porción del exoesqueleto del insecto elevada en forma de cresta o quilla, no necesariamente fuerte o aguda; ejemplo, la carina en el prosterno de *Paracymus* y la carina en el mesosterno de *Anacaena*.

Cilios: sedas delgadas y largas.

Clípeo: parte o área de la cabeza del insecto debajo de la frente y a la cual se adhiere el labro en su parte anterior.

Coxas: segmento basal de las patas, dependiendo de su posición en el cuerpo se le denomina delanteras, medias y posteriores o pro, meso y metacoxas.

Dentiforme: forma o apariencia parecida a un diente.

Élitros: alas anteriores endurecidas.

Elongado: alargado, extendido.

Epipleura: en Coleoptera, una parte del margen externo de un élitro que se dobla hacia el sitio del tórax y el abdomen.

Escutelo: en adultos de Coleoptera, la pieza triangular en la base y en medio de los élitros.

Espiráculo: orificio externo utilizado en la respiración con sistema traqueal abierto.

Esternito: pieza o subdivisión de una placa ventral o esterno en los segmentos del cuerpo de un insecto.

Estría: línea o impresión fina y delgada en cualquier parte del cuerpo de un insecto.

Estría sutural: estría longitudinal en los élitros de los coleópteros, adyacente al margen interno de ambos élitros.

Fémur: tercer segmento de las patas de un insecto, unido al trocánter y a la tibia.

Filiforme: antena delgada y segmentada.

Fórmula tarsal: el número de tarsómeros presentes en cada tarso de la pata de un insecto.

Glándula pigdial: en adultos de Coleoptera, pares de glándulas exocrinas que se abren en el último terguito abdominal visible, secretando sustancias para la defensa.

Glándula protorácica: par de glándulas endocrinas de atrás de la cabeza o en el tórax, que produce la hormona de la muda, ecdisona.

Gránulos: pequeñas elevaciones similares a los granos de arena, por ejemplo en la cabeza o en cuerpo de *Epimetopus*.

Intersticios: espacio entre dos líneas, ya sean estrías o puntos.

Léntico: ecosistema de agua dulce no corriente, como un lago o estanque.

Línea occipital: línea delgada que divide la región posterior del epicráneo entre el vértex y el cuello, formando parte de la cabeza.

Lobulada: con lóbulos.

Maza antenal: segmentos distales de una antena que se encuentran más o menos agrandados.

Metatórax: tercer segmento del tórax en el cual se insertan el tercer par de patas.

Muesca: concavidad o hueco, por ejemplo en los ojos de *Copelatus*.

Necton: conjunto de organismos que nadan en la zona pelágica y que se mueven de manera independiente al movimiento del agua.

Órgano de Johnston: órgano cordotonal falso ubicado en el segundo artejo antenal acompañado de la inserción de la articulación entre el segundo y tercer artejo; funciona para percibir los movimientos a través del flagelo antenal y está implicado en el control del vuelo y la percepción del sonido.

Palpómero: cada uno de los artejos de los palpos.

Pronoto: parte superior, dorsal del protórax.

Prosterno: parte inferior, ventral del protórax.

Protórax: primer segmento del tórax en el cual se inserta el primer par de patas.

Pubescente: con sedas.

Punturas: pequeñas impresiones o marcas, a manera de puntos.

Pupa exarada: tipo de pupa en el cual las patas y las alas están libres del cuerpo.

Pupa quiescente: pupa no activa.

Placa metacoxal: en adultos de Coleoptera, la porción del primer esternito abdominal visible, anterior a la línea ventral.

Plancton: organismos que se mantienen suspendidos en el agua y que se mueven independientes al movimiento del agua.

Pleuston: organismos que permanecen entre la superficie del agua y del aire sin hundirse.

Quilla: elevación a manera de cresta o carina.

Sedas: proyecciones esclerotizadas similares a pelos, las cuales surgen de una sola célula tricógena.

Sedas natatorias: sedas para el nado, generalmente presentes en las patas medias y posteriores de algunos coleópteros acuáticos.

Sutura: surco que marca la línea de fusión de dos placas inicialmente distintas.

Tarso: el segmento de la pata unido al extremo de la tibia, formado por uno a cinco tarsómeros.

Tarsómero: cada una de las subdivisiones de los tarsos.

Terguito: división o esclerito de un tergo.

Tibia: cuarto segmento de las patas de un insecto (entre fémur y tarso), dependiendo de su posición en las patas delanteras, medias o posteriores se les nombra pro, meso o metatibia.

Truncado: corte en forma de cuadro en la punta.

Tubérculos: procesos carnosos elevados.

Ventrito: esternito.

**Apéndice 9.** Presencia de géneros y número de individuos registrados en cada trampa de luz durante la estación de secas y lluvias.

GÉNEROS	Estación de secas			Estación de lluvias		
	TL1	TL2	TL3	TL1	TL2	TL3
Celina	0	0	0	1	3	2
Copelatus	0	0	0	16	7	5
Desmopachria	0	0	0	1	1	0
Laccodytes	0	0	0	7	1	0
Macrovatellus	0	0	0	5	0	1
Neoclypeodytes	0	0	0	1	3	3
Thermonectus	0	0	0	1	0	1
Uvarus	3	0	0	15	15	10
Dineutus	0	0	0	3	0	0
Suphisellus	0	0	0	2	0	0
Hydroscapha	0	0	0	1	0	0
Epimetopus	0	0	0	2	1	2
Georissus	0	0	1	1	1	0
Hydrochus	0	0	0	0	1	0
Anacaena	0	0	0	12	17	3
Berosus	0	0	0	16	9	13
Chaetarthria	0	0	0	7	2	11
Crenitis	0	0	0	34	8	22
Enochrus	0	0	0	161	67	72
Laccobius	0	0	0	5	4	5
Paracymus	2	0	0	9	6	7
Tropisternus	0	0	46	308	338	560
<b>Total de Indiv</b>	5	0	47	608	485	717