



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS**

**Instituto de Biología  
Sistemática**

**“Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz  
en Selva Baja Caducifolia de la vertiente del Pacífico Mexicano”**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A:

Guadalupe Griselda García Rivera

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITE TUTOR: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM  
DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

**MÉXICO, D.F. Noviembre 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS**

**Instituto de Biología  
Sistemática**

**“Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz  
en Selva Baja Caducifolia de la vertiente del Pacífico Mexicano”**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A:

Guadalupe Griselda García Rivera

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITE TUTOR: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO  
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM  
DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

**MÉXICO, D.F. Noviembre 2014**

Dr. Isidro Ávila Martínez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión del Subcomité por Campo de Conocimiento de Biología Evolutiva y Sistemática del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 25 de agosto de 2014, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **GARCÍA RIVERA GUADALUPE GRISELDA** con número de cuenta **97379858** con la tesis titulada **"Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en Selva Baja Caducifolia de la vertiente del Pacífico Mexicano"**, realizada bajo la dirección del **DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS**:

Presidente: DRA. ELLEN ANDRESEN  
Vocal: DR. MARTÍN LEONEL ZURITA GARCÍA  
Secretario: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO  
Suplente: M. EN C. ENRIQUE GONZÁLEZ SORIANO  
Suplente: M. EN C. MOISÉS ARMANDO LUIS MARTÍNEZ

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 7 de noviembre de 2014.

*M. del Coro Arizmendi*

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA  
COORDINADORA DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a).

## AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM, por su empeño y esfuerzo en la formación de jóvenes científicos en el campo de la Entomología.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por otorgarme la beca con número de CVU/Becario 440889/270124, durante el período 30 de Enero de 2012 a 29 de Enero de 2014.

Al proyecto CONACYT-SEMARNAT-2002-COI-258, “Diversidad de ocho grupos de Insecta (Odonata, Lycidae, Phengodidae, Lampyridae, Cantharidae, Cerambycidae [Coleoptera], Syrphidae [Diptera] y Vespidae [Hymenoptera]) en tres regiones con Bosque Tropical Caducifolio en México”. Responsable: Dr. Santiago Zaragoza Caballero.

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.

A mi tutor principal Dr. Atilano Contreras Ramos, un profundo agradecimiento por su accesibilidad, por brindarme un espacio para la elaboración de este proyecto, así como por todo su empeño en mi preparación y en la preparación de más entomólogos en México. Agradecerle por su guía, confianza y tolerancia.

A los miembros del Comité tutor, Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses y Dr. Santiago Zaragoza Caballero, y especialmente a mi tutor Dr. Atilano Contreras Ramos por sus pertinentes recomendaciones que enriquecieron la elaboración de esta tesis.

## **Agradecimientos personales**

A los sinodales, Dra. Ellen Andresen, M. en C. Armando Luis Martínez, M. en C. Enrique González Soriano y Dr. Martín Zurita García, por su apoyo y recomendaciones en las correcciones de esta tesis.

A Rocío González Acosta, al Dr. Martín García Varela y a la Coordinación del Posgrado en Ciencias Biológicas por su apoyo y orientación a los estudiantes de Posgrado.

A Georgina Ortega Leite, por su eficiencia y accesibilidad en la adquisición de material bibliográfico pertinente para la identificación de las especies de coleópteros acuáticos.

A la Biól. Susana Guzmán, por brindarme el apoyo, orientación y material necesario para la realización de las fotografías en el “Laboratorio de Microscopía y fotografía de la Biodiversidad (II)”, del Instituto de Biología, UNAM (IBUNAM).

A la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología (IBUNAM) y al Departamento de Zoología, en especial a la M. en C. Cristina Mayorga y al M. en C. Enrique González Soriano, por abrirme las puertas a un mundo de conocimientos en la Entomología.

A los bibliotecarios José Gumercindo Roldán Sánchez y Alberto Calderón Mendoza, por su amabilidad y apoyo en la búsqueda de literatura especializada.

Al Sr. Adolfo Ibarra y a Ubaldo Melo Samper Palacios, por permitirme participar en el proyecto de Base de Datos en la Unidad de Informática para la Biodiversidad (UNIBIO) del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM).

A la M. en C. Cisteil Xinum Pérez Hernández por su apoyo en el manejo y uso de los análisis estadísticos. A la Cand., a Dra. Paulina Cifuentes Ruíz por sus correcciones, sugerencias y observaciones pertinentes a esta tesis.

## **DEDICATORIA**

A mi familia:

por su valioso apoyo y esfuerzo para la realización de todos mis estudios.

A mi mamá Ofelia, te agradezco infinitamente

A mi hermana Erika y a mi hermano Daniel, a mi papá, a mis sobrinos  
¡A quiénes amo!

A todas mis amistades  
que siempre me han brindado su apoyo de diversas formas.

A todas las personas que se apasionan por el misterio  
de la vida, la naturaleza y la Biología.

Con amor a todas mis relaciones, ¡Gracias!

# Contenido

Agradecimientos .....	5
Agradecimientos personales.....	6
Dedicatoria .....	7
Resumen .....	14
Abstract .....	16
Introducción.....	18
Objetivos .....	20
Antecedentes .....	21
Coleópteros acuáticos .....	21
Hábitat .....	23
Adaptaciones al medio acuático.....	25
Ciclo de vida .....	27
Hábitos alimenticios.....	28
Los coleópteros acuáticos como indicadores de la calidad del agua .....	29
Estudios previos sobre coleópteros acuáticos en SBC.....	30
Estudios previos sobre dispersión y atracción a trampa de luz .....	31
Método .....	33
Área de estudio.....	33
Trabajo de campo.....	35
Sitios de muestreo .....	38
San Javier (Sonora).....	38
Presa “El Cajón” (Nayarit) .....	39
San Buenaventura (Jalisco).....	40
Acahuizotla (Guerrero).....	41
Trabajo de gabinete.....	43

Fotografías .....	45
Análisis de los datos .....	46
Resultados .....	49
Riqueza y abundancia generales .....	49
Análisis por sitio de estudio .....	54
San Javier (Sonora) .....	54
Presa El Cajón (Nayarit) .....	58
San Buenaventura (Jalisco).....	61
Acahuizotla (Guerrero) .....	64
Diversidad alfa .....	68
Curva de rarefacción .....	68
Curva de acumulación de especies .....	69
Diversidad alfa verdadera .....	71
Diversidad beta.....	73
Índice de Jaccard.....	73
ANOSIM para los sitios de estudio .....	75
Diversidad beta verdadera .....	75
Discusión .....	76
Conclusiones .....	84
Imágenes de las especies .....	88
Literatura citada .....	99
Apéndices .....	116

## Lista de cuadros y figuras

Cuadro 1. Agrupación de las familias de coleópteros asociadas al medio acuático .....	22
Cuadro 2. Preferencia de hábitat .....	24
Cuadro 3. Ciclo de vida de las familias de coleópteros acuáticos .....	28
Cuadro 4. Familias de coleópteros acuáticos comúnmente registrados en los estudios de monitoreo de calidad del agua.....	29
Figura 1. Paisaje de selva baja caducifolia en meses de lluvias y secas.....	34
Cuadro 5. Períodos de recolección .....	36
Figura 2. Técnica de recolección .....	37
Figura 3. Sitio de muestreo de San Javier (Sonora) .....	39
Figura 4. Sitio de muestreo de Presa El Cajón (Nayarit).....	40
Figura 5. Sitio de muestreo de San Buenaventura (Jalisco) .....	41
Figura 6. Sitio de muestreo de Acahuizotla (Guerrero) .....	42
Cuadro 6. Número de individuos registrados para las especies presentes en los cuatro sitios de muestreo .....	52
Figura 7. Abundancia relativa y riqueza de las familias registradas en San Javier .....	55
Figura 8. Abundancia total y abundancia relativa de las especies registradas en San Javier .....	56

Figura 9. Análisis de correlación entre la abundancia y precipitación para San Javier .....	56
Figura 10. Patrón de distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos registrados en San Javier. ....	57
Figura 11. Abundancia relativa y riqueza de las familias de coleópteros acuáticos registradas en la Presa el Cajón .....	59
Figura 12. Abundancia total y abundancia relativa de las especies de coleópteros acuáticos registrados para la Presa el Cajón.....	59
Figura 13. Patrón de distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos registrados en la Presa el Cajón.....	60
Figura 14. Abundancia relativa y riqueza de las familias registradas en San Buenaventura. ....	62
Figura 15. Abundancia total y abundancia de las especies de coleópteros acuáticos registrados en San Buenaventura .....	62
Figura 16. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura para la localidad de San Buenaventura .....	63
Figura 17. Patrón de distribución mensual de la abundancia y riqueza en San Buenaventura .....	64
Figura 18. Abundancia relativa y riqueza de las familias registradas en Acahuizotla.....	66

Figura 19. Abundancia relativa de las familias registradas para la localidad de Acahuizotla.....	66
Figura 20. Distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos registrados para la localidad de Acahuizotla .....	67
Figura 21. Curva de rarefacción para la diversidad de coleópteros acuáticos en los cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia. ....	68
Cuadro 7. Resultados de la estimación de la riqueza de especies de coleópteros acuáticos con el estimador de Clench .....	69
Figura 22. Curvas de acumulación estimadas de acuerdo con el modelo de Clench .....	70
Cuadro 8. Estimación de la diversidad alfa verdadera para cada una de las localidades de muestreo .....	72
Cuadro 9. Comparación de la riqueza de especies estimadas por el estimador de Clench y el estimador ACE .....	73
Cuadro 10. Resultado del análisis de diversidad beta obtenido por el índice de similitud de Jaccard para los sitios de estudio .....	74
Figura 23. Dendrograma del análisis de Cluster para las localidades de estudio obtenido mediante el índice de Jaccard.....	74
Figura 24. ANOSIM obtenido para las cuatro localidades de estudio con selva baja caducifolia .....	75

Cuadro 11. Resultado del análisis de la diversidad beta obtenido mediante la fórmula de partición multiplicativa ponderada de Jost .....	76
Figura 25 a Figura 66. Imágenes de las especies .....	88

### **Lista de apéndices**

Apéndice I. Géneros de coleópteros acuáticos y su registro de atracción a trampa de luz en estudios previos. ....	116
Apéndice II. Puntos de muestreo y fechas de recolección en los cuatro sitios de estudio .....	119
Apéndice III. Estadísticas climatológicas registradas para cada localidad.....	121
Apéndice IV. Referencias consultadas en la identificación de las especies de coleópteros acuáticos .....	122
Apéndice V. Número de individuos registrados para cada especie de coleópteros acuáticos en las cuatro localidades de estudio.....	124
Apéndice VI. Análisis de correlación de los sitios de muestreo.....	141

## RESUMEN

Se presenta un estudio sobre la abundancia, fenología y diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia (SBC) del Pacífico Mexicano: San Javier (Sonora), Presa el Cajón (Nayarit), San Buenaventura (Jalisco) y Acahuizotla (Guerrero). El total de ejemplares analizados fue de 9765, los cuales se agruparon en 50 especies (cinco de las cuales posiblemente sean nuevas para la ciencia) de 34 géneros y diez familias. Los muestreos fueron efectuados en distintos años para cada una de las localidades (entre 1996 y 2010), procurando abarcar los meses de secas y de lluvias, característicos de este tipo de vegetación. De manera general, las familias con mayor riqueza en los sitios de muestreo fueron Dytiscidae e Hydrophilidae, en tanto que la abundancia estuvo mejor representada por especies de las familias Dytiscidae, Elmidae e Hydrophilidae. De los sitios de muestreo, la mayor riqueza y abundancia se registraron para San Javier y San Buenaventura, localidades con mayor número de muestreos con respecto a Presa el Cajón y Acahuizotla. Se observó un patrón fenológico con mayor abundancia en los meses de lluvias para San Javier y, en los meses de secas, en San Buenaventura. Como resultado de un análisis de correlación entre la abundancia y riqueza contra la precipitación y temperatura, respectivamente, en las cuatro localidades de estudio, se obtuvieron valores significativos de  $r = 0.6908$  entre la abundancia y precipitación en San Javier, y  $r = 0.6701$  para la temperatura contra la riqueza en San Buenaventura. Así mismo, la evaluación del esfuerzo de muestreo por medio del análisis de rarefacción y las curvas de acumulación de especies, indica que hasta el momento no se ha logrado alcanzar el máximo de especies estimadas para cada sitio de muestreo. Por otra parte, el análisis efectuado de la diversidad alfa verdadera estima que el sitio de San Javier presenta el mayor número de especies en términos de especies efectivas, mientras que para

la localidad de San Buenaventura se estima el menor número de especies efectivas. Como resultado del análisis de diversidad beta mediante el índice de Jaccard, se registró mayor similitud entre San Buenaventura y Acahuizotla, con el 47 % de especies compartidas, mientras que San Javier y Presa El Cajón fueron más complementarios, con el 32 % de especies compartidas. Del análisis de ANOSIM, se desprende que existen diferencias significativas entre la formación de grupos establecidos a través del índice de Jaccard (Anosim  $R = 0.55$ ,  $p = 0.001$ ). Finalmente, el análisis de diversidad beta registró un recambio en la diversidad de especies efectivas de 2.27 para  ${}^0D$  y de 2.77 para  ${}^1D$ , lo que indica la evidente variación en la composición de las especies de coleópteros acuáticos a lo largo de un gradiente latitudinal como lo es la vertiente del Pacífico Mexicano.

## ABSTRACT

A study on the abundance, phenology, and diversity of aquatic beetles attracted to light traps in four sampling sites with Tropical Deciduous Forest (TDF) of the Mexican Pacific: San Javier (Sonora), Presa el Cajón (Nayarit), San Buenaventura (Jalisco), and Acahuizotla (Guerrero), is presented. The total number of specimens analyzed was 9 765, which were grouped into 50 species (five of which are probably new to science) of 34 genera and ten families. Sampling was performed in different years at each location (between 1996 and 2010), trying to cover the months of dry and rainy season, characteristic of this type of vegetation. In general, the families with the greatest richness among sampling sites were Dytiscidae and Hydrophilidae, while abundance was best represented by species of the families Dytiscidae, Elmidae and Hydrophilidae. Of the sampling sites, greatest richness and abundance were recorded for San Javier and San Buenaventura, which had more intense sampling with respect to Presa El Cajón and Acahuizotla. A phenological pattern of highest abundance in the rainy months in San Javier, and in the dry months in San Buenaventura, was observed. As a result of a correlation analysis between abundance and richness against precipitation and temperature, respectively, in the four localities studied, significant values of  $r = 0.6908$  between abundance and rainfall in San Javier, and  $r = 0.6701$  for temperature against richness in San Buenaventura, were obtained. Likewise, evaluation of sampling effort by rarefaction analyses and species accumulation curves indicated that so far the maximum estimated species number for each sampling site has not been reached. Moreover, the analysis of true alpha diversity estimates that the site of San Javier has the largest number of species in terms of effective species, while San Buenaventura has the lowest number of effective species. As a result of the analysis of beta diversity through the Jaccard index, a larger similarity was detected between San

Buenaventura and Acahuizotla, with a 47 % of species shared, while San Javier and Presa El Cajón were more complementary, with a 32 % of species shared. From the ANOSIM analysis, it is inferred that there are significant differences between groups formed by the Jaccard index (Anosim  $R = 0.55$ ,  $p = 0.001$ ). Finally, the analysis of beta diversity detected a turnover in effective species diversity of 2.27 for  ${}^0D$  and of 2.77 for  ${}^1D$ , which points out to an evident variation in species composition of aquatic beetles along a latitudinal gradient such as the Mexican Pacific slope.

## 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 (Aguilar *et al.*, 2003). Posee uno de los tipos de vegetación de mayor interés florístico y faunístico, la Selva Baja Caducifolia o Selva Seca. Distribuida a lo largo del Pacífico y Golfo de México, la Selva Baja Caducifolia (SBC) conserva una gran variedad de especies con extraordinarias adaptaciones a las condiciones climáticas que en ella se presenta (Olson y Dinerstein, 2002). En este tipo de vegetación está representado cerca del 20 % del total de la flora del país (Rzedowski, 1978) y el 52 % de las especies de insectos en México (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010).

La SBC, es uno de los ecosistemas con alta prioridad de conservación. Forma parte de los 25 “*hotspots*” o sitios de mayor diversidad y endemismos a nivel mundial que se encuentran en riesgo (Myers *et al.*, 2000). Su distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico Mexicano y Golfo de México, refleja el intercambio de especies con Centro América, concentrando una gran cantidad de endemismos y especies exclusivas en la región del Pacífico Mexicano (Mittermeir, 1997; Myers *et al.*, 2000).

Los estudios sobre los coleópteros acuáticos en SBC son escasos en nuestro país. Han sido pocos los registros en donde se analiza la fenología, diversidad y dispersión (Cruz-Miranda, 2002; García-Rivera, 2011) y en menor grado se han realizado análisis directos sobre la diversidad en diferentes sistemas acuáticos en este tipo de vegetación (Santiago-Fragoso y Sandoval-Manrique, 2001). A pesar de ser un grupo ecológicamente importante dentro de los sistemas acuáticos, poco se conoce sobre su biología, relaciones filogenéticas, taxonomía e historia natural de los coleópteros acuáticos, sobre todo, en

regiones como la Neotropical, en donde se concentra la mayor diversidad y riqueza (Spangler, 1982).

Es por ello que con la finalidad de ampliar el conocimiento de las especies de los coleópteros acuáticos con distribución en Selva Baja Caducifolia se analizan diversas comunidades pertenecientes a una región mayor en el Pacífico Mexicano con este tipo de vegetación. Así mismo, se analiza la abundancia en búsqueda de patrones fenológicos que pudieran estar relacionados con la variación de las condiciones climáticas de cada sitio de muestreo. De manera similar la riqueza, como componente de la diversidad es analizada a través de diversos índices con la finalidad de proporcionar una estimación sobre la relación entre los componentes (individuos/especies) en una comunidad (Moreno, 2000), valores, que son de suma utilidad para efectos de conservación de un área (Halfiter *et al.*, 2000). Por último, se proporcionan imágenes del hábito de las especies y referencias puntuales para su identificación, en espera de que esta información generada sea de utilidad en futuros trabajos sobre este grupo.

## **Objetivos**

### Objetivo general

Caracterizar la comunidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en cuatro localidades de Selva Baja Caducifolia del Pacífico Mexicano, en términos de abundancia, riqueza y diversidad.

### Objetivos particulares.

1. Describir el patrón de abundancia y fenología de las especies.
2. Estimar la diversidad alfa para cada sitio de estudio, a través de curvas de acumulación y rarefacción de especies.
3. Evaluar la diversidad beta entre las cuatro localidades de estudio, a través de un índice de similitud.
4. Evaluar la existencia de una correlación significativa entre la abundancia y riqueza de las especies, con la precipitación y la temperatura de cada sitio estudiado, respectivamente.

## Antecedentes

De los diferentes órdenes de insectos, el orden Coleoptera es el que posee mayor número de especies descritas. Se estima que poco más de una tercera parte de los insectos que se conocen pertenece a este orden (Grimaldi y Engel, 2005). Alrededor de 450 000 especies forman parte de este orden (Jäch y Balke, 2008), de las cuales 10 000 especies conforman los registros de las familias acuáticas y semiacuáticas de coleópteros en el mundo (Archangelsky *et al.*, 2009). Diversos autores indican, que existen de 25 a 30 familias acuáticas y semiacuáticas (McCafferty, 1981; Williams y Feltmate, 1992; White y Roughley, 2008; Archangelsky *et al.*, 2009), en su mayoría, pertenecientes a los subórdenes Adepfaga y Polyphaga. Para México, se tiene un registro aproximado de 583 especies (Arce-Pérez, 1995). Sin embargo, es posible que los registros de un gran número de especies se encuentren dispersos en la literatura.

### Coleópteros acuáticos.

De acuerdo con Spangler (1982), los coleópteros acuáticos se caracterizan por presentar el desarrollo en estado larval, adulto, o ambos dentro del agua. Aunque esta clasificación está basada en los primeros registros y observaciones de los ciclos de vida en coleópteros acuáticos, existe una gran cantidad de familias de coleópteros terrestres que se relacionan o dependen del medio acuático sin ser considerados coleópteros acuáticos verdaderos. De ahí que Leech y Chandler (1956), Brigham (1982) y Spangler (1982), hayan incluido en los coleópteros acuáticos a muchas familias cuyas especies no son completamente acuáticas, y únicamente se relacionan al medio acuático en ciertos estadios de vida. Tal como sucede con algunas especies de la familia Curculionidae que se

encuentran asociadas a las raíces de plantas acuáticas durante el desarrollo del huevo, larva y pupa, mientras que el adulto habita en el follaje de las plantas (Brigham, 1982).

Una definición más reciente (Cuadro 1), es la establecida por Jäch y Balke (2008), en donde el término “coleópteros acuáticos” es usado para incluir a aquellos que se encuentran sumergidos la mayor parte del tiempo en etapa adulta, donde la etapa larval o pupa puede ser acuática o terrestre. En tanto que los coleópteros semiacuáticos, serían entonces aquellos escarabajos que viven en lugares húmedos cercanos al agua o parcialmente en el agua (Torre-Bueno, 1989).

Cuadro 1. Agrupación de las familias de coleópteros asociadas al medio acuático (modificada de Jäch y Balke, 2008).

Grupo ecológico	Características
Coleópteros acuáticos verdaderos	Escarabajos sumergidos en parte o la mayor parte del tiempo en su etapa adulta (p. ej., Dytiscidae, Dryopidae, Elmidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Noteridae)
Coleópteros acuáticos falsos	Escarabajos adultos terrestres con la etapa de larva sumergida la mayor parte del tiempo (p. ej., Psephenidae, Carabidae, Lampyridae)
Coleópteros acuáticos fitófilos	Escarabajos que viven y se alimentan de plantas, sumergidos por al menos una parte de su ciclo de vida en cualquier estadio de desarrollo (p. ej., Chrysomelidae, Curculionidae)
Coleópteros para-acuáticos	Grupo heterogéneo que incluye escarabajos parásitos (sus hospederos de mamíferos acuáticos), escarabajos facultativos (sumergidos activa u ocasionalmente, o activos en la superficie del agua por un período de tiempo en cualquier estado de desarrollo) y escarabajos de los márgenes de ríos o de la zona marina (dependen un microclima, sustrato, alimento o ambiente cercano al acuático (p. ej., humícolas)

De acuerdo con la cita anterior, el grupo de coleópteros para-acuáticos no está establecido como límites precisos, debido a que el tiempo que pasan sumergidos en el agua o su relación con los márgenes de los ríos es muy variable, así como por la falta de estudios sobre la biología de los adultos lo cual ha dificultado determinar en algunos casos qué especies son acuáticas, riparias o terrestres.

## Hábitat.

La mayoría de los coleópteros acuáticos y semiacuáticos tienen preferencia por sistemas de agua dulce (Cuadro 2), como charcas temporales, estanques, lagos, pantanos y ríos rápidos de montaña, sin embargo, hay especies que pueden encontrarse en aguas salobres, como estuarios y la zona intermarial (McCafferty, 1981; Cummins *et al.*, 2008, Huryn *et al.*, 2008).

Los sistemas de agua dulce pueden dividirse en dos grupos principales, sistemas lénticos y sistemas lóticos (McCafferty, 1981; Gullan y Cranston, 1994; Cummins *et al.*, 2008; Huryn *et al.*, 2008). De manera general, los sistemas lénticos, que corresponden a lagos, laguna y pantanos, se caracterizan por presentar poco movimiento en la corriente del agua, un alto grado de materia orgánica en descomposición y muy bajos niveles de oxígeno disuelto. En tanto que los sistemas lóticos como arroyos y ríos, se caracterizan por el constante movimiento en la corriente del agua, alto grado de oxigenación y un bajo nivel en materia orgánica en descomposición.

Cuadro 2. Preferencia de hábitat en los sistemas acuáticos de las familias de coleópteros acuáticos y semiacuáticos registradas en México (modificada de Arce-Pérez, 1995; White y Roughley, 2008; con información de Leech y Chandler, 1956; McCafferty, 1981; Smetana, 1988; Spangler, 1982; Cummins *et al.*, 2008). A= Adultos, L= Larvas., A\* = posiblemente adultos terrestres, L\*= algunas especies poseen larvas acuáticas.

Familia	Sistema Léntico		Sistema Lótico	
	Zona limnética	Litoral	Zona erosional	Zona deposicional
Amphizoidea			A, L	
Dytiscidae	A	A, L		
Dryopidae			A, L*	A, L
Elmidae		A, L		
Epimetopidae		A, L		
Georissidae		A, L		
Gyrinidae		A, L		A, L
Noteridae		A, L		
Haliplidae		A, L	A	
Helophoridae		A, L		
Heteroceridae				A, L
Hydrochidae		A, L		
Hydrophilidae		A, L		A, L
Hydroscaphidae			A, L	
Hydraenidae		A		A, L
Lepiceridae	A, L			
Limnichidae	A, L			
Lutrochidae			A, L	
Psephenidae		A	A, L	
Ptiliidae	A	A, L		
Ptilodactylidae			A*, L	
Scirtidae		A*, L		
Sphaeridae		A, L		

## Adaptaciones al medio acuático.

En los sistemas acuáticos los cambios en los factores ambientales, físicos y biológicos tiene gran influencia en los organismos que habitan este tipo de sistemas, es por ello que, evolutivamente, presentan diversas adaptaciones que les permite ser tolerantes ante dichos cambios (Williams y Feltmate, 1992). De acuerdo con Williams y Feltmate (1992), las adaptaciones de mayor importancia en los coleópteros acuáticos, son la respiración dentro del agua y la osmorregulación. Otros autores consideran también las diversas estrategias de obtención de oxígeno, los mecanismos de defensa y escape de depredadores, la construcción de refugios en estado pupal, la alimentación, la estacionalidad en los ciclos reproductivos y la capacidad de vuelo (Hinton, 1969; Spangler, 1982; Arce-Pérez, 1986; White y Roughley, 2008).

*Respiración.* La disociación del oxígeno al cuerpo del insecto dentro del agua, es una de las mayores adaptaciones que posiblemente surgió en la colonización del medio acuático, posterior a la vida de los insectos en la tierra. En general, en los coleópteros acuáticos se presentan dos tipos de sistemas de obtención de oxígeno, el sistema traqueal abierto y el plastrón (Resh *et al.*, 2008; Gullan y Cranston, 1994).

En el sistema traqueal abierto o aeropnéustico, el oxígeno es tomado del aire atmosférico o del tejido de plantas subacuáticas (eje., Noteridae) y el intercambio de gases se realiza a través de espiráculos y el sistema traqueal (Resh *et al.*, 2008). En general, los coleópteros que obtienen el oxígeno del aire atmosférico, por lo que suben a la superficie y rompen la tensión superficial del agua y con diversas estructuras que presentan en el cuerpo, captando el oxígeno con las sedas hidrofóbicas que les permite la formación de una burbuja de aire. En las familias del suborden Adephaga, el oxígeno es retenido en una

burbuja en la cavidad subelital, en cambio, en las familias de Polyphaga, el oxígeno se retiene en una burbuja de aire en la región ventral (Gullan y Cranston, 1994).

La otra forma de obtención de oxígeno es por medio del plastrón, el cual funciona como un reservorio de gases, en donde también es posible aprovechar el oxígeno disuelto del agua. El plastrón está formado por sedas hidrófobas microscópicas denominadas *microtrichias*, las cuales ayudan a la retención de una burbuja de gas. Aunque propiamente el plastrón se ha detectado en los adultos de familias como Elmidae y Dryopidae (Resh *et al.*, 2008), Dytiscidae e Hydrophilidae (Williams y Feltmate, 1992), Hinton (1969) menciona que las pupas de las familias Psephenidae y Torridincolidae llegan a formar plastrón acompañando a las agallas espiraculares. En algunos casos, casi todo el cuerpo está recubierto por una pubescencia de sedas largas, suaves dispuestas a manera de cepillo a las cuales en conjunto se les conoce como *tomentum*, cuya función es retener una burbuja de aire en donde se realiza el intercambio gaseoso entre el oxígeno y el dióxido de carbono (Leech y Chandler, 1956).

*Osmorregulación.* Es el proceso de mantener las concentraciones específicas internas de sales que son necesarias para las reacciones bioquímicas básicas que ocurren en el organismo (Williams y Feltmate, 1992). Ello implica mantener en equilibrio las cantidades de iones disueltos en el agua que entran y salen del cuerpo. En grupos como los coleópteros acuáticos la osmorregulación es importante, debido a que la salinidad es un factor limitante para el desarrollo de algunas especies (Jäch y Balke, 2008).

## Ciclo de vida.

Los coleópteros acuáticos son insectos holometábolos, que pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto. Los huevos de los coleópteros acuáticos, como los Hydrophilidae, son depositados en pequeños capullos en las raíces de las plantas o fuera del agua (Williams y Feltmate, 1992). La larva es casi siempre acuática, con excepción de la familia Dryopidae, la cual es terrestre. El tamaño varía de 2 a 60 mm. Muchos de los escarabajos acuáticos presentan tres estadios larvales y una generación por año (MacCafferty, 1981). De acuerdo con MacCafferty (1981), la larva posee la cápsula cefálica esclerotizada, partes bucales bien desarrolladas, ocelos, antenas desarrolladas, abdomen de ocho a 10 segmentos, en algunas especies con patas desarrolladas y branquias o filamentos terminales. La pupa casi siempre es terrestre y de tipo exarada (excepto Noteridae, en la que es acuática), con apéndices no fusionados al cuerpo y con antenas de 11 segmentos o menos. Llegan a medir de 1 a 40 mm.

El ciclo de vida de los coleópteros acuáticos no está bien conocido. La duración del ciclo de vida es variable, puede llegar a prolongarse de dos a cinco semanas, aunque en algunos grupos no se conoce con certeza (Cuadro 3). Sin embargo, se ha documentado que en las regiones tropicales y subtropicales, la estacionalidad de condiciones climáticas tiene gran influencia en su reproducción (Spangler, 1982).

Cuadro 3. Duración del ciclo de vida de las familias de coleópteros acuáticos registradas en este estudio (Spangler, 1982; Arce-Pérez, 1986; Vázquez-Navarrete, 1986; Spangler y Santiago-Fragoso, 1992; Cruz-Miranda, 2002; Elliot, 2008).

Familia	Tiempo para completarse el ciclo de vida
Gyrinidae	Dos a tres semanas
Dytiscidae, Noteridae	Cinco semanas
Hydrophilidae	29- 44 días
Elmidae	3 años: 2 en etapa de larva y uno como adulto
Dryopidae, Georissidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydroscaphidae	No se cuenta con suficiente información

### Hábitos alimenticios.

Los coleópteros acuáticos presentan tres gremios tróficos principales. Los Adepaga son casi siempre depredadores en estado de larva y adulto, en tanto que los Polyphaga están integrados por organismos depredadores en estado de larva, mientras que los adultos son colectores y fitófagos (White y Rougley, 2008). Del suborden Myxophaga se conoce poco sobre su alimentación, pero *Hydroscapha* tiene un tipo de alimentación fitófaga al alimentarse de cianobacterias, raspándolas del sustrato (Arce-Pérez, 1997; White y Roughley, 2008). Familias como Dytiscidae, Noteridae y Gyrinidae son depredadores en el estado larval y adulto (Spangler, 1982), mientras que los adultos familia Elmidae son recolectores y raspadores, alimentándose principalmente de algas y detritos (Elliot, 2008). En cambio, los Hydrophilidae poseen larvas depredadoras y en estado adulto son de hábitos fitófagos y detritívoros (Spangler, 1982).

## Los coleópteros acuáticos como indicadores de calidad del agua.

Los coleópteros acuáticos son considerados indicadores de la calidad del agua, biológica y ecológicamente son relevantes en el equilibrio de las comunidades, además de ser elementos clave para la protección de la vida acuática y el establecimiento de áreas hidrológicas a conservar, pues presentan una respuesta inmediata a medios contaminados (Williams, 1996; Sandoval-Manrique y Molina-Astudillo, 2000).

Pocos han sido los estudios que se han realizado sobre la calidad de agua con coleópteros acuáticos (Sandoval-Manrique *et al.*, 2001), ya que los ciclos biológicos, la preferencia de hábitat y hábitos alimenticios son prácticamente desconocidos. En el cuadro 4, se presentan algunas de las familias más comunes en el monitoreo de los sistemas acuáticos.

Cuadro 4. Familias de coleópteros acuáticos comúnmente registrados en los estudios de monitoreo de calidad del agua (Leech, 1948; Sandoval-Manrique y Molina-Astudillo, 2000; Elliot, 2008).

Familia	Tipo de indicador biológico
Dytiscidae, Dryopidae, Hydrophilidae	De aguas limpias y con alto contenido de materia orgánica
Elmidae, Psephenidae	De aguas limpias y concentraciones de oxígeno altas
Curculionidae, Chrysomelidae, Gyrinidae Heteroceridae, Hydraenidae, Hydroscaphidae, Lepiceridae, Limnichidae, Microsporidae, Noteridae	Se han realizado estudios de presencia- ausencia en zona de bentos sin mediciones de calidad de agua

## Estudios previos sobre coleópteros acuáticos en Selva Baja Caducifolia.

Los estudios sobre la coleopterofauna acuática de México son escasos, la mayoría de los estados del país no cuentan con un listado de las especies y mucho menos con trabajos sistemáticos a nivel regional. Existe un listado para el estado de Morelos (Arce-Pérez, 1995), en el cual se menciona que existen 583 especies pertenecientes a 19 familias de coleópteros acuáticos y semiacuáticos registradas para el país, en su mayoría pertenecientes a las familias Dytiscidae e Hydrophilidae.

De los estados que registran Selva Baja Caducifolia en la vertiente del Pacífico Mexicano (Bezaury-Creel, 2010), Morelos es el estado con mayor conocimiento sobre la riqueza taxonómica y ecológica de coleópteros acuáticos. Tan solo para este estado se registran 126 especies en 55 géneros (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001), que representan aproximadamente el 20 % de las 616 registradas para el país (Sharp, 1882a; Blackwelder, 1944a, 1944b; Arce-Pérez, 1995; Hansen, 1991, 1998; Nilsson, 2001; Sandoval-Manrique *et al.*, 2001; Nilsson y Van Vondel, 2005). Sin embargo, estados como Oaxaca y Chiapas, que albergan una gran diversidad biológica y un gran número de endemismos en diversos grupos (León-Cortés *et al.*, 2005; Aguilar-Sierra, 2011), poseen menor número de registros de especies, con 13% y 4%. Por otra parte estados como Nayarit, Jalisco y Guerrero, poseen registros que en su mayoría están dispersos en los principales monografías sobre coleópteros acuáticos, sin embargo, la SBC en dichos estados ha sido prácticamente inexplorada.

Existen tres sitios con carácter de Área Natural Protegida de gran importancia, debido a que conservan parte de la diversidad biológica de la Selva Baja Caducifolia del país. Estas son la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (Morelos), Reserva de la

Biósfera Chamela-Cuixmala, y Reserva de la Biósfera Sierra de Manantlán, estas últimas pertenecientes al Jalisco. En la Reserva de la Biósfera de Sierra de Huautla (REBIOSH), se registran 24 géneros y 28 especies de coleópteros acuáticos (Cruz-Miranda, 2002; García-Rivera, 2011), en cambio para las otras dos reservas no se ha registrado alguna especie de coleópteros acuáticos, lo que denota la falta de trabajos taxonómicos en el grupo.

### Estudios previos sobre dispersión y atracción a trampa de luz.

La dispersión es un fenómeno principalmente ecológico que ocurre en un individuo o en una población. Juega un papel importante en la dinámica de las poblaciones, ya que provee a los organismos de nuevos espacios para colonizar, nuevas fuentes de alimento o de una pareja reproductiva (Williams y Feltmate, 1992; Lincoln *et al.*, 2009). Se conocen dos formas de dispersión en las comunidades que habitan en los sistemas acuáticos, la pasiva y la activa. En la forma pasiva el organismo requiere de un agente externo para dispersarse; esta forma es poco común en insectos adultos, sin embargo, cumple un papel importante en la dispersión de comensales, epibiontes o parásitos (Lancaster, 2007). Un ejemplo de transporte pasivo es el gasterópodo *Ancylus fluviatilis*, que depende del escarabajo acuático *Acilius sulcatus* (Dytiscidae) para dispersarse en etapa de huevo y adulto (Williams y Feltmate, 1992). Mientras, el transporte activo es el resultado del esfuerzo del individuo, mediante el nado o la excavación. 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 este fenómeno ocurra, se requiere de estímulos físicos o químicos que generan una señal en el individuo o en la población. Entre los más comunes en los sistemas acuáticos se encuentran un cambio en la temperatura del agua, desecación del medio, variación en la concentración de oxígeno, salinidad del agua, duración de fotoperíodo, presencia de contaminantes, depredadores o parásitos, así como velocidad y dirección de la corriente (Williams, 1996; Velasco y Millan, 1998; Lancaster, 2007; Stevens *et al.*, 2007).

Una forma sencilla para documentar la dispersión de coleópteros acuáticos fuera del medio acuático es la atracción a trampas de luz. Aunque, esta técnica no es la convencional para la captura de coleópteros acuáticos (McCafferty, 1981; Cummins *et al.*, 2008), ha resultado de gran efectividad por el número de individuos y la diversidad de especies que son recolectadas (Ribera *et al.*, 1996; Millar y Urban, 2000; Márquez-Luna, 2005).

Los estudios sobre coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz han sido un tema reciente que ha facilitado los inventarios faunísticos en sistemas acuáticos. Países como Argentina, Canadá, España y Estados Unidos, han registrado un gran número de especies de las que se desconocía su capacidad de vuelo (Anexo I). En México, se tienen registros principalmente de grupos terrestres, tales como Cerambycidae, Cantharoidea, Elateridae, Melolonthidae, Passalidae, Scarabaeidae, Staphylinidae y Trogidae (Deloya y Morón, 1994; Morón *et al.*, 1998, 2000; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000; Zurita-García, 2004; Novelo y Morón, 2005; Méndez *et al.*, 2005; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009). En tanto, que para coleópteros acuáticos se cuenta con de dos estudios en el estado de Morelos, ambos realizados en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (Cruz-Miranda, 2002; García-Rivera, 2011), en donde se indica un total de 23 géneros pertenecientes a nueve familias de coleópteros acuáticos que fueron atraídos a trampa de luz (Anexo I).

## Método

### Área de estudio.

*La Selva Baja Caducifolia*. El nombre de selva baja caducifolia (SBC) fue asignado por Miranda y Hernández, X (1963), aunque también se le conoce como Selva Seca, Bosque Tropical (Bezaury Creel, 2010) o Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978). En México, su distribución en el Pacífico se presenta desde el paralelo 29° de latitud Norte, en el estado de Sonora y el sureste de Chihuahua, hasta la frontera Sur con Guatemala, en el estado de Chiapas, en el paralelo 15° de latitud Norte (Trejo, 2010). Mientras que en el Golfo llega al sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, norte de Veracruz y el estado de Yucatán. Pertenece a las Provincias Florísticas de la Costa Pacífica y de la Península de Yucatán, así como a la Provincia de la Depresión del Balsas (Rzedowski, 1978). Se localiza en altitudes que van desde el nivel del mar hasta casi los 2000 m. Se asienta principalmente en zonas de ladera, con pendientes de fuertes a moderadas, lo que contribuye a la heterogeneidad ambiental (Trejo, 2010).

La SBC presenta un clima cálido subhúmedo (AWo) con la temporada lluviosa del año en el mes más cálido del año (Cw) (García, 1981). La temperatura media anual oscila entre los 20° a 29°C, mientras que la precipitación media anual varía entre 400 y 1 200 mm, lo que le confiere una marcada estacionalidad de secas y lluvias (Figura 1; Rzedowski, 1978; Trejo, 2010). A pesar de que se ha establecido un patrón general climático para este tipo de vegetación, las condiciones ambientales a nivel regional son variadas, lo que permite la formación de microhábitat (Trejo, 2005).



Figura 1. Paisaje de la selva baja caducifolia en meses de lluvias (A) y meses de secas (B). Imágenes proporcionadas por Zaragoza-Caballero, S.

Este tipo de vegetación presenta árboles de hoja ancha, cuya altura no rebasa los 4 a 10 m y los 50 cm de diámetro, los cuales en época de estiaje pierden entre el 50 y 100 % de sus hojas, en un período de cinco a siete meses (Rzedowski, 1978). Entre las asociaciones de plantas que se reconocen, destacan los *tintales*, representados por especies como *Haematoxylon campechianum* L., la asociación denominada *bucidales* por *Bucida spinosa* Jenn., la denominada *pucteales* por *Bucida buceras* L., y la mezcla de cactáceas candelabrifomes o columnares con la selva. De manera menos frecuente, se le encuentra asociada a Matorral Xerófilo, dando lugar a las selvas espinosas, de menor cobertura vegetal pero de igual importancia (Torres-Colín, 2004).

Los estudios faunísticos reportan 183 especies de mamíferos, las cuales equivalen al 34% del total nacional (Ceballos y Martínez, 2010); mientras que las aves suman 170 especies (Vega-Rivera *et al.*, 2010). La fauna de anfibios y reptiles de occidente de México se compone de 826 especies, de las cuales 246 son endémicas (García, 2010).

En cuanto a insectos, el registro en selva baja caducifolia es escaso. Se tienen cerca de 16 649 especies, que equivalen al 52 % de las especies registradas para México (Zaragoza *et al.*, 2010). Considerando sólo la SBC del Pacífico Mexicano, destacan tres órdenes con mayor riqueza: Coleoptera, Hymenoptera y Lepidoptera, los dos primeros con el registro de mayor riqueza en Chiapas y Oaxaca. En el caso de los lepidópteros, se menciona que están representados por 949 especies tan solo en la Selva del Pacífico (De la Maza, 2010).

### Trabajo de campo.

Se realizaron muestreos mensuales con duración de cinco días en cuatro localidades de estudio. En cada una de las localidades se establecieron distintos puntos de muestreo (Anexo II), de tal forma que el análisis de los datos se realizó por localidad y no por punto de muestreo. Los períodos de recolección fueron variables (Cuadro 5), únicamente en la localidad de San Buenaventura se lograron realizar doce muestreos a lo largo de un año.

*Técnica de recolección.* Los ejemplares de coleópteros acuáticos registrados proceden de dos tipos diferentes de trampa de luz (Fig. 2), una constituida de una luz mercurial y adyacente a ella un trampa tipo Minnesota, que incluyó dos focos UV de 20 watts con y sin filtro, respectivamente (Jiménez-Sánchez, 2003). Sin embargo, los ejemplares procedentes de ambas trampas se recolectaron en un solo bote colector el cual contenía con alcohol al 80%. En cada localidad se establecieron cinco puntos de muestreo correspondientes a las cinco noches de colecta, en cada punto se colocó un par de trampas como la que se muestra en la figura 2. Dichas trampas estuvieron activas entre las 19 a las 23 horas, y en verano de

las 20 a las 24 horas (Jiménez-Sánchez, 2003). Los muestreos fueron en la fase lunar de cuarto menguante, para obtener así una mayor atracción de los insectos (Márquez-Luna, 2005). De manera que en un período mensual, el número total de horas invertidas fue de 20 (cinco días de muestreo), las cuales en un año suman 240 horas de esfuerzo de muestreo por trampa.

Cuadro 5. Períodos de recolección efectuados en los cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia (SBC). La línea indica mes sin muestreo, SR = sin registro (ausencia de coleópteros acuáticos en las muestras) y CR = con registros de ejemplares.

Mes de muestreo	San Javier entre nov 2003 – oct 2004	Presa El Cajón entre nov 2009 – oct 2010	San Buenaventura entre nov 1996 – oct 1997	Acahizotla entre jun 2008 – oct 2009
Meses secos				
Nov	CR	CR	CR	
Dic	_____	_____	CR	
Ene	_____	_____	CR	
Feb	CR	_____	CR	
Mar	_____	_____	SR	
Abr	CR	_____	SR	
Meses lluviosos				
May	_____	_____	SR	
Jun	_____	_____	SR	SR
Jul	CR	CR	CR	CR
Ago	CR	_____	SR	CR
Sep	CR	_____	SR	_____
Oct	CR	CR	SR	CR
Meses secos				
Nov				_____
Dic				_____
Ene				_____

Feb				_____
Mar				CR
Abr				_____
Meses lluviosos				
May				CR
Jun				_____
Jul				_____
Ago				_____
Sep				SR
Oct				CR
Nov				SR



Figura 2. Técnica de recolección utilizada en la atracción de coleópteros acuáticos. Fotografía Zaragoza-Caballero *et al.* (2009)

Las muestras obtenidas fueron tomadas del recipiente colector y separadas en bolsas rotuladas con los datos de recolección: localidad, coordenadas geográficas, altitud, fecha, nombre de los colectores, técnica de recolección y número de trampa. Posteriormente, los ejemplares fueron identificados a familia y conservados en frascos viales con alcohol al 80

% dentro de contenedores mayores que fueron resguardados en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología (CNIN-IBUNAM).

### Sitios de muestreo.

*San Javier (Sonora)*. Se realizaron siete muestreos, entre noviembre de 2003 a octubre de 2004 (Cuadro 5). Los puntos de muestreo se ubicaron en las cercanías a la carretera Hermosillo-Yécora (Fig. 3; González-Soriano *et al.*, 2011; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009). El municipio está ubicado en la cadena montañosa conocida como “Sierra El Aliso”, a una distancia de 25 km del Río Yaqui. Forma parte de la Provincia Sierra Madre Occidental, subprovincia de las Sierras y Valles del Norte del estado de Sonora (González-Soriano *et al.*, 2009).

Se localiza entre las coordenadas 28° 36' N y 109° 44' W, a una altitud promedio de 650 m (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000). En esta localidad se presentan dos tipos de clima, semiseco cálido (BS'hw(x')(e')) y semicálido húmedo (A)C(wo)(x')d (Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009). Durante el año de muestreo, en la zona con clima semiseco cálido se registró un promedio anual de temperatura máxima de 18.7 °C, temperatura mínima de 11.9 °C y una temperatura media de 18.7 °C, y una precipitación de 508.8 mm. En tanto, que la zona con clima semicálido húmedo registro una temperatura máxima de 25.6 °C, temperatura media de 11.3 °C y temperatura mínima de 11.3 °C, con un registro de precipitación de 630.1 mm. (Ruíz-Corral *et al.*, 2005; Anexo III).

El principal afluente del poblado de San Javier, es el Río Yaqui, de él surgen varios arroyos que drenan hacia el poblado como el arroyo Santa Bárbara y el arroyo San Javier, que recorre parte del Rancho Cerro Verde y el Rancho El Cajón en el cañón Lo de Campa (Pérez-Hernández, 2012).



Figura 3. Sitio de muestreo San Javier (Sonora).

*Presa El Cajón (Nayarit).* La presa hidroeléctrica se localiza a 47 km de la ciudad de Tepic, en el poblado de La Labor, forma parte de los municipios de Santa María del Oro y de la La Yesca. Se localiza entre las coordenadas geográficas  $21^{\circ} 25' 41''$  N y  $104^{\circ} 27' 14''$  W, a una altitud de 1000 msnm (Fig. 4). En esta localidad se realizaron tres muestreos con la misma técnica de trampa de luz (Cuadro 5). El clima se caracteriza por ser cálido subhúmedo con lluvias en verano. Para el año de muestreo se registró un promedio en la temperatura máxima mensual de  $31.1^{\circ}\text{C}$ , de  $10.1^{\circ}\text{C}$  en la temperatura mínima mensual, de  $21^{\circ}\text{C}$  en la temperatura media mensual y de 1213.6 mm para la precipitación mensual

(Anexo III). La Presa en particular forma parte del Sistema Hidrológico Santiago, que se conforma de los ríos Santiago, Huaynamota, Juchipila Verde y el Lago de Chapala (Vázquez-Ortiz, 2006).

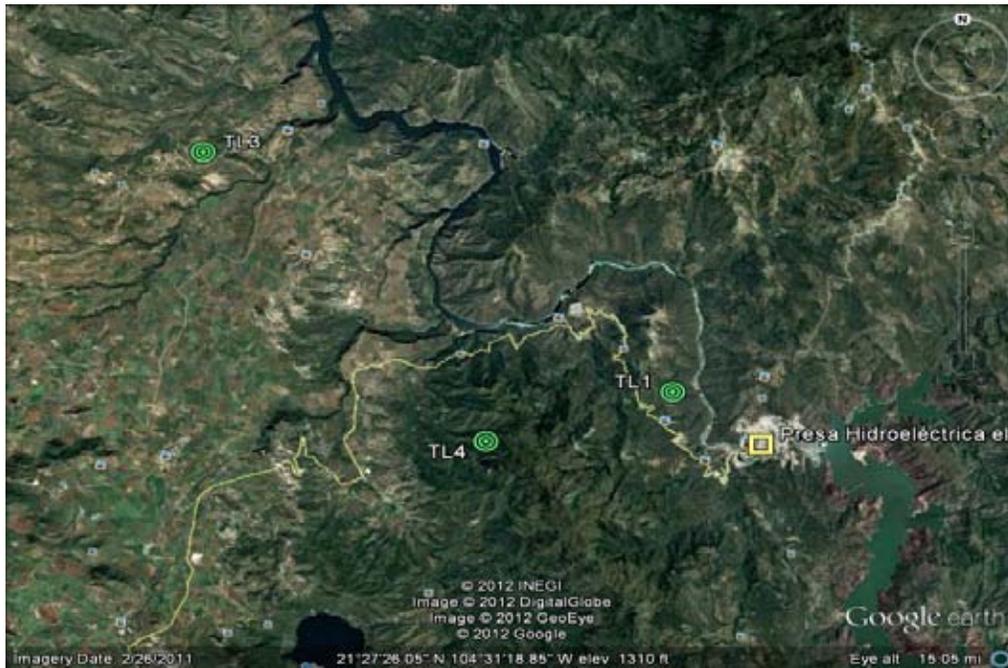


Figura 4. Sitio de muestreo Presa El Cajón (Nayarit).

*San Buenaventura (Jalisco)*. El poblado pertenece al municipio El limón y forma parte de la Sierra de Cacoma de Manantlán (Noguera *et al.*, 2007). Se localiza entre las coordenadas 19° 45' 20" - 19° 47' 50 N, 104° 05' 15" -104° 05' 40" O (Pérez-Hernández, 2012). En esta localidad, se realizaron muestreos en ambas estaciones climáticas, iniciados en noviembre de 1996 y finalizados en octubre de 1997. Se colocaron tres trampas de luz, una por sitio de muestreo (Fig. 5). El clima, se caracteriza por ser cálido a subhúmedo con lluvias en verano e invierno (García, 1981). En el período de muestreo, se registró un promedio anual de temperatura máxima media de 31.9 °C, de 15.8 °C en la mínima media y

de 23.8 °C en la temperatura media, mientras que la precipitación media anual fue de 726.8 mm (González-Soriano *et al.*, 2011; Ruíz Corral *et al.*, 2012, Anexo III), con la temperatura más alta en mayo y la más baja en enero (Noguera *et al.*, 2007). En la localidad se presentan dos arroyos principales, El Salado y El Hondo que son alimentados del Río Tuxcacuesco, originado por la cuenca hidrológica del Río Ameca, además de los arroyos temporales Las Piletas, El Grande, Agua San José y El Carrizal (Pérez-Hernández, 2012).

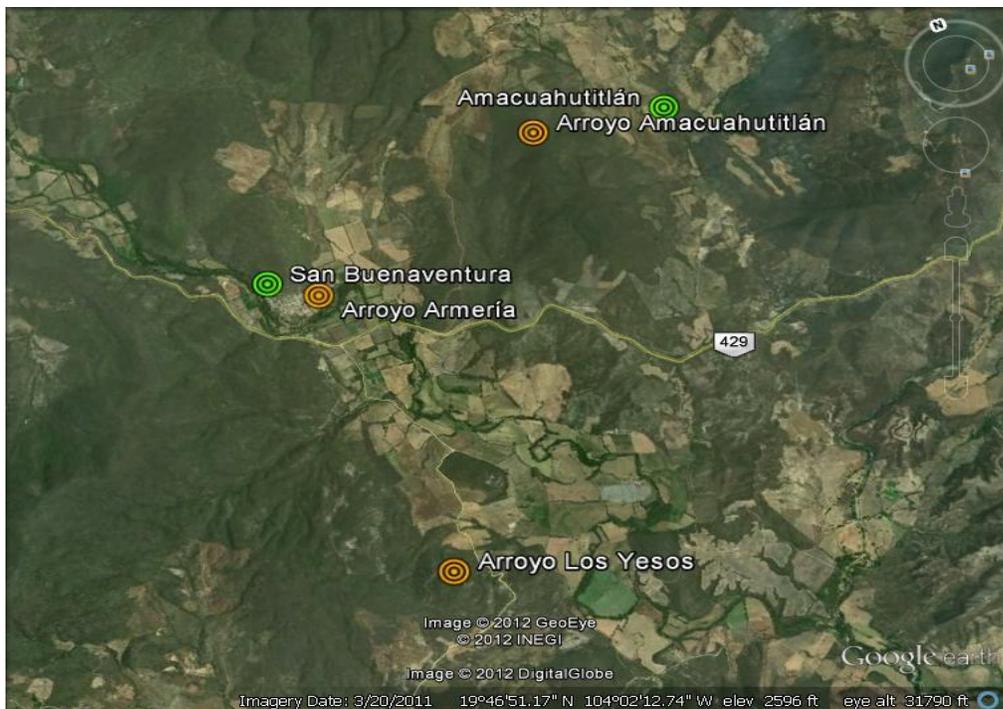


Figura 5. Sitio de muestreo San Buenaventura (Jalisco).

*Acahuizotla (Guerrero)*. Como parte del municipio de Chilpancingo de los Bravos en el estado de Guerrero, se localiza entre las coordenadas geográficas 17° 21' N y 99° 27" O (Oliver-Morales, 2000). Pertenece a la provincia biogeográfica y fisiográfica de la Sierra Madre del Sur (Oliver-Morales, 2000). Presenta una altitud promedio de 800 m snm, alcanzando los 1500 m snm en las partes más altas y en las zonas de cañadas y

barrancas alcanza 650 m snm (Delgado, 1989). Los muestreos fueron iniciados en Noviembre de 2008 y culminaron en Octubre de 2009, cubriendo nueve meses de muestreo (Cuadro 5). Fueron utilizadas tres trampas de luz, una por sitio de muestreo (Fig. 6). La localidad presenta un clima cálido subhúmedo (García, 1981), con un promedio anual de temperatura máxima de 31.2 °C, de temperatura mínima de 17.5 °C y de temperatura media mensual de 24.4 °C, y un promedio anual de precipitación de 1261 mm (Pérez-Hernández, 2012). El río más importante es el Río Escondido, el cual da paso a la formación del Río Charapa y del Río Azul (Oliver-Morales, 2000).

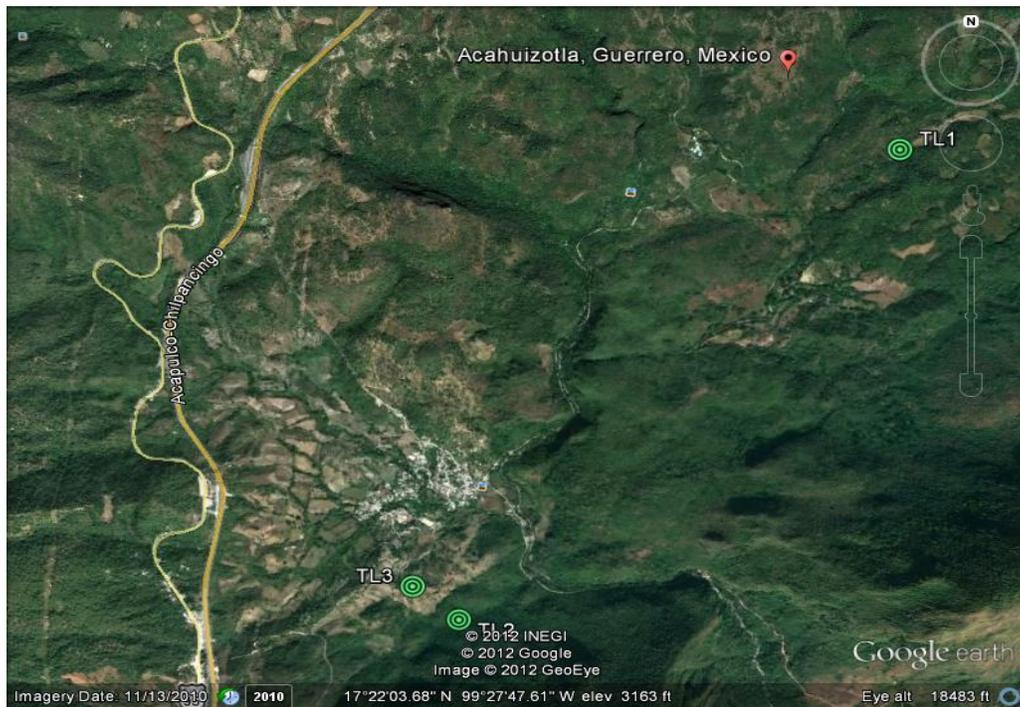


Figura 6. Sitio de muestreo Acahuizotla (Guerrero).

Trabajo de gabinete.

Trabajo curatorial. En los 10 años de trabajo en SBC, aproximadamente 17 283 ejemplares adultos de coleópteros acuáticos fueron capturados al vuelo con luz negra (Zaragoza-Caballero *com. per.*; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000), de los cuales 9 765 ejemplares corresponden a los cuatro estados revisados para esta tesis; el resto corresponde a las muestras procedentes del estado de Oaxaca (Parque Nacional Huatulco y Santiago Domingullo). Los ejemplares identificados fueron depositados en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología de la UNAM (CNI-IB-UNAM).

Identificación. Para la identificación a nivel de género fueron utilizadas siete claves principales Leech (1948), Brown (1976), Hansen (1991), Epler (1996), White y Roughley (2008) y Larson *et al.* (2000). Fueron obtenidas claves especializadas, checklist, descripciones, monografías y revisiones a nivel de género que facilitaran la identificación del material a nivel de especie (Anexo IV).

Diseccción y montaje. A diferencia de otros grupos de insectos, en donde la observación de *genitalia* se logra aclarando los últimos segmentos del abdomen, en los coleópteros se debe extraer por completo del interior del abdomen para lograr visualizar las estructuras de interés taxonómico (Schauff, 1986; Millar *et al.*, 2000). Para la identificación de las especies de coleópteros acuáticos, casi siempre es necesario extraer las estructuras genitales del macho. Sin embargo, muy recientemente Miller (2001a, 2009) han incorporado la utilización del tracto digestivo y la morfología reproductiva de la hembra para la identificación de las especies. Se indica que el uso de los caracteres de la *genitalia* de las

hembras aportan a la identificación de diversos taxones y, al ser más estables en diversos niveles taxonómicos, contribuyen al entendimiento de las relaciones filogenéticas en las familias de coleópteros acuáticos, como sucede en Dytiscidae y Noteridae.

Dependiendo del grado de esclerotización del cuerpo de los ejemplares, los individuos en alcohol se pueden sumergir en agua caliente por un tiempo, de uno a tres minutos, para facilitar el reblandecimiento y rehidratación de los tejidos, a fin de que se permita la extracción de *genitalia* con mayor facilidad. La forma más frecuente de hacerlo es con ayuda de un alfiler doblado por la punta y observando bajo el microscopio; se jalan los genitales por el orificio del último ventrito abdominal. Otra forma es retirar completamente el abdomen desde el primer ventrito, extrayendo el edeago por este orificio. Si algún ventrito es retirado debido a la manipulación en la disección, es colocado junto al ejemplar en un cartoncillo triangular. Las estructuras extraídas se mantienen en alcohol al 70 – 80 % en un portaobjetos excavado previo a la limpieza, cuidando no haya evaporación total de la muestra.

Maceración y aclarado. Para retirar el tejido que envuelve las estructuras genitales pueden utilizarse diversos medios de limpieza, los principales son KOH o NaOH al 5 %, que se calienta por un tiempo, de cinco a 30 minutos, dependiendo de la talla del espécimen (Mosely, 1943; Miller, 2001a). Sin embargo, recientemente se ha probado la utilización del ácido láctico en la limpieza de *genitalia* de grupos como Trichoptera y coleópteros acuáticos (Millar *et al.*, 2000; Blahnik *et al.*, 2006), e inclusive se ha comprobado su utilidad para aclarar larvas de grupos como Hydrophilidae (Torres *et al.*, 2007). La utilización de este tipo de técnica presenta ciertas ventajas; cuando es utilizada para aclarar estructuras poco esclerotizadas permite un aclarado muy ligero de la cutícula sin dañarla, en

cambio el KOH puede sobre aclarar, lo que dificulta la observación e inclusive puede deshacer por completo el tejido (Blahnik *et al.*, 2006). En este trabajo, se utilizó ácido láctico al 75 %, por dos a cinco minutos. Se realizaron pruebas con el ácido láctico al 85 %, al 80 % y al 75 %; el tiempo de limpieza fue menor entre mayor era la concentración del ácido, no obstante al 80 - 85 % las estructuras sufrían daños en el tejido blando del edeago, por lo cual no es recomendable usar tales concentraciones. *Montaje.* El ejemplar al que se le extrajo la genitalia, fue montado en alfiler entomológico o en un cartoncillo de papel con el símbolo de hembra o macho. Se recomienda colocar en el cartoncillo los ejemplares cuya talla es menor a 12 mm de largo (Millar *et al.*, 2000), por encima de esta talla pueden utilizarse alfileres del número uno al tres. El edeago se preservó en un *microvial* con glicerina o se colocaron en la punta de un cartoncillo.

#### Fotografías.

Al finalizar la identificación y montaje, se tomó una serie de fotografías de ejemplares machos. Para ello, fue utilizado el microscopio LEICA (modelo Z16 APO-4) con una cámara LEICA (DFC490) del Laboratorio de Microscopía Electrónica y Fotografía de la Biodiversidad, del Instituto de Biología, IB-UNAM. Cada imagen que se obtiene procede de módulos “multifoco”, realizados mediante el programa *Leica Application Suite*, el cual integra una serie fotográfica en capas en una sola imagen.

## Análisis de los datos.

*Análisis de la diversidad mediante curvas de acumulación y de rarefacción.* El análisis de rarefacción es utilizado para comparar la riqueza entre distintas localidades. Calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras presentaran el mismo número de individuos capturados o si todas las muestras fueran reducidas a un tamaño estándar comparándolas con la muestra de menor tamaño (Jiménez-Valverde y Hortal, 2000; Moreno, 2001). El análisis de rarefacción se obtuvo mediante el software Biodiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997).

En tanto, las funciones de acumulación de especies sirven para conocer qué tan completo es el inventario realizado en función del esfuerzo de muestreo invertido. Este cálculo se deriva del uso de diversos modelos matemáticos que estiman el grado de complementariedad y el número de especies que restan por recolectar para ser completado un estudio (Soberón y Llorente, 1993; Jiménez-Valverde y Hortal, 2000; Díaz-Frances y Soberón, 2005). En esta tesis se utilizó el modelo de Clench, el cuál asume que la probabilidad de encontrar una nueva especie aumentará hasta un máximo conforme más tiempo se pase en el campo, es decir, la probabilidad de añadir nuevas especies eventualmente disminuye, pero la experiencia en el campo aumenta. Las curvas de acumulación se obtuvieron usando el modelo de Clench, calculado con el Programa Effort (Colwell, 2009).

*Análisis de correlación.* El coeficiente de correlación de una muestra describe la relación lineal entre las observaciones de la muestra en dos variables, indicando la tasa de cambio de la respuesta Y al cambio de unidad en X (Wayne, 2006). Si el valor final del

análisis indica una relación no significativa o negativa, el resultado será cercano a  $r = 0$ ,  $r = -1$ , en tanto que la relación significativa tendrá valores mayores a  $r = 0.5$ .

*Diversidad alfa verdadera.* Se realizó el análisis de diversidad alfa, bajo el concepto de diversidad verdadera de orden 0 y 1 de Jost (2006). Para la realización de este análisis se consideró la abundancia y riqueza de especies por sitio de muestreo, además del índice de Shannon representando la diversidad de orden 0 y 1, en función de especies efectivas. El análisis se realizó en función de la diversidad alfa verdadera observada y la diversidad alfa verdadera estimada. Las especies efectivas se interpretan como el número de especies con abundancias iguales, necesarias para alcanzar un determinado valor de un índice de diversidad (Jost, 2006). Su uso permite comparar la magnitud de la diferencia de la diversidad de dos o más comunidades, desde el punto de vista biológico (Jost, 2007). La diversidad observada de orden cero ( $D_{obs_0}$ ) corresponde a la riqueza de especies observadas por sitio de muestreo, mientras que la diversidad de orden cero estimada ( $D_{est_0}$ ) es resultado del análisis de la diversidad mediante el estimador no paramétrico ACE (Chao y Lee, 1992). La diversidad de orden 1 observada ( $D_{obs_1}$ ) equivale al índice de Shannon, mientras que la diversidad de orden 1 estimada ( $D_{est_1}$ ) es equivalente al exponencial del índice de Shannon (Chao y Shen, 2003), recomendado para las comunidades en donde el conocimiento de las especies es incompleto (Pérez-Hernández, 2012). En tanto, el índice de Shannon indica qué tanto difiere una comunidad de otra, y presenta valores cercanos a cero cuando existe una sola especie representada (Moreno *et al.*, 2011). El software utilizado para las estimaciones fue SPADE (Chao y Shen, 2010), el cual ofrece distintos estimadores de la diversidad en términos de diversidad verdadera y en órdenes de  $q = 0, 1$  y  $2$  (Pérez-Hernández, 2012).

*Diversidad beta.* La diversidad beta expresa el recambio de las especies entre dos áreas, en términos de similitud o complementariedad de las muestras. Es una medida que permite conocer la variación espacial de la composición de especies entre dos o más ensamblajes locales o regionales. (Koleff, 2005). Puede evaluarse mediante índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (número de individuos, biomasa, etc.) o con índices de diversidad (Moreno, 2001).

Coefficiente de similitud de Jaccard. Es un índice cualitativo que expresa el grado de semejanza entre dos o más localidades por medio de la presencia-ausencia de las especies, por lo que se considera una medida inversa a la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Moreno, 2001). Los valores resultantes del índice de Jaccard pueden ser obtenidos mediante la siguiente ecuación:

$$I_j = c / (a + b) - c$$

Donde,

a = número de especies presentes en el primer sitio

b = número de especies presentes en el segundo sitio

c = número de especies presentes en ambos sitios

El intervalo de valores para este índice va de 0 a 1, cuando no hay especies compartidas o cuando los sitios tienen la misma composición de especies, respectivamente. Para calcular este índice se utilizó el software Past (Hammer *et al.*, 2001).

ANOSIM. Se usó el análisis de similaridad ANOSIM de una vía entre las cuatro zonas de muestreo. Este análisis multivariado difiere sí hay diferencias significativas entre las zonas, en términos de abundancia y composición de especies. El análisis se realiza sobre una matriz de similitud de Bray Curtis creada a partir de los datos y se obtiene un estadístico R. Este estadístico en el análisis de ANOSIM adquiere valores entre -1 y 1, sí R es cercano a cero no existen diferencias entre los grupos, sí es mayor o menor a cero indica que existen diferencias en la composición de los grupos que se compararon (Chapman y Underwood, 1999), El análisis de ANOSIM se obtuvo con el programa Biodiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997).

## Resultados

### Riqueza y abundancia generales.

Fueron revisados un total de 9 765 ejemplares correspondientes a 50 especies de coleópteros acuáticos pertenecientes a diez familias (Dytiscidae, Dryopidae, Elmidae, Epimetopidae, Georissidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae y Noteridae) ocho subfamilias, 16 tribus y 34 géneros. Del total, a 36 especies se les asignó nombre y 14 permanecieron como morfoespecie. De las morfoespecies mencionadas cinco podrían ser nuevas especies *Crinodesus sp.*, *Epimetopus sp. 1*, *Epimetopus sp. 2*, *Laccobius sp.*, y *Rhantus sp.*

Se presenta la siguiente lista de las especies de los coleópteros acuáticos registradas para los cuatro sitios de muestreo de este estudio, ordenados de acuerdo con sus relaciones filogenéticas propuestas por Hansen (1991), Nilsson (2001) y Nilson y Van Vondel (2005):

- Dytiscidae  
Colymbetinae
1. *Rhantus* sp.
- Copelatinae  
Copelatini
2. *Copelatus* sp.
  3. *Copelatus blatchleyi* Young, 1953
  4. *Copelatus caelatipennis angustatus* Chevrolat, 1863
  5. *Copelatus cubaensis* Schaeffer, 1908
  6. *Copelatus debilis* Sharp, 1882
  7. *Copelatus distinctus* Aubé, 1838
  8. *Copelatus chevrolati renovatus* Giugnot, 1952
- Dytiscinae
9. *Thermonectus marmoratus* Gray, 1832
- Hydroporinae  
Bidessini
10. *Brachyvatus* sp.
  11. *Crinodesus* sp.
  12. *Neoclypeodytes cinctellus* LeConte, 1855
  13. *Uvarus* sp.
- Hydrovatini
14. *Hydrovatus hintoni* Biström, 1997
- Hygrotini
15. *Hygrotus sellatus* LeConte, 1866
- Hyphridini
16. *Desmopachria* sp.
  17. *Desmopachria seminola* Young, 1951
- Methlini
18. *Celina debilis* Sharp, 1882
- Vatellini
19. *Vatellus mexicanus* Sharp, 1882
- Laccophilinae  
Laccophilini
20. *Laccodytes pumilio* LeConte, 1878
  21. *Laccophilus oscillator* Sharp, 1882
- Gyrinidae
22. *Dineutus sublineatus* Chevrolat, 1834
  23. *Gyretes* sp.
- Noteridae  
Noterinae  
Noterini
24. *Suphisellus simoni* Régimbart, 1889
- Dryopidae
25. *Dryops arizonensis* Schaeffer, 1905
- Elmidae  
Larinae
26. *Neocylloepus* sp.

27. *Macrelmis grandis* Hinton, 1934
- Helophoridae
28. *Helophorus* sp.
- Epimetopidae
29. *Epimetopus* sp. 1
30. *Epimetopus* sp. 2
- Georissidae
31. *Georissus californicus* LeConte, 1874
- Hydrochidae
32. *Hydrochus bernardi* Makhan, 1994
- Hydrophilidae
- Hydrophilinae
- Berosini
33. *Hemiosus maculatus* Sharp, 1882
34. *Berosus peregrinus* Herbst, 1797
35. *Berosus pugnax* LeConte, 1863
36. *Berosus moerens* Sharp, 1882
- Chaetarthriini
37. *Chaetarthria bicolor* Sharp, 1882
38. *Chaetarthria flava* Miller, 1974
39. *Chaetarthria glabra* Sharp, 1882
40. *Chaetarthria ochra* Miller, 1974
- Anacaenini
41. *Paracymus regularis* Wooldridge, 1969
42. *Crenitis* sp.
43. *Anacaena* sp.
- Laccobiini
44. *Laccobius* sp.
- Hydrophilini
- Acidocerina
45. *Enochrus pygmaeus* Fabricius, 1792
46. *Enochrus sublongus* Fall, 1926
47. *Enochrus piceus* Miller, 1964
- Hydrophilini
48. *Tropisternus mexicanus* LaPorte, 1840
49. *Tropisternus ellipticus* LeConte, 1855
50. *Hydrophilus insularis* Castelnau, 1840

De manera general, la abundancia y riqueza fue mayor en dos de los cuatro sitios de muestreo (Cuadro 6). Cinco especies concentran la mayor abundancia (*Enochrus pygmaeus*, *Hemiosus maculatus*, *Neocyloepus* sp., *Uvarus* sp y *Paracymus regularis*) con el mayor número de individuos registrados en San Javier y San Buenaventura (Cuadro 7). Por el contrario, 30 especies estuvieron representadas por menos de diez individuos e inclusive algunas especies solo estuvieron representadas por un solo ejemplar. Sin embargo, es importante señalar que los sitios no presentaron el mismo esfuerzo de muestreo, lo que pudo influir en el número de individuos registrados por sitio de muestreo.

En relación a las especies atraídas a trampa de luz, se incorporan cinco registros de especies capturados al vuelo mediante la trampa de luz *Georissus californicus*, *Hydroscapha natans*, *Laccodytes pumilio*, *Neoclypeodytes cinctellus* y *Vatellus mexicanus*. Así mismo, dos de las especies que fueron recolectadas en la trampa de luz (*Georissus californicus* y *Laccodytes pumilio*) también se registran con nueva distribución al país, sumando diez nuevos registros.

Cuadro 6. Número de individuos registrados para las especies presentes en los cuatro sitios de muestreo. El total se ordena de la especie más abundante a la de menor abundancia dentro de cada familia.

Especies	San Javier	Presa el Cajón	San Buenaventura	Acahuizotla	Total
<i>Uvarus</i> sp.	6	12	954	15	987
<i>Laccodytes pumilio</i> <sup>1</sup>	0	0	131	0	131
<i>Crinodesus</i> sp.	16	0	83	8	107
<i>Copelatus blatchleyi</i> <sup>1</sup>	0	0	8	1	9
<i>Vatellus mexicanus</i>	3	0	5	0	8
<i>Thermonectus marmoratus</i>	1	4	0	1	6
<i>Copelatus distinctus</i>	0	2	1	2	5
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	0	0	5	0	5
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	4	0	0	0	4
<i>Desmopachria seminola</i> <sup>1</sup>	3	0	0	0	3

<i>Hygrotus sellatus</i> <sup>1</sup>	0	0	3	0	3
<i>Brachyvatus</i> sp.	0	0	2	0	2
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	1	1
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	2	0	0	0	2
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	1	1	2
<i>Copelatus debilis</i>	0	0	0	2	2
<i>Desmopachria</i> sp.	0	0	2	0	2
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	2	0	0	2
<i>Celina debilis</i> <sup>1</sup>	0	1	0	0	1
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	1	0	0	1
<i>Rhantus</i> sp.	1	0	0	0	1
<i>Dryops arizonensis</i>	187	0	0	1	188
<i>Neocyloepus</i> sp.	3	0	3025	0	3028
<i>Macrelmis grandis</i>	0	0	2	0	2
<i>Epimetopus</i> sp. 1	23	0	0	0	23
<i>Epimetopus</i> sp. 2	3	1	0	0	4
<i>Georissus californicus</i> <sup>1</sup>	0	0	0	1	1
<i>Dineutus sublineatus</i>	4	1	0	1	6
<i>Gyretes</i> sp.	8	0	0	0	8
<i>Suphisellus simoni</i>	12	10	14	2	38
<i>Helophorus</i> sp.	1	0	0	0	1
<i>Hydrochus bernardi</i>	1	0	0	1	2
<i>Enochrus pygmaeus</i>	1846	9	388	9	2252
<i>Hemiosus maculatus</i>	1196	3	7	4	1210
<i>Paracymus regularis</i>	19	2	869	9	899
<i>Chaetarthria ochra</i>	275	0	0	0	275
<i>Berosus peregrinus</i>	180	1	1	0	182
<i>Chaetarthria bicolor</i>	117	0	2	0	119
<i>Crenitis</i> sp.	0	18	25	13	56
<i>Berosus pugnax</i> <sup>1</sup>	1	1	67	3	72
<i>Berosus moerens</i>	35	0	2	3	40
<i>Laccobius</i> sp.	0	1	6	10	17
<i>Anacaena</i> sp.	1	1	12	1	15
<i>Tropisternus mexicanus</i>	1	2	11	1	15
<i>Enochrus piceus</i> <sup>2</sup>	0	0	7	4	11
<i>Enochrus sublongus</i> <sup>1</sup>	2	0	4	3	9
<i>Chaetarthria flava</i>	2	0	0	0	2
<i>Chaetarthria glabra</i> <sup>1</sup>	1	0	1	0	2
<i>Hydrophilus insularis</i>	0	0	2	0	2
<i>Tropisernus ellipticus</i>	0	2	0	0	2
	3954	74	5640	97	9765

<sup>1</sup>Nuevo registro de distribución para el país

## Análisis por sitios de muestreo

### San Javier (Sonora).

En la localidad de San Javier se recolectaron un total de 3 954 individuos de coleópteros acuáticos que pertenecen a las familias Dytiscidae, Dryopidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae y Noteridae (Cuadro 6). Se registraron 30 especies pertenecientes a 22 géneros, de los cuales el género *Chaetharthria* registro cuatro especies como el mayor número dentro de los géneros registrados, seguido de *Berosus* con tres especies, *Copelatus* y *Enochrus* representados por dos especies. Los 18 géneros restantes registraron una sola especie. Así mismo, se registraron nueve especies con distribución únicamente para esta localidad, siendo *Epimetopus* sp. 1, *Copelatus chevrolati renovatus*, *Copelatus caelatipennis angustatus*, *Chaetharthria flava*, *Chaetharthria ochra*, *Desmopachria seminola*, *Gyretes* sp., *Helophorus* sp., y *Rhantus gutticollis*.

De las familias registradas, la de mayor riqueza y abundancia fue Hydrophilidae, con 3 676 individuos distribuidos en 13 especies, que representan el 93 % de la abundancia relativa de los coleópteros acuáticos (Fig. 7). Las especies más abundantes dentro de esta familia fueron *Enochrus pygmaeus* y *Hemiosus maculatus*, las cuales registran el 46 y 30 % del total de individuos para esta localidad. Mientras que cuatro especies de esta familia, *Anacaena* sp., *Berosus pugnax*, *Chaetharthria glabra*, y *Tropisternus mexicanus*, estuvieron representadas por un solo individuo, sumando menos del 1 % de abundancia relativa. Seguida a está, la familia Dryopidae registró 187 individuos con el 4.5 % de la abundancia relativa representada por la especie *Dryops arizonensis* (Cuadro 6, Fig. 8). Mientras que la familia Dytiscidae, representada por 36 individuos distribuidos en ocho especies, registró el 1 % de la abundancia total para esta localidad. Las familias con menor riqueza también

fueron las de menor abundancia, representadas por una o dos especies como Elmidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrochidae y Noteridae que registraron menos de 12 individuos lo que representa el 4 % de la abundancia.

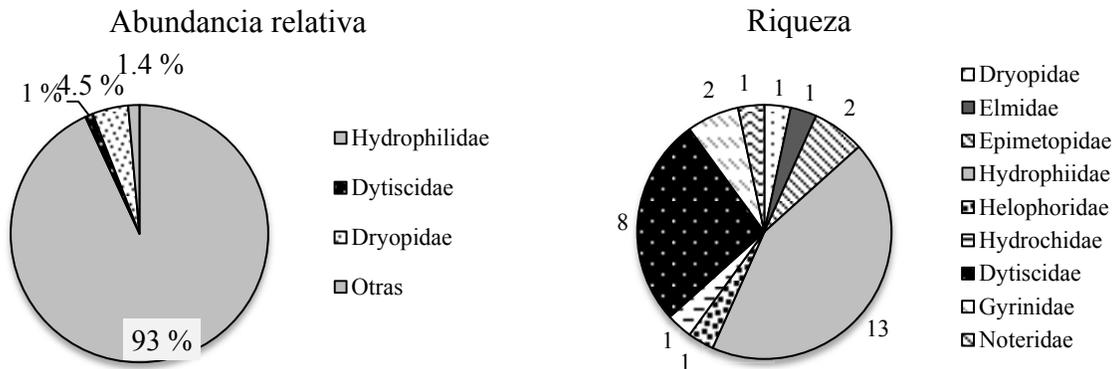


Figura 7. Abundancia relativa (gráfico izquierda) y riqueza de las familias (gráfico derecha) registradas en San Javier. Otras = Elmidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrochidae y Noteridae.

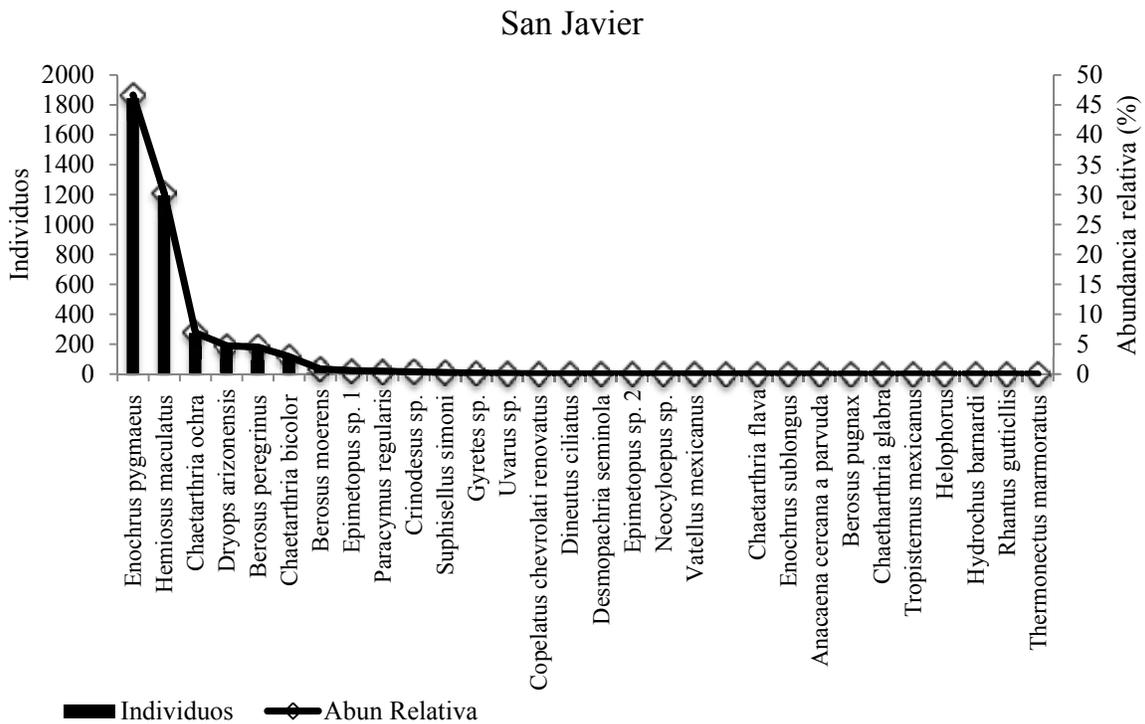


Figura 8. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos registradas para San Javier.

Para la localidad de San Javier, se registró una correlación significativa entre la abundancia y la precipitación (Fig. 9) con un coeficiente de correlación de  $r = 0.6908$  ( $p = 0.0128$ , int. Conf. = 0.95).

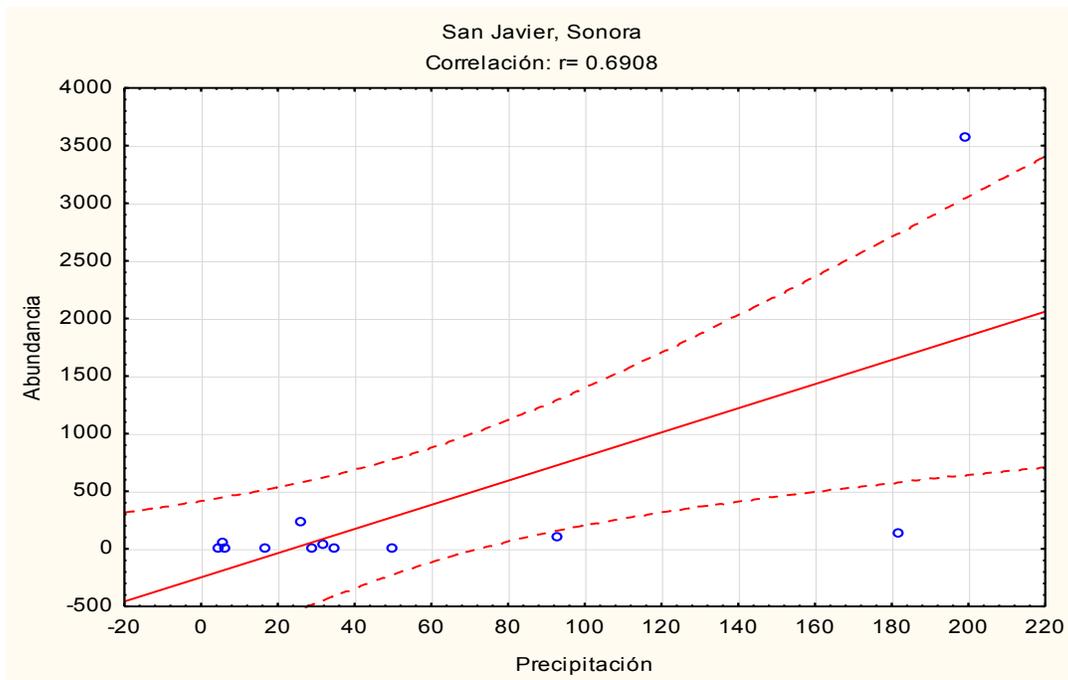


Figura 9. Análisis de correlación entre la abundancia y la precipitación para San Javier.

El análisis fenológico en la localidad de San Javier, indica que el mayor número de individuos y riqueza se registró en la estación de lluvias, con un claro aumento en el mes de julio. En dicho mes se registraron 3 571 individuos distribuidos en 19 especies (Fig. 10, Anexo V), mientras que la menor riqueza y abundancia se registraron en el mes de febrero, representadas por tres individuos pertenecientes a la especie *Enochrus pygmaeus*. Al comparar los meses de secas con los meses lluviosos, se observó una gran diferencia en cuanto al número de individuos y de especies registradas. En los meses que representan la

estación de secas, de noviembre a abril, se registraron un total de 102 individuos (2.5 %) distribuidos en 14 especies. En tanto, en los meses correspondientes a la estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre, se registraron 3 852 individuos (97.5 %) pertenecientes a 25 especies. A lo largo del ciclo de recolección, nueve especies estuvieron presentes tanto en los meses secos como en los meses lluviosos, cinco especies solo en los meses de secas y 16 especies en los meses de lluvias (Anexo V).

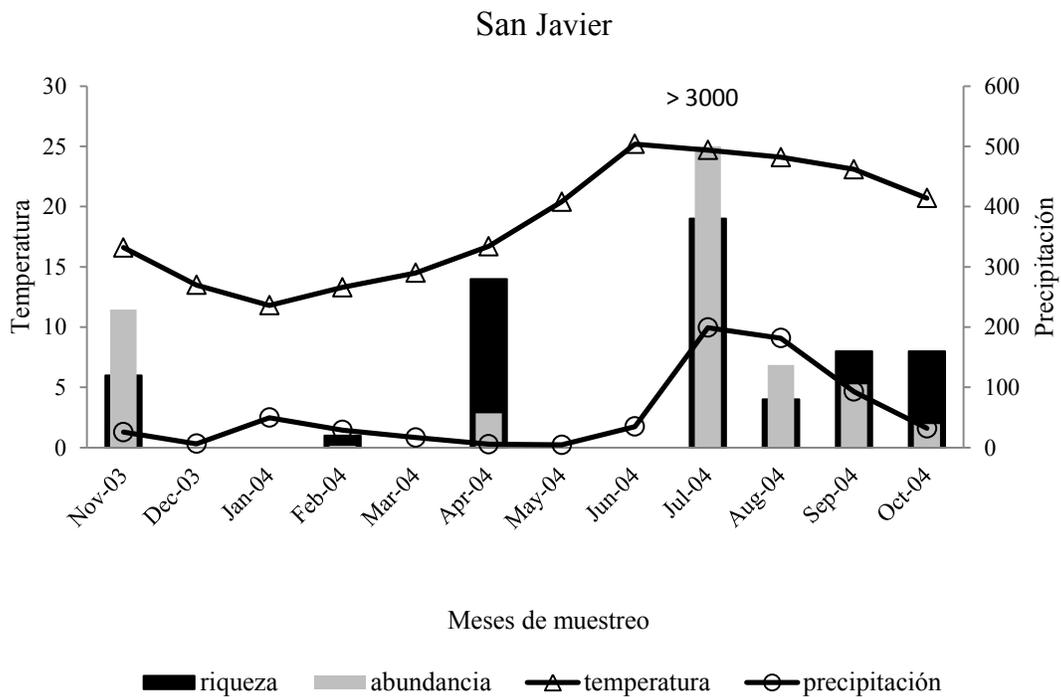


Figura 10. Patrón de distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en San Javier. En los meses sin barras no se realizaron muestreos y el mes de julio presentan una abundancia igual a 3 571 individuos.

## Presa El Cajón (Nayarit).

En esta localidad se recolectaron un total de 94 individuos de coleópteros acuáticos que pertenecen a las familias Dytiscidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Hydrophilidae y Noteridae (Cuadro 6). Se registraron 19 especies correspondientes a 17 géneros, de los cuales *Berosus* y *Tropisternus* registraron dos especies cada uno, mientras que los géneros restantes sólo presentaron una especie. Por otra parte, en esta localidad se registran cuatro especies con distribución restringida a este sitio de muestreo, las tres primeras pertenecen a la familia Dytiscidae y la última a Hydrophilidae: *Celina debilis*, *Hydrovatus hintoni*, *Laccophilus oscillator* y *Tropisternus olivaceus*.

De las familias registradas, la de mayor riqueza y abundancia fue Hydrophilidae, con 40 individuos distribuidos en diez especies que representan el 54 % de la abundancia relativa de los coleópteros acuáticos en esta localidad (Fig.11 y Fig. 12). En esta familia, las especies de mayor abundancia fueron *Crenitis* sp., representada por 19 individuos y *Enochrus pygmaeus*, representada por nueve individuos, que representan el 47.5 % y el 22 % del total de abundancia dentro de la familia, respectivamente. Las ocho especies restantes estuvieron representadas por uno a tres individuos, lo que suma el 32. 5% del total de abundancia en la familia. Seguida de esta familia, Dytiscidae estuvo representada por seis especies en seis géneros, representadas en 22 individuos (30 % del total de abundancia), en donde la especie *Uvarus* sp., presentó la mayor abundancia, registrando 12 individuos que corresponden al 54.5 % de la abundancia. De las cinco especies restantes dentro de la familia, la de mayor abundancia fue *Thermonectus marmoratus* representada por cuatro individuos, y la de menor abundancia correspondió a *Hydrovatus hintoni* con un solo individuo. La familia Noteridae estuvo representada por diez individuos pertenecientes

al especie *Suphisellus simoni*, representando el 13 % del total de abundancia, mientras que las familias Gyrinidae y Epimetopidae estuvieron representadas por una especie con un individuo, respectivamente, que corresponde a cerca del 1.5 % de la abundancia dentro de la familia.

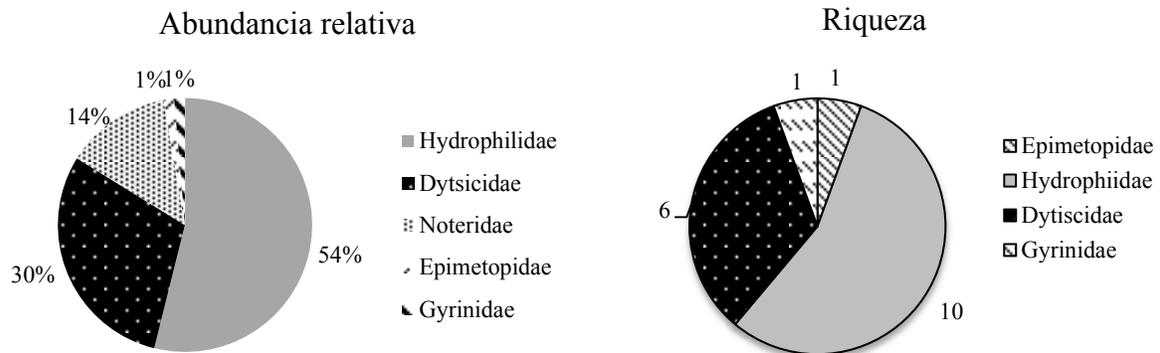


Figura 11. Abundancia relativa (PAE izquierda) y riqueza (PAE derecha) de las familias registradas en la Presa El Cajón.

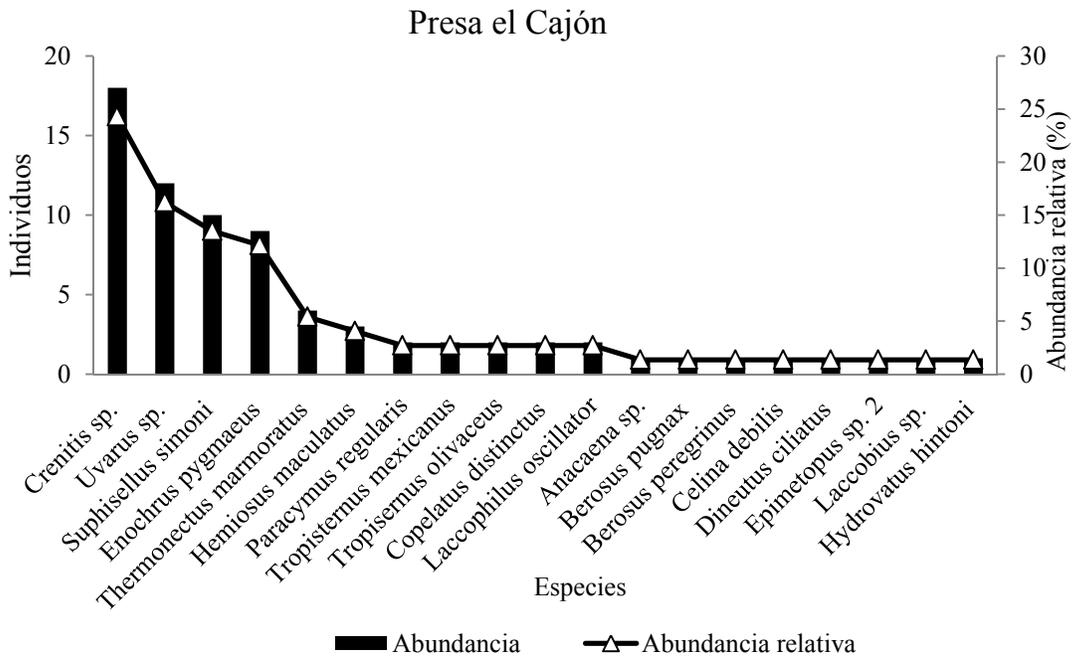


Figura 12. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos registradas para la Presa El Cajón.

Para esta localidad, los análisis de correlación efectuados para la abundancia y riqueza en relación a la temperatura y precipitación indican que no hubo significancia entre ellas (Anexo VI). Posiblemente se deba a que en esta localidad solo se realizaron tres meses de muestreo (Cuadro 5), por lo que no se cuenta con suficiente información para dicho análisis.

Del total de individuos registrados para esta localidad, el mayor número se concentró en los meses de octubre y noviembre, correspondientes a los meses de secas (Fig. 13). Ambos meses suman 58 individuos, lo que corresponde al 78 % de abundancia para la localidad, mientras que la menor abundancia registrada en el mes de julio presentó 16 individuos correspondiente al 22 % del total para la localidad. Este mismo mes registra la mayor riqueza con 11 especies, mientras que en noviembre y octubre se registraron únicamente siete y diez especies, respectivamente (Anexo V).

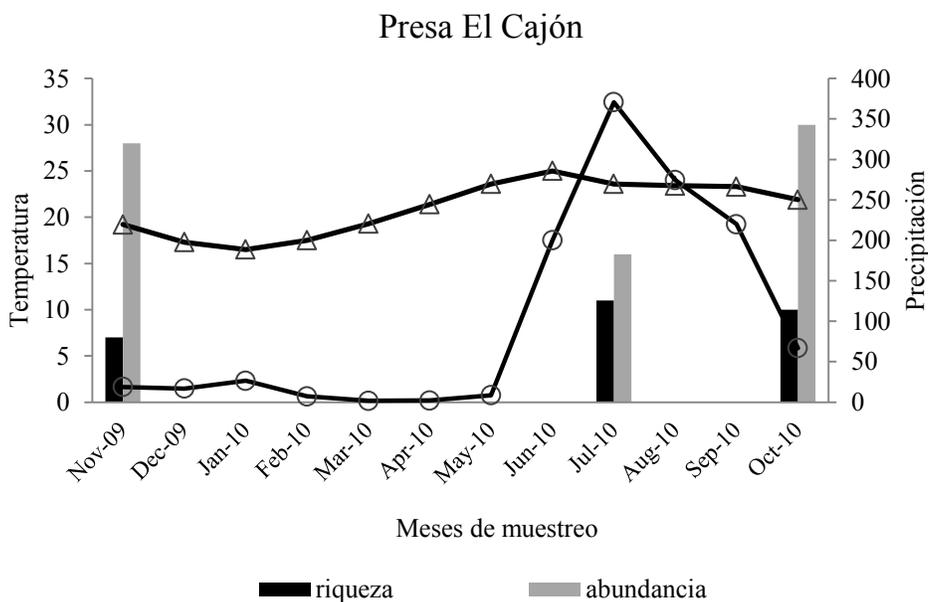


Figura 13. Patrón de distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos registrados en Presa El Cajón. Los meses con barras también corresponden a los meses con muestreo.

## San Buenaventura (Jalisco).

En esta localidad fueron atraídos 5 640 individuos de coleópteros acuáticos que pertenecen a las familias Dytiscidae, Elmidae, Hydrophilidae y Noteridae (Cuadro 6). Se registraron 29 especies pertenecientes a 22 géneros, entre los cuales *Copelatus*, *Berosus* y *Enochrus* estuvieron representados por tres especies cada uno, *Chaetarthria* por dos especies y los 18 géneros estuvieron representados por una especie cada uno. De las 29 especies registradas para la localidad, siete presentan distribución restringida en este sitio de muestreo, siendo las especies *Macrelmis grandis*, *Hydrophilus insularis*, *Brachyvatus* sp., *Desmopachria* sp., *Laccodytes pumilio*, *Neoclypeodytes cinctellus* e *Hygrotus sellatus*.

Para esta localidad la familia de mayor abundancia fue Elmidae distribuida en las especies *Neocyloepus* sp., y *Macrelmis grandis*, representada por 3 025 y dos individuos, respectivamente (Fig. 14 y Fig. 15). Esta familia presenta el 54% de la abundancia de coleópteros acuáticos registrados para la localidad. Seguida por la familia Hydrophilidae, que registró 1 404 individuos representando el 25% del muestreo distribuido en 15 especies, con el mayor número de ejemplares registrado en *Paracymus regularis* con 869 individuos y *Chaetarthria glabra* como el de menor número de individuos, representado por un individuo. En tanto que la familia Dytiscidae, estuvo representada por 1 195 individuos o el 21%, repartido en 11 especies (Fig. 14). La especie con el mayor número de ejemplares dentro de la familia fue *Uvarus* sp., con 954 ejemplares, mientras que la especie *Copelatus distinctus* presentó el menor número de ejemplares, representada por un solo individuo. En contraste la familia Noteridae, presentó una sola especie *Suphisellus simoni* con 14 individuos, lo que representa menos del 1% de la abundancia en la localidad.

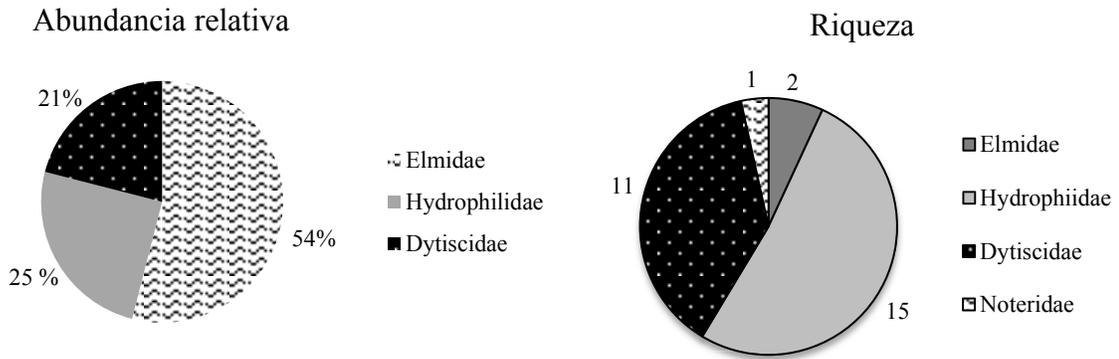


Figura 14. Abundancia relativa (PAE izquierdo) y riqueza (PAE derecho) de las familias registradas en San Buenaventura.

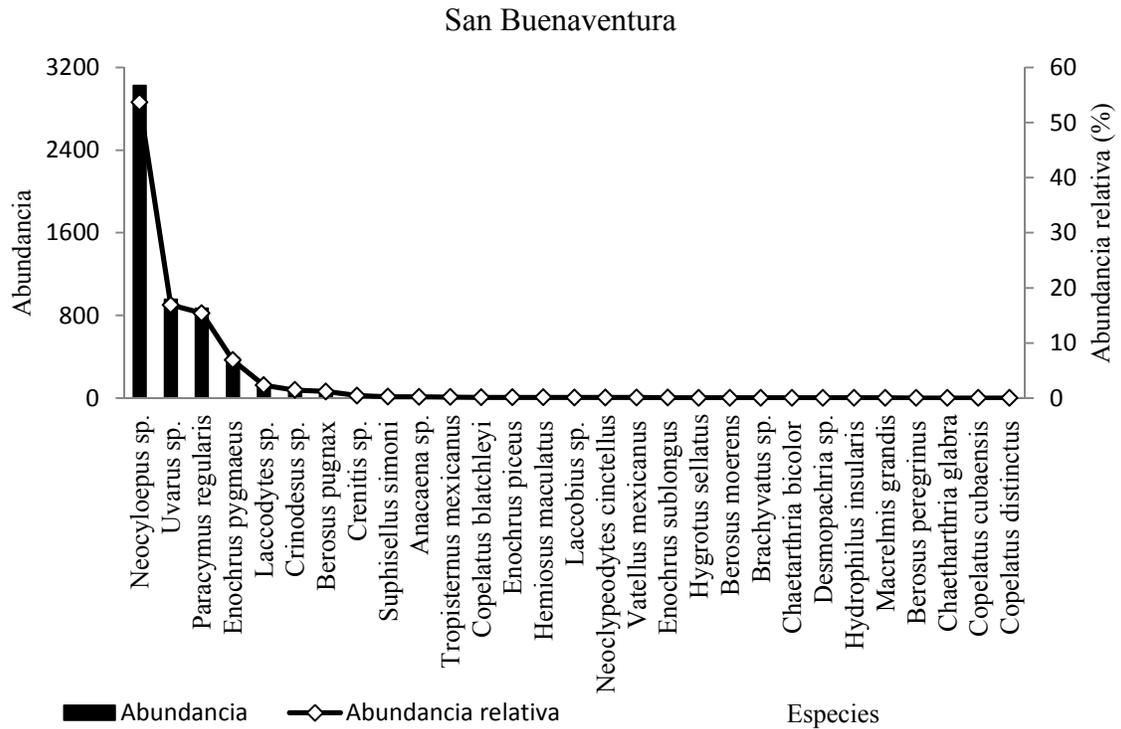


Figura 15. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos registradas en San Buenaventura.

El análisis de correlación efectuado para la abundancia, riqueza y las variables ambientales (Fig.16) , indica que esta localidad se presentó una correlación positiva entre la riqueza y la temperatura con  $r = 0.6313$  ( $p = 0.017$ , int. Conf.= 0.95).

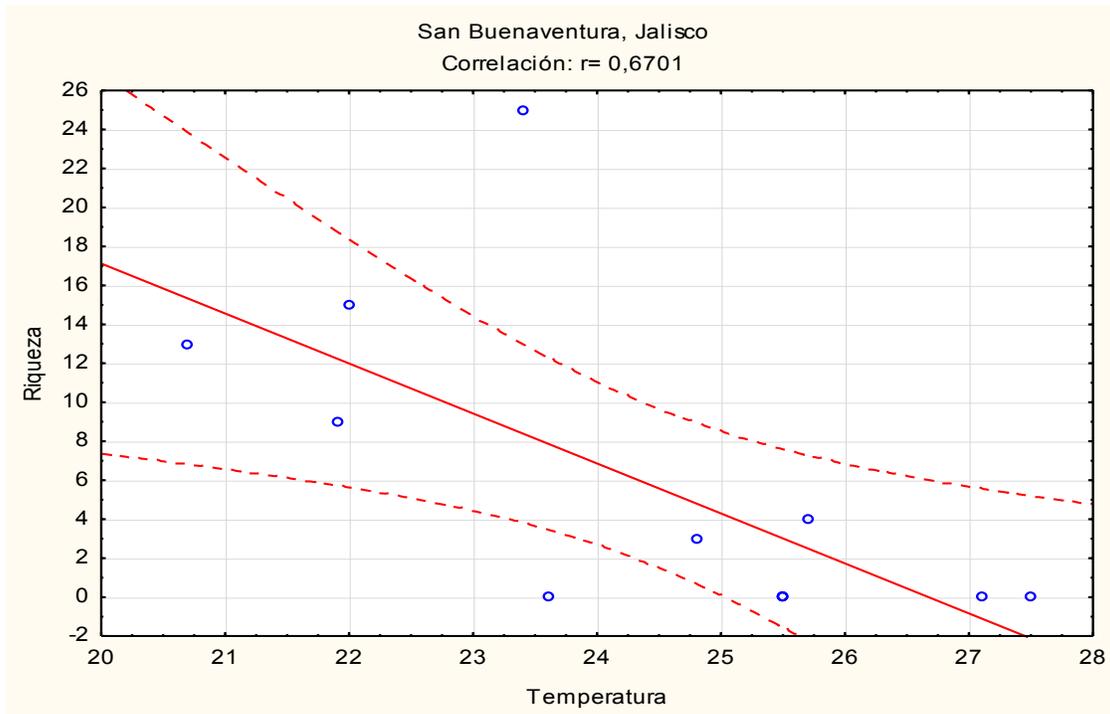


Figura 16. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura para San Buenaventura.

A diferencia de otras localidades, en San Buenaventura se realizaron muestreos mensuales durante un año. El mayor número de especies y de individuos fueron recolectados en los meses correspondientes a la estación de secas (Fig. 17), con el mes de noviembre como el de mayor riqueza y abundancia, en donde se registran 25 especies de las 26 halladas en esta estación. En este mes, se registraron 5 601 individuos que representan casi el total de los coleópteros acuáticos atraídos en la localidad (más del 99%). En tanto, que los meses correspondientes a lluvias (julio y octubre) estuvieron representados por un número muy bajo de abundancia, 39 individuos que representan menos del 1% del total

para la localidad. Por otra parte, el mes con menor número de especies e individuos corresponde a diciembre con 123 individuos y nueve especies.

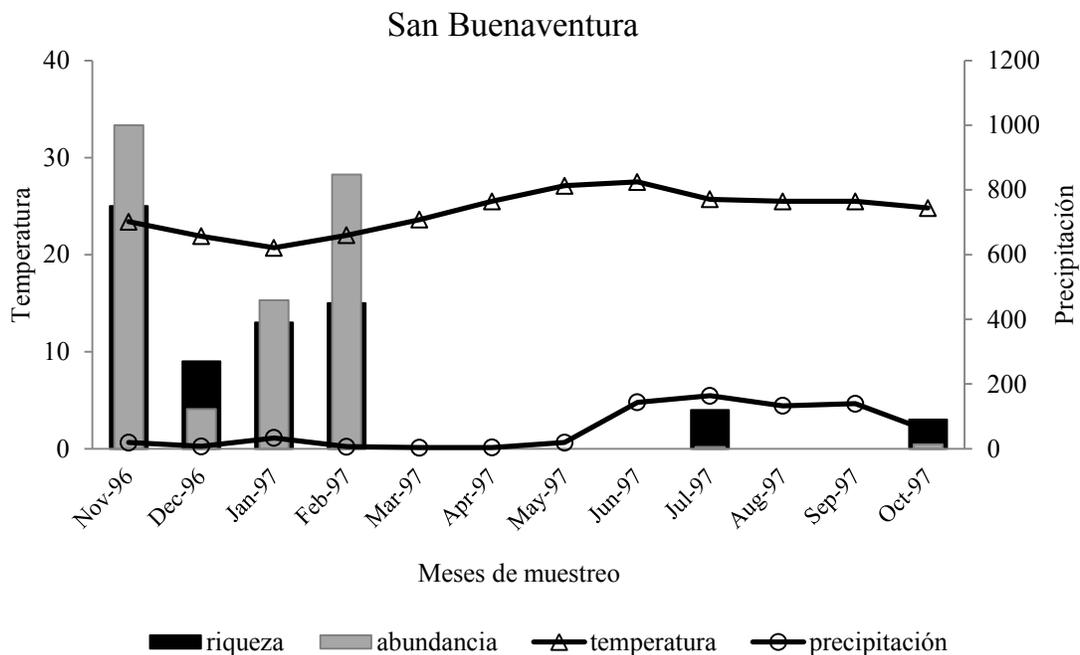


Figura 17. Patrón de distribución mensual de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en San Buenaventura. Los meses sin barras indican que no hubo registro de coleópteros acuáticos pero sí se realizaron muestreos.

### Acahuizotla (Guerrero).

En la localidad de Acahuizotla, se recolectaron un total de 97 individuos pertenecientes a las familias Dytiscidae, Dryopidae, Georissidae, Gyrinidae, Hydrochidae, Hydrophilidae y Noteridae (Cuadro 6). Se registraron 24 especies correspondientes a 17 géneros, de los cuales *Copelatus* registró cinco especies como el de mayor número dentro de los géneros, seguido de *Enochrus* con tres especies y *Berosus* representado por dos especies. El resto de los géneros estuvieron representados por una sola especie.

Las especies *Copelatus debilis* y *Georissus californicus* se registran únicamente para esta localidad.

De las familias registradas, la de mayor riqueza y abundancia fue Hydrophilidae con 11 especies distribuidas en 60 individuos, lo que corresponde al 64% de la abundancia de coleópteros acuáticos para la localidad (Fig. 18 y Fig. 19). Dentro de esta familia, la especie de mayor abundancia fue *Crenitis* sp., con 13 individuos que representa el 22% dentro de la familia, mientras que *Anacaena* sp., y *Tropisternus mexicanus* estuvieron representadas por un solo individuo, que indica el 4% de abundancia dentro de la familia. Por otra parte, la familia Dytiscidae estuvo representada por ocho especies y 31 individuos, de las cuales la especie más abundante fue *Uvarus* sp., con 15 individuos registrados que corresponden al 48% de la abundancia dentro de la familia. Mientras que *Copelatus* sp., *C. blatchleyi*, *C. cubaensis* y *Thermonectus marmoratus* estuvieron representados por un solo individuo, lo que suma el 12.8% de la abundancia. Las familias Dryopidae, Georissidae, Gyrinidae, Hydrochidae y Noteridae, fueron las de menor riqueza y abundancia, representadas por una sola especie y por uno o dos individuos, lo que representa el 5% de la abundancia total para la localidad.

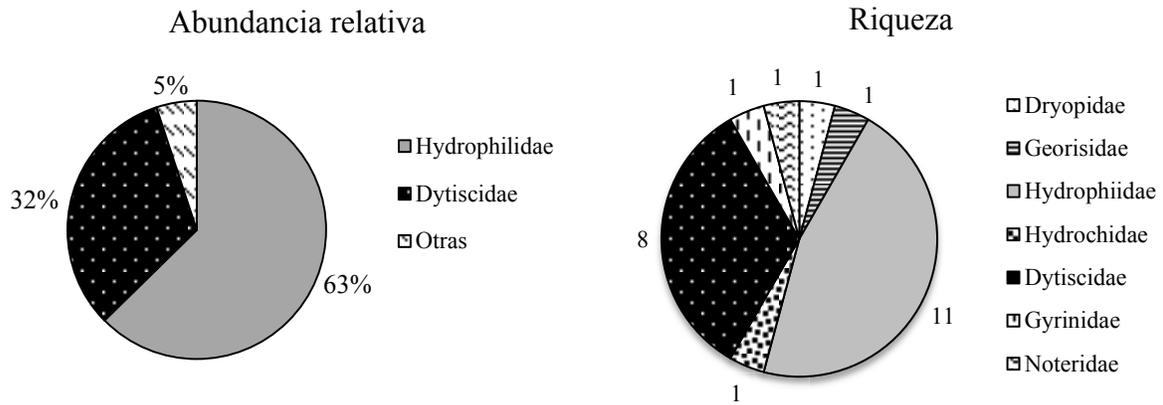


Figura 18. Abundancia relativa (PAE izquierda) y riqueza (PAE derecha) de las familias registradas en Acahuizotla. En otras se incluye a las familias Dryopidae, Georissidae, Gyrinidae, Hydrochidae y Noteridae, quienes tuvieron uno o dos individuos como representantes.

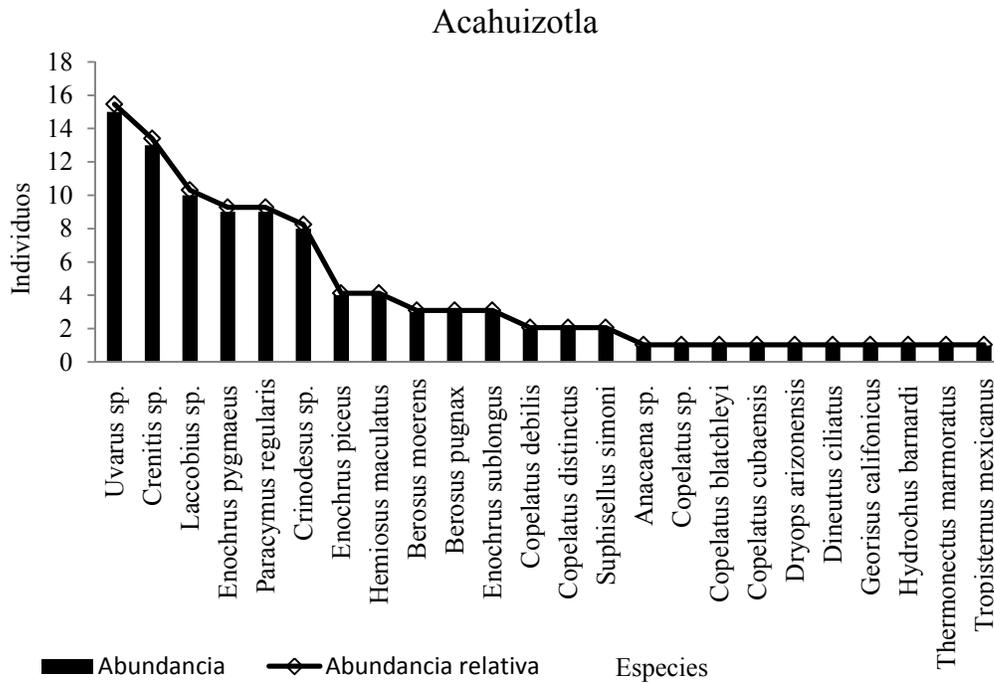


Figura 19. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos presentes en Acahuizotla.

El análisis de correlación indicó que no hubo correlación entre las variables ambientales (temperatura y precipitación) con la abundancia y riqueza (Anexo VI). Debido a que el período de muestreo no se realizó de manera continua no es posible establecer un patrón fenológico de la abundancia y riqueza. Sin embargo, de manera general se observa que la riqueza se mantiene entre cuatro y cinco especies, principalmente en los meses secos o a comienzos de la época de lluvias, como se observa en marzo, mayo y julio (Fig. 20). En tanto, en los meses de lluvias, como ocurre con el mes de octubre de ambos años de muestreo hay un incremento en la abundancia y riqueza de especies. Para estos meses el máximo de riqueza fue de nueve especies y 33 individuos de abundancia, lo que representa el 34% del total de individuos en la localidad. En ambos meses, el mayor número de especies registradas y de individuos pertenecen a la familia Hydrophilidae, seguida por especies correspondientes a familia Dytiscidae. Mientras que la menor abundancia se registró en especies que pertenecen a las familias Georissidae, Hydrochidae y Noteridae, registrando una especie y uno o dos individuos.

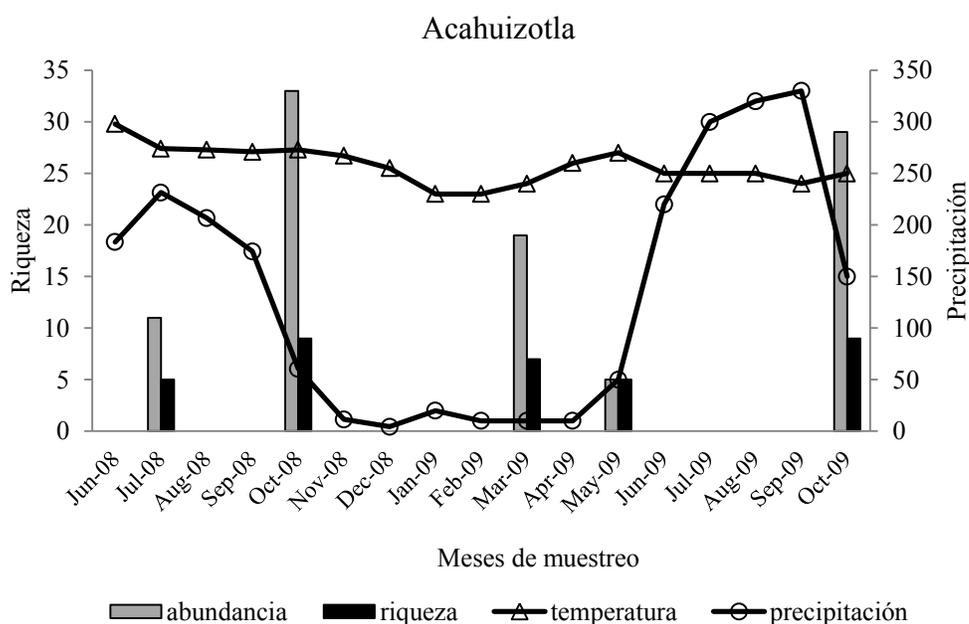


Figura 20. Patrón de distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos registrados para la localidad de Acahuizotla. Los meses de junio/2008, septiembre y noviembre/2009 se realizaron muestreos pero no hubo registros de coleópteros acuáticos.

## Diversidad alfa: Curva de rarefacción.

Como resultado de la comparación de la riqueza entre los sitios de estudio cuya intensidad de muestreo no fue uniforme (Cuadro 5), se obtuvo la curva de rarefacción para las cuatro localidades (Fig. 21). De esta manera, los datos se estandarizaron a un tamaño de muestra de 74 individuos y tres meses de muestreo (muestra de menor tamaño considerado un mínimo esfuerzo de muestreo). Los números de especies esperadas para cada localidad de acuerdo al software *Biodiversity Pro* (Coldwell, 2006), son los siguientes: San Javier, 8.2 especies esperadas; Presa El Cajón 18.67; San Buenaventura, 7.49; y Acahuizotla, 21.05 especies esperadas. (Fig. 21).

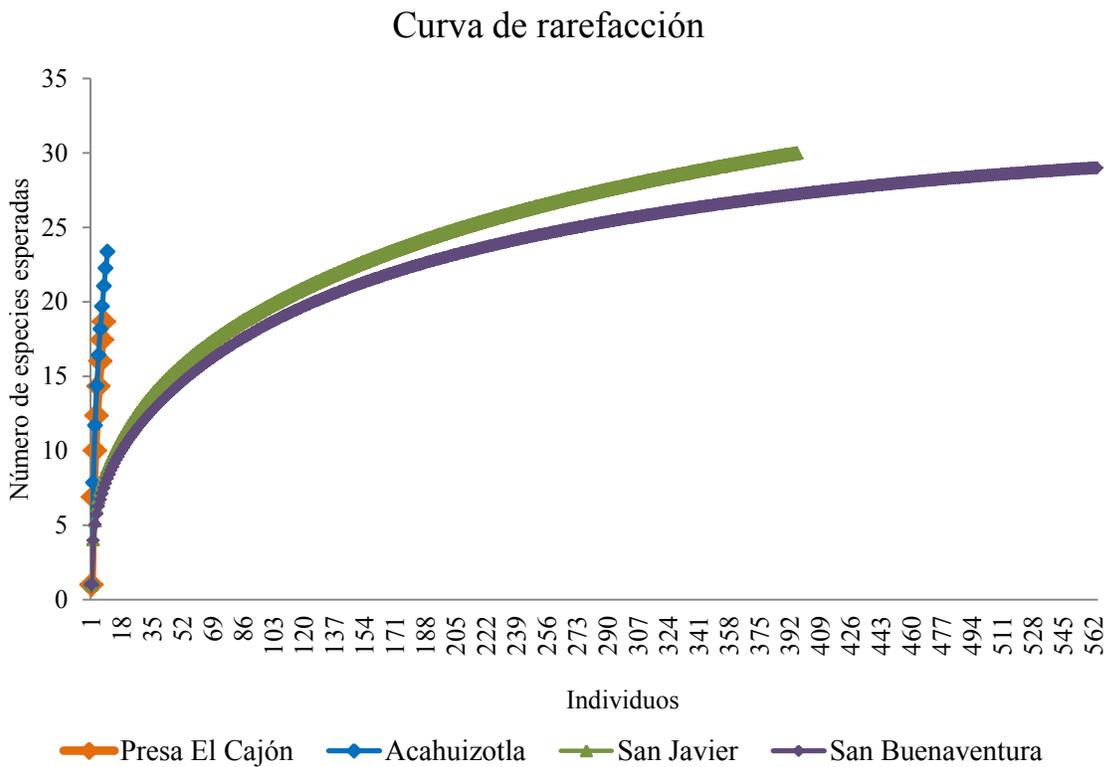


Figura 21. Curva de rarefacción para la diversidad de coleópteros acuáticos en los cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia.

## Curva de acumulación de especies.

El análisis de las curvas de acumulación de especies, indica que la localidad de San Buenaventura se ha completado cerca del 82 % de representatividad de las especies esperadas. En tanto, que la localidad de Acahuizotla se tiene solo el 60 % de representatividad de las especies. En dos de las localidades se estima un máximo de 40 especies, mismas que serán registradas cerca del muestreo 16 a 17 para San Javier, mientras que para San Buenaventura, será alcanzada cerca del muestreo 15 (Cuadro 7, Fig. 22). Por otra parte, en las localidades Presa El Cajón y Acahuizotla, con un porcentaje de completitud menor al 70 %, se observa que para el número máximo de muestreos estimados la asíntota puede continuar creciendo. Sin embargo, el máximo de especies estimadas para estas localidades puede alcanzarse en el muestreo siete para Presa El Cajón y en el muestreo 13 para Acahuizotla (Fig. 22).

Cuadro 7. Resultados de la estimación de la riqueza de especies de coleópteros acuáticos para los sitios de estudio obtenida por el modelo de Clench. Esp.est. = número de especies estimadas por el modelo; B = pendiente bajo la curva o asíntota,  $R^2$  = coeficiente de correlación de Pearson y PorcentEst = Porcentaje alcanzado de la estimación.

Localidad	Riqueza	Esp.est.	B	$R^2$	PorcentEst
San Javier	30	40	5.3454	0.99992	75 %
Presa El cajón	19	27	3.2246	0.99907	70 %
San Buenaventura	29	35	2.8598	0.99733	82 %
Acahuizotla	24	40	9.4291	0.99789	60 %

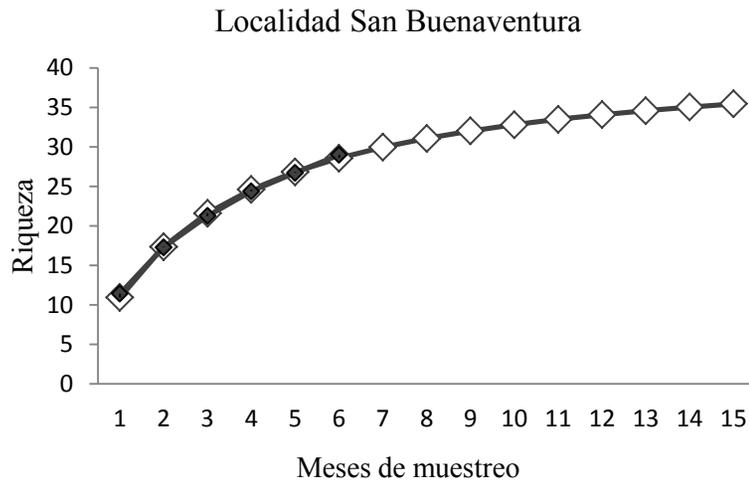
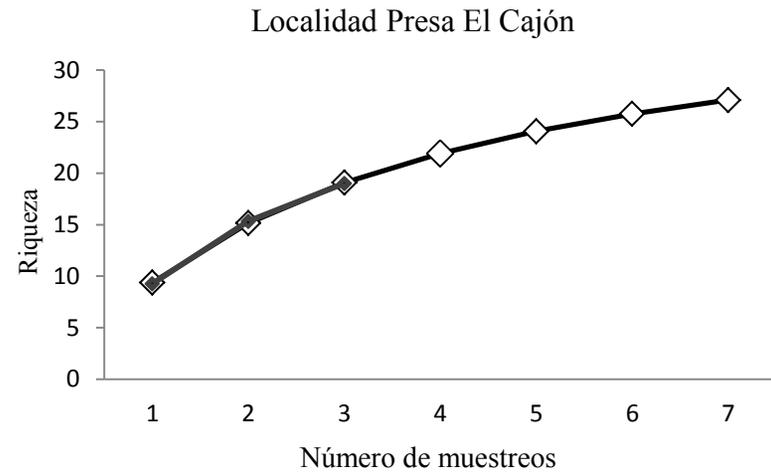
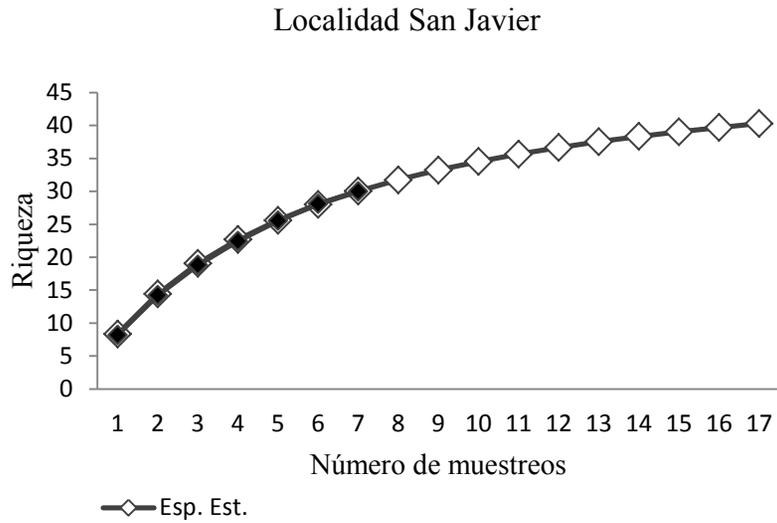


Figura 22. Curvas de acumulación estimadas de acuerdo con el modelo de Clench. Se indican las especies estimadas (EspEst) en rombos blancos, mientras que las especies observadas (EspObs) en rombos negros.

## Diversidad alfa verdadera.

La riqueza estimada por el programa SPADE (Chao y Shen, 2010), indica que la localidad de San Javier tuvo la mayor diversidad en cuanto número efectivos de especies con 37.8 especies efectivas, seguida de Acahuizotla con 37.7 especies efectivas, Presa El Cajón con 33.4 especies efectivas y San Buenaventura con 31.4 especies efectivas (Cuadro 8). Lo que indica que en la localidad de San Javier existe una diferencia de 7.8 especies efectivas entre las especies observadas (30 especies) para esta localidad y el máximo estimado (37.8) por el programa. Lo que para las otras tres localidades existe una diferencia mayor (Cuadro 8).

Con la medida de la diversidad de orden 1 ( $^1D$ ) estimada, se encontró que la localidad de San Javier (de mayor riqueza) tiene una diversidad igual a la que tendría una comunidad teórica de 4.6 especies efectivas, donde todas las especies tuvieran la misma abundancia. De manera similar, la localidad de San Buenaventura registra una comunidad de 4.2 especies efectivas. En tanto que para las localidades con menor riqueza, la diversidad estimada es mayor registrando una comunidad de 14.0 especies estimadas para la Presa El Cajón y una comunidad de 18.5 para Acahuizotla. (Cuadro 8). Lo que indica que la localidad de Acahuizotla, es 4.0 veces más diversa que la localidad de San Javier, es 4.4 especies más diversa que la Presa El Cajón y 4.3 veces más diverso que San Buenaventura, en términos de especies efectivas.

Con esta medida de diversidad, se puede decir que las comunidades de coleópteros acuáticos en estas localidades tienen una diversidad máxima de 4 especies efectivas. Es decir, la estimación calculada para las localidades como San Javier y San Buenaventura, es cercana al máximo de especies efectivas estimadas, mientras que para las localidades como Presa El Cajón y Acahuizotla, se observa una sobreestimación de la diversidad (Cuadro 8). Con base en estos resultados, es posible inferir que la baja diversidad obtenida en San Javier y San Buenaventura se debe a que en estas localidades se registraron especies altamente dominantes como sucede con *Enochrus pygmaeus* y *Hemiosus maculatus* que representan el 85 % de la abundancia registrada,

mientras que para San Buenaventura las especies *Neocylloepus* sp., *Paracymus regularis* y *Uvarus* sp., representan el 86 % del total de abundancia hallada en el muestreo. Por otra parte, la sobreestimación en la Presa El Cajón y Acahuizotla, puede deberse en gran medida a que las especies registradas presentan valores de abundancia bajos, con menos de 20 individuos (Anexo V).

Por otra parte, el resultado del análisis del índice de Shannon indica que entre las localidades existe una mayor diversidad en Acahuizotla, representada por 2.737 *bits* (Cadro 12). Mientras que la localidad con menor diversidad de acuerdo a este índice fue San Buenaventura con 1.451 *bits*. Entre la localidad de mayor diversidad y la de menor diversidad, se halla una diferencia de 1.286 *bits*. Es decir, la localidad de Acahuizotla es 2.737 más diversa que las tres localidades restantes.

Cuadro 8. Estimación de la diversidad alfa verdadera para cada los cuatro sitios de muestreo.  ${}^0D$  observada:  $q = 0$ , riqueza de especies,  ${}^1D$ : cuando las abundancias son muy similares entre sí (exponencial del índice de Shannon).

Localidad	Abundancia	Índice de Shannon	Diversidad observada		Diversidad estimada	
			${}^0D$	${}^1D$	${}^0D$	${}^1D$
San Javier	3954	1.516	30	4.5	37.8	4.6
Presa el Cajón	74	2.407	19	11.1	33.4	14.0
San Buenaventura	5640	1.451	29	4.2	31.4	4.2
Acahuizotla	97	2.737	24	15.4	37.7	18.5

Considerando solamente la riqueza de especies de coleópteros acuáticos estimadas, se realizó la comparación entre el modelo de Clench y el estimador de diversidad ACE, con la finalidad de representar la máxima riqueza potencial en cada localidad. Las estimaciones

obtenidas de ambos modelos son muy parecidas entre sí, con un rango de completitud del 60 al 83 % para el estimador de Clench, y del 55 al 93 % de completitud para el estimador de ACE (Cuadro 13).

Cuadro 9. Comparación de la riqueza de especies estimadas de coleópteros acuáticos mediante el estimador de Clench (Est Clench) y el estimador no paramétrico ACE (Est ACE) para las cuatro localidades de estudio.

Localidad	Riqueza	Estimación de Clench	Porcentaje alcanzado	Estimación de ACE	Porcentaje alcanzado	Tiempo de muestreo
San Javier	30	40	75	37,8	79,36	12 meses
Presa el Cajón	19	27	70,3	33,4	56,88	6 meses
San Buenaventura	29	35	82,8	31,4	92,35	12 meses
Acahuizotla	24	40	60	37,7	63,66	8 meses

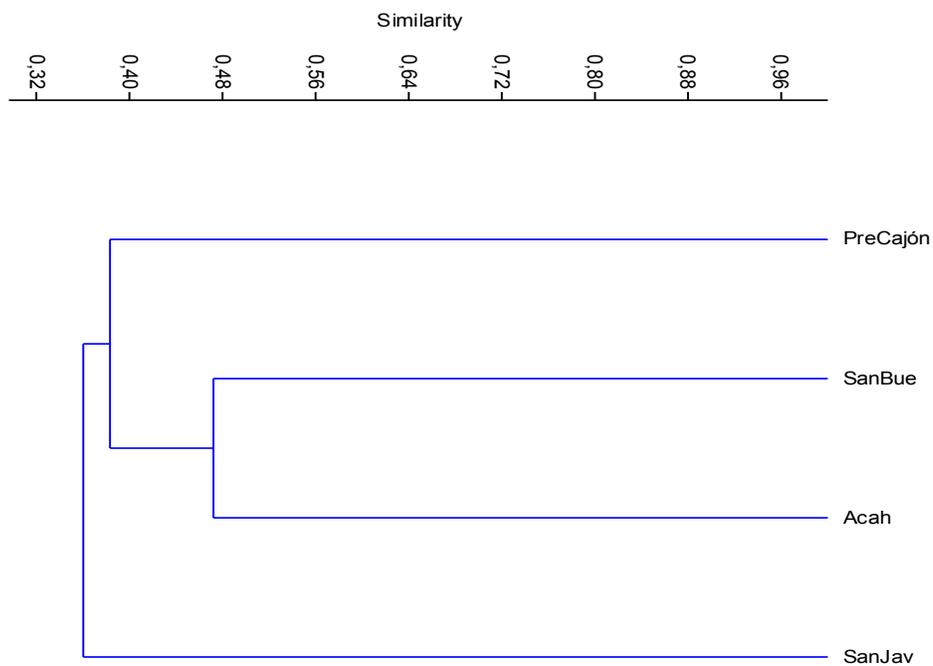
### Diversidad beta.

Del análisis del índice de similitud de Jaccard, se obtuvo que las localidades con mayor complementariedad fueron San Javier y Presa El Cajón, con 11 especies compartidas que representan poco más del 30 %. En tanto que las localidades con menor disimilitud de especies fueron San Buenaventura y Acahuizotla, con 17 especies compartidas representan el 47 % (Cuadro 10). Por otra parte, el cluster obtenido a partir de este índice indica que se generan tres grupos principales, el primero formado por San Buenaventura y Acahuizotla, ambos forman un segundo grupo con la Presa el Cajón, este segundo grupo forma un tercer grupo al unirse con San Javier (Fig. 23).

Cuadro 10. Resultado del análisis de diversidad beta obtenido por el índice de similitud de Jaccard para los sitios de estudio.

Localidad	Índice de similitud de Jaccard		
	Presa el Cajón	San Buenaventura	Acahuizotla
San Javier	0.32	0.37	0.38
Presa Cajón	-----	0.33	0.43
San Buenaventura	-----	-----	<b>0.47</b>

Figura 23. Cluster obtenido para los sitios de estudio obtenido con el índice de Jaccard.



Como resultado del uso del análisis de ANOSIM (Fig. 24) se desprende que existen diferencias significativas entre las composición de especies y abundancias registradas en cada una de las localidades (ANOSIM  $R= 0.55$ ,  $p= 0.001$ ). Por lo que la complementariedad y agrupación de las localidades antes señalada por el índice de Jaccard refleja la composición de las especies a lo largo del gradiente latitudinal en un mismo tipo de vegetación.

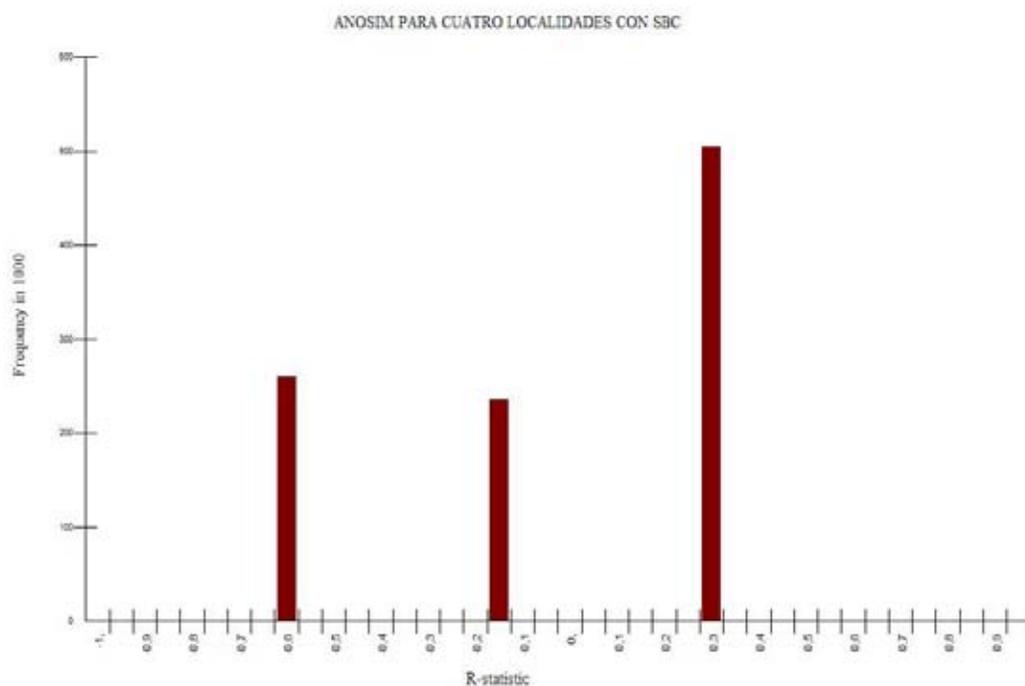


Figura 24. ANOSIM obtenido para las cuatro localidades de estudio con selva baja caducifolia.

### Diversidad beta verdadera

Como resultado del análisis de la diversidad beta (Cuadro 16), se indica que el máximo posible alcanzado es de cuatro, resultado de las cuatros comunidades de análisis San Javier, Presa El Cajón, San Buenaventura y Acahuizotla. La diversidad beta  $q = 0$ , alcanzaría tal valor en caso de que todas las comunidades tuvieran una misma riqueza de especies, y la  $q = 1$ , en caso de que las especies tuvieran las mismas abundancias. La diversidad beta  $q = 0$ , tuvo un valor de 2.27 comunidades efectivas, es decir, que el total de especies y sus respectivas abundancias serían

equivalentes a 2.27 comunidades virtuales, cada una de las cuales tendría la misma cantidad de especies. En tanto, cuando  $q = 1$ , alcanza un valor de 2.77 comunidades efectivas (comunidades virtuales en las que todas tienen la misma cantidad de especies, y las especies tienen abundancias relativas iguales entre sí).

Cuadro 11. Resultado del análisis de la diversidad beta obtenido mediante la fórmula de partición multiplicativa ponderada de Jost (2006, 2008).

Valor de q	Alfa promedio	Beta
0	24.6	2.27
1	14.69	2.77

## DISCUSIÓN

### Riqueza y abundancia generales.

En este estudio la riqueza obtenida de coleópteros acuáticos fue de 50 especies, registradas para cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia, representa el 8.5 % del total de las especies de coleópteros acuáticos registrados para el país (583 especies) y casi la mitad de especies registradas para el estado de Morelos (124 especies) que destaca como el de mayor conocimiento en coleópteros acuáticos y semiacuáticos (Arce-Pérez, 1995; Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001). Es el tercer estudio, posterior al realizado por Cruz-Miranda (2002) y García-Rivera (2011), en donde se registra la composición de especies de coleópteros acuáticos de Selva Baja Caducifolia atraídas a trampa de luz; y es el primero en registrar la diversidad de cuatro sitios de muestreo con el mismo tipo de vegetación.

De acuerdo con la información proporcionada por los autores antes mencionados, se indica que la riqueza registrada en este estudio fue el doble que la registrada para la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla (REBIOSH), en donde se registraron 25 especies pertenecientes a 22 géneros, y la abundancia fue cinco veces mayor que la registrada para esta misma localidad, 1 840 individuos (García-Rivera, 2011). Por otra parte, el número de especies e individuos registrados para cada sitio de muestreo de este estudio, indica que la mayor abundancia se registró en San Buenaventura y la riqueza presentó valores muy cercanos entre San Javier y esta localidad, representados por 30 y 29 especies, respectivamente. Si tomáramos en cuenta los registros previos para la REBIOSH, está se colocaría como el tercer sitio de muestreo con mayor abundancia y diversidad antes que Acahuizotla y Presa El Cajón. Tomando en cuenta los períodos de muestreo realizados en cada sitio, se infiere que San Javier, San Buenaventura y REBIOSH, son los sitios más representativos en coleópteros acuáticos, representados por 25 a 30 especies. Es el mismo patrón observado para otros grupos de coleópteros terrestres Elateroidea, en donde en distintos sitios de muestreo se alcanza una diversidad de 30 especies (Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009; Pérez-Hernández, 2012). Esto refuerza la importancia biológica de la Selva Baja Caducifolia a lo largo de la vertiente del Pacífico como Región Terrestre Prioritaria “RTP”(Arriaga-Cabrera *et al.*, 2000), Área Natural Protegida (Semarnat, 2005) y como sitio de alta diversidad y endemismo a nivel mundial (Myers *et al.*, 2000).

En cuanto a la riqueza registrada por familia, se obtuvo que cerca del 78 % corresponde a especies pertenecientes a las familias Dytiscidae e Hydrophilidae. En tanto, que la abundancia fue mayor en las familias Elmidae, Dytiscidae e Hydrophilidae, con cerca del 97 % del total de los coleópteros acuáticos registrados para este estudio. Estos resultados coinciden con el registro previo de García-Rivera (2011), quien menciona que cerca del 72 % de los géneros estuvo registrado en las familias Dytiscidae e Hydrophilidae, en tanto que la abundancia estuvo

dominada mayormente por individuos de la familia Hydrophilidae y en menor grado de Dytiscidae, con ambas familias como las más abundantes. Este comportamiento de riqueza y abundancia en las familias Dytiscidae e Hydrophilidae, ha sido registrado también por otros autores como Spangler (1982), Arce-Pérez (1995), Jeréz y Moroni (2006), Fernández *et al.* (2008), Jäch y Balke (2008), sobre todo en la región Neotropical. Por otra parte, los aportes señalados para las familias con menor riqueza y abundancia son de suma importancia, ya que para familias como Epimetopidae, Georissidae, e Hydrochidae, la información en la literatura señala que se desconoce su ciclo de vida e inclusive sobre si las especies son capturadas por trampa de luz (Ribera *et al.*, 1996; Hansen, 1991).

Dentro de las familias, se registran las siguientes especies como las de mayor abundancia: *Uvarus* sp., *Laccodytes pumilio*, *Crinodesus* sp., *Dryops arizonensis*, *Neocylloepus* sp., *Enochrus pygmaeus*, *Hemiosus maculatus* y *Paracymus regularis*, de las cuales *Enochrus* sp., y *Uvarus* sp., fueron registradas previamente como especies de alta abundancia por García-Rivera (2011).

#### Análisis por sitio de estudio.

La mayor diversidad de coleópteros acuáticos se registró en San Javier, mientras que la Presa El Cajón, registró la menor diversidad de los cuatro sitios de estudio. Esta variación de la diversidad en los coleópteros acuáticos entre los sitios de estudio puede estar relacionada con diversos factores, como el esfuerzo de muestreo que no se realizó de manera sistemática entre los sitios de estudio, la heterogeneidad ambiental de la cual pueden generarse espacios con microclimas tanto secos como húmedos (Trejo, 2010), la intervención antrópica que genera cambios de gran impacto en la vegetación modificando los ambientes en donde puedan localizarse las especies de coleópteros acuáticos (Arias-Díaz *et al.*, 2007) o de grupos terrestres (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009 y Pérez-Hernández, 2012).

En cuanto a la abundancia por familia entre las localidades, se observó que las cuatro localidades de estudio estuvieron dominadas por las familias Dytiscidae e Hydrophilidae, y en menor frecuencia por Elmidae (Fig., 10, 14, 17 y 21), misma que estuvo asociada a la abundancia de las especies dentro de cada familia. En la localidad de San Javier la mayor abundancia se registró para la especie *Enochrus pygmaeus*, Hydrophilidae, para la localidad de Presa El Cajón se relacionó a *Crenitis* sp., Hydrophilidae, para San Buenaventura fue *Neocylloepus* sp., Elmidae y para Acahuizotla a *Uvarus* sp., Dytiscidae (Fig. 9, 13, 16 y 20).

En lo que respecta a la fenología, entre las localidades de estudio fue posible observar dos patrones de abundancia de los coleópteros acuáticos. Uno de ellos fue observado en la localidad de San Javier, con la mayor representatividad de especies y de abundancia en los meses de lluvia (julio a octubre de 2004), mientras que en San Buenaventura la mayor representatividad de especies y de abundancia se registró en los meses de secas (noviembre a febrero). El patrón fenológico en la estación de lluvias ya ha sido observado con anterioridad en diversos grupos de coleópteros dentro de Selva Baja Caducifolia, el cual se asocia principalmente a la disponibilidad de recursos determinados por la marcada estacionalidad en este tipo de vegetación (Noguera *et al.*, 2002; Zurita-García, 2004; Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009; García-Rivera, 2011 y Pérez-Hernández, 2012). En cambio, el patrón observado en San Buenaventura parece estar más relacionado con las preferencias de hábitats fríos, como ocurre con algunos miembros de coleópteros acuáticos de la familia Elmidae (Elliot, 2008). En tanto, en las localidades de La Presa El Cajón y Acahuizotla, se observaron picos de abundancia y de riqueza en algunos meses a lo largo del año, sin establecer un patrón fenológico.

Así, el análisis de correlación efectuado para las localidades de estudio indica que es posible encontrar mayor número de individuos cuando la precipitación es abundante que cuando es escasa, como fue el caso de la localidad de localidad de San Javier. En tanto, que la

temperatura parece presentar cierta influencia sobre la riqueza de especies, como se observó en la localidad de San Buenaventura. La influencia de variables ambientales como la precipitación y temperatura en la abundancia y riqueza de coleópteros ha sido observado en estudios anteriores con el mismo tipo de vegetación, como el de Zaragoza-Caballero *et al.* (2009), García-Rivera (2011), Pérez-Hernández (2012), los cuales reconocen mayor influencia de la precipitación en la abundancia de las especies que en la riqueza.

#### Curva de rarefacción.

La diversidad estimada por el análisis de rarefacción para cada una de las localidades fue de la siguiente manera Acahuizotla, seguida por la Presa El cajón, San Javier y San Buenaventura (Fig. 23). Lo que se interpreta que con el mínimo esfuerzo de muestreo es posible encontrar mayor número de especies en la localidad de Acahuizotla que en la localidad de San Buenaventura. Esto posiblemente esté relacionado a la distribución de las abundancias de las especies, ya que en San Javier y San buenaventura se registran especies con muchos individuos, lo que de manera contraria ocurre en Acahuizotla y Presa El Cajón, en dónde las abundancias se distribuyen de manera más homogénea entre las especies. Este tipo de distribución, posiblemente esté relacionado con una premisa del análisis de rarefacción en donde todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser capturados (Jiménez-Valverde y Hortal, 2000). Sin embargo, también se presenta la desventaja de que se desaprovecha información proveniente de un mayor esfuerzo de muestreo (Moreno, 2001).

## Curva de acumulación de especies.

La evaluación del esfuerzo de muestreo por medio del modelo de Clench, indica que hasta el momento no se ha logrado registrar el máximo de especies estimadas por el programa para cada uno de los sitios de estudio. Como resultado de una mayor completitud se tiene el registro en San Buenaventura y la de menor completitud la Presa El Cajón. Este resultado se ve relacionado al esfuerzo de muestreo, ya que en los sitios con mayor esfuerzo de muestreo como San Buenaventura con doce meses de muestreos y San Javier con siete meses de muestreo se alcanzó mayor porcentaje de completitud con respecto a los otros dos sitios de estudio. Además, de que la curva en cada una de las localidades tiene una pendiente ascendente y la asíntota no ha sido alcanzada lo cual indica que aún es posible registrar más especies para cada una de las localidades. Al comparar estos resultados con los obtenidos para otros grupos de coleópteros terrestres (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009 y Pérez-Hernández, 2012) coincide con que en la mayoría de los sitios de muestreo se requiere de mayor esfuerzo de muestreo para alcanzar el máximo de la asíntota registrado por el programa.

## Diversidad verdadera.

La estimación de la diversidad verdadera registrada para las cuatro localidades de estudio presento valores muy cercanos a la riqueza observada, con un rango de estimación entre 30 y 38 especies efectivas (Cuadro 12). Al comparar la diversidad observada y la diversidad estimada por el programa, es posible observar que la localidad de San Buenaventura alcanza el 92 % de las especies estimadas, en tanto que San Javier solo registra el 79 %, Acahuizotla el 64 % y el Cajón el 57 % de las especies estimadas para dichas localidades.

Por otra parte, el resultado de análisis de la  ${}^1D$  observada y  ${}^1D$  estimada, indica valores muy cercanos al de una comunidad teórica de cuatro especies en donde todas las especies tuvieran la misma abundancia (Jost, 2006; Jost, 2007). Este valor es de cuatro especies efectivas, el cual fue muy cercano para San Javier y San Buenaventura. Mientras que en las localidades restantes no se comportó de la misma manera. Esto se puede explicar cuando hay muchas especies raras o muy poca especies dominantes con valores elevados de abundancia, lo que determina que la diversidad en la comunidad disminuya (Moreno *et al.*, 2011). De manera que, aunque la riqueza de especies sea mayor en una localidad u otra, la abundancia de cada una de las especies es la que determina la diversidad en cada localidad.

Así mismo, el valor del índice de Shannon, fue mayor en la Presa El Cajón y Acahuizotla con respecto a San Javier y San Buenaventura. Lo que indica que entre las localidades de estudio existe una diferencia marcada en la composición de especies entre las localidades Presa El Cajón y Acahuizotla con respecto a las restantes que entre ellas. En cuanto a las estimaciones obtenidas por el estimador de CLENCH y el estimador ACE, no se encontraron grandes diferencias entre las estimaciones. Solo la Presa El Cajón, presentó mayor porcentaje de diferencia, la cual pudo estar relacionada con el esfuerzo de muestreo.

Un estudio realizado por Luna-Luna (2013) con Dixidae, registra un comportamiento similar en el índice de Shannon al registrado por este estudio, el cual disminuye su valor conforme aumenta el número de especies. En tanto que la  ${}^1D$  estimada es mayor cuando la diversidad observada fue menor. En contraste, el estudio realizado por Pérez-Hernández (2012) con Cantharidae, indica un incremento en el índice de Shannon conforme aumenta la diversidad observada, sobre todo en las localidades como San Javier, San Buenaventura y Acahuizotla. Además que el valor de la  ${}^1D$  observada y estimada se mantiene casi constante, lo que el autor interpreta como una respuesta a las abundancias en especies raras o dominantes.

## Diversidad beta.

De acuerdo con el índice de Jaccard, se obtuvo mayor complementariedad entre San Javier y Presa El Cajón, cuyas localidades comparten menor número de especies, mientras que San Buenaventura y Acahuizotla resultaron ser menos complementarias compartiendo mayor número de especies (Cuadro 14). Esta relación fue observada también en la agrupación de conglomerados o Bray Curtis que se obtuvo previo al análisis de ANOSIM.

Diversos estudios con insectos indican que la cercanía geográfica en la distribución de las especies es uno de los factores más importantes para la determinación de la diversidad beta, como por ejemplo Rodríguez *et al.*, 2003; Pérez-Hernández (2012) y Suárez-Peredo (2011). Debido a que la diversidad beta es alta, cuando en una región las especies presentan áreas de distribución son pequeñas compartiendo de esta manera más especies entre las áreas, en tanto que la diversidad beta es baja cuando las áreas de distribución son grandes y se comparten menor número de especies entre sí (Rodríguez *et al.*, 2003).

## CONCLUSIONES

- Se registraron un total de 50 especies de coleópteros acuáticos dentro de diez familias, procedentes de 9 765 ejemplares capturados al vuelo con trampa de luz en cuatro sitios de muestreo con Selva Baja Caducifolia. Del total, a 36 especies se les asignó un nombre y 14 permanecieron como morfoespecies.
- Se incorporan cinco registros de especies capturadas al vuelo mediante la trampa de luz: *Georissus californicus*, *Hydroscapha natans*, *Laccodytes pumilio*, *Neoclypeodytes cinctellus* y *Vatellus mexicanus*.
- Se registran diez especies con nueva distribución para el país, las cuales corresponden a *Berosus pugnax*, *Celina debilis*, *Copelatus blatchleyi*, *Chaetarthria glabra*, *Desmopachria seminola*, *Enochrus piceus*, *Enochrus sublongus*, *Georissus californicus*, *Hygrotus sellatus*, *Laccodytes pumilio*.
- De los cuatro sitios de estudio, dos presentaron la mayor riqueza y abundancia, San Javier y San Buenaventura, registrando 29 y 30 especies, así como 3 954 y 5 640 individuos, respectivamente, mientras que en Acahuizotla y Presa el Cajón se registraron 24 y 19 especies, con 97 y 74 individuos, respectivamente; con la salvedad del esfuerzo de muestreo no constante para todas las localidades de estudio.
- De manera general, en los cuatro sitios de estudio la mayor riqueza y abundancia se registró en especies pertenecientes a las familias Dytiscidae, Elmidae e Hydrophilidae.

- Los géneros *Berosus*, *Copelatus* y *Chaetarthria* presentaron mayor número de especies en los sitios de estudio.
- Las especies *Crenitis* sp., *Enochrus pygmaeus*, *Hemiosus maculatus*, *Neocyloepus* sp., y *Uvarus* sp., destacan como las de mayor abundancia.
- El análisis de correlación efectuado para los cuatro sitios de estudio indicó una correlación positiva entre abundancia y precipitación en San Javier, así como entre la riqueza y temperatura en San Buenaventura.
- El patrón fenológico de abundancia observado en los sitios de muestreo, indicó mayor número de individuos en los meses de lluvias para San Javier (siete meses de muestreo), este patrón estuvo determinado en gran medida por la abundancia de *Enochrus pygmaeus* y *Hemiosus maculatus*. En cambio, en San Buenaventura (12 meses de muestreo) se observó mayor abundancia en los meses de secas, relacionado con el patrón de abundancia de *Neocyloepus* sp. En los otros dos sitios de muestreo no se logró establecer un patrón fenológico de abundancia.
- Como resultado del análisis de la curva de rarefacción, se encontró que comparando los sitios de muestreos a un tamaño de muestra  $n = 74$  individuos la mayor riqueza se halla en Acahuizotla, con 21 especies esperadas, lo que indica que la riqueza registrada para esta localidad fue muy cercana a la calculada por el programa.
- Del análisis de las curvas de acumulación se desprende que San Javier y San Buenaventura son los sitios con mayor representatividad de especies (mismos sitios con mayor esfuerzo de muestreo), sin embargo para los cuatro sitios de estudio aún no se ha logrado alcanzar una asíntota que indique que el muestreo está completo.

- La diversidad  ${}^0D$  estimada para los sitios de muestreo indica una estimación entre 31 y 38 especies efectivas como máximo, con el mayor número de especies para San Javier y Acahuizotla.
- El índice de Shannon estimado para la diversidad alfa verdadera indica que la mayor diversidad se registró en Acahuizotla, mientras que la menor diversidad se presentó en San Buenaventura.
- Las estimaciones de especies obtenidas por los estimadores de Clench y ACE, indican rangos muy parecidos que oscilan entre el 55 y 93 % de completitud en los cuatro sitios de estudio.
- Del análisis de diversidad beta a través del índice de Jaccard se obtuvo una mayor complementariedad entre San Javier y Presa el Cajón, mientras que San Buenaventura y Acahuizotla representan sitios más parecidos en cuanto a composición de sus especies.
- Como resultado del análisis de ANOSIM se desprende que existe una significancia marcada entre la agrupación de sitios de muestreos generada con el índice de Jaccard.
- Del análisis de diversidad beta se infiere un recambio promedio para la diversidad  ${}^0D$  de 2.27 especies efectivas, en tanto que para la diversidad  ${}^1D$  fue de 2.77 especies efectivas.
- Como conclusión general, con base en los análisis efectuados, es posible observar una alta diversidad de coleópteros acuáticos en los sitios de muestreo, los cuales son representativos de la Selva Baja Caducifolia. Este gran recambio de especies puede deberse a múltiples factores climáticos y biológicos que determinan la composición de las especies en un ecosistema; en el caso de los coleópteros

acuáticos la presencia de cuerpos de agua, la calidad de la misma y la capacidad de vuelo son los de importancia para los individuos de las especies. Así mismo, el gradiente latitudinal, junto con la variación en precipitación y temperatura, parecen ser un factor importante en el recambio de las especies entre los sitios estudiados. Finalmente, este estudio contribuye no solo al conocimiento de la diversidad alfa entre los sitios de muestreo, sino a entender de manera global la composición y distribución de las especies de coleópteros acuáticos en uno de los tipos de vegetación prioritarios de conservación, la Selva Baja Caducifolia.

**Imágenes de las especies**

Fig. 25. *Copelatus* sp.



Fig. 26. *Copelatus blatchleyi* Young, 1953



Fig. 27. *Copelatus caelatipennis angustatus*

Chevrolat, 1863



Fig. 28. *Celina debilis* Sharp, 1882



Fig. 29. *Crinodesus* sp.



Fig. 30. *Desmopachria* sp.



Fig. 31. *Desmopachria seminola* Young, 1951



Fig. 32. *Hydrovatus hintoni* Briström, 1997



Fig. 33. *Hygrotus sellatus* LeConte, 1866



Fig. 34. *Laccodytes pumilio* LeConte, 1878



Fig. 35. *Laccophilus oscillator* Sharp, 1882



Fig. 36. *Neoclypeodytes cinctellus*  
LeConte, 1855



Fig. 37. *Rhantus* sp.



Fig. 38. *Thermonectus marmoratus* Gray, 1832



Fig. 39. *Vatellus mexicanus* Sharp, 1882



Fig. 40. *Uvarus* sp.



Fig. 41. *Dineutus sublineatus* Chevrolat, 1834 Fig. 42. *Gyretes* sp.



Fig. 43. *Suphisellus simoni* Régimbart, 1889 Fig. 44. *Dryops arizonensis* Schaeffer, 1905



Fig. 45. *Neocylloepus* sp.



Fig. 46. *Epimetopus* sp. 1



Fig. 47. *Georissus californicus* LeConte, 1874    Fig. 48. *Helophorus* sp.



Fig. 49. *Hydrochus bernardi* Makhan, 1994 Fig. 50. *Anacaena* sp.



Fig. 51. *Berosus moerens* Sharp, 1882 Fig. 52. *Berosus peregrinus* Herbst, 1797



Fig. 53. *Berosus pugnax* LeConte, 1863



Fig. 54. *Chaetharthria bicolor* Sharp, 1882



Fig. 55. *Chaetharthria flava* Miller, 1974



Fig. 56. *Chaetharthria glabra* Sharp, 1882



Fig. 57. *Chaetarthria ochra* Miller, 1974    Fig. 58. *Crenitis* sp.



Fig. 59. *Enochrus piceus* Miller, 1964

Fig. 60. *Enochrus pygmaeus* Fabricius, 1792



Fig. 61. *Enochrus sublongus* Fall, 1926    Fig. 62. *Hemiosus maculatus* Sharp, 1882



Fig. 63. *Laccobius* sp.

Fig. 64. *Paracymus regularis* Wooldridge, 1969



Fig. 65. *Tropisternus mexicanus* LaPorte, 184 Fig. 66. *Tropisternus ellipticus* LeConte, 1855



## Literatura Citada

- 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.
- Aguilar-Sierra, V. 2011. Recuento de la diversidad de especies de Chiapas registrada en el SNIB. En F. Álvarez-Noguera (Coord.). Chiapas, estudios sobre su diversidad biológica (pp., 29-53).UNAM-Instituto de Biología, México, D.F.
- ANTOBKNH, C. B., M. ФНКΥЄК, S.V. Litovkin & M. Fikáček. 2011. New Records of *Georissus costatus* Laporte de Castelnau 1840, (Coleoptera: Georissidae) from Russia. Russian Entomological Journal, 20(4): 383-385.
- Arce-Pérez, R. 1986. Contribución al conocimiento de los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac en la región de Vicente Aranda, Estado de Morelos, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Arce-Pérez, R. 1995. Lista preliminar de coleópteros acuáticos del Estado de Morelos, México. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), 65: 43-53.
- Arce-Pérez, R. 1997. Sinopsis del Suborden Myxophaga (Coleoptera de México). Dugesiana, 4:41-50.
- Arce-Pérez, R. y M. A. Morón. 2011. Sinopsis de los Hydrophiloidea de México (Coleoptera: Hydrophilidae, Helophoridae, Epimetopidae, Georissidae e Hydrochidae), con una clave para la identificación de los géneros. Revista Mexicana de Biodiversidad, 82: 491-514.
- Arce-Pérez, R. y M. A. Morón. 2013. El género *Hydrophilus* (Coleoptera: Hydrophilidae: Hydrophilina) en México y Centroamérica. Revista Mexicana de Biodiversidad, 84: 140-152.
- 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 (pp. 411-468). Fundación Miguel Lillo, San Miguel de Tucumán.
- Arias-Díaz, D. M., G. Guevara-Cardona, y F. A., Villa-Navarro. 2007. Distribución espacial y temporal de los coleópteros acuáticos en la cuenca del Río Coello (Tolima, Colombia). Caldasia, 29(1): 177-194.
- 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.

- Arriaga-Varela, E., S. Zaragoza-Caballero, W. Tomaszewska y J. L. Navarrete-Heredia. 2013. Preliminary review of the genus *Stenotarsus* Perty (Coleoptera: Endomichidae) from México, Guatemala and Belize, with description of twelve new species. *Zootaxa*, 3645: 001-079.
- Babin, J., e Y. Alarie. 2004. Taxonomic revision of genus *Gyretes* Brullé (Coleoptera: Gyridae) from America North of Mexico. *The Coleopterist's Bulletin*, 58(4): 538-567.
- Barbosa, F. F., A. S. Fernandes & L. G. Oliveira. 2013a. Taxonomic key for the genera of Elmidae (Coleoptera: Byrrhoidea) occurring in Goiás State, Brazil, including new records and distributional notes. *Revista Brasileira de Entomologia*, 57(2): 149-156.
- Barbosa, F. F., A. S. Fernandes & L. G. Oliveira. 2013b. Three new species of *Macrelmis* Mortschulsky, 1859 (Coleoptera: Elmidae: Elminae) from the Brazilian Cerrado Biome with updated key for the *Macrelmis* of Brazil. *Zootaxa*, 3736(2): 128-142.
- 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* (pp. 21-40). CONABIO y FCE, México, D. F.
- Bilton, D. T., J. R. Freeland y B. Okamura. 2001. Dispersal in freshwater invertebrates. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:159-181.
- Blackwelder, R. E. 1944a. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. *Bulletin of the U. S. National Museum* 185(Part 1): 1-188.
- Blackwelder, R. E. 1944b. Checklist of the Coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. *Bulletin of the U.S. National Museum* 185(Part 2): 189-341.
- Blahnik, R. J., R. W. Holzenthal y A. Prather. 2006. The acid method for clearing Trichoptera genitalia. In *Proceedings of the 12th International Symposium on Trichoptera*. The Caddis Press, Columbus Ohio, 18-22:9-14.
- Brigham, W. U. 1982. Aquatic Coleoptera. En Brigham A. R., W. U. Brigham y A. Gnilka. *Aquatic Insects and Oligochaetes of North and South Carolina* (pp.10.1-10.136). Midwest Aquatic Enterprises, Illinois.
- Briström, O. 1988. Generic review of the Bidessini (Coleoptera: Dytiscidae). Contribution to the study of Dytiscidae, 37. *Acta Zoológica Fennica*, 184:1-41.

- Biström, O. 1996a. Morphology and function of a Possible Stridulation apparatus in Genus *Hydrovatus* (Coleoptera: Dytiscidae). *Entomologica Basiliensia*, 19: 4-50.
- Biström, O. 1996b. Taxonomic revision of the Genus *Hydrovatus* Motschulsky (Coleoptera, Dytiscidae). *Entomological Basiliensia*, 19: 57-584.
- Brown, H. P. 1970. *Neocylloepus*, A new genus from Texas and Central America (Coleoptera: Dryopoidea: Elmidae). *The Coleopterist's Bulletin*, 24(1): 1-28.
- Brown, H. P. 1976. Aquatic Dryopoid beetles (Coleoptera) of the United States. *Water Pollution Control Research Series*, The University of Oklahoma.
- 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* (pp. 69-95). U de G, UAEM, México.
- Castro, A., J. M. Hidalgo y A. M. Cárdenas. 2003. Nuevos datos sobre los coleópteros acuáticos del Parque Nacional de Doñana (España): capturas realizadas mediante trampas de luz y técnicas de muestreo para fauna edáfica (Coleoptera). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 33: 153-159.
- Ceballos, G., y L. Martínez. 2010. Mamíferos. 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* (pp. 119-144). CONABIO-FCE, México, D. F.
- Chapman, M. G., y A. J. Underwood. 1999. Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM test. *Marine Ecology Progress Series*, 180: 257-265.
- Chao, A. y S. M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87: 210-217.
- Chao, A. y T. J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10:429-433.
- Chao, A. y T. J. Shen. 2010. Programa SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Programa y guía de uso en: <http://chao.stat.nthu.edu.tw>
- Clarck, H. 1862. On the Mexican species of Hydropori. *Annals and Magazine of Natural History*, 3(10): 173-184.

- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.2. Programa y guía de uso en: <http://purl.oclc.org/estimates> y <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>
- CONAGUA. Marzo 2013. Servicio Meteorológico Nacional (SMN)-Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado en: [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=186:nayarit&catid=14:normales-por-estacion](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=186:nayarit&catid=14:normales-por-estacion)
- Cummins, K. W., R. W. Merritt and M. B. Berg. 2008. 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, (pp. 105-122). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- 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.
- De La Maza, R. 2010. Lepidópteros diurnos. 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 (pp.179-194). CONABIO-FCE, México, D.F.
- Delgado-Castillo, L. L. 1989. Fauna de coleópteros Lamelicornios de Acahuizotla, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM, México D.F.
- Deloya, C., y M.A. Morón. 1994. Listados Faunísticos de México V. Coleópteros lamelicornios del Distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae). Instituto de Biología, UNAM, México, D., F.
- Díaz-Francés, E., y J. Soberón. 2005. Statistical estimation and model selection of species-accumulation functions. *Conservation Biology*, 19 (2): 569-573.
- D'Orchymont, A. 1942. Contribution a l'étude de La Tribu Hydrobiini Bedel, spécialement de sa Sos-Tribu Hydrobiae (Palpicornia-Hydrophilidae). *Mémoires de Musée Royal D'Histoire Naturelle de Belgique*, Fasc. 24. *Transactions of the American Entomological Society*, 22: 1-261.
- Elliot, J. M. 2008. The ecology of riffle beetles (Coleoptera: Elmidae). *Freshwater Biology Association*, 1:189-203.

- 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 Department of Environmental Protection; Tallahassee, FL.
- Fall, H.C. 1924: New species of North American Hydrobiini. Journal of the New York Entomological Society 32: 85–89.
- Fernández-Rubio, F. 1992. Las trampas de luz automáticas para la caza de insectos. Revista Aragonesa Entomológica, 1(2): 79-90.
- Fernández, L. A. 1997. Nuevos aportes para el conocimiento del género *Enochrus* Thomson (Coleoptera: Hydrophilidae). Physis, Secc. B. 53(124-125): 21-29.
- Fernández, L. A. 2006. Two new species of *Enochrus* Thomson (Coleoptera: Hydrophilidae) from the Neotropical region. Transactions of the American Entomological Society, 132(3-4): 279-284.
- Fernández, L. A., M. Archangelsky & V. Manzo. 2008. Coleópteros acuáticos y semiacuáticos del Parque Provincial Salto Encantado y Valle del Cuñá Pirú (Misiones, Argentina). Revista Sociedad Entomológica de Argentina, 67(3-4): 87-98.
- Fikáček, M., E. Gentili y A. E. Z. Short. 2010. Order Coleoptera, family Hydrophilidae. Arthropod fauna of the United Arab Emirate, 2: 135-165.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México.
- García, A. 2010. Reptiles y Anfibios. 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 (pp. 175-178). CONABIO-FCE, México, D. F.
- García-Rivera, G. G. 2011. Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en la presa “Lorenzo Vázquez”, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM, México.
- Gentili, E. 1984. I *Laccobius Americani*-II, I *Laccobius* del Canada. Ann. Oss. Fis. Terr. Mus. Stoppani Semin. Arc. Milano, 7: 31-40.
- Gentili, E. 1986. I *Laccobius Americani*-II, Il Genere *Laccobius* a Sud del Canada (Coleoptera: Hydrophilidae). Annale dei Osservatori Fisico della Terra Museo Stoppani Semin. Arc. Milano, 7: 31-40.

- Gentili, E. 1995. Hydrophilidae. 3. The Genus *Laccobius* Erichson in China and Neighbouring Areas (Coleoptera). In Jäch M. A. & L. J. (Eds). Water Beetles of China, Vol. I. (pp., 245-286). Wiener Koleopterologen Verein, Zool.-Bot. Ges. Österreich.
- González-Soriano, E., F. A. Noguera, S. Zaragoza-Caballero y E. Ramírez-García. 2009. Odonata de un bosque tropical caducifolio: Sierra de San Javier, Sonora, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 80:341-348.
- González-Soriano, E., F. Noguera, M. A. Ortega-Huerta, E. Ramírez-García y S. Zaragoza-Caballero. 2011. LINBOS-web, página oficial. Fecha de última consulta: Mayo 2013. Recuperado en: [http://linbos.net/cms/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=63](http://linbos.net/cms/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=63)
- Gullan, P. J. y P. S. Cranston. 1994. The Insects and Outline of Entomology. Chapman y Hall, London.
- Gundersen, W. R. 1977. New species and taxonomic changes in the genus *Enochrus* (Coleoptera: Hydrophilidae). The Coleopterist's Bulletin, 31(3): 251-272.
- Gundersen, W. R. 1978. Nearctic *Enochrus*: Biology, Keys, Descriptions and Distribution (Coleoptera: Hydrophilidae). Department of Biological Sciences St. Cloud State University, St. Cloud. Minnesota.
- Hammer, Φ., D. A. T. Harper y P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontologia Electronica 4(1): 1-9. Recuperado en: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hansen, M. 1991. Hydrophiloidea (Coleoptera). World Catalogue of Insects, Vol. 2. Apollo Books. Stentrups, Denmark.
- Hansen, M. 1996. Crenitis Bedel, 1881, Georissus Latreille, 1809, and Oosternum Sharp 1882 (Insecta, Coleoptera): proposed conservation. Bulletin of Zoological Nomenclature, 53: 99-103.
- Hansen, M. 1998. Hydraenidae (Coleoptera). World Catalogue of Insects, Vol. 1. Apollo Books. Stentrups, Denmark.
- Hebauer, F. 1994. The Crenitis of the Old World (Coleoptera: Hydrophilidae). Acta Coleopterologica, X(2): 3 -40.
- Hinton, H. E. 1940. A Monographic Revision of the Mexican Water Beetles of the Family Elmidae. Novitates Zoologicae, 42(2): 217-396.

- Hinton, H. E. 1969. Plastron respiration in adult beetles of the suborder Myxophaga. *Journal of Zoological 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. Merritt, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*, 4a. Ed. (pp., 55-103). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, pp.
- Jackson, D. J. 1955. Observations on flying and flightless water beetles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 43:18-42.
- Jäch, M. A. y M. Balke. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 419-442.
- Jerez, V., y J. Moroni. 2006. Diversidad de coleópteros acuáticos en Chile. *Gayana*, 70(1): 72-81.
- 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.
- 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.
- Jiménez-Valverde, A., y J. Hortal. 2000. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8: 151-161.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363–375.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology*, 88(10): 2427-2439.
- Kenneth, L. Mc. W. 1968. A taxonomic revision of the North American species of the genus *Thermonectus*, Djean (Coleoptera: Dytiscidae). University Microfilms International, Michigan.
- Knight, J. S., and G. L. Challet. 2002. A Genus and Species New to the U.S.A., *Macrovatellus mexicanus* Sharp (Coleoptera: Dytiscidae), in South Texas, with Habitat Notes. *The Coleopterist's Bulletin*, 56(1): 142–143.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. *En*: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.) 2005. *Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. (19-40). m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, España.

- Lancaster, J. 2007. Movement and dispersion of insects in stream channels: what role does flow play? En Lancaster J., y R. A. Briers. Aquatic insects. Challenges to populations (pp. 139-157). Proceedings of the Royal Entomological Society's 24<sup>th</sup> Symposium, CAB International, Edinburgh.
- Larson, D. J., Y. Alarie & R. E. Roughley. 2000. Predaceous diving beetles (Coleoptera: Dytiscidae) of the Nearctic Region, with emphasis on the fauna of Canada and Alaska. NRC Research Press, Ottawa.
- León-Cortés, J. L., L. Ruiz-Montoya y A. Morón-Ríos. 2005. La diversidad de insectos en Chiapas: génesis y estado del conocimiento. En M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcia y L. Ruíz-Montoya (Coords.). Diversidad biológica en Chiapas. (pp. 163-194). Plaza y Valdés Editores, México, D.F.
- Leech, H. B. 1948. Coleoptera: Haliplidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae y Limnebiidae. Proceedings of the California Academy Sciences, 24(11): 375-484.
- 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. (pp. 239-371). University of California, Los Angeles.
- Lincoln, R., G. Boxshall y P. Clark. 2009. Diccionario de Ecología, Evolución y Taxonomía. Fondo de cultura económica.
- Luna-Luna A. M. 2013. Diversidad y fenología de Dixidae (Insecta: Diptera) en el Rancho Santa Elena, Huasca de Ocampo, Hidalgo. Escuela de Biología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Makhan, D. 1994. Thirty-five new *Hydrochus* species from the Old and the New World (Coleoptera: Hydrophilidae). Annales historiques-naturelles. Musei nationalis hungarici, 86: 29-42.
- Márquez-Luna, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa, 37: 385-408.
- McAleece, N., J. D. G. Gage, P. J. D. Lamshead y G. L. J. Paterson. 1997. *BioDiversity Professional Statistics Analysis Software*. The Natural History Museum, Londres.
- 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.

- 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.
- Méndez-Aguilar, Ma. De Jesús, 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 Melolóntidos Nocturnos (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana* (n. s), 21(003): 109-124.
- Millar, I. M., V. M. Uys y R. P. Urban. 2000. Collecting and preserving Insects and Arachnids. A Safrinet Manual from Entomology and Arachnology. ARC-Planta Protection Research Institute, South Africa.
- Miller, D. C. 1974. Revision of the new world Chaetarthria (Coleoptera: Hydrophilidae). *Entomologica Americana*, 49(1): 1-123.
- Miller, K. B. 1997. *Crinodessus Amyae*, A New Nearctic Genus and Species of Predaceous Diving Beetle (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae: Bidessini) from Texas, U. S. A. *Proceedings of The Entomological Society of Washington*, 99(3): 483-486.
- Miller, K. B. 2001a. On the phylogeny of the Dytiscidae (Coleoptera) with emphasis on the morphology of the female reproductive tract. *Insect Systematics and Evolution*, 32: 45-92.
- Miller, K. B. 2001b. Descriptions of new species of *Desmopachria* Babington (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae: Hyphyrini) with a reassessment of the subgenera and species groups and a synopsis of the species. *The Coleopterist's Bulletin*, 55(2): 219-240.
- Miller, K. B. 2001c. Revision and phylogenetic analysis of the New World genus *Neoclypeodytes* Young (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae: Bidessini). *Systematic Entomology*, 26: 87-123.
- Miller, K. B. 2005. Revision of the New World and south-east Asian *Vatellini* (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae) and phylogenetic analysis of the tribe. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 144: 415-510.
- Miller, 2009. On the Systematics of *Noteridae* (Coleoptera: Adephaga: Hydradephaga): Phylogeny, description a new tribe, genus and species, and survey of female genital morphology. *Systematics and Biodiversity*, 7(2): 191-214.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 27: 67-114.

- Mittermeier, R. A., C.G. Mittermeier, y P. Robles Gil. 1997. Megadiversidad: Los países biológicamente más ricos del mundo. Cemex-Agrupación Sierra Madre, México.
- Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza.
- Moreno, E. C., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 1249-1261.
- Morón, M. A., C. Deloya, A. Ramírez-Campo, S. Hernández-Rodríguez. 1998. Fauna de Coleoptera Lamellicornia de la Región de Tepic, Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s). 75: 73-116.
- Morón, M. A., A. Aragón, A. M. Tapia-Rojas y R. Rojas-García. 2000. Coleoptera Lamellicornia de la Sierra de Tentzo, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s), 79: 77-102.
- Mosely, M. E. 1943. The preparation of insects for the Microscope. *The Entomologist*, 76: 227-234.
- Myers, N. R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspot for conservation priorities. *Nature*, 403: 853-858.
- Nilsson, A. N. 2001. Dytiscidae (Coleoptera). *World Catalogue of Insects*, Vol. 3. Apollo Books., Stentrups, Denmark.
- Nilsson, A. N y B. J. Van Vondel. 2005. Amphizoidae, Aspidytidae, Haliplidae, Noteridae and Paelobiidae (Coleoptera, Adepaga). *World Catalogue of Insects*, Vol. 7. Apollo Books., Stentrups, Denmark.
- Navarrete-Heredía, J. L., y H. E. Fierros-López, 2001. Coleoptera de México: Situación actual y perspectiva de estudio. En Navarrete-Heredía, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds). *Tópicos sobre Coleoptera de México* (pp. 1-21). Universidad de Guadalajara (UDG)-Universidad del Estado de Morelos (UAEM), Centro de estudios en Zoología.
- Noguera, A. F., 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.
- Noguera, F. A. 2005. New species of Cerambycidae (Coleoptera: from Tropical Dry Forest of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(1): 63-73.

- Noguera, A. F., J. A. Chemsak, S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García, E. González-Soriano y R. Ayala. 2007. A faunal study of Cerambycidae (Coleoptera) from one region with Tropical dry forest in México: San Buenaventura, Jalisco. *The Pan-Pacific Entomologist*, 83(4): 296-314.
- Novelo, R. E. y M. A. Morón. 2005. Fauna de coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s), 21(2): 15-49.
- Ochs, G. A Revision of the Gyrinoidea of Central America. *Revista de Entomología*, 20 (1-3): 253-300.
- Oliva, A. 1989. El género *Berosus* (Coleoptera: Hydrophilidae) en América del Sur. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales. Entomología*, 6: 57–236.
- Oliva, A. y A. E. Z. Short. 2012. Review of the *Berosus* Leach of Venezuela (Coleoptera, Hydrophilidae, Berosini) with description of fourteen new species. *ZooKeys*, 206: 1-69.
- Oliver-Morales, C., 2000. Mariposas diurnas (Lepidoptera: Papilionoidea) de Acahuizotla, Guerrero de la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Olson, M. D., y E. Dinerstein, 2002. The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation. *Annals Missouri Botanical Garden*, 89: 199-294.
- Pérez-Hernández, C. X. 2012. Diversidad Alfa y Beta de Cantharidae (Coleoptera) en el Bosque Tropical Caducifolio en la vertiente del pacífico mexicano. Tesis Maestría, Instituto de Biología-UNAM.
- Perkins, P. D. 1979. Six new Neotropical species of Aquatic Beetles in the *Epimetopus costatus* Complex (Hydrophilidae: Epimetopinae). *The Coleopterist's Bulletin*, 33(3): 319-325.
- 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*, (pp. 39-54). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- 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.
- Roberts, Ch. H. 1895. The Species of *Dineutus* of America North of Mexico. *Transactions of the American Entomological Society*, 22(3): 279-288.

- Rodríguez P., J. Soberón y H. T. Arita. 2003. El componente beta de la diversidad de Mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s), 89: 241-259.
- Ruíz-Corral, J. A., G. Medina-García, G. Grageda-Grageda, M. M. Silva-Serna y G. Díaz-Padilla. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sonora (Período 1961-2003). Libro Técnico, N. 2. Centro de Investigación Regional Noroeste-INIFAP-SAGARPA, México.
- Ruíz-Corral, J. A., H. E. Flores-López, J. R. Regalado-Ruvalcaba y G. Ramírez-Ojeda. 2012. Estadísticas climatológicas normales del estado de Jalisco. Libro Técnico, N. 2. INIFAP-Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro, Campo experimental Centro Altos de Jalisco; México.
- Rusell, D. A. 1982. Revision of the Nearctic Species of *Hygrotus* Groups IV, V, and VI (Coleoptera: Dytiscidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 76(2): 173-196.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D.F.
- 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)*, (pp. 405-550). UNAM, IBUNAM, CONAGUA, SEMARNAT, México, D. F.
- 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* (pp. 97-108). U de G, UAEM, México.
- Santiago-Fragoso, S. 1984. Revisión taxonómica de algunos géneros de la Familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) para México y Centroamérica. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias-UNAM, México, D.F.
- Santiago-Fragoso, S., y J. C. Sandoval-Manrique. 2001. Coleópteros acuáticos y su relación con la dinámica físico química del Río Cuautla (Tramo Tetelcingo-Anenecuilco), Morelos, México. *Hidrobiológica*, 11(1): 19-30.
- Schaeffer, Ch. 1908. On North American and some Cuban *Copelatus*. *Journal of the New York Entomological Society*, 16(1): 16-18.
- Schauff, M. E. 1986. *Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools*. National Museum of Natural History, Washington D. C.

- Semarnat. 2005. Programa de Conservación y manejo Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, 85 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional. Última consulta Marzo, 2013. Recuperado en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Normales7100/NORMAL14051.TXT>
- Serrano-Altamirano, V., G. Medina-García, G. Díaz-Padilla, A. Ruíz-Corral, M. A. Cano-García. 2007. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Guerrero (Período 1961-2003). Libro Técnico, N. 7. Campo experimental Valles Centrales de Oaxaca, Centro Regional Pacífico Sur -INIFAP-SAGARPA, México.
- Sharp, D. 1882a. Insecta. Coleoptera, Vol. I (Part 2). In R. H. Porter (Ed). *Biologia Centrali-Americana*, 1-803 pp. Recuperado en: <http://www.sil.si.edu/DigitalCollections/bca/explore.cfm>
- Sharp, D. M. B. 1882b. On Aquatic Carnivorous Coleoptera or Dytiscidae. *The Scientific Transactions of The Royal Dublin Society*, 2(11): 562-594.
- Shepard, W. D., y Aguilar-Julio, 2010. Estudio preliminar de las familias de escarabajos acuáticos Dryopidae, Elmidae, Lutrochidae y Psephenidae conocidos de Paraguay (Coleoptera: Byrrhoidea). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Paraguay*, 16 (1): 30-42.
- Short, Z. A. E. 2004. Review of the *Enochrus* Thomson of the West Indies. *Koleopterologische Rundschau*, 74: 351-361.
- Smetana, A. 1985. Revision of the subfamily Helophorinae of the Nearctic Region (Coleoptera: Hydrophilidae) *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 131: 1-154.
- [Smetana, A. 1988. Review of the Family Hydrophilidae of Canada and Alaska \(Coleoptera\). \*Memoirs of the Entomological Society of Canada\*, 20: 3-316.](#)
- Soberón, J., y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: 480-488.
- Spangler, P. J. 1960. A Revision of the Genus *Tropisternus* (Coleoptera: Hydrophilidae). University Microfilms International, Michigan, U. S. A.
- Spangler, P. J. 1982. Coleoptera. En S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa (Eds). *Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies* (pp. 328-397). San Diego State University, California.

- Spangler, P. J. 1986. Three new species of water beetles of the genus *Chaetarthria* from South America (Coleoptera: Hydrophilidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, **99(3)**: 509-516.
- Spangler, P. J. y S. Santiago de Bueno. 1979. A new water scavenger beetle from Mexico (Coleoptera: Hydrophilidae), *Proceedings of the Biological Society of Washington* 92: 333-338.
- Spangler, P. J y S. Santiago-Fragoso. 1992. The aquatic beetle Subfamily Larinae (Coleoptera: Elmidae) in Mexico, Central America y West Indies. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
- 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.
- Suárez-Peredo, C. D. 2011. Diversidad de Odonata en la Región de Huatulco, Oaxaca. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Toledo, M., P. J. Spangler y M. Balke. 2010. Taxonomic revision of the Neotropical diving beetles genus *Laccodytes* Régimbart, 1895 (Coleoptera: Dytiscidae). *Zootaxa*, 2347: 37-58.
- Toledo, M., Y. S. Megna & Y. Alarie. 2011. Description of a new species of *Laccodytes* Régimbart, 1895 (Coleoptera, Dytiscidae, Laccophilinae) from Cuba. *Zootaxa* 2792: 63-67.
- Torre-Bueno, J. R. 1989. *The Torre-Bueno Glossary of Entomology*. The New York Entomological Society-American Museum of Natural History.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de Vegetación. En García-Mendoza, A. J., M. J. Ordoñez y M. Briones-Salas (Eds). *Biodiversidad de Oaxaca* (pp. 105-117). Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Torres, P. L. M., S. A. Mazzucconi y M. C. Michat. 2007. Los coleópteros y heterópteros acuáticos del Parque Nacional El Palmar (Provincia de Entre Ríos: Argentina) lista faunística, diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica de Argentina*, 66(3-4): 127-154.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la Selva Baja Caducifolia en México. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica*:

- El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma (pp. 111-122). m3m Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, pp. 111-122.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano. 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 (pp. 41-51). CONABIO-FCE, México, D. F.
- Van Tassell, E. R. 1963. A new *Berosus* from Arizona with a key to the Arizona Species (Coleoptera: Hydrophilidae). The Coleopterist's Bulletin, 17(1): 1-5.
- 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.
- Vázquez-Ortiz, R. 2006. Tratamiento de la Roca mediante inyecciones en el plinto del proyecto Hidroeléctrico el cajón. Tesis Ingeniero Civil. Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-IPN, México.
- Vega-Rivera, J. H., Ma. Del Coro Arizmendi y L. Morales Pérez. 2010. Aves. 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, (pp. 145-164). CONABIO-FCE, México, D.F.
- 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.
- Wayne, W. D., 2006. Bioestadística. Base para el análisis de ciencias de la salud. Limusa-Wiley.
- 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.
- Williams, D. D., y B.W. Feltmate. 1992. Aquatic Insects. CAB, International.
- 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., (pp. 571-671). Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa.
- Wooldridge, D. P. 1966. Notes on Nearctic *Paracymus* with descriptions of new species (Coleoptera: Hydrophilidae). Journal of Kansas Entomological Society, 39(4): 712-725.
- Wooldridge, D. P. 1967. The Aquatic Hydrophilidae of Illinois. Transactions of the Illinois State Academy of Science, 60(4): 422- 431.

- Wooldridge, D. P. 1969. New Species of *Paracymus* from Mexico and Central America (Coleoptera: Hydrophilidae). *Journal of Kansas Entomological Society*, 42(4): 412-421.
- Young, F. N. 1940. Description of a new Dytiscid from Florida. *The Florida Entomologist*, 23(3): 30.
- Young, F. N. 1951. A new water beetle from Florida, with a key the species of *Desmopachria* of the United States and Canada (Coleoptera: Dytiscidae). *Bulletin Brooklyn Entomological Society*, 46: 107-112.
- Young, F. N. 1953. Two new species of water beetles from Florida (Coleoptera: Dytiscidae). *Psyche*, 60(1): 21-27.
- Young, F. N. 1954. The water beetles of Florida. University of Florida Press, Gainesville.
- Young, F. N. 1963a. The Nearctic Species of *Copelatus* Erichson (Coleoptera: Dytiscidae). *Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 26 (1): 56-77.
- Young, F. N. 1963b. Two new North American species of *Hydrovatus*, with notes on other species (Coleoptera: Dytiscidae). *Psyche*, 70:184-192.
- Young, F. N. 1969. A checklist of the American Bidessini (Coleoptera: Dytiscidae: Hydroporinae). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 33: 1-5.
- Young, F. N. 1979. A key to the Nearctic species of *Celina* with descriptions of new species (Coleoptera: Dytiscidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 52(4): 820-830.
- Young, F. N. 1980. Predaceous water beetles of the genus *Desmopachria* Babington, the subgenera with descriptions of new taxa (Coleoptera: Dytiscidae). *Revista de Biología Tropical*, 28(2): 305-321.
- Young, F. N. 1981. Predaceous water beetles of the genus *Desmopachria*: The Convexa Grana group. *Occasional papers of the Florida State Collection of Arthropods*, 1-11 pp.
- Zaragoza-Caballero, S. 2007. A new species of *Photinus* (Coleoptera: Lampyridae: Photinini) from Jalisco, Mexico, with comments on intraspecific aedeagal variability and key to the species of the subgenus *Paraphotinus*. *Zootaxa*, 1437: 61-67.
- Zaragoza-Caballeo, S. 2008. Nueva especie de *Pseudotelegeusis* (Coleoptera: Telegeusidae) del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79: 369-372.
- 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, D. F. México.

- Zaragoza-Caballero, S., y E. Ramírez-García. 2009. Diversidad de Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae y Telegeusidae (Coleoptera: Elateroidea) en un bosque tropical caducifolio en la Sierra de San Javier, Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 675-686.
- Zaragoza-Caballero, S., E. González-Soriano., F. A. Noguera., E. Ramírez-García, A. Rodríguez-Palafox. 2010. Insectos. En Ceballos G., L. Martínez, A. García, E, Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Selvas Secas del Pacífico Mexicano (195-214)*. Fondo de Cultura Económica-CONABIO, México.
- Zaragoza-Caballero, S. y B. Rodríguez-Velez. 2011. Five new species of *Telegeusis* Horn. 1895 (Coleoptera: Telegeusidae) from Mexico, with a key to the species *Zootaxa*, 2917: 59-68.
- Zimmerman, J. R. 1970. A Taxonomic Revision of the Aquatic Beetle Genus *Laccophilus* (Dytiscidae) of North America. *Memoirs of the Entomological Society*, 26: 1-275.
- Zimmerman, J. R. y R. L. Smith. 1975. The genus *Rhantus* (Coleoptera: Dytiscidae) in North America. Part. I. General Account of the species. *Transactions of the American Entomological Society*, 101: 33-123.
- 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.
- Zurita-García, M., S. Zaragoza-Caballero y H. Ochoterena-Booth. 2012. New species of *Agriotes* (Coleoptera: Elateridae) from Mexico with a key to the species. *Zootaxa*, 3568: 53-64.

Apéndice I. Géneros de coleópteros acuáticos y su registro de atracción a trampa de luz en estudios previos. PR: primer registro PRP: primer registro para el país (Ribera *et al.*, 1996; Cruz-Miranda, 2002; Castro *et al.*, 2003; Fernández *et al.*, 2008; Stevens *et al.*, 2007; Torres *et al.*, 2007 y García-Rivera, 2011).

Familia/Género	Argentina	Canadá	España	Estados Unidos	México
<i>Dytiscidae</i>					
<i>Agabus</i>			*		
<i>Bidessus</i>			*		
<i>Celina</i>	*				*
<i>Copelatus</i>	*		*		*
<i>Cybister</i>			*		
<i>Colymbetes</i>			*	*	
<i>Desmopachria</i>	*				*
<i>Dytiscus</i>			*	*	
<i>Eretes</i>			*		
<i>Graptodytes</i>			*		
<i>Hydaticus</i>			*		
<i>Hydroglyphus</i>			*		
<i>Hygrobia</i>			*		
<i>Hygrotus</i>			*	*	*
<i>Laccophilus</i>	*		*		*
<i>Liodessus</i>	*				
<i>Laccodytes</i>					PR
<i>Macrovatellus</i>					PR
<i>Neoclypeodytes</i>					PR
<i>Rhantus</i>	*		*	*	
<i>Stictotarsus</i>			*		
<i>Thermonectus</i>	*				*
<i>Uvarus</i>					PR
<i>Haliplidae</i>					
<i>Haliplus</i>	*		*		
<i>Gyrinidae</i>					
<i>Dineutus</i>					PR
<i>Gyrinus</i>	*				

<i>Gyretes</i>	*				*
Noteridae					
<i>Hydrocanthus</i>	*				
<i>Suphisellus</i>	*				*
Hydroscaphidae					
<i>Hydroscapha</i>					PR
Helophoridae					
<i>Helophorus</i>				*	*
Hydraenidae					
<i>Hydraena</i>	*		*		
<i>Ochtebius</i>			*		
Hydrochidae					
<i>Hydrochus</i>	*		*	*	*
Epimetopidae					
<i>Epimetopus</i>					PR
Georisidae					
<i>Georissus</i>					PR
Hydrophilidae					
<i>Anacaena</i>	*		*		*
<i>Berosus</i>	*		*		*
<i>Chaetarthria</i>			*		*
<i>Coelostoma</i>			*		
<i>Crenitis</i>					PR
<i>Cymbiodyta</i>			*		
<i>Dibolocelus</i>	*				
<i>Derallus</i>	*				
<i>Enochrus</i>	*		*		*
<i>Helobata</i>	*				
<i>Helochares</i>			*		
<i>Hemiosus</i>	*				*
<i>Hydrobius</i>			*		
<i>Hydrobiomorpha</i>	*				
<i>Hydrophilus</i>	*		*		*
<i>Laccobius</i>			*		*

<i>Limnoxenus</i>			*		
<i>Paracymus</i>			*		*
<i>Tropisternus</i>	*		*		*
Dryopidae					
<i>Dryops</i>	*		*		*
Psephenidae					
<i>Stenus</i>	*				
<i>Psephenops</i>	*				
Limnichidae					
<i>Limnochoderus</i>	*				
Lutrochidae					
<i>Lutrochus</i>	*				
Elmidae					
<i>Pelonomus</i>	*				
<i>Onopelmus</i>	*				
<i>Hexanchorus</i>	*				
<i>Austrolimnus</i>	*				
<i>Cylloepus</i>	*				
<i>Heterelmis</i>	*				
<i>Hexacylloepus</i>	*				
<i>Macrelmis</i>	*				*
<i>Microcylloepus</i>	*				
<i>Neocylloepus</i>					PR
<i>Neoelmis</i>	*				
<i>Tolmerelmis</i>	*				
<i>Xenelmis</i>	*				
Sphaeridae					
<i>Sphaeridium</i>					*

Apéndice II. Puntos de muestreo y fechas de recolección en donde se recolectaron los ejemplares de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en los cuatro sitios de estudio.

San Javier (Sonora)	Coordenadas geográficas	Altitud (m snm)
<i>24.4 km SE Tecoripa, Rancho Lo de Campa</i>	28°32'18" N, 109°44'38" W	483
<i>28.5 km SE Tecoripa, Cerro Verde</i>	28°33'09" N, 109°43'34" W; 28°33'06" N, 109°42'20" W	532 733
<i>29 km SE Tecoripa y 3 km S Rancho las Peñitas</i>	28°34'26" N, 109°39'55" W	523
<i>37 km SE Tecoripa, La Barranca</i>	28°34'53" N, 109°44'51" W	795
<i>2 km S San Javier</i>	28°33'06"N, 109°42'28" W	645
Presa El Cajón (Nayarit)		
<i>3 km NW de la Presa</i>	21°26'19" N, 104° 28'39" W	475
<i>8.3 km NW de la Presa</i>	21°25'40" N, 104°31'43" W	902
<i>19 km NW de la Presa</i>	21°30'38" N, 104°36'41" W	609
San Buenaventura (Jalisco)		
<i>Arroyo Armería, NW de San Buenaventura</i>	19°47'37.29"N, 104°03'19.14"W	776
<i>Arroyo Los Yesos, 6.6 km SW de Los Yesos</i>	19°45'43.32" N, 104°25'25.6" W	740
Acahuizotla (Guerrero)		
<i>0.74 km NE Acahuizotla, Nejapa</i>	17°21'18.4"N, 99°27'44.5" W	782
<i>1.28 km NE Acahuizotla, Nejapa</i>	17°22'11.3"N, 99°27'35.3" W	920
<i>3.27 km NE Acahuizotla, Nejapa</i>	17°22'44.2"N, 99°27'16.5" W	994

San Javier	Presa El Cajón	San Buenaventura	Acahuizotla
21/XI/2003 22/XI/2003 24/XI/2003	15/XI/2009 16/XI/2009 17/XI/2009 18/XI/2009 19-XI-2009	04/XI/1996 05/XI/1996 06/XI/1996 07/XI/1996 08-XI-1996	Sin registro
Diciembre 2003 Sin muestreo	-----	02/XII/1996 03/XII/1996 04/XII/1996 05/XII/1996 06/XII/1996	-----
-----	-----	03/I/1997 06/I/1997 07/I/1997 09,I/1997 10/I/1997	-----
20/II/2004 21/II/2004	-----	06/II/1997 07/II/1997 08/II/1997 09/II/1997 10-II-1997	-----
-----	-----	marzo 1997 Sin registro	02 a 06-III-2009
16/IV/2004 17/IV/2004 18/IV/2004 19/IV/2004 21/IV/2004 22/IV/2004	-----	abril 1997 sin registro	Sin registro
-----	-----	mayo 1997 sin registro	23, 24-V-2009
-----	-----	junio 1997 sin registro	Sin registro
18/VII/2004 19/VII/2004 20/VII/2004 21/VII/2004 22/VII/2004	03/VII/2010 04/VII/2010 05/VII/2010 06/VII/2010 07-VII-2010	09/VII/1997 10/VII/1997	29 y 30-VII-2008
14/VIII/2004 15/VIII/2004 16/VIII/2004	-----	agosto 1997 sin registro	Sin registro
11/IX/2004 12/IX/2004 13/IX/2004	-----	sin registro	Sin registro
13/X/2004  14/X/2004	06/X/2010 07/X/2010 08/X/2010 09/X/2010 10/X/2010	sin registro	25 a 30-X-2008  17 a 21-X-2009

## Apéndice III. Estadísticas climatológicas registradas para cada

localidad. T°MaxMed: Temperatura Máxima Media, T°MinMed: Temperatura Mínima Media

T°MedMen: Temperatura Media Mensual, Pp: Precipitación

Estación climatológica San Javier (Ruiz-Corral <i>et al.</i> , 2005).												
Variable	Nov-03	Dic-04	Ene-04	Feb-04	Mar-04	Abr-04	May-04	Jun-04	Jul-04	Ago-04	Sep-04	Oct-04
T°MaxMed	22.9	20.1	17.7	19.5	21.2	4.0	27.8	32.7	31.6	31.3	30.1	27.4
T°MinMed	10.3	7.0	5.9	7.1	7.8	9.4	12.9	17.8	17.8	16.8	16.2	14.1
T°MedMen	16.6	13.5	11.8	13.3	14.5	16.7	20.4	25.2	24.7	24.1	23.1	20.7
Pp (mm)	25.7	6.2	49.6	28.9	16.6	5.6	4.5	34.8	199.2	181.6	93.0	32.0
Santa María del Oro, Nayarit Estación climatológica Cerro Blanco (CONAGUA, Marzo 2013)												
Variable	Nov-09	Dic-10	Ene-10	Feb-10	Mar-10	Abr-10	May-10	Jun-10	Jul10	Ago-10	Sep-10	Oct-10
T°MaxMed	29.6	28.6	28.2	30.3	32.0	34.5	36.1	34.1	31.3	29.7	28.9	30.3
T°MinMed	7.5	4.4	3.5	4.1	5.0	7.5	10.7	16.5	16.4	16.1	16.6	13.0
T°MedMen	19.2	17.3	16.5	17.5	19.3	21.4	23.6	25.0	23.6	23.4	23.3	21.9
Pp (mm)	18.8	16.9	26.5	7.2	1.7	2.1	8.5	200.0	370.7	274.5	219.9	66.8
Estación climatológica Presa B. Badillo, Jalisco (Ruiz-Corral <i>et al.</i> 2012; González-Soriano <i>et al.</i> , 2011)												
Variable	Nov-96	Dic-96	Ene-97	Feb-97	Mar-97	Abr-97	May-97	Jun-97	Jul-97	Ago-97	Sep-97	Oct-97
T°MaxMed	32.2	31.2	30.2	32.0	33.8	35.7	36.7	35.0	32.1	32.1	31.9	32.1
T°MinMed	14.7	12.6	11.3	12.1	13.4	15.2	17.4	20.0	19.3	18.9	19.1	17.4
T°MedMen	23.4	21.9	20.7	22.0	23.6	25.5	27.1	27.5	25.7	25.5	25.5	24.8
Pp (mm)	19.1	7.2	33.4	6.5	3.1	4.0	19.1	143.3	163.6	132.6	139.3	55.3
Chilpancingo de los Bravos, Guerrero Estación climatológica El Ocotito Promedio de las variables 1961-2003 (Serrano-Altamirano <i>et al.</i> , 2007).												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T°MaxMed	34.8	36.2	38.6	40.3	40.2	36.5	33.3	32.9	32.7	33.7	34.7	34.5
T°MinMed	16.1	16.7	18.8	21.4	23.7	23.1	21.6	21.6	21.6	20.8	18.7	16.6
T°MedMen	25.5	26.4	28.7	30.8	32.0	29.8	27.4	27.3	27.1	27.3	26.7	25.5
Pp (mm)	11.5	1.8	33.8	16.9	34.0	183.4	231.4	206.7	174.4	60.5	11.4	4.4
Atlas Digital de México (Promedio 1902-2011)												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T°MaxMed	31	31	32	33	33	32	31	30	30	30	30	31
T°MinMed	15	15	16	18	19	19	20	19	19	18	17	16
T°MedMen	23	23	24	26	27	25	25	25	24	25	24	20
Pp (mm)	10-20	0-10	0-10	0-10	40-50	210-220	290-300	310-320	320-330	140-150	20-50	0-10

Apéndice IV. Referencias consultadas en la identificación de las especies de coleópteros acuáticos registrados para los cuatro sitios de estudio.

Familia / Género	Referencia
Dytiscidae	
<i>Brachyvatus</i>	Clarck (1862), Young (1954, 1969), Biström (1988), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Celina</i>	Sharp (1882a), Leech (1948), Young (1979), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Copelatus</i>	Sharp (1882a, 1882b), Schaeffer (1908), Young (1953, 1954; 1963a), Arce-Pérez (1986), Vázquez-Navarrete (1986), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Crinodesus</i>	Miller (1997), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Desmopachria</i>	Young (1951, 1954, 1980, 1981), Mejorada-Gómez (1989), Miller (2001b), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Hydrovatus</i>	Young (1963b), Arce-Pérez (1986), Vázquez-Navarrete (1986), Biström (1996a, 1996b), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Uvarus</i>	Young (1940), Arce-Pérez (1986), Biström (1988), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Hygrotus</i>	Rusell (1982), Nilsson (2001), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Laccodytes</i>	Young (1954), Toledo <i>et al.</i> (2010, 2011), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Laccophilus</i>	Sharp (1882a), Zimmerman (1970), Mejorada-Gómez (1989), Arce-Pérez (1986), Vázquez-Navarrete (1986), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Neoclypeodytes</i>	Miller (2001c), Nilsson (2001), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Rhantus</i>	Leech (1948), Zimmerman y Smith (1975), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Thermonectus</i>	Kenneth (1968), Vázquez-Navarrete (1986), Nilsson (2001), Larson <i>et al.</i> (2000)
<i>Vatellus</i>	Sharp (1882a), Vázquez-Navarrete (1986), Knight y Challet (2002), Miller (2005)
Noteridae	
<i>Suphisellus</i>	Young (1979), Larson <i>et al.</i> (2000)
Gyrinidae	
<i>Dineutus</i>	Roberts (1895), Ochs (1949), Young (1954)
<i>Gyretes</i>	Young (1954), Ochs (1949), Mejorada (1989), Babin y Alarie (2004)
Dryopidae	
<i>Dryops</i>	Brown (1976), Vázquez-Navarrete (1986), Mejorada (1989)
Elmidae	

<i>Neocylloepus</i>	Hinton (1940), Brown (1970), Santiago-Fragoso (1984), Shepard y Aguilar-Julio (2010)
<i>Macrelmis</i>	Hinton (1940), Brown (1976), Santiago-Fragoso (1984), Arce-Pérez (1986), Barbosa <i>et al.</i> (2013a, 2013b)
Epimetopidae	
<i>Epimetopus</i>	Leech (1948), Perkins (1979), Hansen (1991), Arce-Pérez y Morón (2011)
Georissidae	
<i>Georissus</i>	Hansen (1991, 1996), ANTOBKNH <i>et al.</i> (2011), Arce-Pérez y Morón (2011)
<i>Hydrochidae</i>	
<i>Hydrochus</i>	Leech (1948), Young (1954), Smetana (1988), Hansen (1991), Makhan (1994), Arce-Pérez y Morón (2011)
Helophoridae	
<i>Helophorus</i>	Smetana (1985, 1988), Hansen (1991), Arce-Pérez y Morón (2011)
Hydrophilidae	
<i>Anacaena</i>	Sharp (1882), Arce-Pérez (1986), Vázquez-Navarrete (1986), Hansen (1991)
<i>Berosus</i>	Sharp (1882); Leech (1948), Young (1954), Leech y Chandler (1956), Van Tassell (1963), Spangler y Santiago de Bueno (1979), Vázquez-Navarrete (1986), Oliva (1989), Oliva y Short (2012)
<i>Chaetarthria</i>	Sharp (1882), Miller (1974), Spangler (1986)
<i>Crenitis</i>	Fall (1924), Orchymont (1942), Wooldridge (1967), Smetana (1988), Hansen (1991), Hebauer (1994)
<i>Enochrus</i>	Leech (1948), Young (1954), Gundersen (1977, 1978), Mejorada-Gómez (1989), Vázquez-Navarrete (1986), Fernández (1997, 2006), Short (2004)
<i>Hemiosus</i>	Leech (1948), Arce-Pérez (1986), Vázquez-Navarrete (1986)
<i>Hydrophilus</i>	Young (1954), Arce-Pérez (1986), Arce-Pérez y Morón (2013)
<i>Laccobius</i>	Orchymont (1942), Leech (1948), Gentili (1984, 1986, 1995), Smetana (1988), Gentili, 1995)
<i>Paracymus</i>	Wooldridge (1966, (1969), Arce-Pérez (1986), Hansen (1991)
<i>Tropisternus</i>	Leech (1948), Spangler (1960)

Apéndice V. Número de individuos registrados para cada especie de coleópteros acuáticos en las cuatro localidades de estudio.

San Javier (Sonora)								
Especie	nov-03	feb-04	abr-04	jul-04	ago-04	sep-04	oct-04	Total
<i>Enochrus pygmaeus</i>	30	3	2	1579	134	78	20	1846
<i>Hemiosus maculatus</i>	6	0	3	1167	0	20	0	1196
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	20	255	0	0	0	275
<i>Dryops arizonensis</i>	0	0	0	187	0	0	0	187
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	1	179	0	0	0	180
<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	0	4	105	0	1	7	117
<i>Berosus moerens</i>	0	0	0	30	0	0	5	35
<i>Epimetopus</i> sp. 1	0	0	0	23	0	0	0	23
<i>Paracymus regularis</i>	1	0	6	11	1	0	0	19
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	9	4	0	0	3	16
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	12	0	0	0	12
<i>Gyretes</i> sp.	0	0	0	7	0	0	1	8
<i>Uvarus</i> sp.	4	0	2	0	0	0	0	6
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Dineutus ciliatus</i>	0	0	0	4	0	0	0	4
<i>Desmopachria seminola</i>	1	0	2	0	0	0	0	3
<i>Epimetopus</i> sp. 2	0	0	0	3	0	0	0	3
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	0	0	0	1	2	0	3
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	1	1	0	1	0	3
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Enochrus sublongus</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Anacaena</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Chaetarthria glabra</i>	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Hydrochus bernardi</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rhantus gutticollis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Thermonectus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Brachyvatus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Celina debilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus blatchleyi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus debilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0

<i>Copelatus distinctus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenitis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmopachria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Georissus californicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrophilus insularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hygrotus sellatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccobius</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccodytes pumilio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macrelmis grandis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropisternus olivaceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	42	3	57	3571	137	105	39	3954	

San Javier - Estación de secas										
Mes-Año	nov-03			feb-04		abr-04				
Día	21		24	20	21	16	19	20	21	
Especie	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	TL	Total
<i>Enochrus pygmaeus</i>	20	5	5	2	1	0	0	2	0	35
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	20	20
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
<i>Hemiosus maculatus</i>	2	2	2	0	0	1	0	2	0	9
<i>Paracymus regularis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	6	7
<i>Uvarus</i> sp.	1	3	0	0	0	0	0	0	2	6
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Desmopachria seminola</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	1	3
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Hydrochus bernardi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	25	10	7	2	1	1	1	6	49	102

	San Javier- Estación de llluvias															
Mes-Año	jul-04					ago-04				sep-04		oct-04				
Día	14	18	19		21	22	14	15	16	18	11	13	13		14	
Especie	TL 3	TL 4	TL 1	TL 3	TL 2	TL 3	TL 2	TL 4	TL 1	TL 3	TL 1	TL 3	TL 1	TL 3	TL 5	Total
<i>Enochrus pygmaeus</i>	0	2	1526	0	0	51	127	2	5	0	78	0	0	0	20	1811
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	10	933	0	4	220	0	0	0	0	20	0	0	0	0	1187
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	255
<i>Dryops arizonensis</i>	0	13	36	0	17	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	29	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	179
<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	0	98	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	113
<i>Berosus moerens</i>	0	1	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	35
<i>Epimetopus sp. 1</i>	0	0	19	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Paracymus regularis</i>	0	0	10	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	12
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Gyretes sp.</i>	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8
<i>Crinodesus sp.</i>	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	7
<i>Dineutus ciliatus</i>	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Epimetopus sp. 2</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Neocyloepus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	3
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Enochrus sublongus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<i>Anacaena sp.</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetarthria glabra</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Rhantus gutticollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Thermonectus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	5	32	2941	22	21	550	127	2	7	1	102	3	2	3	34	3852

Presa El Cajón (Nayarit)				
Especie	nov-09	jul-10	oct-10	Total
<i>Crenitis</i> sp.	17	0	1	18
<i>Uvarus</i> sp.	0	1	11	12
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	10	10
<i>Enochrus pygmaeus</i>	6	3	0	9
<i>Thermonectus marmoratus</i>	1	1	2	4
<i>Hemiosus maculatus</i>	1	2	0	3
<i>Paracymus regularis</i>	0	2	0	2
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	2	0	2
<i>Tropisternus olivaceus</i>	1	1	0	2
<i>Copelatus distinctus</i>	0	1	1	2
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	1	1	2
<i>Anacaena</i> sp.	0	0	1	1
<i>Berosus pugnax</i>	0	1	0	1
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	1	1
<i>Celina debilis</i>	1	0	0	1
<i>Dineutus ciliatus</i>	0	1	0	1
<i>Epimetopus</i> sp. 2	1	0	0	1
<i>Laccobius</i> sp.	0	0	1	1
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	0	1	1
<i>Brachyvatus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Berosus moerens</i>	0	0	0	0
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Copelatus blatchleyi</i>	0	0	0	0
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	0	0	0	0
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	0
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	0	0	0	0
<i>Copelatus debilis</i>	0	0	0	0

<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	0	0	0
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	0	0
<i>Chaetarthria glabra</i>	0	0	0	0
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	0	0
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Desmopachria seminola</i>	0	0	0	0
<i>Desmopachria</i> sp.	0	0	0	0
<i>Dryops arizonensis</i>	0	0	0	0
<i>Enochrus sublongus</i>	0	0	0	0
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i> sp. 1	0	0	0	0
<i>Georissus californicus</i>	0	0	0	0
<i>Gyretes</i> sp.	0	0	0	0
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Hydrochus bernardi</i>	0	0	0	0
<i>Hydrophilus insularis</i>	0	0	0	0
<i>Hygrotus sellatus</i>	0	0	0	0
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	0	0	0
<i>Laccodytes pulmilio</i>	0	0	0	0
<i>Macrelmis grandis</i>	0	0	0	0
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	0	0	0	0
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0
<i>Rhantus gutticollis</i>	0	0	0	0
Total	28	16	30	74

	Presa El Cajón (Nayarit)									
Mes	nov-09			jul-10			nov-10			
Día	15	17		3	5	6	6	7	9	
Especie	TL 1	TL 3	TL 5	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	TL 4	TL 5	Total
<i>Crenitis sp.</i>	9	8	0	0	0	0	1	0	0	18
<i>Uvarus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	11	0	0	12
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	0	0	0	9	0	1	10
<i>Enochrus pygmaeus</i>	0	1	5	1	2	0	0	0	0	9
<i>Thermonectus marmoratus</i>	1	0	0	0	1	0	2	0	0	4
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3
<i>Copelatus distinctus</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
<i>Paracymus regularis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Tropisternus olivaceus</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Anacaena sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Celina debilis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dineutus ciliatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Epimetopus sp. 2</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Laccobius sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Total	10	13	5	8	6	2	28	1	1	74

	San Buenaventura (Jalisco)						
	nov-96	dic-96	ene-97	feb-97	jul-97	oct-97	Total
<i>Neocyloepus</i> sp.	2937	3	78	7	0	0	3025
<i>Uvarus</i> sp.	65	18	236	635	0	0	954
<i>Paracymus regularis</i>	655	39	84	63	21	7	869
<i>Enochrus pygmaeus</i>	261	42	23	59	0	3	388
<i>Laccodytes pulmilio</i>	84	3	3	41	0	0	131
<i>Crinodesus</i> sp.	77	0	4	2	0	0	83
<i>Berosus pugnax</i>	11	8	19	24	2	3	67
<i>Crenitis</i> sp.	13	8	4	0	0	0	25
<i>Suphisellus simoni</i>	11	0	0	3	0	0	14
<i>Anacaena</i> sp.	8	0	1	2	1	0	12
<i>Tropisternus mexicanus</i>	8	0	2	1	0	0	11
<i>Copelatus blatchleyi</i>	7	0	1	0	0	0	8
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	7	0	0	7
<i>Hemiosus maculatus</i>	1	0	3	1	2	0	7
<i>Laccobius</i> sp.	6	0	0	0	0	0	6
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	5	0	0	0	0	0	5
<i>Vatellus mexicanus</i>	4	1	0	0	0	0	5
<i>Enochrus sublongus</i>	4	0	0	0	0	0	4
<i>Hygrotus sellatus</i>	3	0	0	0	0	0	3
<i>Berosus moerens</i>	0	1	1	0	0	0	2
<i>Brachyvatus</i> sp.	2	0	0	0	0	0	2
<i>Chaetharthria bicolor</i>	1	0	0	1	0	0	2
<i>Desmopachria</i> sp.	2	0	0	0	0	0	2
<i>Hydrophilus insularis</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Macrelmis grandis</i>	2	0	0	0	0	0	2
<i>Berosus peregrinus</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetharthria glabra</i>	0	0	0	1	0	0	1

<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	1	0	0	1
<i>Copelatus distinctus</i>	1	0	0	0	0	0	1
<i>Celina debilis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus debilis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Desmopachria seminola</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dineutus ciliatus</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dryops arizonensis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Georissus californicus</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gyretes</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrochus bernardi</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhantus gutticollis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thermonectus marmoratus</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tropisternus olivaceus</i>	0	0	0	0	0	0	0
Total	4171	123	459	848	26	13	5640

	San Buenaventura-Estación de secas													
Mes-Año	nov-96													
Día	4		5		6			7			8			
Especie	TL 1	TL 2	TL 1	TL 2	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	Total
<i>Neocyloopus</i> sp.	124	149	33	9	717	146	1010	218	370	157	3	1	0	2937
<i>Paracymus regularis</i>	51	136	4	0	116	193	26	26	43	42	12	1	5	655
<i>Enochrus pygmaeus</i>	15	61	1	4	38	21	41	21	20	35	0	0	4	261
<i>Laccodytes pulmilio</i>	0	0	0	0	0	21	54	0	0	9	0	0	0	84
<i>Crinodesus</i> sp.	9	8	0	0	0	0	2	0	0	3	15	40	0	77
<i>Uvarus</i> sp.	3	24	5	0	0	0	17	0	1	9	2	2	2	65
<i>Crenitis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	11	0	0	13
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	0	0	3	0	5	1	1	1	0	0	0	11
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	0	4	0	4	0	1	2	0	0	0	11
<i>Anacaena</i> sp.	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	3	0	0	8
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	5	0		0	8
<i>Copelatus blatchleyi</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	7
<i>Laccobius</i> sp.	0	0	0	1	1	0	2	0	0	2	0	0	0	6
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	0	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5
<i>Enochrus sublongus</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	1	4
<i>Hygrotus sellatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
<i>Brachyvatus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Desmopachria</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Macrelmis grandis</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hydrophilus insularis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Copelatus distinctus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	205	385	44	15	884	386	1169	273	436	271	47	44	12	4171

	San Buenaventura-Estación de secas														
Mes-Año	dic-96														
Día	2			3			4			5			6		
Especie	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 3	Total
<i>Enochrus pygmaeus</i>	1	1	1	0	1	6	0	1	3	5	3	9	11	0	42
<i>Paracymus regularis</i>	0	0	0	4	1	0	10	1	2	5	0	6	10	0	39
<i>Uvarus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	5	8	1	0	18
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	2	1	0	8
<i>Crenitis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	8
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Laccodytes pulmilio</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
<i>Berosus moerens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
Total	1	1	1	5	3	6	14	3	8	13	12	27	23	7	123

San Buenaventura-Estación de secas										
Mes-Año	ene-97									
Día	3	6			7			9	10	
Especie	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 3	Total
<i>Uvarus</i> sp.	0	12	0	219	4	0	0	1	0	236
<i>Paracymus regularis</i>	2	33	1	43	2	0	2	0	1	84
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	52	0	0	26	0	0	0	0	78
<i>Enochrus pygmaeus</i>	6	11	0	4	1	1	0	0	0	23
<i>Berosus pugnax</i>	2	0	2	3	1	9	2	0	0	19
<i>Crenitis</i> sp.	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	3	0	0	0	1	0	4
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
<i>Laccodytes pulmilio</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	3
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Anacaena</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Berosus moerens</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Copelatus blatchleyi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	12	111	3	279	36	10	5	2	1	459

	San Buenaventura-Estación de secas													
Mes-Año	feb-97													
Día	6			7		8		9			10			
Especie	TL 1	TL 2	TL 3	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 1	TL 2	TL 3	TL 1	TL 2	TL 3	Total
<i>Uvarus</i> sp.	29	66	14	5	4	38	5	42	87	36	145	75	89	635
<i>Paracymus regularis</i>	18	0	0	3	0	0	4	18	0	1	8	5	6	63
<i>Enochrus pygmaeus</i>	11	0	2	6	2	0	3	15	0	0	10	4	6	59
<i>Laccodytes pulmilio</i>	3	10	0	0	0	0	0	0	9	0	0	15	4	41
<i>Berosus pugnax</i>	7	0	0	0	0	0	4	2	0	2	1	1	7	24
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	7
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	7
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
<i>Anacaena</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetarthria bicolor</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chaetarthria glabra</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Total	70	76	16	14	6	40	17	87	97	42	166	101	116	848

San Buenaventura-Estación de lluvias				
Mes-Año	jul-97		oct-97	
Día	9	8	9	
Especie	TL 2	TL 1	TL 3	Total
<i>Anacaena</i> sp.	1	0	0	1
<i>Hemiosus maculatus</i>	2	0	0	2
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	3	3
<i>Enochrus pygmaeus</i>	2	3	0	5
<i>Paracymus regularis</i>	21	7	0	28
Total	26	10	3	39

Acahuizotla-Guerrero						
Especie	jul-08	oct-08	mar-09	may-09	oct-09	Total
<i>Uvarus</i> sp.	0	9	6	0	0	15
<i>Crenitis</i> sp.	5	2	1	0	5	13
<i>Laccobius</i> sp.	2	5	0	0	3	10
<i>Enochrus pygmaeus</i>	0	9	0	0	0	9
<i>Paracymus regularis</i>	0	1	6	1	1	9
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	0	8	8
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	0	0	0	4	4
<i>Berosus moerens</i>	1	0	1	0	1	3
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	3	0	0	3
<i>Enochrus sublongus</i>	0	3	0	0	0	3
<i>Copelatus debilis</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Copelatus distinctus</i>	2	0	0	0	0	2
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	0	2	2
<i>Anacaena</i> sp.	0	0	1	0	0	1
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	1	0	1
<i>Copelatus blatchleyi</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Dineutus ciliatus</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Dryops arizonensis</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Georissus californicus</i>	0	1	0	0	0	1
<i>Hydrochus barnardi</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Thermonectus marmoratus</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Brachyvatus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Berosus peregrinus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Celina debilis</i>	0	0	0	0	0	0

<i>Chaetarthria bicolor</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria flava</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria glabra</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetarthria ochra</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus chevrolati renovatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Copelatus caelatipennis angustatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Desmopachria seminola</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Desmopachria cercana convexa</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i> sp. 1	0	0	0	0	0	0
<i>Epimetopus</i> sp. 2	0	0	0	0	0	0
<i>Gyretes</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Helophorus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrophilus insularis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Hydrovatus hintoni</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Hygrotus sellatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Laccodytes pulmilio</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Laccophilus oscillator</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Macrelmis grandis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Neocyloepus</i> sp.	0	0	0	0	0	0
<i>Neoclypeodytes cinctellus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Rhantus gutticollis</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Tropisternus olivaceus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Vatellus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	0
Total	11	33	19	5	29	97

	Acahuizotla-Estación de lluvias					
	jul-08		oct-08			
	3	29	1	25	27	
Especie	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 3	Total
<i>Enochrus pygmaeus</i>	0	0	2	7	0	9
<i>Uvarus</i> sp.	0	0	0	9	0	9
<i>Crenitis</i> sp.	1	4	0	2	0	7
<i>Laccobius</i> sp.	2	0	0	5	0	7
<i>Enochrus sublongus</i>	0	0	0	3	0	3
<i>Copelatus distinctus</i>	0	2	0	0	0	2
<i>Copelatus debilis</i>	0	0	0	1	1	2
<i>Georissus californicus</i> sp.	0	0	0	1	0	1
<i>Berosus moerens</i>	1	0	0	0	0	1
<i>Paracymus regularis</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Copelatus blatchleyi</i>	0	0	1	0	0	1
<i>Dineutus ciliatus</i>	1	0	0	0	0	1
Total	5	6	3	29	1	44

	Acahuitzotla-Secas			Lluvias		Secas		
	Marzo			Mayo		Octubre		
	2	3	4	23	24	17	18	
Especie	TL 1	TL 2	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	TL 1	Total
<i>Dryops arizonensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Anacaena</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hemiosus maculatus</i>	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Berosus moerens</i>	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Berosus pugnax</i>	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Crenitis</i> sp.	0	1	0	0	0	1	4	6
<i>Enochrus piceus</i>	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Laccobius</i> sp.	0	0	0	0	0	1	2	3
<i>Paracymus regularis</i>	2	1	3	1	0	0	1	8
<i>Tropisternus mexicanus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Hydrochus bernardi</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Copelatus cubaensis</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Copelatus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Crinodesus</i> sp.	0	0	0	0	0	7	1	8
<i>Thermonectus marmoratus</i>	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Uvarus</i> sp.	3	3	0	0	0	0	0	6
<i>Suphisellus simoni</i>	0	0	0	0	0	1	1	2
Total	6	5	8	2	3	19	10	53

Apéndice VI. Análisis de correlación de los sitios de muestreo. Los valores en negritas corresponden a resultados estadísticamente significativos.

Localidad	VARIABLES	Parámetro ambiental	Valor de R	R <sup>2</sup>	R ajustada	Valor de p	Std Error
San Javier, Sonora	Riqueza	T°C	0.526698526	0.277411337	0.116836079	0.231744871	5.9300912
	Riqueza	Pp	0.511565864	0.261699634	0.187869597	0.0891243592	5.686612
	Abundancia	T°C	0.0401681	0.161347626	0.0774823881	0.1955643	978.216644
	<b>Abundancia</b>	<b>Pp</b>	<b>0.690834773</b>	<b>0.477252684</b>	<b>0.424977952</b>	<b>0.0128616029</b>	<b>772.306986</b>
El Cajón, Nayarit	Riqueza	T°C	0.18037493	0.0325351154	-0.0642113731	0.57480492	4.44980688
	Riqueza	Pp	0.333041859	0.11091688	0.0220085681	0.290139616	4.26574353
	Abundancia	T°C	0,0604579591	0,00365516482	-0,217754799	0,983656645	12,815978
	Abundancia	Pp	0,0591236169	0,00349560208	-0,0961548377	0,855176508	12,1592778
San Buenaventura, Jalisco	<b>Riqueza</b>	<b>T°C</b>	<b>0,63135489</b>	<b>0,449081574</b>	<b>0,393989731</b>	<b>0,0171003845</b>	<b>6,33408513</b>
	Riqueza	Pp	0,397377802	0,157909118	0,0737000296	0,200846165	7,83104517
	Abundancia	T°C	0,300104282	0,0900625802	-0,0009311617	0,343262613	2,1273355
	Abundancia	Pp	0,281030226	0,0789779882	-0,013124213	0,37624523	1202,8947
Acahuizotla, Guerrero	Riqueza	T°C	0,0882081855	0,00778068399	-0,0583672704	0,736383438	3,53526128
	Riqueza	Pp	0,204240444	0,0417141588	-0,022171564	0,431689084	0,252756
	Abundancia	T°C	0,0593763888	0.00352555555	-0,0629060741	0,80916414	11,1859702
	Abundancia	Pp	0,179850752	0,032346293	-0,0321639541	0,489737898	11,023019