



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

**DIVERSIDAD DE COLEÓPTEROS ACUÁTICOS ATRAÍDOS A TRAMPA
DE LUZ EN DOS LOCALIDADES DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA EN EL
ESTADO DE OAXACA**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

P R E S E N T A

SONIA FABIOLA TUFINIO AZCOITIA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. ATILANO CONTRERAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

MÉXICO, D.F.

Mayo 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



2015 FEB 24 PM 4:11
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/116/15

ASUNTO: Asignación de Sinodales

DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS

Presente.

Por este conducto me permito comunicarle como Director(a) de Tesis del(a) alumno(a) **SONIA FABIOLA TUFINIO AZCOITIA**, quién desarrolló el Trabajo de Tesis titulado **Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en dos localidades de selva baja caducifolia en el estado de Oaxaca**, que el Subcomité por Campo de Conocimiento de Biología Evolutiva y Sistemáticas del Posgrado en Ciencias Biológicas en su sesión celebrada el día **16 de febrero del año en curso**, asignó a los siguientes sinodales para dictaminar si el trabajo que ha desarrollado como tesis el(a) alumno(a) antes mencionado tiene los méritos para obtener el grado de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS (BIOLOGÍA)**:

PRESIDENTE	DR.	SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
VOCAL	M. EN C.	ENRIQUE GONZÁLEZ SORIANO
SECRETARIO	M. EN C.	JOSÉ MANUEL PINO MORENO
SUPLENTE	M. EN C.	MARÍA CRISTINA MAYORGA MARTÍNEZ
SUPLENTE	M. EN C.	JOSÉ JAVIER GARCÍA FIGUEROA MORALES

Santiago Zaragoza Caballero 24/02/15
Enrique González Soriano 24/FEB/2015
José Manuel Pino Moreno 24-2-2015
María Cristina Mayorga Martínez 24/FEB/2015
José Javier García Figueroa Morales 24/FEB/2015

Así mismo, informo a los miembros del jurado, que el Comité Académico aprobó un plazo de hasta 30 días hábiles para revisar el manuscrito de tesis y, en su caso, otorgar el voto aprobatorio.

Este documento tiene una vigencia de seis meses, tiempo durante el cual el(a) alumno(a) deberá obtener el Grado correspondiente, antes de que concluya la vigencia de su prórroga.

En espera de su pronta respuesta, aprovecho la ocasión para enviarles un cordial saludo.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria, D. F. 18 de febrero del 2014

JEFE DE LA DIVISIÓN

Manuel Jesús Falconi Magaña
DR. MANUEL JESÚS FALCONI MAGAÑA

MJFM/ASR/ipp



AGRADECIMIENTOS

A mi madre

Por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años. Gracias a ti he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un privilegio ser tu hija. Eres la mejor madre. TE AMO.

A mi esposo, que ha sido el impulso de desarrollo profesional y el pilar principal para la culminación de la misma, que con su constante amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría, calma y consejo en todo momento.

A mis hijos Carlos y Manuel, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y por hacerme vivir momentos inolvidables. Por su gran apoyo técnico, emocional e intelectual en este escrito, el cual tiene mucho de ustedes y de su sabiduría. Nunca dejaré de reconocer los genios que nacieron de mí. Si volviera a nacer, pediría tener la misma familia. Como bien lo mencionaste alguna vez Carly, ¡la vida es reto tras reto... *go for your dreams!* ¡¡Sabias palabras!!

A mis hermanas, Silvana, Gloria, Yolanda, Clara, sin duda son de las personas más importantes de mi vida, que siempre están conmigo en los buenos y malos momentos. Gracias por ser mis hermanas. Y a Pedro, que sé que donde esté estará orgulloso de este logro.

A mis cuñad@s, por estar al pendiente en la realización del escrito, y a mis sobrinos, Ricardo y Mauricio, por el apoyo y comprensión que he recibido de ustedes.

A mis sobrinas, Valeria, Silvana y Hanzel, por ser una parte importante en mi vida, por los momentos compartidos y porque saldremos adelante ante cualquier adversidad.

A Cinthya, por apoyarme hasta el último momento y por cuidar, querer y comprender a una de las personas que más amo en la vida.

A mi amiga Emma Zamorano, por compartir momentos importantes, brindándome una amistad sincera.

Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero, por aconsejarme e instruirme en el camino de esta tesis, gracias por darme su apoyo y creer en mí.

Al Dr. Atilano Conteras Ramos, por su comprensión, confianza y siempre dispuesto a ayudarme en los momentos difíciles.

Al M. en C. Enrique González Soriano, gran amigo, tutor, compañero, consejero. Te agradezco la confianza ante este logro.

A la M. en C. Cristina Mayorga Martínez, gracias por su apoyo y comprensión, ya que este logro no hubiera sido posible sin su ayuda.

Al M. en C. José Manuel Pino Moreno, por ofrecerme su total confianza y apoyo para la realización de este trabajo.

Al M. en C. Javier García Figueroa Morales, mi agradecimiento por aceptar ser parte mi comité tutorial y creer en mí.

A la Bióloga Elizabeth Mejorada Gómez, por el apoyo, orientación y experiencia que me brindaste día con día para culminar mi trabajo de tesis. ¡Muchas gracias!

A la Bióloga Susana Guzmán Gómez, por su valioso apoyo en la capacitación del manejo microscopio.

Al Dr. Joaquín Bueno, por sus atinados consejos y sugerencias en la realización del escrito.

A la M. en C. Cisteil Pérez, por su paciencia, apoyo y comprensión en la parte estadística.

Al Biólogo Rafael Barba Álvarez, por su apoyo incondicional, solidario y sincero en la realización de esta tesis.

Y a todos aquellos que de alguna u otra manera me apoyaron y creyeron en mí, y estuvieron pendiente directa o indirectamente. ¡Gracias!

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	v
Lista de figuras	x
Lista de cuadros	x
Lista de abreviaturas	xiii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN.....	5
Selva Baja Caducifolia (SBC)	7
JUSTIFICACIÓN	8
OBJETIVOS	8
Objetivos particulares	8
ANTECEDENTES	9
Coleópteros acuáticos en México	11
Estudios de coleópteros acuáticos en SBC	11
Estudios de dispersión y atracción de coleópteros acuáticos en trampa de luz.....	11
ÁREA DE ESTUDIO	12
Santiago Domingullo	12
Vegetación	13
Orografía	13
Hidrografía.....	13
Clima	13
Parque Nacional Huatulco	14
Vegetación	14
Orografía	15
Hidrografía.....	15
Clima	15
MÉTODOS	16
Trabajo de Campo	16

Técnicas de recolección	17
Ubicación de trampas.....	18
Trabajo de Gabinete	20
Fotografía.....	21
Análisis de datos.....	22
Diversidad Alfa verdadera.....	23
Diversidad Beta verdadera	23
Indice de similitud de Jaccard.....	24
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
Riqueza y abundancia	25
Patrón de abundancia relativa (Santiago Dominguillo).....	32
Patrón de abundancia relativa (Huatulco).....	33
Diversidad alfa	36
Diversidad beta verdadera.....	41
Fenología y relación de la diversidad con los parámetros ambientales	42
Patrón de hábitos y gremios tróficos.....	46
CONCLUSIONES.....	48
REFERENCIAS	50
APÉNDICES.....	57
Apéndice I. Periodo de recolecta para las localidades Dominguillo y Huatulco.	57
Apéndice II. Estadísticas climáticas registradas para las localidades Dominguillo y Huatulco.....	57
Apéndice III. Parámetros ambientales relacionados con la diversidad de Coleópteros acuáticos en el SBC.....	57
Apéndice IV. Número total de meses, horas, abundancia y especies de la colecta realizada en ambas localidades.....	57
Apendice V. Índices de Simpson y de Shannon.	58
Apéndice VI. Número de individuos de las familias (Localidad Dominguillo)	58
Apéndice VII. Número de individuos de las familias (Localidad Huatulco)	58
Apéndice VIII. Riqueza mensual de los géneros atraídos en trampa de luz durante el periodo de muestreo en la localidad de Dominguillo.	59

Apéndice IX. Riqueza mensual de los géneros atraídos en trampa de luz durante el periodo de muestreo en la localidad de Huatulco.....	59
Apéndice X. Número de individuos registrados por trampa para cada especie de coleópteros acuáticos (Localidad Dominguillo).....	60
Apéndice XI. Número de individuos registrados por trampa para cada especie de coleópteros acuáticos (Localidad Huatulco)	62
IMÁGENES DE LAS ESPECIES.....	65

Lista de figuras

Figura 1. Mecanismo de respiración de coleópteros acuáticos.....	10
Figura 2. Distribución del Selva baja caducifolia (SBC) en México (CONABIO, 1999).....	16
Figura 3. Puntos de muestreo en Santiago Dominguillo, Oaxaca.....	19
Figura 4. Puntos de muestreo Parque Nacional Huatulco, Oaxaca.	20
Figura 5. Manejo de organismos para toma de fotografía.....	22
Figura 6. Número de individuos de los subórdenes de la localidad Dominguillo	26
Figura 7. Número de individuos de los subórdenes de la localidad Huatulco	26
Figura 8. Abundancia relativa de la riqueza de las familias en Dominguillo (A) y abundancia relativa de los géneros registrados en Dominguillo (B).....	32
Figura 9. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos en la localidad de Dominguillo	33
Figura 10. Abundancia relativa de la riqueza de las familias en Huatulco (A) y abundancia relativa de los géneros registrados en Huatulco (B).	34
Figura 11. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos registradas en Huatulco.	35
Figura 12. Curvas de rarefacción para estimar el número de especies de coleópteros acuáticos asociados a SBC de ambas localidades de estudio.	36
Figura 13. Curvas de acumulación de especies obtenida por el modelo de Clench de coleópteros acuáticos asociados a SBC en las dos localidades de Dominguillo (A) y Huatulco (B).	37
Figura 14. Comparación de la riqueza, abundancia y la diversidad verdadera obtenidos para las localidades de estudio, Dominguillo (A) y Huatulco (B).....	39
Figura 15. Distribución de las abundancias de géneros de coleópteros acuáticos recolectados en Dominguillo (A) y Huatulco (B).....	40
Figura 16. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura (A), así como de abundancia y precipitación (B) para la localidad Dominguillo.	42
Figura 17. Distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en Dominguillo.	43
Figura 18. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura (A), así como de abundancia y precipitación (B) para la localidad Huatulco.....	44

Figura 19. Distribución mensual de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en Huatulco.	45
Figura 20. Distribución de riqueza y abundancia de coleópteros acuáticos asociados a SBC en las dos localidades del Pacífico Mexicano.....	46

Lista de cuadros

Cuadro 1. Dinámica de muestreo de cada técnica de recolecta, que se empleó en las dos localidades con SBC.	17
Cuadro 2. Períodos de muestreo mensual en ambas localidades Dominguillo y Huatulco en temporada de lluvia y secas.	17
Cuadro 3. Claves taxonómicas utilizadas para la identificación de los ejemplares de este estudio.	21
Cuadro 4. Número de individuos por mes por suborden en ambas localidades.	25
Cuadro 5. Especies de coleópteros registrados de ambos sitios del estudio	27
Cuadro 6. Número de organismos encontrados por trampa en la localidad Dominguillo ...	29
Cuadro 7. Número de organismos encontrados por trampa en la localidad Huatulco	29
Cuadro 8. Número de individuos registrados para las especies presentes en las dos localidades, así como especies en sitios de muestreo.	31
Cuadro 9. Totales de riqueza y abundancia de los géneros y especies de Coleópteros acuáticos en ambas localidades con SBC.	35
Cuadro 10. Resultados de la estimación de la riqueza de especies de coleópteros acuáticos para los sitios de estudio obtenida por el modelo de Clench.	36
Cuadro 11. Análisis de la diversidad alfa verdadera de coleópteros acuáticos asociados a la SBC en las dos localidades del Pacífico Mexicano.	38
Cuadro 12. Riqueza de especies estudiadas de coleópteros acuáticos mediante el estimador de Clench y el no paramétrico ACE para Dominguillo y Huatulco (diversidad alfa verdadera de orden 0).	41
Cuadro 13. Diversidad beta obtenida mediante la fórmula de partición multiplicativa ponderada de Jost (2006-2008) para ambas localidades	42

Lista de abreviaturas

BTC:	Bosque Tropical Caducifolio
CNIN-IBUNAM:	Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM
CONABIO:	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONANP:	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
INAFED:	Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal
INEGI:	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
msnm:	metros sobre el nivel del mar
PNH:	Parque Nacional Huatulco
SBC:	Selva Baja Caducifolia

RESUMEN

El propósito de este estudio es dar a conocer la riqueza y diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en dos localidades de Selva Baja Caducifolia (SBC) en el estado de Oaxaca con base en recolectas mensuales de un ciclo anual. Fueron empleadas tres trampas en localidad Dominguillo, en el año 1998, y cinco trampas de luz en la localidad de Huatulco, en el año 2005. Dichas trampas aportaron datos de distribución de las especies dentro del área de estudio, con el fin de establecer parámetros de la riqueza y diversidad que sirvan de base para hacer comparaciones faunísticas con otras áreas del país.

Se reportaron en Dominguillo, 9262 individuos agrupados en tres subórdenes: Polyphaga con 9237 organismos, Adephaga con 24 y Myxophaga con 1, siendo el primer suborden el más abundante, ya que alberga seis familias Elmidae (9050), siendo la familia más abundante con un 98%, Hydrophilidae (182), Dytiscidae (24), Dryopidae (3), Hydraenidae (2) e Hidroscafididae (1). Los géneros registrados fueron 17, representados por *Anacaena* (32), *Berosus* (8), *Chaertarthria* (31), *Copelatus* (2), *Crenitis* (22), *Cylloepus* (25), *Enochrus* (63), *Helichus* (3), *Hemiosus* (25), *Hexacylloepus* (8055). El género con el mayor porcentaje de individuos fue *Hexacylloepus Hinton* con 87%, *Hidroscapha* (1), *Microcylloepus* (960), *Noelmis* (9), *Ochthebius* (2), *Paracymus* (1), *Stenhelmoides* (2) y *Uvarus* (22). El número de especies fue 13 en esta localida2d.

Para la localidad de Huatulco, se registraron 10862 organismos agrupados en seis familias: Hydrophilidae (10780), con un 99% de abundancia, Dyticidae (45), Epimetopidae (18), Hydraenidae (9), Elmidae (6) y Dryopidae (4). Los géneros registrados fueron 24, siendo estos *Anacaena* (219), *Berosus* (2707), con *Berosus Leech* con un 25% del total, *Bidessonotus* (2), *Chaetarthria* (4311), con el 40%, *Copelatus* (1), *Crenitis* (4), *Deronectes* (1), *Desmopachria* (3), *Dryops* (3), *Enochrus* (2540), con el 23% del total, *Epimetopus* (18), *Helichus* (1), *Hemiosus* (996), *Hexacylloepus* (2), *Hydrovatus* (1), *Laccodytes* (9), *Laccophilus* (1), *Macrovotellus* (8), *Neocylloepus* (1), *Ochtebius* (9), *Rhanthus* (2), *Stenhelmoides* (3), *Tropisternus* (3) y *Uvarus* sp. (17). Las especies registradas en total fueron 20 del total de individuos encontrados en estado adulto con trampa de luz.

Durante la época de lluvias se registró mayor abundancia de organismos en ambas localidades. Para Domingullo, en el mes de Agosto se obtuvieron 13 géneros y 10 especies con un total de 5837 organismos, siendo la familia Elmidae la de mayor abundancia. En el mes de julio para Huatulco se reportaron 12 géneros y 11 especies que hacen un total de 4888 organismos; en septiembre se reportaron 4570 organismos, 16 géneros y 10 especies, teniendo este mes el mayor número de géneros, pero ligeramente menor cantidad de organismos. La familia más abundante fue Hydrophilidae.

Durante el análisis, se estimó que la proporción total de ejemplares reportados resultó importante para los insectos de la fauna neotropical colectados en trampa de luz en las localidades estudiadas durante el periodo de colecta. Finalmente, este estudio contribuye a ampliar el conocimiento de la fauna entomológica, específicamente de los coleópteros acuáticos.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the richness and diversity of aquatic Coleoptera attracted to light traps in two Deciduous Forest locations in the state of Oaxaca, based on monthly collections during a year. It were employed three light traps in Dominguillo, in the year 1998, and five light traps in Huatulco, in year 2005. Those traps provided data on species distribution within the study area in order to establish richness and diversity parameters as a basis for faunal comparisons within other areas in Mexico.

In Dominguillo location were reported in 9262 individuals grouped into three suborders: Polyphaga with 9237 organisms, Adephaga with 24, and Myxophaga with 1, being the first suborder the most abundant, grouping six families: Elmidae (9050), with 98% abundance, Hydrophilidae (182), Dytiscidae (24), Dryopidae (3), Hydraenidae (2) and Hidroscaaphidae (1). Genera registered were 17, represented by *Anacaena* (32), *Berosus* (8), *Chaetarthria* (31), *Copelatus* (2), *Crenitis* (22), *Cylloepus* (25), *Enochrus* (63), *Helichus* (3), *Hemiosus* (25), *Hexacylloepus* (8055). The highest sample size is *Hexacylloepus Hinton* with 87% abundance, *Hidroscaapha* (1), *Microcylloepus* (960), *Noelmis* (9), *Ochthebius* (2), *Paracymus* (1), *Stenhelmoides* (2) and *Uvarus* (22). The number of species were 13 for this sampling place.

In Huatulco location, 10862 organisms were collected, grouped in six families: Hydrophilidae (10780), with 99% abundance, Dyticidae (45), Epimetopidae (18), Hydraenidae (9), Elmidae (6) and Dryopidae (4). Registered genera were 24, being these *Anacaena* (219), *Berosus* (2707), with *Berosus Leech* with 25% of the total individuals, *Bidessonotus* (2), *Chaetarthria* (4311), with 40% of the total, *Copelatus* (1), *Crenitis* (4), *Deronectes* (1), *Desmopachria* (3), *Dryops* (3), *Enochrus* (2540), with 23% of the total, *Epimetopus* (18), *Helichus* (1), *Hemiosus* (996), *Hexacylloepus* (2), *Hydrovatus* (1), *Laccodytes* (9), *Laccophilus* (1), *Macrovotellus* (8), *Neocylloepus* (1), *Ochtebius* (9), *Rhanthus* (2), *Stenhelmoides* (3), *Tropisternus* (3) and *Uvarus* sp. (17). 20 species were recorded in this location in an adult phase found with light trap method.

During rain season, a higher abundance of organisms in both locations was registered. In Dominguillo, during august were collected 13 genera and 10 species, with a total of 5837 individuals, being Elmidae family the most abundant. In Huatulco, during july, 12 genera

and 11 species were collected, resulting in a total of 4888 organisms; in september, 4570 organisms were reported, 16 genera and 10 species, obtaining the highest number of genera during this month, but slightly fewer organisms. The most abundant family was Hydrophilidae.

During the analysis, it was estimated that the total proportion of the collected individuals was important for the neotropical fauna insects collected with a light trap in the studied locations during the collection period. In conclusion, this study contributes to widen the knowledge of entomological fauna, specifically of the aquatic coleoptera.

INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera es el grupo más numeroso y con mayor diversidad de la clase insecta con alrededor de 350,000 especies y aproximadamente 5,000 especies acuáticas albergando al más amplio grupo de artrópodos dulceacuícolas (Epler, 1996). A nivel mundial se conocen alrededor de 358,000 especies descritas, lo cual corresponde aproximadamente al 40% del total de insectos. Este grupo posee 165 familias a nivel mundial pero para Latinoamérica se conocen 129 familias, 6,704 géneros y 72,479 especies (Lawrence *et al.*, 1995). En México se reconocen 114 familias y se estima la existencia de más de 35,500 especies de coleópteros mexicanos (Morón *et al.*, 1993). El número total de géneros y especies descritas aumenta cada año por lo cual nuevas especies continúan siendo descritas (Epler, 1996). Además, los coleópteros ocupan un amplio espectro de hábitats acuáticos incluyendo sistemas de aguas frías, a corrientes rápidas, aguas salobres, aguas estancadas de estuarios, ciénagas y costas rocosas (Merritt *et al.*, 2008) y representan una gran importancia biológica, ecológica y económica.

Muchos factores abióticos y bióticos propias de las características del paisaje de un área particular afectan la distribución de los coleópteros acuáticos y se consideran las variables más importantes de la biogeografía de los miembros acuáticos del suborden Adephaga (Young, 1954; Lundkvist *et al.*, 2001; Schäfer *et al.*, 2006). Por estas razones, frecuentemente su distribución ha sido correlacionada con la estructura de la vegetación, la fisiografía y el tipo de suelo. Esto se debe a que la mayoría de estos coleópteros se encuentran en ambientes acuáticos (huevos, larvas y adultos) y terrestres (pupa y adultos), estados de su ciclo de vida que determinan la potencialidad de las especies para vivir en un hábitat específico (Whiteman *et al.*, 2003).

Además existen múltiples ejemplos de las posibilidades de uso de ditíscidos como indicadores (Cuppen, 1986; Pedersen *et al.*, 1986; Eyre *et al.*, 1990) fundamentalmente en cuanto a la oxigenación, la polución del agua y el pH. Utilizando coleópteros acuáticos pertenecientes al género *Laccophilus* se pueden caracterizar aguas poluídas, semipoluídas (en recuperación) y aguas limpias (Benetti *et al.*, 2003). Algunas especies son sensibles a la polución y otras resistentes a la contaminación orgánica como a la presencia de metales pesados (Ribera *et al.*, 1996). También son muy útiles para detectar cambios por acidificación (Cuppen, 1986; Nilsson, 2001; Nilsson *et al.*, 2005) ya que

soportan pH muy ácidos, condiciones pocas veces observadas en otros insectos (Ferreira Jr *et al.*, 1998). Las comunidades propias de hábitats temporales, con especies muy móviles y tradicionalmente consideradas ubiquistas, pueden ser caracterizadas mediante coleópteros acuáticos (Wiggings *et al.*, 1980; Hansen *et al.*, 1988) y es posible predecir con gran exactitud las características generales del ciclo, la extensión del periodo seco y en ciertos casos algunas de las características de la historia inmediata del hábitat.

Sin embargo, a pesar del vasto conocimiento que los coléopteros pueden proporcionar, el trabajo taxonómico es todavía muy pobre, ya que muy pocas familias han sido relativamente bien estudiadas, mientras que de la mayoría son pocas las publicaciones que se conocen.

México, con sus cerca de dos millones de kilómetros cuadrados de territorio continental, alberga un asombroso mosaico de ecosistemas que abarca desde formaciones boscosas tropicales húmedas hasta matorrales desérticos propios de sitios prácticamente carentes de lluvia y páramos alpinos en sus montañas más elevadas (Challenger *et al.*, 1998; Rzedowski, 1998). El estado de Oaxaca, con una superficie de 93,793 km², puede considerarse como la entidad federativa más biodiversa de nuestra nación, no sólo por su fauna y flora tan ricas sino también por la gran heterogeneidad de su cubierta vegetal (García-Mendoza, 2004; Torres-Colín, 2004). La vegetación predominante en la región tropical estacionalmente seca de Oaxaca es la formación boscosa conocida como Bosque Tropical Caducifolio (BTC) (Rzedowski, 1978) o selva baja caducifolia (Miranda *et al.*, 1963). El BTC es uno de los más emblemáticos y representativos del estado, tanto por la superficie que ocupa como por su presencia en las regiones donde se concentra la mayor proporción de la población oaxaqueña por lo cual hace más interesante este estudio.

Selva Baja Caducifolia (SBC)

Los bosques tropicales son los ecosistemas terrestres con una alta diversidad de especies locales, son los más complejos en cuanto a estructura ecológica y poseen gran heterogeneidad espacial, sin embargo el conocimiento de todas estas características es más limitado que para otros tipos de vegetación (Longino, 1994; Arriaga Cabrera *et al.*, 2000).

La Selva Baja Caducifolia es uno de los ecosistemas tropicales más diversos en América pero también uno de los más amenazados (Janzen, 1988) se desarrolla entre 0 y 1900 m de altitud más frecuente por debajo de la costa de 1500 m, en los declives del Golfo de México (exceptuando la depresión central de Chiapas). No se le ha observado por arriba de 800 msnm, hecho que está correlacionado con las temperaturas más bajas que imperan allí si se les compara con sitios ubicados a igual altitud en la vertiente pacífica.

En México es el ecosistema tropical mejor representado (Dirzo *et al.*, 2010) se extiende desde el paralelo 29° de latitud norte hasta la frontera con Guatemala (Trejo, 2010) y cubre alrededor del 8% de su territorio (Trejo *et al.*, 2000). Actualmente, sólo alrededor de 30% de la extensión original de esta comunidad está preservada (unos 68 500 km²) (Trejo, 2010) mientras que el resto ha sido alterado por diferentes actividades humanas, principalmente agricultura y ganadería (Maass, 1995; Toledo, 1998). Aunque la tasa de deforestación de la SBC para el país se desconoce, se estima que para el estado de Morelos es de 1.4% al año (Trejo *et al.*, 2000), lo que evidencia la necesidad de tomar medidas que ayuden a preservar este ecosistema. Por otra parte, el BTC alberga un gran número de especies endémicas (Toledo *et al.*, 1993; Flores-Villela *et al.*, 1994; Ceballos *et al.*, 1995; Rzedowski, 1998), en casos como el de las plantas vasculares llega a alojar más del 50% de las especies endémicas de todo el país (Dirzo *et al.*, 2010).

En estos ambientes es notable el contraste fisonómico entre las temporadas lluviosas (junio a octubre) y secas (noviembre a mayo, ésta de mayor duración que la anterior). Dada esta limitante hídrica, la SBC se distingue por tener un dosel relativamente bajo (7-15 m, raramente 20 m) y por presentar un comportamiento rítmico muy marcado de pérdida y producción de follaje.

JUSTIFICACIÓN

Existen pocos estudios en México utilizando trampas de luz para estudiar de manera sistemática la diversidad de coleópteros acuáticos, lo cual es válido para el estado de Oaxaca, así como para la SBC.

Se han reportado una gran cantidad de familias terrestres, pero escasamente las acuáticas (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009) motivo por el cual este trabajo se aboca al estudio de la diversidad y abundancia de coleópteros acuáticos capturados con trampa de luz, registrando la capacidad de dispersión de este grupo y su estacionalidad. Asimismo, este trabajo enfatiza la importancia de los muestreos con trampa de luz, en contraste con las técnicas convencionales de captura directa en el medio acuático. En México, el método de colecta utilizado en este trabajo (Trampa de luz) ha sido empleado en muy pocas veces para evaluar la riqueza, diversidad y abundancia de especies de coleópteros acuáticos (Jiménez-Sánchez, 2003).

Para este trabajo, fueron seleccionadas las localidades del Estado de Oaxaca, Santiago Domingullo y Huatulco, por ser sitios representativos del ecosistema de SBC, así como por las ventajas de ubicación geográfica, con una de ellas (Huatulco) con estatus de área natural protegida.

OBJETIVOS

Registrar la comunidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampas de luz en dos localidades de Selva Baja Caducifolia del Pacífico Mexicano en el estado de Oaxaca.

Objetivos particulares

- Estimar y analizar la diversidad alfa de las dos localidades de estudio, a través de curvas de acumulación y rarefacción de especies.
- Evaluar la diversidad beta entre ambas localidades de estudio, a través de un índice de similitud.

- Analizar la abundancia y riqueza de las especies colectadas contra factores ambientales como precipitación y temperatura de ambos sitios de estudio.
- Generar imágenes de referencia a manera de atlas de las especies colectadas de coleópteros acuáticos de ambas localidades estudiadas.

ANTECEDENTES

El orden de los coleópteros forma el grupo más numeroso y en el medio acuático, comprende al más amplio grupo de artrópodos dulceacuícolas (Doddall *et al.*, 1979; White *et al.*, 2008). La mayoría son depredadores, pero también existen de hábitos raspadores, cortadores y desgarradores (Merritt *et al.*, 2008) cuyo papel dentro de las comunidades es muy importante pero su abundancia no es muy representativa, como en el caso de los dípteros y efemerópteros. Un ejemplo de importancia es la familia Dytiscidae, que puede llegar a consumir gran cantidad de larvas de dípteros (10-90 larvas por individuo), con lo cual controlan las poblaciones de mosquitos de las familias Chironomidae, Simuliidae y Culicidae (Culler *et al.*, 2009).

Los coleópteros acuáticos, por su adaptabilidad y modificaciones estructurales que presentan, han contribuido evidentemente en gran medida a su dominancia, pues ningún otro orden de insectos han invadido la tierra, el aire y el agua.

Los representantes del orden se caracterizan por poseer alas anteriores (no usadas en el vuelo), modificadas en élitros córneos o coriáceos, de donde toman el nombre del orden, del griego coleo (estuche) y pteron (ala). Estos organismos presentan piezas bucales de tipo raspadora de carroña, ojos bien desarrollados y antenas de diferentes tipos; protórax grande y móvil; mesotórax muy reducido; terguitos abdominales, a menudo poco esclerotizados; y metamorfosis holometábola.

Dichos insectos presentan gran importancia biológica, ecológica y económica. Son utilizados como indicadores de diversidad ecológica y del estado de conservación de los ambientes acuáticos (Eyre *et al.*, 1990; Ribera *et al.*, 1996; Sánchez-Fernández *et al.*, 2004) e intervienen en varios niveles de la red trófica (Leech *et al.*, 1956; Spangler, 1982). Son excelentes bio-reguladores de larvas de mosquitos de importancia médico-

epidemiológica (Leech *et al.*, 1956; Nelson, 1977; Santamarina, 1987) y presentan características morfológicas adaptativas para su existencia en ambientes muy variados, además de ser consumidos por poblaciones humanas en muchos países de América, África, Asia y Oceanía (Ramos-Elorduy *et al.*, 2004).

Las adaptaciones fisiológicas para la respiración de los coleópteros acuáticos han sido relativamente poco utilizadas para evaluar la calidad del agua (Fig. 1), con excepción de la familia Elmidae, a pesar de ser unos de los componentes más importantes del medio acuático (Epler, 1996). Las características de la respiración han llevado a algunos autores a concluir que la presencia de la mayoría de especies de coleópteros acuáticos es indiferente a la velocidad del agua o a las características del medio (González del Tanago *et al.*, 1979). Para justificar esta situación, se exponen varias razones que no sólo consideran su respiración aérea, entre las que se encuentran que los adultos son muy móviles y buenos voladores, que presentan grandes problemas taxonómicos y que sus requerimientos ecológicos están poco delimitados (Ribera *et al.*, 1996).

Aún persiste un gran desconocimiento sobre las especies de coleópteros acuáticos a nivel regional en México, por lo que este trabajo contribuye al conocimiento de la diversidad de los coleópteros acuáticos presentes en SBC del estado de Oaxaca.

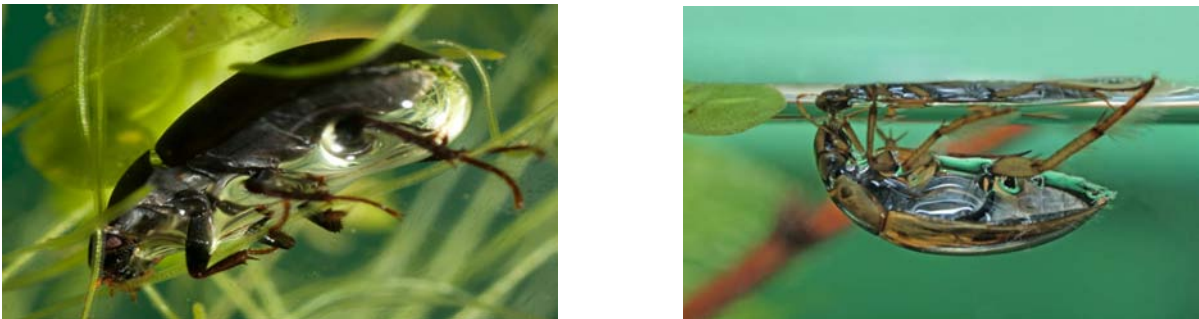


Figura 1. Mecanismo de respiración de coleópteros acuáticos

Coleópteros acuáticos en México

Son escasos los estudios sobre coleópteros acuáticos que se han realizado en el estado de Oaxaca y sobre todo en la SBC, por ello con este trabajo se pretende estimar y analizar la riqueza, abundancia y diversidad a fin de aportar para tal conocimiento del mismo.

En México, los trabajos realizados para coleópteros acuáticos están principalmente enfocados a su aplicación como indicadores del deterioro de los sistemas riparios. Algunos de estos trabajos son los de (Arce-Pérez, 1986; Arce-Pérez *et al.*, 1991; Arce-Pérez, 1997; Arce-Pérez *et al.*, 1999; Sandoval-Manrique *et al.*, 2000; Arce-Pérez *et al.*, 2002; Arce-Pérez *et al.*, 2004; Arce-Pérez, Campbell, *et al.*, 2008; Arce-Pérez y Morón, 2008; Arce-Pérez *et al.*, 2010; Arce-Pérez *et al.*, 2011). El catálogo de familias de coleópteros acuáticos reconoce 114 géneros y 1,336 especies dentro de la familia Hydrophilidae. Ahora, un siglo después, se registran en el mundo 8 familias, 181 géneros y 3,151 especies (Hansen, 1999; Hebauer *et al.*, 2006).

El mayor número de registros de especies acuáticas se concentra en las familias Hydrophilidae, Elmidae y Dytiscidae, las cuales también presentan los valores más altos para el estado de Oaxaca.

Estudios de coleópteros acuáticos en SBC

Los estados que registran SBC en la vertiente del Pacífico Mexicano, Oaxaca y Chiapas, albergan una gran diversidad biológica y un gran número de endemismos en diversos grupos (León-Cortés *et al.*, 2005; Aguilar-Sierra, 2011) aunque poseen menor número de registros de especies, con 13% y 4%, respectivamente. Por otra parte, estados como Nayarit, Jalisco y Guerrero, poseen registros que en su mayoría están dispersos en las principales monografías sobre coleópteros acuáticos, sin embargo la SBC en dichos estados ha sido prácticamente inexplorada. (Arroyo Mora, 2002)

Estudios de dispersión y atracción de coleópteros acuáticos en trampa de luz

Se cuenta con muy poca información sobre la dispersión de los coleópteros acuáticos en el estado de Oaxaca. En México, los registros que se tienen sobre diseminación por medio del vuelo han sido con escarabajos terrestres y de manera indirecta, al utilizarse trampa de

luz como medio de recolección, se han identificado con esta técnica grupos como Cerambycidae, Cantharoidea, Elateridae, Staphylinidae y Melolontidae (Jiménez-Sánchez, 2003; Zurita-García, 2004; Méndez-Aguilar *et al.*, 2005; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010).

En otros países sí se han registrado diversos eventos de dispersión en coleópteros acuáticos (Miguelé *et al.*, 2006), no obstante, la mayoría de registros se basan en observaciones casuales (Ribera *et al.*, 1996; Velasco *et al.*, 1998; Stevens *et al.*, 2007). Otro de los trabajos realizados de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz fue en la Sierra de Huautla, Morelos, en la presa “Lorenzo Vázquez” (García, 2011).

ÁREA DE ESTUDIO

Santiago Dominguillo

Esta localidad forma parte de la región de la Cañada, Distrito de Cuicatlán, en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, y los muestreos fueron realizados entre las coordenadas 17°37'35" y 17°38'52" de latitud norte y los -96°55'07" y -96°54'50" de longitud oeste.

Esta localidad es depositaria de una excepcional riqueza biológica, además es muy importante desde el punto de vista antropológico por su rica historia cultural. La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se decretó como Área Natural Protegida el 18 de septiembre de 1998, con una superficie de 490,186.54 hectáreas (CONANP, 2014). Santiago Dominguillo se encuentra dentro de los límites de la provincia florística denominada Tehuacán-Cuicatlán (Rzedowski, 1998; INAFED, 2002).

La zona presenta una temperatura media anual 24.2 °C y una precipitación media anual de 495 mm. El clima de la localidad pertenece al tipo semiárido Bs0 (h')w"(w)(i)g presentando unas temperaturas entre cálidas y semicálidas, con un régimen de verano con canícula y con poca a extremosa oscilación de temperatura, principalmente por el efecto de sombra de lluvia que producen las Sierras de Juárez y la de Zongolica. El Río Grande es la principal corriente de la zona, que recoge las aguas del Río Las Vueltas y

que finalmente se unen al Río Santo Domingo, afluente del Papaloapan (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000).

Vegetación

El tipo de vegetación en la región de estudio son las especies de árboles dominantes como *Lysiloma microphyllum Benth.* (Leguminosae), *Bursera aptera* Ramírez, *B. morelensis* Ramírez, *B. schlechtendalii* Engl. (Burseraceae), *Cyrtocarpa procera* H.B.K. (Anacardiaceae), *Stenocerus weberi* (Coulter) *Buxbaum*, *Escontria chiotilla* (Weber) Rose (Cactaceae) y *Ceiba parvifolia* Rose (Bombacaceae) (Jaramillo-Luque, 1982; Jaramillo-Luque *et al.*, 1983). A lo largo de los arroyos y cañones estrechos se presenta un bosque de galería, caracterizado por árboles de mayor talla que aquellos del BTC. Las áreas planas en estos últimos sitios han sido abiertas a la agricultura, removiéndose gran parte de la vegetación original (Noguera *et al.*, 2012).

Orografía

Se ubica al sur de la provincia fisiográfica Valle de Cuicatlán, situada al noroeste del estado, en la vertiente oeste de la Sierra de Juárez. El terreno donde se encuentra el poblado presenta elevaciones de menor tamaño; a espaldas del municipio se localiza un cerro de gran tamaño; la extensión completa del municipio cuenta con grandes cerros, siendo muy accidentado el territorio municipal (Noguera *et al.*, 2012).

Hidrografía

La extensión territorial del municipio es regada ampliamente por el río Grande, el principal río de la localidad, además el municipio se localiza en lo que se conoce como la Cuenca del Río Papaloapan, contando con diferentes afluentes de este río.

Clima

El clima de la región de acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1981) es semiárido cálido, tipo BSo(h')w"(w)(e)g. La precipitación promedio anual es de 521.5 mm y la temperatura promedio es de 25.2 °C (Jaramillo-Luque, 1982; Jaramillo-Luque *et al.*, 1983). La temperatura promedio en el municipio varía entre los 16 °C y 30 °C alcanzando temperaturas en verano hasta de 36 °C. Tiene un promedio anual de

precipitación pluvial de 500 mm, presentándose las lluvias durante los meses de junio a septiembre.

Parque Nacional Huatulco

El Parque Nacional Huatulco (PNH), establecido en 1998, pertenece al municipio de Santa María Huatulco, forma parte del sistema natural que integra junto con la región Copalita-Zimatán una de las biorregiones más importantes del país, por sus elementos naturales para la conservación en el ámbito nacional e internacional de ecosistemas de la SBC y arrecifes coralinos.

Por su posición latitudinal y la influencia de las aguas cálidas del océano Pacífico, Huatulco presenta un clima cálido subhúmedo de tipo A (w)i, con un porcentaje de lluvias en verano mayor al 90% y con una temperatura media anual de 26.8 °C. El régimen pluvial es torrencial y de corta duración en el verano; la precipitación media anual es de 871 mm.

La SBC de esta región presenta un buen estado de conservación y una biodiversidad elevada de flora y fauna (SEMARNAT, 2005). Se tienen registradas 430 especies de flora, 15 de anfibios, 291 de aves, 72 de reptiles, 61 de mamíferos incluyendo los marinos (SEMARNAT, 2005). Entre los insectos se han reconocido 52 especies de odonatos (Venegas-Suárez, 2011) y 17 de encírtidos (Rodríguez- Vélez *et al.*, 2009). Del total de los organismos arriba indicados, solo 146 se encuentran bajo un estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Los sitios muestreados se hallan dentro del Parque Nacional Huatulco, entre las coordenadas 15°44'58" y 15°48'58" de latitud norte y los -96°17'52" y -96°10'33" de longitud oeste. La SBC de esta zona representa la comunidad vegetal con mayor distribución y número de especies comparada con otras el resto comunidades vegetales del área (Lira *et al.*, 2010).

Vegetación

Con respecto a la vegetación su mayoría es tipo selva baja caducifolia con zonas de sabana, selva de dunas, manglar, vegetación riparia, de humedales y matorrales costeros.

Se han registrado 413 especies de plantas para la región, de 272 géneros y 78 familias (CONANP, 2014). Las familias mejor representadas son Leguminosae con 72 especies, Euphorbiaceae con 34, Graminae con 19 y Compositae con 18.

Orografía

La región de Huatulco pertenece a la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur y a la subprovincia Costas del Sur, conformada por montañas medianas, lomeríos complejos y llanuras fluviales (CONANP, 2014). En la mayoría de la superficie hay sierras conformadas por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro).

Hidrografía

Hidrológicamente, la región se ubica en el sector suroriental de la cuenca del Río Copalita y está conformada por una serie de pequeñas cuencas separadas una de otra y que tienen su origen en las estribaciones de la Sierra Sur. Estas cuencas incluyen los ríos o arroyos Cuajinicuil-Xúchilt, Todos Santos, Cacaluta, Tangolunda, Chachacual, El Arenal, etc (Noguera *et al.*, 2012).

Clima

De acuerdo a la clasificación de Köpen modificada por García (1981), el clima de la región es cálido subhúmedo tipo, Awo (w)(i). El régimen pluvial es de tipo torrencial y de corta duración, con una precipitación media anual de entre 1,000 y 1,500 mm, de los cuales casi el 97% se presentan durante el verano (junio-octubre), presentándose una canícula entre los meses de julio y agosto. El periodo de sequía se extiende desde noviembre hasta abril, con lluvias invernales ocasionales. La temperatura media anual es de 28 °C, con oscilaciones térmicas menores a 5 °C. Las temperaturas promedio de la región oscilan entre 25 °C, la temperatura máxima promedio es de 31 °C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 12.5 °C la cual se presenta en el mes de enero. y la lluvia anual máxima es de 2,054 y 731.9 mm relativamente (Noguera *et al.*, 2012).



Figura 2. Distribución del Selva baja caducifolia (SBC) en México (CONABIO, 1999)
 Los puntos rojos indican las localidades de este estudio.

MÉTODOS

Trabajo de Campo

Para la realización de esta tesis, el material fue recolectado como parte del proyecto “Biodiversidad en Insecta: Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae) en tres zonas del Pacífico Mexicano”, bajo la responsabilidad del Dr. Santiago Zaragoza Caballero, Investigador titular del Instituto de Biología, UNAM.

El trabajo de campo se realizó en el año 1998 (Dominguillo) y 2005 (Huatulco) (Apéndice I). Las recolecciones se hicieron con tres y cinco trampas respectivamente, durante cinco días de cada mes, en los meses que se indican en el cuadro 2, con un tiempo de duración de cuatro horas al día, con un tiempo promedio final de 720 horas (cuadro 1).

El periodo de recolecta fue anual para Dominguillo, mientras que en Huatulco la colecta fue de siete meses. Ambas localidades incluyen época de secas y la de lluvias.

Cuadro 1. Dinámica de muestreo de cada técnica de recolecta, que se empleó en las dos localidades con SBC.

	Meses de recolecta	Número de trampas	Horas totales	Abundancia	Especies
Dominguillo	12	3	113,040	9262	17
Huatulco	7	5	65,940	10892	28

Cuadro 2. Períodos de muestreo mensual en ambas localidades Dominguillo y Huatulco en temporada de lluvia y secas.

Mes	Fecha de recolección	Mes	Fecha de recolección
Dominguillo Secas		Huatulco Secas	
Noviembre	21 al 26-1997	Noviembre	4 al 5 -2005
Diciembre	22 al 27-1997	Diciembre	No hubo colecta
Enero	21 al 26-1998	Enero	No hubo colecta
Febrero	18 al 24 -1998	Febrero	No hubo colecta
Marzo	20 al 25-1998	Marzo	No hubo colecta
Abril	20 al 24 -1998	Abril	No hubo colecta
Dominguillo Lluvias		Huatulco Lluvias	
Mayo	19 al 24 -1998	Mayo	26 al 31-2005
Junio	19 al 22-1998	Junio	1 al 6 -2005
Julio	19 al 23-1998	Julio	2 al 9-2005
Agosto	19 al 24 -1998	Agosto	25 al 30-2005
Septiembre	20 al 23-1998	Septiembre	2 al 5-2005
Octubre	14 al 19-1998	Octubre	2 al 5-2005

Técnicas de recolección .

Se colocaron sistemas de trampa de luz combinando para cada uno, dos fuentes luminosas: una lámpara de vapor de mercurio y otra trampa de luz tipo Minnesota (Southwood, 1971), la cual consistió en dos bulbos de luz UV de 20 W, (uno con filtro) colocados sobre un contenedor de 20 cm de diámetro lleno con alcohol al 70%.

Las fuentes luminosas se colocaron contra una sábana blanca de 1.80 x 1.50 metros en posición vertical (Noguera Martínez, 2011). Estas trampas fueron colocadas en tres sitios diferentes, donde permanecieron a lo largo de todo el periodo de muestreo. Cada trampa operó cuatro horas diarias durante los cinco días de muestreo de cada mes.

En la trampa Minnesota, los insectos pasan a través de un embudo colector de 20 cm de diámetro y se depositan en un recipiente con alcohol al 80%. Las fuentes de luz se colocaron frente a una pantalla blanca reflejante. Durante el muestreo, las trampas permanecían en el mismo lugar por cuatro horas diarias (20:00 a 24:00 horas en el horario de verano y 19:00 a 23:00 horas el resto del año), durante los cinco días de muestreo de cada mes. Las muestras obtenidas fueron tomadas del recipiente recolector y fueron separadas en campo en bolsas rotuladas con los datos de la recolección: fecha, número de trampa y nombre del colector. Posteriormente, las muestras fueron identificadas a familia y depositadas en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, UNAM (CNIN-IBUNAM).

Se enfatiza que los coleópteros acuáticos estudiados en este trabajo, en su totalidad, provienen de recolección en trampa de luz, lo cual proporciona la captura de su capacidad de vuelo y la dispersión de un insecto (Ribera *et al.*, 1996).

Ubicación de trampas

Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Los sitios de recolección se ubicaron principalmente a lo largo de la carretera número 135 (Tehuacán–Oaxaca) y en los alrededores del poblado Santiago Dominguillo.

Sitio 1. 17°37'–38'53.27"–58.87" N, 96°54' 14.08"–47.10" O; 860 m altitud. A 19.5 km al SE de San Juan Bautista Cuicatlán se encuentra ubicado el poblado Santiago Dominguillo. En el extremo sur de dicho poblado se inicia un camino que se extiende varios kilómetros hacia el sur, bordeando el río Las Juntas y cruzando áreas con SBC y áreas abiertas a la agricultura. Este camino sirvió como transecto, a lo largo del cual se realizaron recolecciones diurnas.

Sitio 2. 17°38'3.84" N, 96°54'9.50" O; 860 m de altitud; 21 km al SE de San Juan Bautista Cuicatlán se colocó la trampa de luz 1. Este sitio se ubicó a un lado de la carretera y la trampa estuvo orientada hacia SBC bien conservada.

Sitio 3. 17° 37'34.92" N, 96°55'7.26" O; 940 m de altitud; 23.5 km al SE de San Juan Bautista Cuicatlán se colocó la trampa de luz 2. Este sitio se ubicó a un lado de la carretera y la trampa estuvo orientada hacia SBC bien conservada (Fig 3).



Figura 3. Puntos de muestreo en Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Parque Nacional Huatulco, Oaxaca.

En esta localidad los muestreos se realizaron utilizando cinco trampas de luz entre los meses de Mayo a Noviembre de 2005, con excepción de los meses de Diciembre al mes de Abril donde no hubo muestreo.

El sitio principal de recolecta se estableció en los alrededores de la estación de campo El Sabanal (Figura 4), ubicada a 5.5 km al sur-oeste del entronque de la carretera San Pedro Pochutla-Salina Cruz (carretera 200) – Santa Cruz Huatulco.



Figura 4. Puntos de muestreo Parque Nacional Huatulco, Oaxaca.

Trabajo de Gabinete

Una vez obtenido el material, este fue depositado en frascos, previamente separados por trampa, fecha, lugar de colecta y nombre de los colectores, y se procedió al trabajo de laboratorio con la ayuda de claves taxonómicas. Los ejemplares se separaron a nivel de familia, y posteriormente se identificaron a nivel de género, tribu, y la mayoría a nivel de especie (cuadro 3). En algunos casos, por su complejidad y la falta de claves, se llegó solamente hasta género.

Los ejemplares separados e identificados se depositaron en viales de cristal con alcohol al 80% con dos etiquetas; una con datos de recolección (localidad, coordenadas, altitud, fecha de recolección, número de trampa y colectores) y otra con los datos de identificación (familia y género). Se excluyeron del estudio la familia Hydraenidae y Limnichidae, por su naturaleza semiacuática (Spangler, 1982; Navarrete-Heredia *et al.*, 2004; White *et al.*, 2008).

Cuadro 3. Claves taxonómicas utilizadas para la identificación de los ejemplares de este estudio.

Taxón	Referencia
<i>Elmidae</i> géneros y especies	(Hinton, 1940)
Coleópteros acuáticos, géneros	(Leech <i>et al.</i> , 1956)
<i>Hydrophilidae (Tropisternus)</i> especie	(Spangler, 1960)
<i>Dytiscidae (Laccophilus)</i>	(Zimmerman, 1970)
<i>Hydrophilidae (Chaetarthria)</i>	(Miller, 1974)
<i>Dryopoidae</i>	(Brown, 1976)
<i>Elmidae</i> géneros y especies	(Santiago-Fragoso, 1984)
Coleópteros acuáticos, familias	(Santiago-Fragoso <i>et al.</i> , 1989)
Coleópteros acuáticos, familias	(Santiago-Fragoso <i>et al.</i> , 2000)
<i>Hydrophiloidea</i> , géneros	(Hansen, 1991)
Coleópteros acuáticos, géneros	(Epler, 1996)
Myxophaga, géneros	(Arce-Pérez, 1997)
Hydradephaga, géneros	(Arce-Pérez, 1997)
Coleópteros acuáticos, géneros	(Van Tasell, 2001)
<i>Dytiscidae</i>	(Nilsson, 2001)
Coleópteros acuáticos, géneros	(White <i>et al.</i> , 2008)

Para la identificación a nivel de especie, fue necesario obtener y observar los genitales del macho, los cuales se colocaron en microviales con glicerina. Para ello, el abdomen del ejemplar fue cortado en el segmento V, donde se localiza su aparato reproductor, que en la mayoría de los casos se encuentra expuesto. El ejemplar al que se le extrajeron los genitales, fue montado en un alfiler entomológico o triángulo de cartón con el símbolo de hembra o macho. Se recomienda colocar en el triángulo de cartón los ejemplares cuya talla es menor a 12 mm de largo (Miller, 1974); 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 del triángulo, según sea el caso del organismo. Los ejemplares identificados fueron depositados en la CNIN-IBUNAM.

Fotografía

Una vez identificados los organismos se tomaron una serie de fotografías de los ejemplares más representativos de cada género, con el objetivo de contar con un acervo más confiable en la observación se utilizó un microscopio LEICA (modelo Z16 APO-4) con una cámara LEICA (DFC490) (Microsystems., 2014). Cada imagen se obtuvo a través de los módulos multifoco y montaje del programa *Leica Application Suite*, el cual integra una serie fotográfica en capas en una sola imagen (Fig. 5).

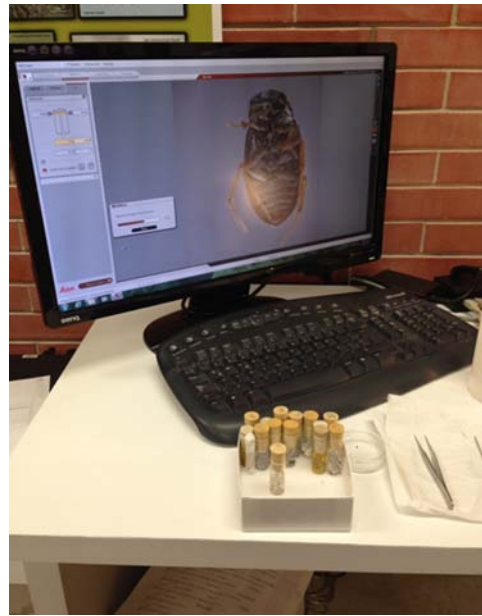


Figura 5. Manejo de organismos para toma de fotografía.

Análisis de datos

Para conocer la diversidad fue necesario calcular el número de especies esperadas mediante la rarefacción de los datos. Con las curvas de rarefacción, se estandarizan la abundancia de las especies observadas y de esta manera se hacen las comparaciones de la riqueza específica entre localidades con distinto esfuerzo de muestreo. 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 (León-Cortés *et al.*, 1998). Para ello, se asume que las especies se distribuyen al azar y que las recolectas son muestras aleatorias de sus individuos (Hulbert, 1971). Se utilizó el software *Biodiversity Pro* para elaborar las curvas de rarefacción y los datos fueron estandarizados según la media de sus abundancias proporcionales.

Las curvas de acumulación de especies se hicieron de acuerdo con la función de Clench, esta nos da la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado. Además está recomendada para estudios de sitios con área extensa y para protocolos en los que, cuánto más tiempo se pasa en el campo, mayor es la probabilidad de hallar una especie nueva (Soberón *et al.*, 1993). La unidad de muestreo contemplada en este estudio fueron los meses de recolecta, desglosados en matrices de presencia-ausencia de las

especies. Este análisis se hizo a través del software Effort Predictor V 1.0, que es un complemento del software *EstimateS*.

Diversidad Alfa verdadera

Una vez que se analizó el esfuerzo de muestreo, se realizó el análisis de la diversidad alfa de ambas localidades bajo el concepto de diversidad verdadera. Se consideró la riqueza de especies, el exponencial del índice de Shannon (como se muestra en la fórmula) representando la diversidad 0 y 1 en función a las especies efectivas. Se analizó la diversidad alfa verdadera observada y la estimada. Su uso permite comparar la magnitud de la diferencia de la diversidad de dos o más comunidades (Jost, 2009).

$$H = -1 \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

De acuerdo con la propuesta de Arce-Pérez *et al.*, (2011) la diversidad verdadera estimada de orden 0 (riqueza de especies, con datos de presencia-ausencia) se obtuvo mediante el estimador no paramétrico ACE (Chao *et al.*, 1992). Para estimar la diversidad de orden 1 (exponencial del índice de Shannon, cuando la abundancia de las especies es muy similar), se utilizó el estimador del índice de Shannon corregido, *Bias-corrected Shannon Diversity Estimator* (Chao *et al.*, 2005) que se recomienda en el caso de que no se tenga un conocimiento completo de la comunidad. Finalmente, para estimar la diversidad de orden 2 (inverso del índice de Simpson, cuando hay especies dominantes), se consideró el estimador insesgado de mínima varianza (UMVUE). Las estimaciones se calcularon mediante el software *SPADE* que ofrece distintos estimadores de la diversidad, en términos de la diversidad verdadera y en los distintos órdenes de q (0, 1 y 2).

Diversidad Beta verdadera

La diversidad beta expresa el recambio de las especies de un gradiente ambiental entre localidades. Dicho indicador 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 o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos de presencia-ausencia de especies ó

cuantitativos número de individuos, biomasa, ó con índices de diversidad (Moreno, 2001), de manera que los resultados obtenidos están dados en números de comunidades efectivas, esta unidad de medida se interpreta como el número de comunidades virtuales que conformarían en conjunto las dos localidades de coleópteros acuáticos asociadas a SBC; cada una de esas comunidades virtuales tendrían un mismo número de especies no compartidas entre sí, y todas las especies tendrían la misma abundancia relativa.

Índice de similitud de Jaccard

El cálculo del índice de Jaccard para similitud de las especies presentes en ambas localidades nos da 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 *et al.*, 2011). Se calculó empleando la siguiente fórmula (Hammer *et al.*, 2001):

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde

a = Número de especies en localidad A

b = Número de especies en localidad B

c = Número de especies compartidas en localidades A y B

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Riqueza y abundancia

El material de coleópteros acuáticos provenientes de las dos localidades sumó un total de 20124 ejemplares (*cuadro 4*), que se clasificaron en 28 géneros y 34 especies. Del total de especies el 45% comparten ambas localidades y un 55 % solamente se registraron en una localidad calculado por el coeficiente de similitud de Jaccard. De las 34 especies, sólo en 22 se llegó a su clasificación y 12 quedaron a nivel de morfoespecie y fueron *Bidesonotus* sp., *Crenitis* sp., *Desmopachria* sp., *Dryops* sp., *Epimetopus* sp., *Laccodytes* sp., *Laccophilus* sp., *Neocylloepus* sp., *Noelmis* sp., *Ochtebius* sp., *Paracymus* sp. y *Uvarus* sp.

Cuadro 4. Número de individuos por mes por suborden en ambas localidades.

NÚMERO DE INDIVIDUOS POR SUBORDEN													
Dominguillo													
Suborden	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
Adephaga	0	0	0	1	1	5	0	9	4	3	0	1	24
Myxophaga	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Polyphaga	20	1	17	42	18	8	25	1037	2142	5833	31	63	9237
													9262

Huatulco													
Suborden	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
Adephaga	0	0	0	0	0	0	1	7	5	29	3	0	45
Polyphaga	86	0	0	0	0	0	9	1293	4883	3	4541	2	10817
													10862

En cuanto a la diversidad, en Dominguillo se registran tres subórdenes: Polyphaga con 9237 organismos, 4 familias, 14 géneros, 14 especies; suborden Adephaga, con 24 organismos, 1 familia, 2 géneros, 2 especies; y Myxophaga, 1 organismo, 1 familia, 1 género y 1 especie (Fig. 6, cuadro 5).

De manera similar, en Huatulco se identificaron dos subórdenes: Polyphaga con 10817, que corresponden a 5 familias, 14 géneros y 17 especies; y el suborden Adephaga con 45 ejemplares en total que corresponden a 1 familia, 10 géneros y 11 especies (Fig. 7, cuadro 5).

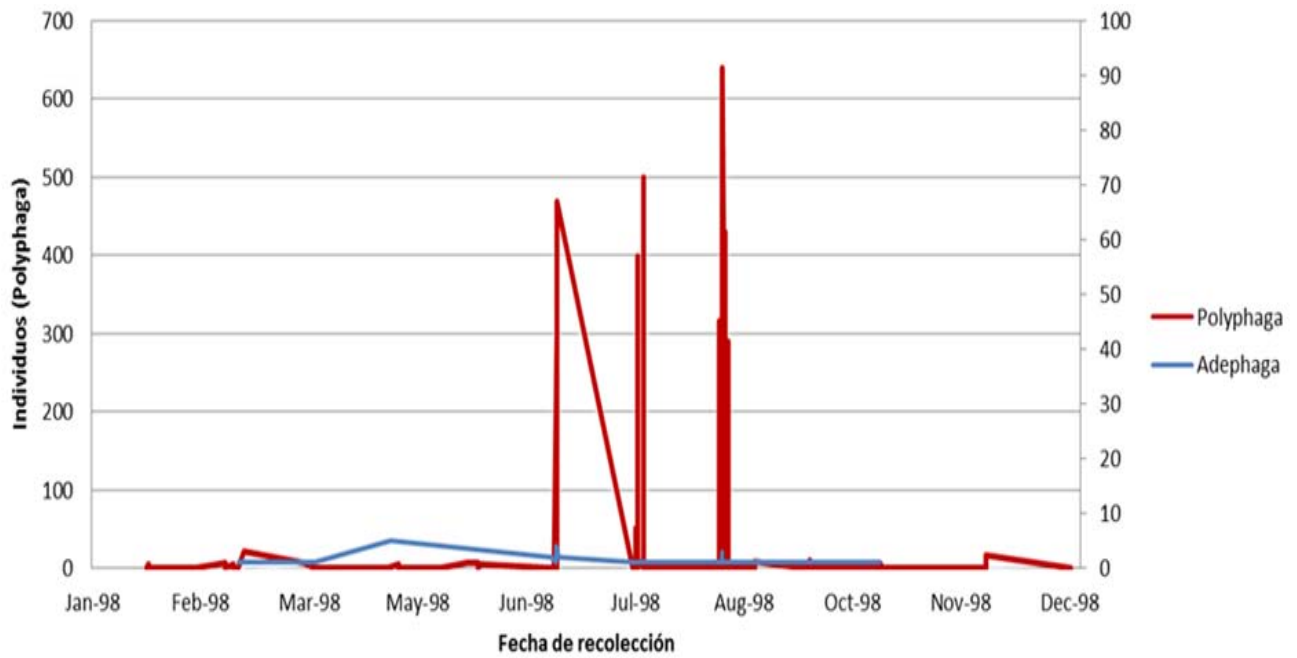


Figura 6. Número de individuos de los subórdenes de la localidad Dominguillo

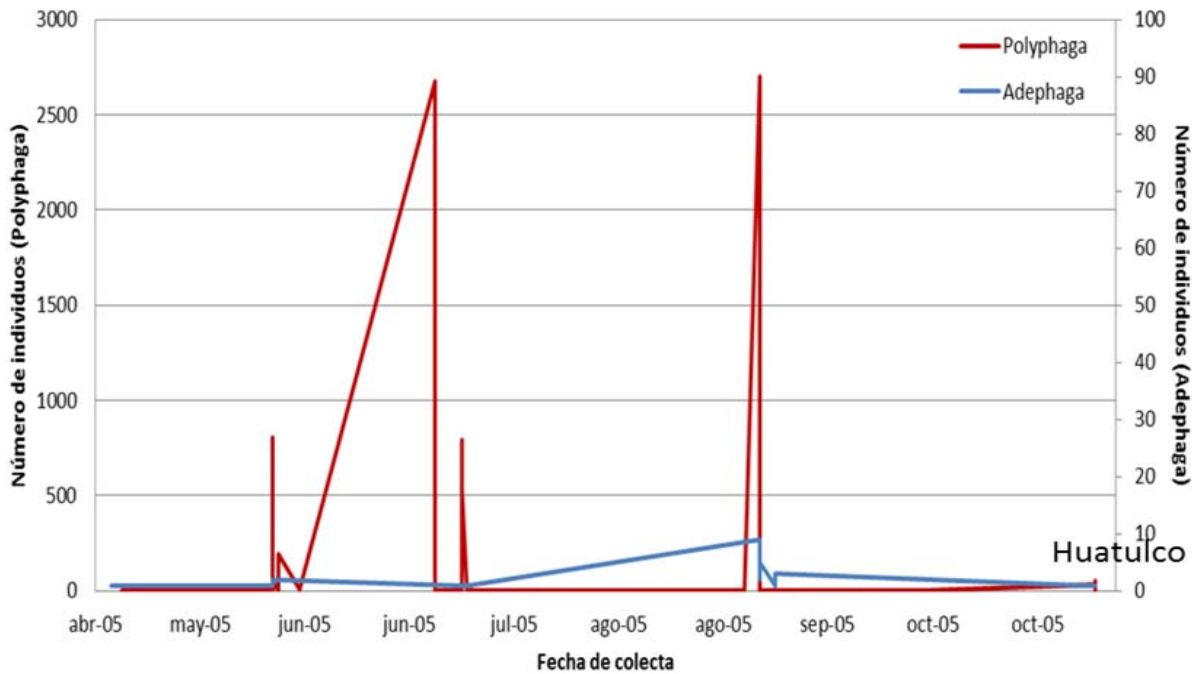


Figura 7. Número de individuos de los subórdenes de la localidad Huatulco

Se presenta la siguiente lista (cuadro 5) de las especies de los coleópteros acuáticos registradas para ambos sitios de este estudio, ordenados de acuerdo a su clasificación

taxonómica mas reciente propuestas por Hansen (1991, 1999), Nilsson (2001) y Nilsson & Van-Vondel (2005.)

Cuadro 5. Especies de coleópteros registrados de ambos sitios del estudio

Familia	Subfamilia	Tribu	Género	Especie
Hydrophilidae	Hydrophilinae	Berosini	<i>Berosus</i> Leach, 1817	1. <i>Berosus metalliceus</i> Sharp, 1882 2. <i>Berosus miles</i> LeConte, 1855 3. <i>Berosus stramineus</i> Knisch, 1922
			<i>Hemiosus</i> Sharp, 1882	4. <i>Hemiosus maculatus</i> Sharp, 1882
		Chaetarthriini	<i>Chaetarthria</i> Steph, 1835	5. <i>Chaetarthria punctulata</i> Sharp, 1882 6. <i>Chaetarthria spangleri</i> Miller, 1974
		Anacaenini	<i>Anacena</i> Thomson, 1859	7. <i>Anacaena párvula</i> Sharp, 1882
			<i>Crenitis</i> Bedel, 1881	8. <i>Crenitis</i> sp.
			<i>Paracymus</i> Thomson, 1867	9. <i>Paracymus</i> sp.
		Hydrophilini	<i>Enochrus</i> Thomson, 1859	10. <i>Enochrus pygmaeus pygmaeus</i> Fabricius, 1792
			<i>Tropisternus</i> Solier, 1834	11. <i>Tropisternus laevis mergus</i> Say, 1835 12. <i>Tropisternus mexicanus</i> LaPorte
Hydraenidae			<i>Ochtebius</i> Leach, 1815	13. <i>Ochtebius</i> sp.
Epimetopidae			<i>Epimetopus</i> Lacordaire, 1854	14. <i>Epimetopus</i> sp.
Dryopidae			<i>Dryops</i> Olivier, 1791	15. <i>Dryops</i> sp.
			<i>Helichus</i> Erichson, 1847	16. <i>Helichus lithophilus</i> Germar
Elmidae			<i>Cylloepus</i> Erichson, 1847	17. <i>Cylloepus puncticollis</i> Hinton, 1934
			<i>Hexacylloepus</i> Hinton, 1940	18. <i>Hexacylloepus abditus</i> Hinton 1937

- Microcylloepus* Hinton, 1935
 19. *Microcylloepus inaequalis* Sharp 1882
Neocylloepus Brown, 1970
 20. *Neocylloepus* sp.
Noelmis Musgrave
 21. *Noelmis* sp.
Stenelmis Dufour, 1835
 22. *Stenelmoides rufus* Hinton, 1934
- Dytiscidae
- Colymbetinae
- Rhantus* Dejean,
 23. *Rhantus gutticollis* Say, 1830
 24. *Rhantus mexicanus* La Porte, 1835
- Copelatinae
- Copelatini
- Copelatus* Erichson, 1832
 25. *Copelatus chevrolati* Aubé, 1838.
- Hydroporinae
- Bidessini
- Bidessonotus* Regimbart, 1895
 26. *Bidessonotus* sp.
Uvarus Guignot, 1939
 27. *Uvarus* sp.
- Hydrovatini
- Desmopachria* Babington, 1840
 28. *Desmopachria* sp.
- Laccophilinae
- Laccophilini
- Laccodytes* Regimbart, 1895
 29. *Laccodytes* sp.
Laccophilus Leach, 1815
 30. *Laccophilus* sp.
- Vatellinae
- Vatellini
- Deronectes* Sharp, 1882
 31. *Deronectes striatellus* Le Conte, 1852
Hydrovatus Motschulsky, 1853
 32. *Hydrovatus concolor* Sharp, 1887
Macrovatellus Sharp,
 33. *Macrovatellus mexicanus* Sharp, 1882
- Hydroscaphidae
- Hydroscapha* LeConte, 1874
 34. *Hydroscapha natans* LeConte, 1874

Cuadro 6. Número de organismos encontrados por trampa en la localidad Dominguillo

Mes	Fecha de recolección	Organismos por trampa Dominguillo			
		Trampa 1	Trampa 2	Trampa 3	Total
Secas					
Noviembre	21 al 26-1998	0	20	0	20
Diciembre	22 al 27-1998	0	0	1	1
Enero	21 al 26-1998	7	8	1	16
Febrero	18 al 24-1998	22	21	0	43
Marzo	20 al 25-1998	0	11	8	19
Abril	20 al 24-1998	0	2	11	13
Lluvias					
Mayo	19 al 24-1998	6	0	20	26
Junio	19 al 22-1998	2	1035	9	1046
Julio	19 al 23-1998	2	2129	15	2146
Agosto	19 al 24-1998	2029	3565	243	5837
Septiembre	20 al 23-1998	0	12	19	31
Octubre	14 al 19-1998	10	53	1	64
Total de organismos		2078	6856	328	9262

Cuadro 7. Número de organismos encontrados por trampa en la localidad Huatulco

MES	Fecha de recolección	Organismos por trampa Huatulco					Total
		Trampa 1	Trampa 2	Trampa 3	Trampa 4	Trampa 5	
Secas							
Noviembre	4 al 5-2005	2	87	0	0	0	89
Diciembre	No hubo colecta	0	0	0	0	0	0
Enero	No hubo colecta	0	0	0	0	0	0
Febrero	No hubo colecta	0	0	0	0	0	0
Marzo	No hubo colecta	0	0	0	0	0	0
Abril	No hubo colecta	0	0	0	0	0	0
Lluvias							
Mayo	26 al 31-2005	9	0	1	0	0	10
Junio	1 al 6-2005	231	0	1063	6	0	1300
Julio	2 al 9-2005	4	24	4821	23	16	4888
Agosto	25 al 30-2005	3	0	0	0	0	3
Septiembre	2 al 5-2005	0	0	4531	39	0	4570
Octubre	2 al 5-2005	2	0	0	0	0	2
Total de organismos		251	111	10416	68	16	10862

Con respecto a la abundancia y riqueza de las familias, existe una correlación entre las variables ambientales (temperatura y precipitación). Se observa que la abundancia y riqueza es más alta en dos localidades en los meses de lluvia (junio, julio, agosto y septiembre). Por otra parte, en el mes de octubre para Huatulco, y para Dominguillo en el mes de mayo hay una disminución notable de organismos (cuadro 6 y 7).

Es importante destacar que la abundancia y riqueza fueron mayores en Huatulco aún cuando los meses de muestreo fueron 7 (cuadro 8). De manera general, en ambas

localidades existieron siete especies que concentran la mayor abundancia, los cuales *Hexacylloepus abditus* (8057), *Chaertarthria spangleri* (4311), *Berosus metalliceps* (2712), *Enochrus pygmaeus pygmaeus* (2603), *Hemiosus maculatus* (1021), *Microcyllloepus inaequalis* (959) y *Anacaena parvula* (251). Además, se identificaron nueve especies representadas por menos de 40 individuos, como *Uvarus* sp. (39), *Chaertarthria punctulata* (31), *Cylloepus punticollis* (25), *Crenitis* sp. (26), *Epimetopus* sp. (18), *Noelmis* sp. (9), *Ochthebius* sp. (11), *Laccodytes* sp. (9), *Macrovetellus mexicanus* (8) e inclusive otras especies (18) que solo estuvieron representadas de 1 a 5 ejemplares, como *Stenhelmoides rufulus* (5), *Helichus lithophilus* (4), *Copelatus chevrolati* (3), *Desmopachria* sp. (3), *Dryops* sp. (3), *Berosus stramineus* (2), *Bidessonotus* sp. (2), *Tropisternus mexicanus* (2), *Berosus miles* (1), *Deronectes striatellus* (1), *Hidroscapha natans* (1), *Hydrovatus concolor* (1), *Laccophillus* sp. (1), *Neocyllloepus* sp. (1), *Paracymus* sp. (1), *Rhantus gutticollis* (1), *Rhantus mexicanus* (1), *Tropisternus laevis mergus* (1) (cuadro 6). 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.

En relación a las especies capturadas mediante la trampa de luz en este estudio, se incorporan los siguientes nuevos registros para el estado de Oaxaca, no citados en Arce-Pérez *et al.*, 2011, ni en (Santiago-Fragoso, 1984; Mejorada-Gómez, 1989): *Hydroscapha natans*, *Berosus metalliceps*, *Berosus miles*, *Berosus stramineus*, *Chaertarthria punctulata*, *Enochrus pygmaeus pygmaeus*, *Hemiosus maculatus* y *Cylloepus punticollis*, siendo estos nuevos registros para Oaxaca.

Cuadro 8. Número de individuos registrados para las especies presentes en las dos localidades, así como especies en sitios de muestreo.

ESPECIES	Dominguillo	Huatulco	Total	Localidades
<i>Anacaena parvula</i>	32	219	251	2
<i>Berosus metalliceus</i> [°]	8	2704	2712	2
<i>Berosus miles</i> [°]		1	1	1
<i>Berosus stramineus</i> [°]		2	2	1
<i>Bidessonotus</i> sp.		2	2	1
<i>Chaertarthria punctulata</i> [°]	31		31	1
<i>Chaertarthria spangleri</i>		4311	4311	1
<i>Copelatus chevrolati</i>	2	1	3	2
<i>Crenitis</i> sp.	22	4	26	2
<i>Cylloepus puncticollis</i> [°]	25		25	1
<i>Deronectes striatellus</i>		1	1	1
<i>Desmopachria</i> sp.		3	3	1
<i>Dryops</i> sp.		3	3	1
<i>Enochrus pygmaeus pygmaeus</i> [°]	63	2540	2603	2
<i>Epimetopus</i> sp		18	18	1
<i>Helichus lithophilus</i>	3	1	4	2
<i>Hemiosus maculatus</i> [°]	25	996	1021	2
<i>Hexacylloepus abditus</i>	8055	2	8057	2
<i>Hidroscapha natans</i>	1		1	1
<i>Hydrovatus concolor</i>		1	1	1
<i>Laccodytes</i> sp.		9	9	1
<i>Laccophillus</i> sp.		1	1	1
<i>Macrovotellus mexicanus</i>		8	8	1
<i>Microcylloepus inaequalis</i>	959		959	1
<i>Neocylloepus</i> sp.		1	1	1
<i>Noelmis</i> sp.	9		9	1
<i>Ochthebius</i> sp.	2	9	11	2
<i>Paracymus</i> sp.	1		1	1
<i>Rhantus gutticollis</i>		1	1	1
<i>Rhantus mexicanus</i>		1	1	1
<i>Stenhelmoides rufulus</i>	2	3	5	2
<i>Tropisternus laevis mergus</i>		1	1	1
<i>Tropisternus mexicanus</i>		2	2	1
<i>Uvarus</i> sp.	22	17	39	2
TOTALES	9262	10862	20124	

[°]Nuevo registro de distribución para el país

Patrón de abundancia relativa (Santiago Dominguillo)

De las familias registradas en Dominguillo, la de mayor riqueza y abundancia fue Elmidae, con 9,050 organismos distribuidos en cinco especies, que representan el 97.71% de la abundancia relativa de los coleópteros acuáticos (Fig. 8). Las especies más abundantes dentro de esta familia fueron *Hexacylloepus abditus* con 8,055 lo que corresponde al 86.97% y *Microcyllloepus inaequalis* con 959 que es el 10.35% del total de individuos para esta localidad. Por otro lado, tres especies de esta familia, *Cylloepus puncticollis*, *Stenhelmoides rufulus* y *Noelmis* sp. estuvieron representadas por 38 organismos, sumando el 0.41% de abundancia relativa. Seguida a esta, la familia Hydrophilidae registró 183 organismos con el 1.98% de la abundancia relativa representada por siete especies *Anacaena parvula*, *Berosus metalliceus*, *Chaetarthria punctulata*, *Crenitis Enochrus pygmeus*, *Hemiosus maculatus*, *Paracymus* sp.; mientras que la familia Dytiscidae, representada por 24 individuos distribuidos en dos especies; *Copelatus chevrolati* y *Uvarus* sp., registró el 0.26% de la abundancia total para esta localidad. Las familias con menor riqueza fueron Dryopidae, Hydraenidae, Hydroscaphidae, también las de menor abundancia, representadas de una a tres especies como *Helichus lithophilus*, *Ochthebius* sp. e *Hydroscapha natans* que registraron 6 organismos lo que representa el 0.06% de la abundancia (Fig. 9).

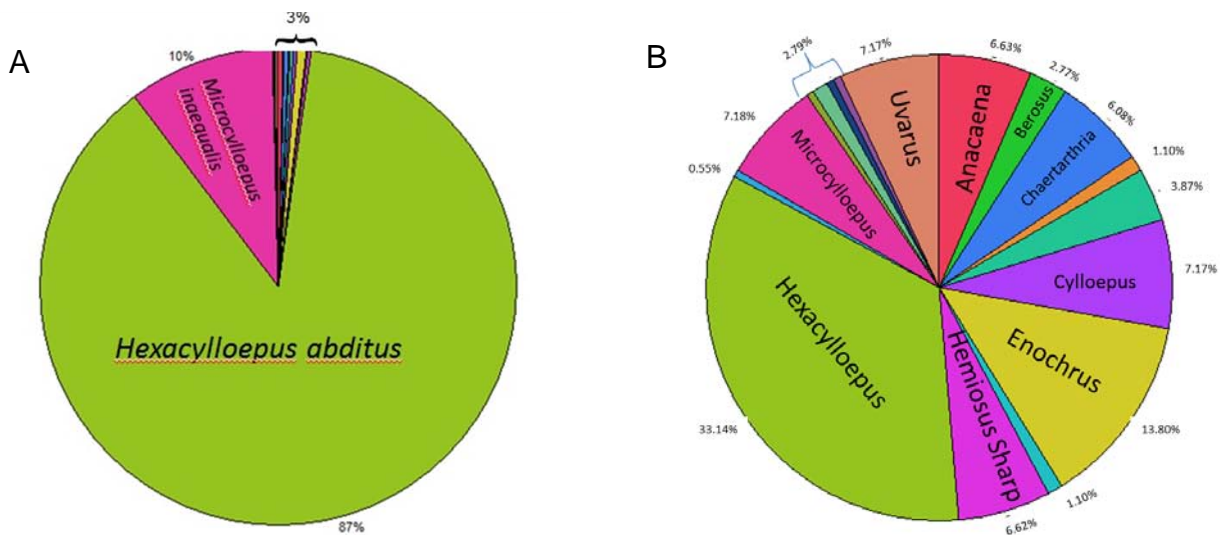


Figura 8. Abundancia relativa de la riqueza de las familias en Dominguillo (A) y abundancia relativa de los géneros registrados en Dominguillo (B).

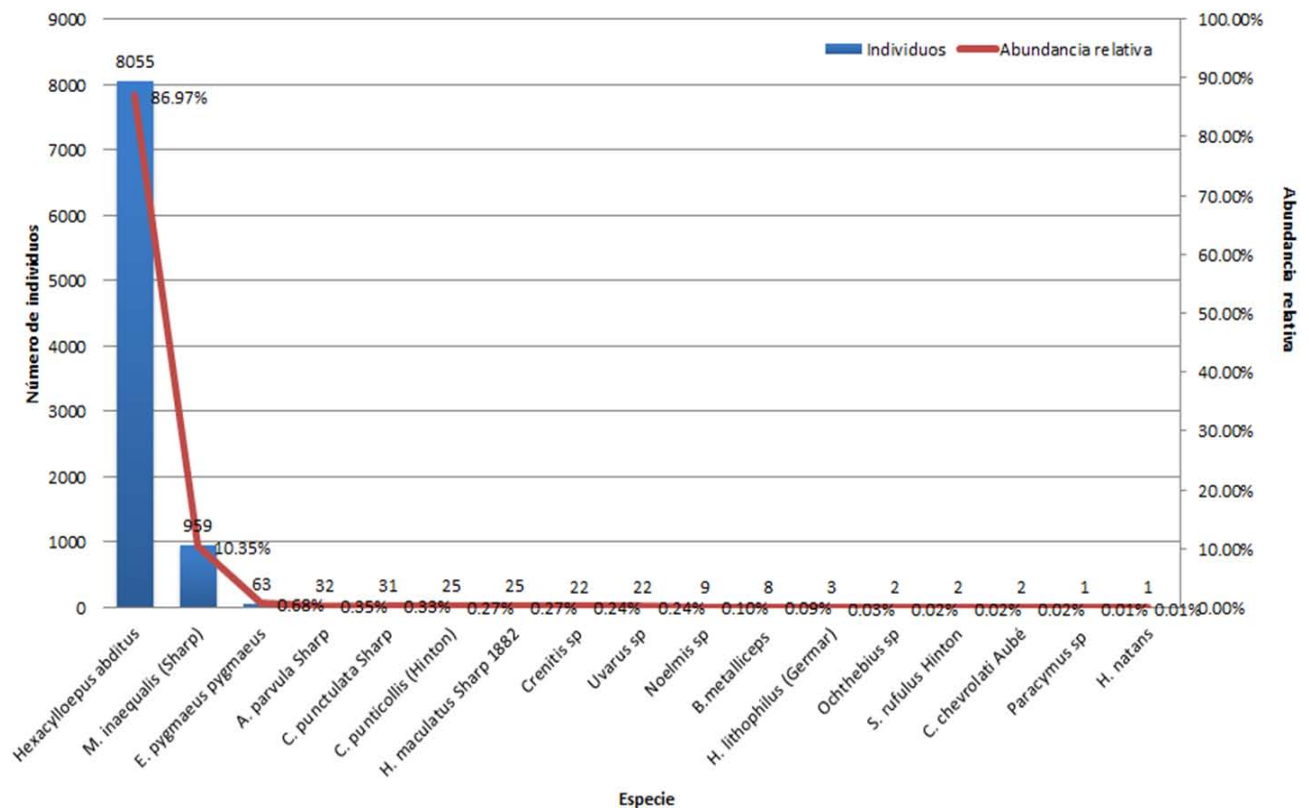


Figura 9. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos en la localidad de Domingullo

Patrón de abundancia relativa (Huatulco)

En la localidad de Huatulco se recolectaron un total de 10,862 organismos de coleópteros acuáticos que pertenecen a las familias Hydrophilidae, Dryopidae, Dytiscidae, Epimetopidae, Hydraenidae y Elmidae (Fig. 10). Se registraron 28 especies correspondientes a 17 géneros.

De las familias registradas, la de mayor riqueza y abundancia fue Hydrophilidae con 10,817 organismos distribuidos en diez especies que representan el 99.59% de la abundancia relativa de los coleópteros acuáticos en esta localidad (Fig. 13). En esta familia, las especies de mayor abundancia fueron *Chaertarthria spangleri*, representada por 4,311 organismos que corresponde al 39.69% del total de abundancia dentro de la familia; *Berosus metalliceus* con 2704; *Berosus miles* (1); *Berosus stramineus* (1), con el 24.91%; *Enochrus pygmaeus pygmaeus*, representada por 2540 individuos con el 23.38%; *Hemiosus maculatus*, con 996 que corresponde al 9.17%; *Anacaena párvula*, con 219

organismos que son el 2.02%; *Tropisternus laevis* (1); *Tropisternus mexicanus* (2); *Crenitis* (4) y la familia *Hydraenidae* *Ochtebius* sp. (9). A continuación, la familia Epimetopidae representada por *Epimetopus* sp. (18); familia Dryopidae *Helichus lithophilus* (1); y *Dryops* (3). La familia Elmidae es representada por la especie *Stenhelmoides rufulus* (3), seguida de *Hexacylloepus abditus* (2); y *Neocyloepus* sp. (1). Posteriormente la familia Dytiscidae, con once especies en diez géneros, con 45 organismos que corresponde al 0.45%, de la abundancia total, en donde la especie *Uvarus* sp. presentó la mayor abundancia, registrando 17 organismos; *Laccodytes* sp. (9); *Macrovatellus mexicanus* (8); *Desmopachria* sp. (3); *Bidessonotus* sp. (2); *Copelatus chevrolati* (1); *Deronectes stratiellus* (1); *Hydrovatus concolor* (1); *Laccophilus* sp. (1); *Rhantus gutticollis* (1); y *Rhantus mexicanus* (1) (Apéndice XI).

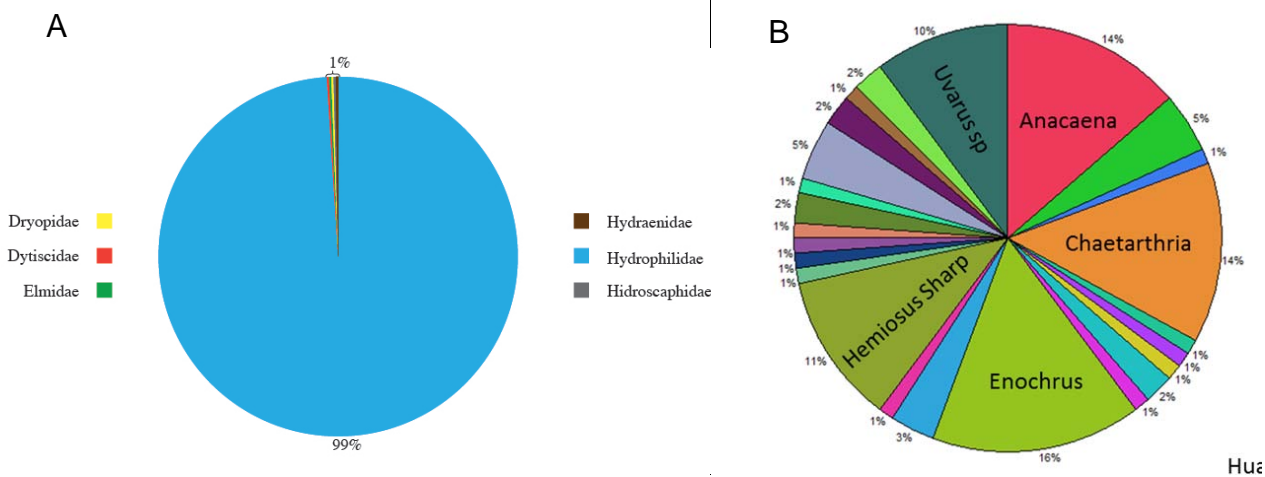


Figura 10. Abundancia relativa de la riqueza de las familias en Huatulco (A) y abundancia relativa de los géneros registrados en Huatulco (B).

De las dos localidades estudiadas, Huatulco sobresale por tener un mayor número de especies (28) y abundancia (10,862) a pesar de que solamente se realizó la recolección de estos insectos durante siete meses, dando un total de 53.98% del total colectado. Comparativamente en Dominguillo se tuvo un menor número de especies (17) y ligeramente menor de abundancia (9,262) aunque el muestreo se realizó durante los doce meses, dando un porcentaje total de 46.02% del total colectado y analizado para este estudio.

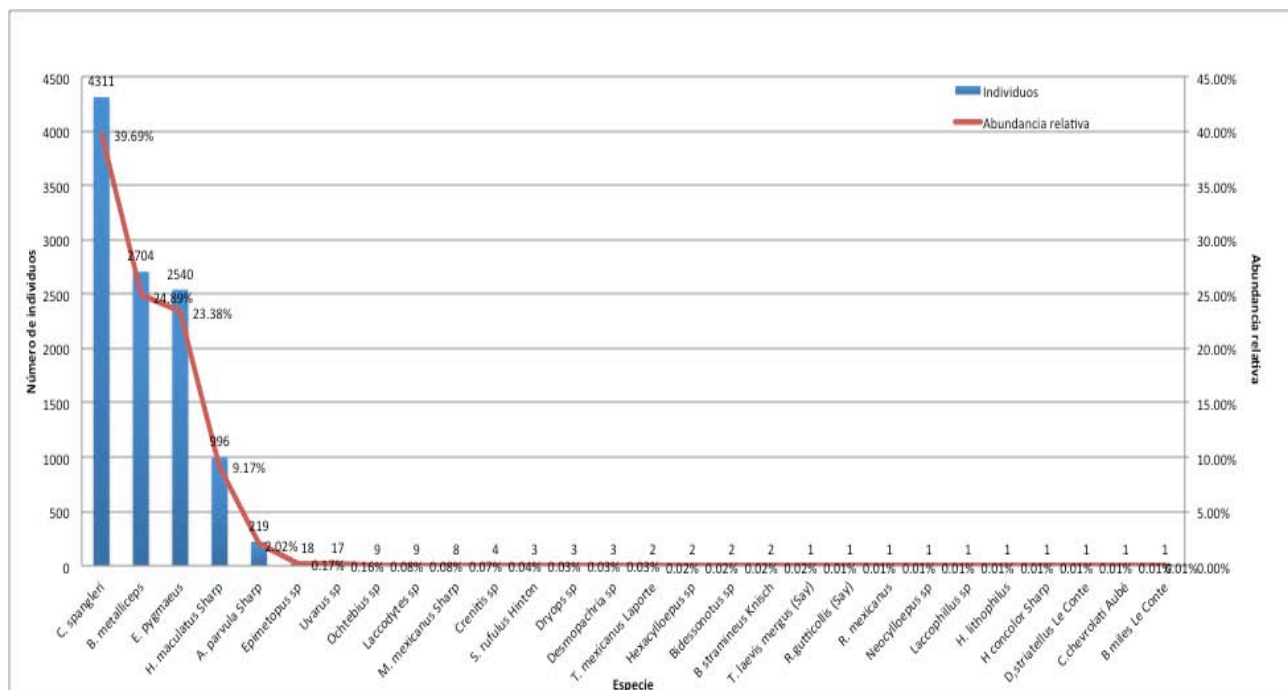


Figura 11. Abundancia total y abundancia relativa (%) de las especies de coleópteros acuáticos registradas en Huatulco.

En el cuadro 9 se muestra la cantidad de especies exclusivas de cada localidad. Cabe destacar el hecho de que más de la mitad de las especies solamente se encontraron en una de las localidades. De manera intuitiva, estos valores indican un alto recambio de especies entre las localidades.

Cuadro 9. Totales de riqueza y abundancia de los géneros y especies de Coleópteros acuáticos en ambas localidades con SBC.

Localidad	Géneros	Especies	Abundancia	Especies exclusivas	Porcentaje del total
Dominguillo	17	17	9262	6	46.02%
Huatulco	24	28	10862	17	53.98%

Diversidad alfa

Para analizar el esfuerzo de muestreo en la localidad, se presentan las curvas de acumulación de especies, de acuerdo a dos métodos, curvas de rarefacción, que fueron obtenidas para cada una de las localidades de estudio (Fig. 12), y las curvas de acumulación de Clench, que muestran las especies obtenidas y estimadas. Para observar mejor los resultados de esta estimación, ambas curvas se colocaron en la misma gráfica. Dichas curvas fueron extrapoladas para que se pudiera observar mejor qué porcentaje de especies ha sido alcanzado durante el muestreo.

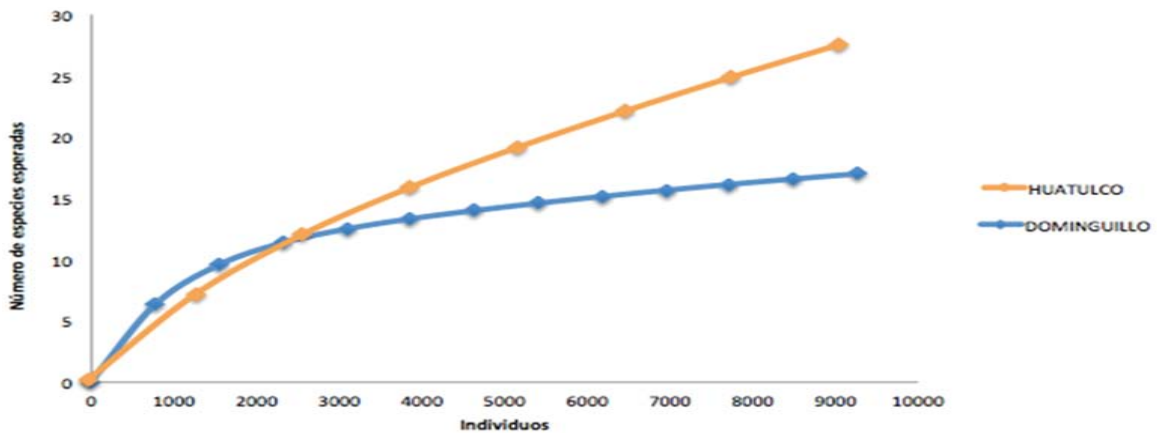


Figura 12. Curvas de rarefacción para estimar el número de especies de coleópteros acuáticos asociados a SBC de ambas localidades de estudio.

De acuerdo con el modelo de Clench, con las especies obtenidas en Dominguillo se ha alcanzado el 86.6% de representatividad de las 20 especies esperadas (Fig. 13). En tanto que en la localidad de Huatulco, las 28 especies observadas representan el 47.6% de las 59 esperadas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de la estimación de la riqueza de especies de coleópteros acuáticos para los sitios de estudio obtenida por el modelo de Clench.

Localidad	Sobs	SE	B	R ²	% de
Dominguillo	17	19.56	2.206	0.9934	86.9
Huatulco	28	58.76	7.94	0.9972	47.6

Sobs: número de especies observadas; SE: número de especies estimada; B: pendiente bajo la curva o asíntota, R²: Coeficiente de correlación de Pearson.

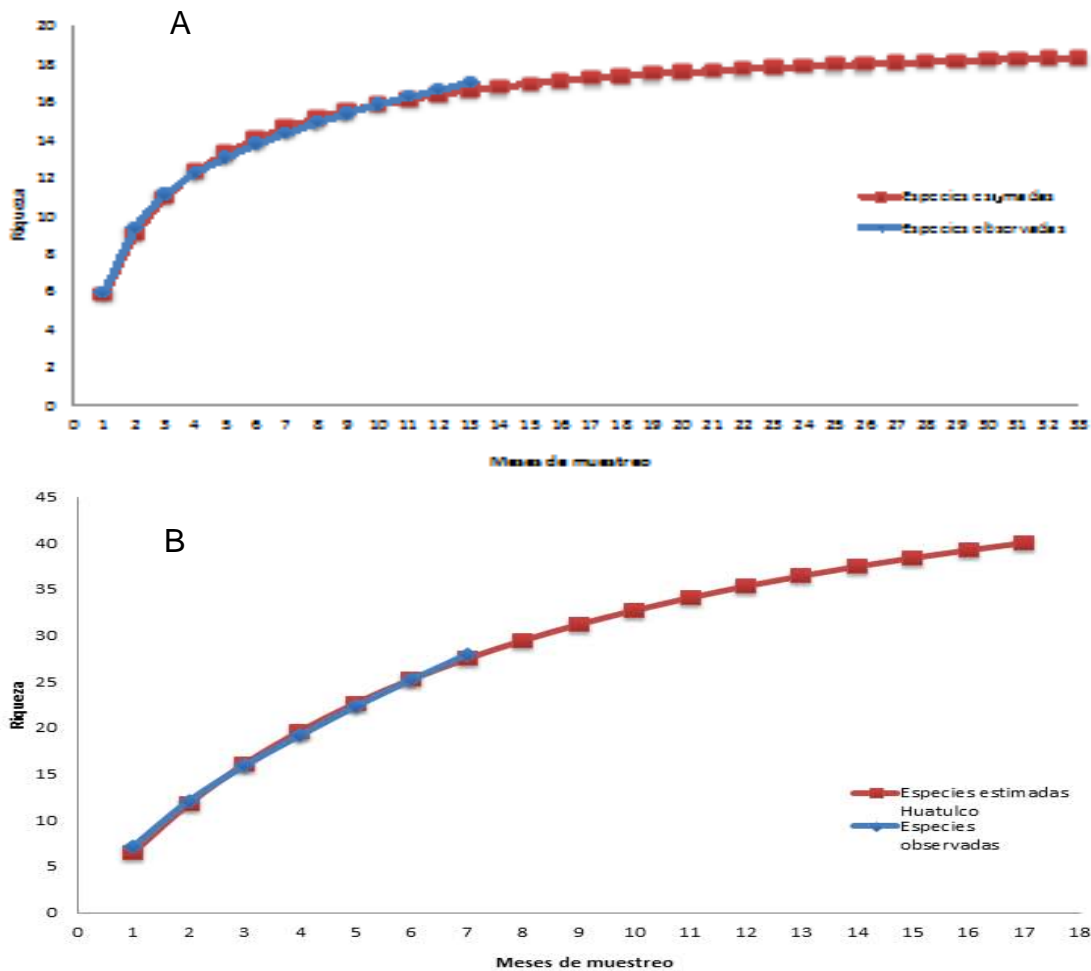


Figura 13. Curvas de acumulación de especies obtenida por el modelo de Clench de coleópteros acuáticos asociados a SBC en las dos localidades de Domingullo (A) y Huatulco (B).

Después de analizar el esfuerzo de muestreo, se realizó el análisis de la diversidad alfa bajo el concepto de diversidad verdadera de orden 0, 1 y 2 para ambas localidades. En el cuadro 11, se indican los valores del índice de Shannon, los de la diversidad observada y estimada en términos de números efectivos de especies, para hacer una comparación de los resultados obtenidos con diferentes métodos. En primera instancia, puede observarse que el valor del índice de Shannon incrementa conforme aumenta la cantidad de especies. El valor de la diversidad verdadera de orden 1, además de cambiar con el incremento en la cantidad de especies, también muestra una variación que responde a la cantidad de especies dominantes o raras. Por otro lado, la interpretación de los resultados como especies efectivas (diversidad verdadera) es más intuitiva y evidente que como bits (índice

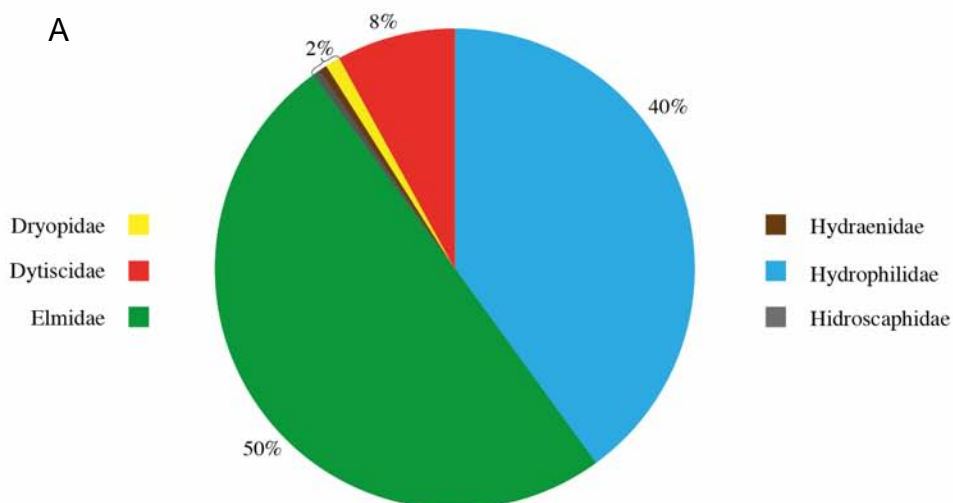
de Shannon), pues el valor de diversidad verdadera muestra el número de especies que tienen una contribución relevante en el ensamble.

Cuadro 11. Análisis de la diversidad alfa verdadera de coleópteros acuáticos asociados a la SBC en las dos localidades del Pacífico Mexicano.

Localidad	Abundancia	Índice de Shannon	Diversidad observada			Diversidad estimada		
			⁰ D	¹ D	² D	⁰ D	¹ D	² D
Dominguillo	9262	0.513	17	1.646	0.775	17.7	1.671	1.303
Huatulco	10862	1.413	28	4.108	0.283	43.4	4.108	3.53

⁰D, donde q=0, se usaron datos de presencia-ausencia (riqueza de especies). ¹D, donde q=1 cuando las abundancias son muy similares entre sí (exponencial del índice de Shannon). ²D, q=2 cuando hay especies dominantes (inverso del índice de Simpson).

Sin embargo, aunque el número de especies sea mayor en Huatulco, la abundancia de cada una de las especies es la que determina que una localidad se considere más diversa (Fig. 14). Si todas las especies tuvieran la misma abundancia, entonces su diversidad sería igual al número de especies halladas en una localidad (riqueza específica) (Hill, 1973) y ese sería el valor de diversidad más alto que pueda alcanzar esa comunidad.



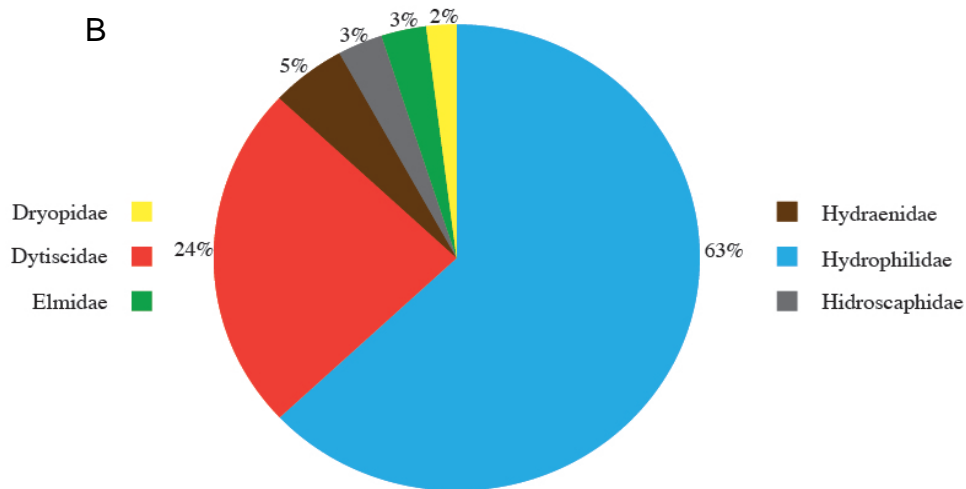


Figura 14. Comparación de la riqueza, abundancia y la diversidad verdadera obtenidos para las localidades de estudio, Dominguillo (A) y Huatulco (B).

Si comparamos ambas localidades con abundancias totales, Huatulco con 10,862 ejemplares de 28 especies, y Dominguillo con 9,262 ejemplares de 17 especies, evidentemente Huatulco resulta más diversa que Dominguillo. Este dato es consistente con el índice de Shannon y la medición de la entropía. De la misma manera, en la diversidad de orden 1, que considera las abundancias de las especies, Huatulco resulta más diversa que Dominguillo con 4,108 y 1,646 especies efectivas, respectivamente.

En el caso de Huatulco, la mitad de las especies están representadas por uno o dos ejemplares, mientras que hay cinco géneros que conjuntan el 88% de la abundancia total. En cambio, la diferencia entre las abundancias relativas de las 17 especies que se encontraron en Dominguillo, es mucho menor que entre las especies de Huatulco (Fig. 15).

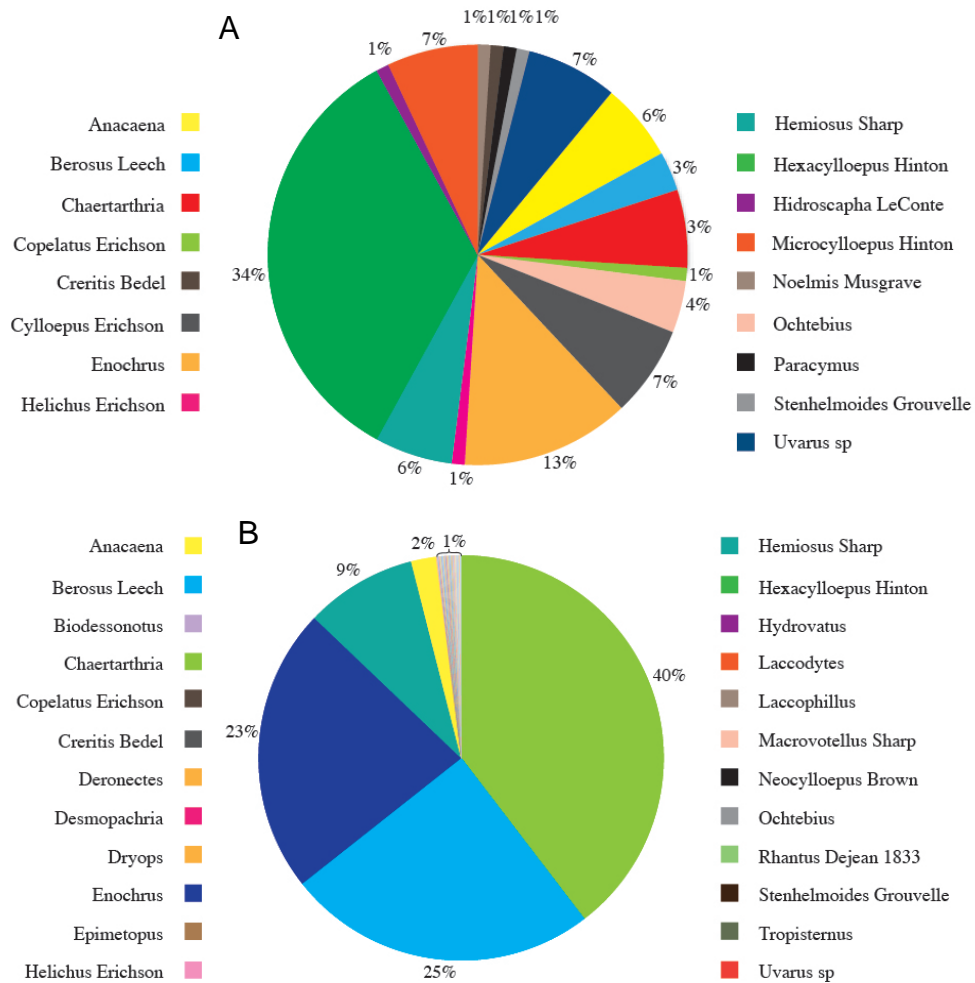


Figura 15. Distribución de las abundancias de géneros de coleópteros acuáticos recolectados en Dominguillo (A) y Huatulco (B).

En el cuadro 12 se muestra una comparación de las estimaciones de riqueza de especies de acuerdo con el modelo de Clench y el estimador de la diversidad verdadera de orden 1 (ACE), donde se destaca que la diferencia entre ambas estimaciones es muy evidente.

De acuerdo con el modelo de Clench, el porcentaje alcanzado en cada localidad es muy bajo, entre 47% y 87%. Mientras tanto, con el estimador no paramétrico ACE, el porcentaje de especies alcanzado está entre 64% y 90%. y se anota el número de meses de muestreo por localidad. Con estos datos, puede observarse que un mayor esfuerzo de muestreo no necesariamente implica la obtención de una mayor abundancia o riqueza de especies, debido a que en Dominguillo, en donde se muestreó durante esos meses, casi llegó a empatar el número de especies observadas respecto a las estimadas.

Cuadro 12. Riqueza de especies estudiadas de coleópteros acuáticos mediante el estimador de Clench y el no paramétrico ACE para Dominguillo y Huatulco (diversidad alfa verdadera de orden 0).

Localidad	RIQUEZA	Estimación de Clench	Porcentaje alcanzado	Estimación de ACE	Porcentaje alcanzado	Tiempo de muestreo
Dominguillo	17	19.56	86.91	18.9	89.94	12 meses
Huatulco	28	58.76	47.65	43.4	64.51	7 meses

Diversidad beta verdadera

El índice de similitud de Jaccard se obtuvo haciendo una comparación de ambas localidades, con 11 especies compartidas, que representan poco más del 32%. Por otra parte, especies que aparecen una sola vez en una localidad son 23 especies, las cuales representan poco más del 67%.

Para medir la diversidad beta entre localidades se usó el método propuesto por Jost (2006, 2008). El resultado está expresado en número de comunidades efectivas (cuadro 13). Para $q=0$, se obtuvo un valor de beta de 1.51 comunidades efectivas, es decir, que el total de especies y sus respectivas abundancias, serían el equivalente a 1.51 comunidades virtuales, cada una de las cuales tendría la misma cantidad de especies. Este valor significa que las dos comunidades son bastante complementarias, ya que cada una presenta especies que no se encuentran en la otra comunidad. La misma interpretación se hace cuando $q=1$, a excepción de que en ese caso todas las especies tendrían abundancias iguales. Un valor muy cercano al esperado significa que, al considerar a las especies como iguales, independientemente de que algunas sean más abundantes que otras, las dos localidades son muy distintas entre sí, por lo que entre las dos, casi conformarían dos comunidades virtuales en las que todas las especies tendrían abundancias iguales.

Con respecto a los valores de gamma, se puede comentar que entre las dos comunidades se conjunta una diversidad muy baja, principalmente porque la mayoría de los individuos pertenecen a unas cuantas especies dominantes.

Cuadro 13. Diversidad beta obtenida mediante la fórmula de partición multiplicativa ponderada de Jost (2006-2008) para ambas localidades

Valor q	Alfa promedio	Gama	Beta
0	22.5	34	1.51
1	2.71	5.24	1.93

Fenología y relación de la diversidad con los parámetros ambientales

Los bosques tropicales caducifolios presentan una característica muy evidente de una marcada estacionalidad. Ésta determina los ciclos de vida de muchas especies de insectos que los habitan. En el caso de este estudio, se puede inferir que la mayor abundancia y riqueza de especies en estado adulto se distribuyen en los meses de mayor precipitación.

Sin embargo, el ciclo de vida de los coleópteros acuáticos no está bien conocido. La duración es variable y puede llegar a prolongarse de dos a cinco semanas, aunque en algunos grupos no se conoce con certeza. 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).

Para la localidad de Dominguillo, se registró una aparente correlación positiva entre la temperatura y la riqueza (Fig. 16.A), siendo más significativa la correlación entre precipitación y abundancia (Fig. 16.B).

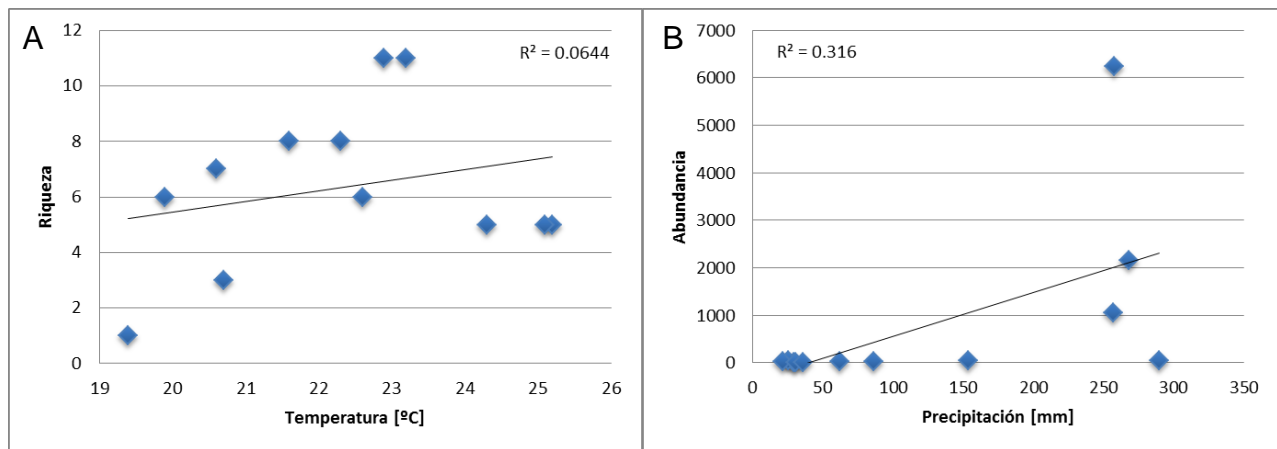


Figura 16. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura (A), así como de abundancia y precipitación (B) para la localidad Dominguillo.

El análisis fenológico de Dominguillo indica que el mayor número de organismos y riqueza se registró en la estación de lluvias, con un claro aumento en el mes de agosto. En dicho mes, se registraron 5,837 organismos distribuidos en 17 especies (cuadro 6, Fig. 16), mientras que la menor riqueza y abundancia se registraron en el mes de mayo, representadas por 26 organismos pertenecientes a cinco especies *Cylloepus puncticollis*, *Helichus lithophilus*, *Microcylloepus inaequalis*, *Hexacylloepus abditus*, *Hidroscapha natans*. Al comparar los meses de secas con los meses lluviosos, se observó una diferencia marcada en cuanto al número de organismos y de especies registradas. En los meses de secas, de noviembre a abril, se registró un total de 112 individuos (1.21%) distribuidos en 10 especies. En tanto, en los meses correspondientes a la estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre, se registró 9150 organismos (98.79%) pertenecientes a 17 especies. A lo largo del ciclo de recolección, diez especies estuvieron presentes tanto en los meses secos como en los meses lluviosos, 10 especies solo en los meses de secas y 16 especies en los meses de lluvias (Fig. 17).

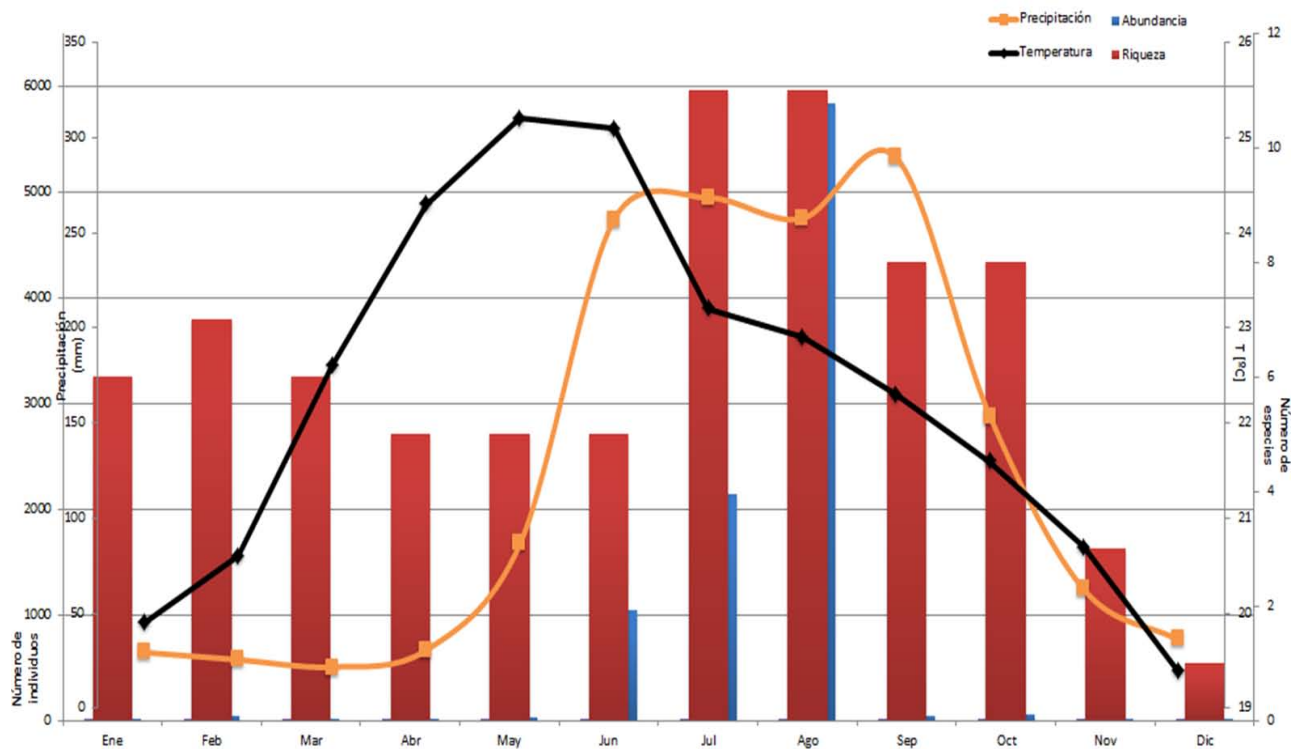


Figura 17. Distribución de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en Dominguillo.

El análisis de correlación efectuado para la riqueza, abundancia y variables ambientales, temperatura y precipitación (Fig. 18), demuestra que en esta localidad presenta una tendencia positiva entre la riqueza y la temperatura, con una correlación baja.

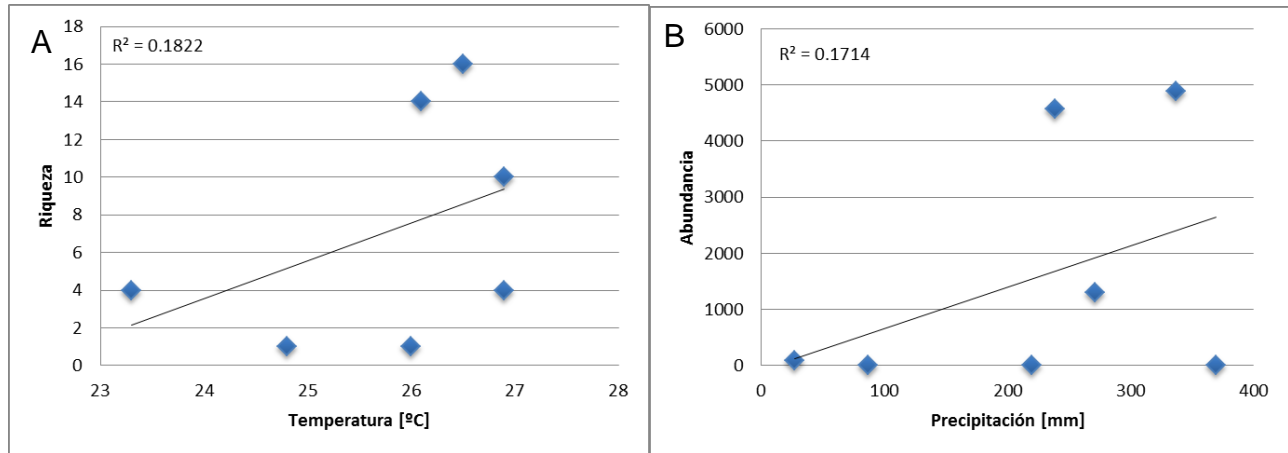


Figura 18. Análisis de correlación entre riqueza y temperatura (A), así como de abundancia y precipitación (B) para la localidad Huatulco.

El mayor número de especies y de individuos fueron recolectados en los meses correspondientes a la estación de lluvias (cuadro 6 y 7). Los meses de junio, julio y septiembre fueron los de mayor riqueza y abundancia, en donde se registran 25 especies de las 28 halladas en esta estación. En estos meses, se registraron 10758 organismos, que representan casi el total de los coleópteros acuáticos registrados en la localidad (más del 99%). Por otro lado, el mes de noviembre, correspondiente a la temporada de secas, estuvo representado por cuatro especies que albergan 89 organismos, que equivalen a menos del 0.9% del total para la localidad, dato bajo de abundancia. Por otra parte, los meses con menor número de especies e individuos corresponde a mayo, agosto y octubre, con 15 organismos y cuatro especies, que correspondería al 0.1%.

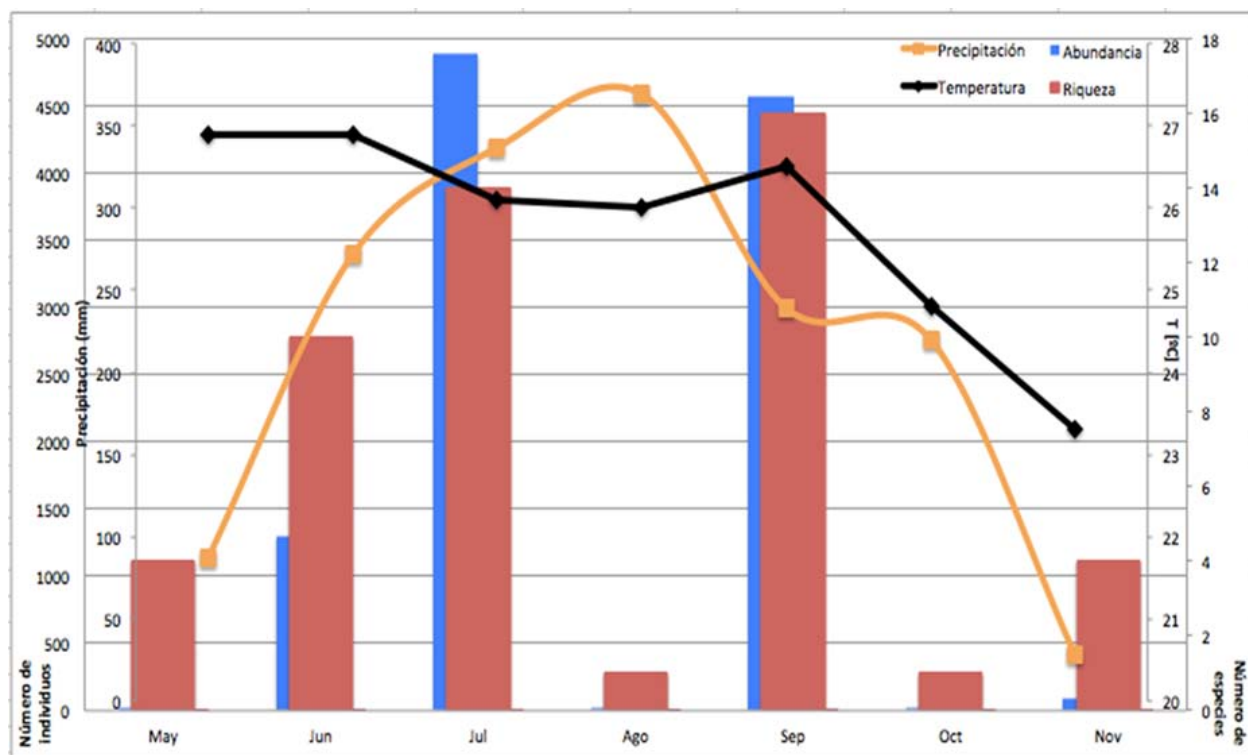


Figura 19. Distribución mensual de la abundancia y riqueza de las especies de coleópteros acuáticos en Huatulco.

Los ensambles de insectos acuáticos de las localidades aquí analizadas también responden al patrón general de mayor abundancia en épocas de lluvias (Figs. 17 y 19). Sin embargo, la comparación entre los patrones de las dos localidades muestran que el patrón fenológico de cada una fue diferente y estuvo determinado por la precipitación y temperatura propias de cada localidad, lo cual fue un factor determinante en la presencia o ausencia de éstos. Sobre esto, resulta destacable que casi todas las especies están presentes únicamente en el periodo de lluvias. Sin embargo, también hay especies que se encontraron tanto en la época de lluvias, como en la de secas, aunque en mucho menos cantidad (Fig. 20).

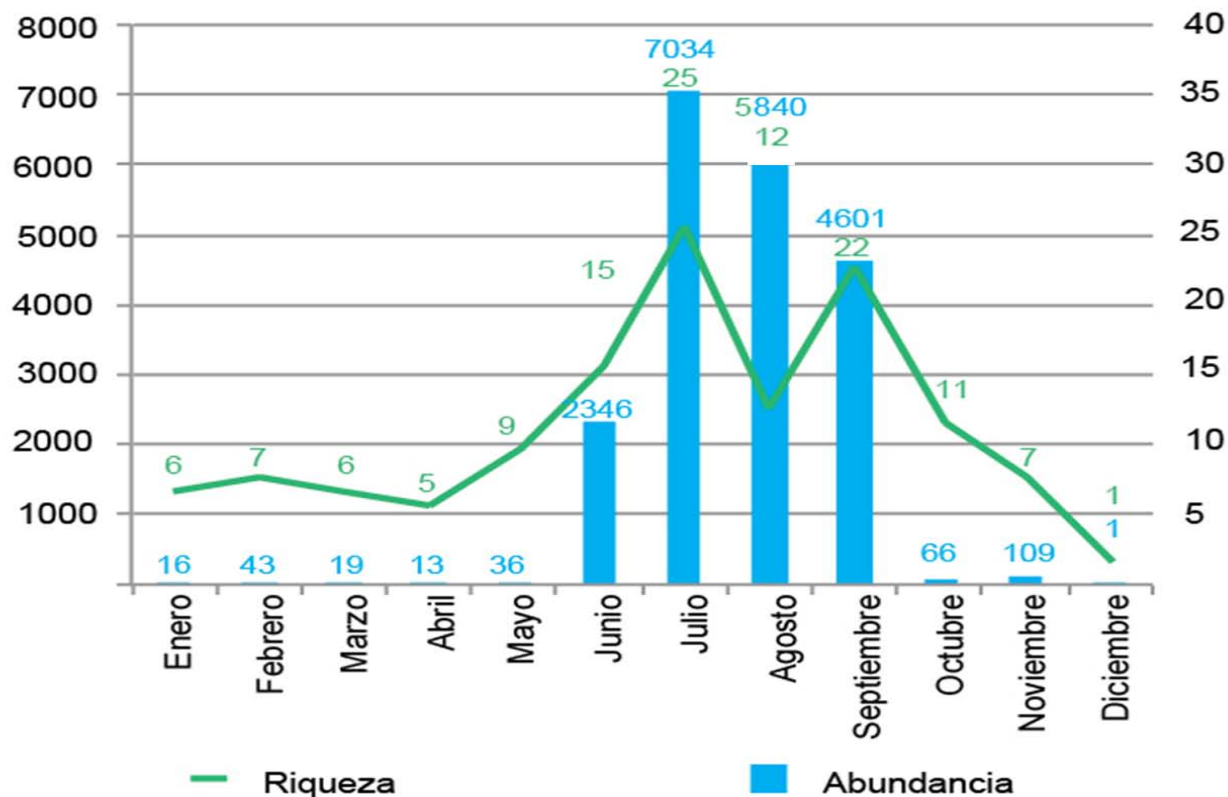


Figura 20. Distribución de riqueza y abundancia de coleópteros acuáticos asociados a SBC en las dos localidades del Pacífico Mexicano.

Patrón de hábitos y gremios tróficos

De acuerdo a sus 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 *et al.*, 2008). Sobre el 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 *et al.*, 2002). De las dos familias con mayor abundancia para cada localidad, los *Hydrophilidae* son depredadoras en su estado larval, y primariamente detritívoras, fitófagas y necrófagas. Más de la mitad de sus especies están adaptadas a la vida en el agua, o al menos en biotopos marginales, a veces inundables y otras veces

riparios. Pocas son nadadoras activas en su estado adulto, y la mayoría se desplazan sobre sustratos vegetales o sustratos inertes sumergidos, mientras que las riparias lo hacen sobre el sedimento.

Los adultos familia Elmidae prácticamente todas las especies viven en corrientes de agua de mucho movimiento. A los adultos se les encuentra bajo el agua, sobre rocas, musgos, bajo troncos y rocas, o a orillas de la corriente de agua. Se alimentan principalmente de las algas microscópicas que crecen sobre la superficie, principalmente de algas y detritos. Estos organismos también son recolectores y raspadores (Elliot, 2008).

Finalmente, estos insectos acuáticos juegan un papel fundamental en la ecología de los cuerpos de agua. Son biológica y ecológicamente 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 *et al.*, 2000).

CONCLUSIONES

De las dos localidades, se recuperó un total de 34 especies. El total de las especies registradas se concentran en 7 familias, sumando 20124 organismos capturados con trampa de luz en cinco sitios de muestreo en SBC. A la mayoría de las especies se les asignó un nombre científico y 11 permanecieron como morfoespecies. 23 de ellas se encuentran en una sola localidad y 11 especies son compartidas. 7 de ellas alcanzaron la mayor abundancia y 38 especies tuvieron la menor abundancia. Se incorporaron seis registros de especies con nueva distribución para el país, las cuales son *Berosus metalliceps*, *Berosus miles*, *Berosus stramineus*, *Chaertarthria punctulata*, *Cylloepus punticollis* y *Hemiosus maculatus*.

El suborden Polyphaga fue el que representa mayor riqueza específica, con un 90%, a diferencia del suborden Adephaga, con tan solo un 9.9%, y el suborden Myxophaga, con el 0.1%. En la localidad Domingullo, la familia Elmidae tuvo una abundancia del 98%, y en Huatulco la familia Hydrophilidae se presentó en un 99%.

De los dos sitios de estudio, Huatulco presenta la mayor riqueza y abundancia, registrando 28 especies y 10862 individuos, mientras que en Domingullo se registraron 17 especies y 9661 individuos. Cabe destacar que el esfuerzo de muestreo no fue constante para la localidad de Huatulco, que solamente se realizó durante 7 meses. De manera general, en ambos sitios de estudio, la mayor riqueza y abundancia se registró en especies pertenecientes a las familias Hydrophilidae y Elmidae principalmente. Mientras que los géneros *Anacaena*, *Berosus*, *Chaertarthria*, *Enochrus*, *Hemiosus*, *Hexacylloepus* y *Microcylloepus* presentaron el mayor abundancia de organismos en los sitios de estudio. Las especies que destacan como las de mayor abundancia en ambos sitios son *Hexacylloepus abditus*, *Chaertarthria spangleri*, *Berosus metalliceps*, *Enochrus pygmaeus pygmaeus*, *Hemiosus maculatus*, *Microcylloepus inaequalis* y *Anacaena parvula*.

El análisis de similitud de Jaccard muestra un alto recambio de especies entre las localidades (45%), lo cual pudiera estar determinado por la afinidad biogeográfica de la SBC. Como resultado del análisis de la curva de rarefacción, se encontró que la mayor riqueza se halla en Huatulco, con 28 especies observadas y 40 especies estimadas, lo que indica que aún faltan por recuperar especies según la estimación. Para Domingullo, se

obtuvo que las especies observadas son 17 y las estimadas son 19, lo cual permite concluir que se ha realizado un esfuerzo de muestreo completo para esta localidad.

Se presentó un mayor número de individuos en los meses de lluvias en Huatulco. Este patrón estuvo determinado por la abundancia de *Chaertarthria spangleri*, *Berosus metalliceus*, *Enochrus pygmaeus pygmaeus* y *Hemiosus maculatus*. En Dominguillo, se observó igualmente la mayor abundancia en temporada de lluvias, principalmente determinado por las especies *Hexacylloepus abditus* y *Microcyllloepus inaequalis*. El análisis de correlación efectuado para ambos sitios de estudio indicó cierto grado de positividad entre abundancia y precipitación en Huatulco, así como la riqueza y temperatura en Dominguillo.

Es evidente que la variación anual en la precipitación marca el aumento de la riqueza y abundancia de los coleópteros acuáticos en la SBC. Sin embargo, aunque pocas, también hay especies que están presentes en ambas épocas del año. Este es un tema que debe explotarse más en estudios posteriores, a fin de determinar en qué magnitud influye la precipitación en los ciclos de vida de los coleópteros acuáticos. Finalmente, el conocimiento sobre la biología y la ecología de los coleópteros acuáticos es de gran importancia para evaluar reglas ecológicas generales y para establecer un sistema de protección y conservación de los recursos acuáticos.

REFERENCIAS

- 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, 29-53.
- Arce-Pérez, R. 1986. Contribución al conocimiento de los coleópteros acuáticos del Río Amacuzac en la región de Vicente Aranda, Edo., de Morelos, México. (Tesis Licenciatura en Biología), UNAM, México, D.F. 115.pp.
- Arce-Pérez, R. 1997. Sinopsis del Suborden Myxophaga (Coleoptera de México). *Dugesiana*, 4: 41-50.
- Arce-Pérez, R., Campbell, B. W., y Gómez-Anaya, J. A. 2008. Taxonomic distinctness and aquatic Coleoptera: comparing a perennial and intermittent stream with differing geomorphologies in Hidalgo, Mexico. *Aquatic Ecology*, 42: 103-113.
- Arce-Pérez, R., y Jäch, M. 2004. Sinopsis de la familia Hydraenidae (Coleoptera: Staphylinoidea) de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 43: (2) 237-247.
- Arce-Pérez, R., y Morón, M. A. 2008. Primer registro de especies del suborden Myxophaga (insecta: Coleoptera) en la Provincia del Golfo de Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 24: (2) 225-226.
- Arce-Pérez, R., y Morón, M. A. 2011. Los *Macroductylus* (Coleoptera: Melolonthidae) de América Central. Saarbrücken, Germany: Académica Española. 275.pp.
- Arce-Pérez, R., y Novelo-Gutiérrez, R. 1991. Coleópteros acuáticos de la reserva de la biosfera "La Michilía", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 81: 341-344.
- Arce-Pérez, R., Novelo-Gutiérrez, R., y Gómez-Anaya, J. A. 2002. Coleópteros acuáticos de la zona de influencia de la Central Hidroeléctrica "Ing. Fernando Hiriart Balderrama" (C. H. Zimapán), Hidalgo, México I. (Coleoptera: Adepaga: Dytiscidae, Haliplidae, Gyrinidae). *Folia Entomológica Mexicana*, 41: (2) 229-248.
- Arce-Pérez, R., Novelo-Gutiérrez, R., y Gómez-Anaya, J. A. 2010. Coleópteros acuáticos de la zona de influencia de la central hidroeléctrica "Ing. Fernando Hiriart Balderrama" (C.H. Zimapán), Hidalgo, México. II. Coleoptera: Polyphaga y Myxophaga. *Acta Zoológica Mexicana*, 26: (3) 639-667.
- Arce-Pérez, R., y Roughley, R. E. 1999. Lista anotada y claves para los Hydradephaga (Coleoptera: Adepaga: Dytiscidae, Noteridae, Haliplidae, Gyrinidae) de México. *Dugesiana*, 6: 69-104.
- Arriaga Cabrera, L., Espinoza Rodríguez, J. M., Aguilar Zúñiga, C., Martínez Romero, E., Gómez Mendoza, L., y Loa Laza, E. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. México, D.F.: CONABIO
- Arroyo Mora, P. 2002. Forest cover assessment, Chorotega region, Costa Rica. (Tesis de Maestría), University of Alberta, Edmonton, Canada. 111pp.
- Benetti, C. J., Régil Cueto, J. A., y Fiorentin, G. L. 2003. Géneros de Hydradephaga (Coleoptera: Dytiscidae, Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae) citados para Brasil con claves para su identificación. *Biota Neotrop*, 3: (1) 1- 20.
- Brown, H. P. 1976. Aquatic Dryopoid Beetles (Coleoptera) of the United States. Dept of Zoology., 82pp.
- Ceballos, G., y García, A. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of Dry Forest in Western Mexico. *Conservation Biology*, 9: 559-568.

- Challenger, A., y Caballero, J. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: Pasado, presente y futuro. México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.847.pp.
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., y Shen, T. J. 2005. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma, 4, 85-96.
- Chao, A., y Lee, S. M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87: 210-217.
- CONABIO. (1999). Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. In CONABIO. (Ed.), *Catálogo de metadatos geográficos*. México, D.F.: CONABIO.
- CONANP. 2014. Reserva de la Biósfera de Tehuacán- Cuicatlán., 2014., from <http://tehuacan-cuicatlan.conanp.gob.mx/>
- Culler, L., y Lamp, W. O. 2009. Selective predation by larval *Agabus* (Coleoptera: Dytiscidae) on mosquitoes: support for conservation-based mosquito suppression in constructed wetlands. *Freshwater Biology*, 54: 2003-2014.
- Cuppen, J. G. M. 1986. The influence of acidity and chlorinity on the distribution of *Hydroporus* species (Coleoptera, Dytiscidae) in the Netherlands. *Entomologica Basiliensia*, 11: 327-336.
- Dirzo, R., y Ceballos, G. 2010. Las selvas secas de México: un reservorio de biodiversidad y laboratorio viviente. . México: Fondo de Cultura Económica / CONABIO.13-17.pp.
- Dosdall, L. M., y Lehmkuhl, D. M. 1979. Stoneflies (Plecoptera) of Saskatchewan. *Queast Entomology*, 15: 3-116.
- 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). 257.
- Eyre, M. D., Foster, G. N., y Foster, A. P. 1990. Factors affecting the distribution of water beetle species assemblages in drains of eastern England. *Journal of Applied Entomology*, 109: 217-225.
- Ferreira Jr, N., Mendonça, E. C., Dorvillé, L. F. M., y Ribeiro, J. R. I. 1998. Levantamento preliminar e distribuição de besouros aquáticos (Coleoptera) na Restinga de Maricá, Maricá, RJ. *Ecologia de insetos aquáticos*, 5: 129-140.
- Flores-Villela, O., y Gerez., P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo. . México, D.F.: CONABIO, UNAM.437pp.
- García, R. G. 2011. Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en la presa "Lorenzo Vazquez", reserva de la Biosfera Sierra de Huatla, Morelos. (Licenciatura en Biología), UNAM, México D.F. 86pp.
- García-Mendoza, A. 2004. Integración del conocimiento florístico del estado. México: Universidad Nacional Autónoma de México - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.305-325pp.
- González del Tanago, M., García de Jalón, D., y Martínez-Elcoro, I. 1979. Estudio de la fauna macroinvertebrada de los ríos Ciguela, Záncara y Córcoles: Aplicación de índices biológicos para el estudio de la calidad de sus aguas. *Bol. Est. centr. Ecol.*, 15: 45-49.

- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: (1) 1-9.
- Hansen, M. 1991. The Hydrophiloid Beetles: Phylogeny, Classification and a Revision of the Genera (Coleoptera, Hydrophiloidea). Copenhagen, Denmark: Biologiske Skrifter 40. The Royal Danish Academy of Science and Letters. 416pp.
- Hansen, M. 1999. World Catalogue of Insects 2: Hydrophiloidea (Coleoptera). 1-416
- Hansen, M., y Hebauer, F. 1988. A new species of *Helochares* from Israel, with a key to the European and some Near East species (Coleoptera, Hydrophilidae). *Entomologica Scandinavica*, 19: 27-30.
- Hebauer, F., y Short, A. E. 2006. World catalogue of Hydrophiloidea additions and corrections, 1 (1999-2005) (Coleoptera). *Koleopterologische Rundschau*, 76: 315-359
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology*, 54: 427-432
- Hinton, H. E. 1940. Revision of the Mexican Water Beetles of the Family Elmidae. *Novitates Zoologicae.*, 42.: (2.) 219-396.
- Hulbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- INAFED. (2002). Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca. In S. d. Gobernación. & S. N. d. I. Municipal. (Eds.). México.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. E. O. Wilson y F. M. Peters (eds.). Washington, D. C.: National Academy Press. 130-137pp.
- Jaramillo-Luque, V. 1982. Ordenación y clasificación de vegetación en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. (Licenciatura en Biología), Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 91pp.
- Jaramillo-Luque, V., y González-Medrano, F. 1983. Análisis de la vegetación arbórea en la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 45: (49-64)
- Jiménez-Sánchez, E. 2003. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) atraídos a trampa de luz de una selva baja caducifolia en la Sierra de Huautla, Morelos, México. (Maestría en Ciencias Biológicas), UNAM., México, D.F. 114.pp.
- Jost, L. 2009. Measuring the diversity of a single community. Retrieved 16 Febrero 2015.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma.*, 4: 19-40
- Lawrence, J. F., y Newton, J. A. F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera: Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson*, 1: 779-1006
- Leech, H. B., y Chandler, H. P. 1956. Aquatic insect of California with keys to North American genera and California species. Los Angeles, EEUA.: University of California.
- León-Cortés, J. L., Ruiz Montoya, L., y Morón, M. A. 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*, 163-194.

- León-Cortés, J. L., Soberón, J., y Llorente-Bousquets, J. 1998. Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and Distributions*, 4: 37-44.
- Lira, I., y Ceballos, G. 2010. Huatulco, Oaxaca. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*., 520-526.
- Longino, J. T. 1994. How to measure arthropod diversity in a tropical rainforest. . *Biology International*, 28: 3-13.
- Lundkvist, E., Landin, J., y Milberg, P. 2001. Diving beetle (Dytiscidae) assemblages along environmental gradients in an agricultural landscape in southeastern Sweden. *Wetlands*, 21: 48-58
- Maass, J. M. 1995. Conversion of tropical dry forest to pasture and agriculture. In S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. M. (eds.) (Eds.), *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge, United Kingdom.: Cambridge University.
- Mejorada-Gómez, E. 1989. Contribución al estudio taxonómico de los coleópteros acuáticos y semiacuáticos (Insecta: Coleoptera) de los estados de Veracruz y Chiapas. (Licenciatura en Biología), UNAM., México, D.F. 219pp.
- Méndez-Aguilar, M. J., Castro-Ramírez, A. E., Alvarado-Barrantes, R., Pacheco-Flores, C., y Ramírez-Salinas, C. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de Melolóntidos nocturnos (Coleoptera: Sacarabaeoidea). *Acta Zoológica Mexicana*, (21) 109-124.
- Merritt, R. W., Cummins, K. W., y Berg, M. B. 2008. *An introduction of Aquatic Insects of North America*. (4th ed.). Dubuque, Iowa.: Kendall / Hunt Publishing Company. 1158 pp.
- Microsystems., L. 2014. Leica Application Suite., 2014., from <http://www.leica-microsystems.com/products/microscope-software/software-for-life-science-research/las-easy-and-efficient/>
- Miguelé, D., y Valladares, L. F. 2006. Nuevos datos sobre la distribución geográfica y el hábitat de *Aphelocheirus occidentalis* Nieser & Millan 1989 (Hemiptera: Aphelocheiridae). *SEA*, 38: 343-344.
- Miller, B. K. 1974. Revision of the new world Chaetarthria (Coleoptera: Hydrophilidae). *Entomologica Americana*, 49: 1-123.
- Miranda, F., y Hernández X, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 27: 67-114.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P. 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., y Valenzuela-González, J. E. 1993. Estimación de la Biodiversidad de insectos en México; Análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*., 44: 303-312.

- Navarrete-Heredia, J. L., y Quiroz-Rocha, G. A. 2004. Hydraenidae (Coleoptera). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México, Hacia una síntesis de su conocimiento., 2: 641-647
- Nelson, W. R. 1977. *Neophrynychthys angustus*. In R. Froese & D. E. Pauly (Eds.), *FishBase*.
- Nilsson, A. N. 2001. World catalogue of insects, 3, Dytiscidae (Coleoptera). Stenstrup, Denmark.: Apollo Books.395pp.
- Nilsson, A. N., y Van-Vondel, B. J. 2005. World Catalogue of Insects, 7. Amphizoidea, Aspidytidae, Haliplidae, Noteridae and Paelobiidae (Coleoptera, Adephaga). Stenstrup, Denmark: Apollo Books.171pp.
- Noguera, F. A., Zaragoza-Caballero, S., Rodríguez-Palafox, A., González-Soriano, E., Ramírez-García, E., Ayala, R., y Ortega-Huerta, M. A. 2012. Cerambícidos (Coleoptera: Cerambycidae) del bosque tropical caducifolio en Santiago Domingullo, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: (3) 611-622
- Noguera Martínez, F. 2011. LINBOS: Los insectos del bosque seco. 2014, from <http://linbos.net/>
- Pedersen, E. R., y Perkins, M. A. 1986. The use of benthic macroinvertebrate data for evaluating impacts of urban runoff. *Hydrobiologia*, 139: 13-22
- Ramos-Elorduy, J., y Pino, J. M. 2004. Los Coleoptera comestibles de México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica*, 75: (1) 149-183
- Ribera, I., Aguilera, P., y Zumeta, J. B. 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.
- Rodríguez- Vélez, B., Zaragoza-Caballero, S., y Rodríguez, J. M. 2009. Diversidad de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) y otras familias de Hymenoptera obtenidas con trampas Malaise en el bosque tropical caducifolio de la región de Huatulco, Oaxaca, México. . *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80: 709-719
- Rzedowski, J. 1978. Bosque Tropical Caducifolio. *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.189-204pp.
- Rzedowski, J. (1998). Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México, en T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución.*, 129-148.
- Sánchez-Fernández, D., Abellán, P., Velasco, J., y Millan, A. 2004. Selecting areas to protect the biodiversity of aquatic ecosystems in a semiarid Mediterranean region. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 14: 465-479
- Sandoval-Manrique, J. C., y Molina-Astudillo, I. F. (2000). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). En: G. S. De la Lanza-Espino, S. Hernández-Pulido y J. L. Carbajal-Pérez (Eds). *Insectos*, 405-443.
- Santamarina, A. 1987. Valoración de la capacidad depredadora del *Dineutes longimanus* Olivier, 1840 (Coleoptera: Gyrinidae) en condiciones de laboratorio. . *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 39: (1) 59-62.
- Santiago-Fragoso, S. 1984. Revisión taxonómica de algunos géneros de la Familia Elmidae (Insecta: Coleoptera) Para México y Centroamérica. (Doctorado en Ciencias Biológicas), UNAM., México, D.F. 252pp.
- Santiago-Fragoso, S., y Spangler, P. J. 2000. Elmidae (Coleoptera). En: Llorente B., E. González-Soriano, N. Papavero (Eds). Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de

- artrópodos de México, Hacia una síntesis de su conocimiento, II. CONABIO, UNAM, México, D.F.: 421-438.
- Santiago-Fragoso, S., y Vázquez-Navarrete, L. 1989. Coleópteros acuáticos y semiacuáticos del río Amacuzac (Huajintlan y El Estudiante) Morelos, México. Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica, 60: 405-426
- Schäfer, M. L., Lundkvist, E., Landin, J., Persson, T. Z., y Lundström, J. O. 2006. Influence of landscape structure on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and dytiscids (Coleoptera: Dytiscidae) at five spatial scales in Swedish wetlands. *Wetlands*, 26: 57–68.
- SEMARNAT. 2005. Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco. NOM-059-SEMARNAT-2001.
- Soberón, J., y Llorente-Bousquets, J. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, 7: (3) 480-488.
- Southwood, T. R. E. 1971. Ecological methods with special reference to the study of insects populations. Londres: Methuen Publishing.391pp.
- Spangler, J. P. 1960. A Revision of the genus *Tropisternus* (Coleoptera: Hydrophilidae). University of Missouri.364pp.
- Spangler, J. P. 1982. Coleoptera. En: S. H. Hurlbert y A. Villalobos-Figueroa (Eds). . San Diego: San Diego State University, California.323-395pp.
- Stevens, L. E., Polhemus, J. T., Durfee, R. S., y Olson, C. A. 2007. Large mixed species dispersal flights of predatory and scavenging Heteroptera and Coleoptera Northern Arizona. *Western North American Naturalist.*, (67) 587-592
- Toledo, V. M. 1998. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 8: 7-16.
- Toledo, V. M., y Ordoñez, M. J. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. In T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot & J. F. (eds.) (Eds.), *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Nueva York, EUA: Oxford University Press.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En García-Mendoza, A.J., Ordóñez, M.J., Briones-Salas, M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*, 105-117.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México.*, 41-52.
- Trejo, I., y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: A national and local analysis in México. *Biological Conservation*, (94) 133-142
- Van Tasell, E. R. 2001. Hydrophilidae. En: R. H. Jr. Arnet y M. C. Thomas (Eds). . *American Beetles*, 1. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia., 187-208.
- Velasco, J., y Millan, A. 1998. Insect dispersal in a drying desert stream: effects of temperature and water loss. *The Southwestern Naturalist*, 43: 80-87.
- Venegas-Suárez, C. D. 2011. Diversidad de Odonata en la Región de Huatulco, Oaxaca. (Tesis de Licenciatura.), U.N.A.M., México, D.F. 76pp.
- White, D. S., y Roughley, R. E. 2008. Aquatic Coleoptera. En: R. W. Merritt, K.W. Cummins y M. B. Berg (Eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, Iowa.: Kendall/Hunt Publishing Company.571-671pp.
- Whiteman, N. K., y Sites, R. W. 2003. Lentic beetles of the Missouri Prairie Region: Habitat and regional associations, with keys to the Hydradephaga. *Transactions of the American Entomological Society*, 129: 185-243.

- Wiggings, G. B., Mackay, R. J., y Smith, I. M. 1980. Evolutionary and ecological strategies of animals in annual temporary pools. *Arch Hydrobiol*, 58: 97-206
- 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.
- Young, F. N. 1954. *The Water Beetles of Florida*. EUA: University of Florida. 233pp.
- Zaragoza-Caballero, S., González Soriano, E., Noguera, F. A., Ramírez-García, E., y Rodríguez-Palafox, A. 2010. Insectos. En *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*, G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury Creel y R. Dirzo (eds.) Fondo de Cultura Económica/CONABIO, México, D. F., 195–214. 195-214.
- Zaragoza-Caballero, S., González-Soriano, E., Noguera, F. A., Ramírez-García, A., Rodríguez-Palafox, A., y Ayala, R. 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.
- Zaragoza-Caballero, S., y Ramírez-García, E. 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.
- Zimmerman, J. R. 1970. A taxonomic revisión of the aquatic beetles genus *Laccophilus* (Dytiscidae) of North América. *The American Entom. Soc. at the Acad. of Nat. Sciences Philadelphia.*, 26: 275.
- Zurita-García, M. L. 2004. La familia Elateridae en la Reserva de la Biosfera, CEAMISH, Morelos, México. (Tesis: Licenciatura en Biología), UNAM, México, D.F. 110pp.

APÉNDICES

Apéndice I. Periodo de recolecta para las localidades Dominguillo y Huatulco.

	Periodo de recolecta	
Localidad	MES-AÑO	Altitud
Huatulco, Oaxaca	05/2005 – 11/2005	019 - 187 msnm
Santiago Dominguillo, Oaxaca	11/1997 – 10/1998	750 – 940 msnm

Apéndice II. Estadísticas climáticas registradas para las localidades Dominguillo y Huatulco.

Localidad	Estacionalidad_ CV	Índice P/T	% lluvia invernal	Oscilación térmica	Tipo de Clima
Santiago Dominguillo, Oaxaca	94	20.5	2.8	6.9	Bs0(h')w''(w)(i')g
Huatulco, Oaxaca	105	32.5	1.3	2	Aw0''(w)i

Apéndice III. Parámetros ambientales relacionados con la diversidad de Coleópteros acuáticos en el SBC.

	Media anual	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)		
		Máxima	Mínima	Media anual	Máxima	Mínima
Santiago Dominguillo, Oaxaca	495	100	3	24.2	34.8	13
Huatulco, Oaxaca	871	200	2	26.8	34.4	18.1

Apéndice IV. Número total de meses, horas, abundancia y especies de la colecta realizada en ambas localidades.

	Meses de recolecta	Horas totales	Abundancia	Especies
Dominguillo	12	113,040	9262	13
Huatulco	7	65,940	10892	20

Apéndice V. Índices de Simpson y de Shannon.

Índice de Simpson (I-D)				
	DIVERSIDAD	DIVERSIDAD MÁXIMA	EQUITATIVIDAD	DOMINANCIA
Dominguillo	0.225	0.941	0.239	0.761
Huatulco	0.717	0.964	0.744	0.256

Índice de Shannon (H')				
	DIVERSIDAD	DIVERSIDAD MÁXIMA	EQUITATIVIDAD	DOMINANCIA
Dominguillo	0.719	4.087	0.176	0.824
Huatulco	2.038	4.807	0.424	0.576

Apéndice VI. Número de individuos de las familias (Localidad Dominguillo)

FAMILIAS	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
<i>Dryopidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Dytiscidae</i>	0	0	0	1	1	5	0	9	4	3	0	1	24
<i>Elmidae</i>	16	0	1	26	2	0	22	1036	2113	5804	24	6	9050
<i>Hydroscaphidae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Hydraenidae</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hydrophilidae</i>	4	1	15	16	15	8	0	1	29	29	7	57	182
TOTAL	20	1	17	43	19	13	26	1046	2146	6235	31	64	9262

Apéndice VII. Número de individuos de las familias (Localidad Huatulco)

FAMILIAS	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	TOTAL
<i>Dryopidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
<i>Dytiscidae</i>	3	0	0	0	0	0	1	7	5	0	29	0	45
<i>Elmidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	6
<i>Epimetopidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	11	0	18
<i>Hydraenidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	5	0	9
<i>Hydrophilidae</i>	86	0	0	0	0	0	9	1283	4879	3	4518	2	10780
TOTAL	89	0	0	0	0	0	10	1300	4888	3	4570	2	10862

Apéndice VIII. Riqueza mensual de los géneros atraídos en trampa de luz durante el periodo de muestreo en la localidad de Domingullo.

GENEROS	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
<i>Anacaena</i>			x		x	x			x	x		x
<i>Berosus Le</i>	x									x	x	x
<i>Chaetarthria</i>		x	x	x		x			x	x	x	x
<i>Copelatus Erichson</i>									x	x		
<i>Crenitis Bedel</i>			x	x					x		x	x
<i>Cylloepus Erichson</i>			x	x	x		x	x	x	x		x
<i>Enochrus</i>	x		x	x	x	x		x	x	x		x
<i>Helichus Erichson</i>							x					
<i>Hemiosus Sharp</i>				x	x	x			x	x		x
<i>Hexacylloep</i>	x			x			x	x	x	x	x	x
<i>Hidroscapha LeConte</i>							x					
<i>Microcylloepus Hinton</i>							x	x	x	x	x	x
<i>Noelmis Musgrave</i>											x	
<i>Ochthebius</i>				x	x							
<i>Paracymus</i>										x		
<i>Stenhelmoides Grouvelle</i>									x			
<i>Uvarus sp</i>				x	x	x		x	x	x		x
RIQUEZA	3	1	5	8	6	5	5	5	11	11	6	10

Apéndice IX. Riqueza mensual de los géneros atraídos en trampa de luz durante el periodo de muestreo en la localidad de Huatulco.

GENEROS	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
<i>Anacaena</i>							x	x	x		x	
<i>Berosus Leech</i>									x		x	
<i>Bidessonotus</i>								x				
<i>Chaetarthria</i>							x	x	x		x	
<i>Copelatus Erichson</i>								x				
<i>Crenitis Bedel</i>											x	
<i>Deronectes</i>	x											
<i>Desmopachria</i>									x		x	
<i>Dryops</i>												
<i>Enochrus</i>							x	x	x		x	
<i>Epimetopus</i>								x			x	
<i>Helichus Erichson</i>									x			
<i>Hemiosus Sharp</i>	x							x	x		x	
<i>Hexacylloepus Hinton</i>									x			
<i>Hydrovatus</i>	x											
<i>Laccodytes</i>											x	
<i>Laccophilus</i>	x											
<i>Macrovotellus Sharp</i>								x			x	
<i>Neocylloepus Brown</i>											x	
<i>Ochthebius</i>									x		x	
<i>Rhanthus Dejean 1833</i>									x			
<i>Stenhelmoides Grouvelle</i>											x	
<i>Tropisternus</i>									x		x	
<i>Uvarus sp</i>							x	x	x		x	
RIQUEZA	4	0	0	0	0	0	4	9	12	0	15	0

Apéndice X. Número de individuos registrados por trampa para cada especie de coleópteros acuáticos (Localidad Domingullo)

<i>Especies</i>	<i>FECHAS</i>	<i>TRAMPAS</i>			<i>Total</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	
<i>Anacaena parvula</i>		4	25	3	32
	21-ene.-1998	2	0	0	2
	20-mar.-1998	0	7	0	7
	24-mar.-1998	0	1	1	2
	20-abr.-1998	0	1	0	1
	20-iul.-1998	0	7	0	7
	21-iul.-1998	0	1	2	3
	23-iul.-1998	0	4	0	4
	20-ago.-1998	2	0	0	2
	23-ago.-1998	0	1	0	1
	18-oct.-1998	0	3	0	3
<i>Berosus metaliceps</i>			8		8
	21-ago.-1998	0	3	0	3
	23-ago.-1998	0	1	0	1
	23-sep.-1998	0	1	0	1
	14-oct.-1998	0	1	0	1
	26-nov.-1998	0	2	0	2
<i>Crenitis sp</i>			18	4	22
	26-ene.-1998	0	2	0	2
	22-feb.-1998	0	1	0	1
	23-jul.-1998	0	2	0	2
	2-sep.-1998	0	0	4	4
	15-oct.-1998	0	6	0	6
	18-oct.-1998	0	7	0	7
<i>Copelatus chevrolati</i>		1	1		2
	21-iul.-1998	0	1	0	1
	23-ago.-1998	1	0	0	1
<i>Chaertarthia punctulata</i>		2	18	11	31
	22-ene.-1998	0	0	0	1
	26-ene.-1998	2	0	0	2
	22-feb.-1998	0	5	0	5
	24-abr.-1998	0	0	5	5
	23-jul.-1998	0	1	0	1
	23-ago.-1998	0	0	3	3
	23-sep.-1998	0	0	2	2
	15-oct.-1998	0	5	0	5
	18-oct.-1998	0	7	0	7
	27-dic.-1998	0	0	1	1
<i>Cylloepus punticollis</i>		7	8	10	25
	21-ene.-1998	1	0	0	1
	19-feb.-1998	0	1	0	1
	24-mar.-1998	0	2	0	2
	23-may.-1998	0	0	2	2
	21-jun.-1998	0	3	0	3
	21-iul.-1998	0	1	0	1
	20-ago.-1998	1	0	4	5
	21-ago.-1998	0	1	0	1
	22-ago.-1998	0	0	4	4
	23-ago.-1998	3	0	0	5
	17-oct.-1998	2	0	0	2
<i>Enochrus pygmaeus</i>		7	42	14	63

	21-ene.-1998	0	0	1	1
	22-ene.-1998	0	6	0	6
	26-ene.-1998	1	0	0	1
	19-feb.-1998	0	7	0	7
	24-mar.-1998	0	0	3	3
	25-mar.-1998	0	0	2	2
	20-abr.-1998	0	1	0	1
	19-jun.-1998	0	0	1	1
	19-jul.-1998	2	0	0	2
	20-jul.-1998	0	3	0	3
	20-ago.-1998	2	0	3	5
	21-ago.-1998	0	0	4	4
	23-ago.-1998	0	7	0	7
	8-oct.-1998	0	4	0	4
	15-oct.-1998	0	8	0	8
	18-oct.-1998	0	4	0	4
	19-oct.-1998	2	0	0	2
	26-nov.-1998	0	2	0	2
<i>Helichus lithophilus</i>		1		2	3
	23-mav.-1998	1	0	2	3
<i>Hemiosus maculatus</i>		6	17	2	25
	8-feb.-1998	0	1	0	1
	24-feb.-1998	0	2	0	2
	25-mar.-1998	0	0	1	1
	24-abr.-1998	0	0	1	1
	20-jul.-1998	0	6	0	6
	23-jul.-1998	0	1	0	1
	20-ago.-1998	0	2	0	2
	26-ago.-1998	1	0	0	1
	8-oct.-1998	3	0	0	3
	15-oct.-1998	0	5	0	5
	17-oct.-1998	1	0	0	1
	18-oct.-1998	1	0	0	1
<i>Hidroscapha natans</i>				1	1
	23-mav.-1998	0	0	1	1
<i>Hexacylloepus sp</i>		2048	5771	236	8055
	24-feb.-1998	0	3	0	3
	26-feb.-1998	22	0	0	22
	19-mav.-1998	0	0	6	6
	23-mav.-1998	0	0	7	7
	24-mav.-1998	5	0	0	5
	19-jun.-1998	0	0	2	2
	20-jun.-1998	2	0	0	2
	21-jun.-1998	0	1025	0	1025
	20-jul.-1998	0	77	0	77
	21-jul.-1998	0	1089	0	1089
	23-jul.-1998	0	1	0	1
	19-ago.-1998	0	0	2	2
	20-ago.-1998	1064	27	73	1475
	21-ago.-1998	0	2503	0	2503
	22-ago.-1998	0	1018	142	1160
	23-ago.-1998	955	0	0	1040
	20-sep.-1998	0	0	1	1
	22-sep.-1998	0	10	0	10
	23-sep.-1998	0	0	2	2
	16-oct.-1998	0	0	1	1
	18-oct.-1998	0	2	0	2
	26-nov.-1998	0	16	0	16

<i>Microcylloepus inaequalis</i>	1	933	25	959
	9-may.-1998	0	0	2
	19-jun.-1998	0	0	2
	21-jun.-1998	0	2	0
	21-jul.-1998	0	0	13
	23-jul.-1998	0	930	0
	19-ago.-1998	0	0	1
	21-ago.-1998	0	0	1
	22-ago.-1998	0	0	5
	22-sep.-1998	0	1	0
	23-sep.-1998	0	0	1
	17-oct.-1998	1	0	0
<i>Noelmis sp</i>			9	9
	2-sep.-1998	0	0	9
<i>Ochthebius sp</i>	1		1	2
	26-ene.-1998	1	0	0
	24-mar.-1998	0	0	1
<i>Paracymus sp</i>		1		1
	21-ago.-1998	0	1	0
<i>Stenelmoides rufulus</i>	0	2	0	2
	23-jul.-1998	0	2	0
<i>Uvarus sp</i>		12	10	22
	24-feb.-1998	0	1	0
	24-mar.-1998	0	1	0
	21-abr.-1998	0	0	5
	19-jun.-1998	0	0	2
	21-jun.-1998	0	5	0
	22-jun.-1998	0	0	2
	20-jul.-1998	0	2	0
	23-jul.-1998	0	1	0
	21-ago.-1998	0	1	0
	22-ago.-1998	0	0	1
	18-oct.-1998	0	1	0
Total general		2078	6856	328
				9262

Apéndice XI. Número de individuos registrados por trampa para cada especie de coleópteros acuáticos (Localidad Huatulco)

ESPECIES	FECHAS	Trampas					Total
		1	2	3	4	5	
<i>Anacaena parvula Sharp 1882</i>		25		180	12	2	219
	1-jun.-05	1	0	0	0	0	1
	2-jun.-05	0	0	60	0	0	60
	2-jul.-05	24	0	0	0	0	24
	6-jul.-05	0	0	3	0	0	3
	7-jul.-05	0	0	0	3	0	3
	9-jul.-05	0	0	3	0	0	3
	2-sep.-05	0	0	0	0	2	2
	5-sep.-05	0	0	114	9	0	123
<i>Berosus metalliceus</i>				2704			2704
	2-sep.-05	0	0	2704	0	0	2704

<i>Berosus miles</i>		1					1
	5-jul.-05	1	0	0	0	0	1
<i>Berosus stramineus</i>					1	1	2
	6-jul.-05	0	0	0	1	0	1
	9-jul.-05	0	0	0	0	1	1
<i>Bidessonotus sp</i>				2			2
	1-jun.-05	0	0	2	0	0	2
<i>Chaertathria spangleri</i>		198	20	4070	20	3	4311
	31-may.-05	5	0	0	0	0	5
	1-jun.-05	0	0	63	0	0	63
	2-jun.-05	193	0	0	0	0	193
	2-jul.-05	0	0	2675	0	0	2675
	6-jul.-05	0	0	0	11	0	11
	7-jul.-05	0	0	1332	0	0	1332
	8-jul.-05	0	20	0	0	0	20
	9-jul.-05	0	0	0	0	3	3
	5-sep.-05	0	0	0	9	0	9
<i>Copelatus chevrolati</i>				1			1
	1-jun.-05	0	0	1	0	0	1
<i>Crenitis sp</i>				4			4
	2-sep.-05	0	0	4	0	0	4
<i>Deronectes striatellus</i>		1					1
	4-nov.-05	1	0	0	0	0	1
<i>Desmopachria sp</i>			1	2			3
	8-jul.-05	0	1	0	0	0	1
	2-sep.-05	0	0	2	0	0	2
<i>Dryops sp</i>					3		3
	5-sep.-05	0	0	0	3	0	3
<i>Enochrus pygmaeus</i>		15	3	2502	13	7	2540
	3-may.-05	3	0	0	0	0	3
	1-jun.-05	0	0	125	0	0	125
	2-jun.-05	4	0	0	0	0	4
	2-jul.-05	0	0	1	0	0	1
	5-jul.-05	3	0	0	0	0	3
	6-jul.-05	0	0	0	6	0	6
	7-jul.-05	0	0	790	0	0	790
	8-jul.-05	0	3	0	0	0	3
	9-jul.-05	0	0	0	0	7	7
	30-ago.-05	3	0	0	0	0	3
	2-sep.-05	0	0	1586	0	0	1586
	5-sep.-05	0	0	0	7	0	7
	3-oct.-05	2	0	0	0	0	2
<i>Epimetopus sp</i>		2		16			18
	1-jun.-05	0	0	5	0	0	5
	2-jun.-05	2	0	0	0	0	2
	2-sep.-05	0	0	11	0	0	11
<i>Hydrovatus concolor</i>			1				1

	5-nov.-05	0	1	0	0	0	1
<i>Helichus lithophilus</i>					1		1
	6-jul.-05	0	0	0	1	0	1
<i>Hemiosus maculatus</i>		5	86	899	6		996
	1-jun.-05	1	0	803	0	0	804
	2-jun.-05	4	0	0	0	0	4
	6-jun.-05	0	0	0	6	0	6
	7-jul.-05	0	0	13	0	0	13
	2-sep.-05	0	0	83	0	0	83
	5-nov.-05	0	86	0	0	0	86
<i>Hexacylloepus sp</i>						2	2
	9-jul.-05	0	0	0	0	2	2
<i>Laccodytes sp</i>				9			9
	2-sep.-05	0	0	9	0	0	9
<i>Laccophilus sp</i>		1					1
	4-nov.-05	1	0	0	0	0	1
<i>Macrovatellus mexicanus</i>				8			8
	1-jun.-05	0	0	1	0	0	1
	2-sep.-05	0	0	7	0	0	7
<i>Neocylloepus sp</i>					1		1
	5-sep.-05	0	0	0	1	0	1
<i>Ochtebius sp</i>		3		1	4	1	9
	2-jun.-05	3	0	0	0	0	3
	9-jul.-05	0	0	0	0	1	1
	2-sep.-05	0	0	1	0	0	1
	5-sep.-05	0	0	0	4	0	4
<i>Rhantus gutticollis</i>				1			1
	7-jul.-05	0	0	1	0	0	1
<i>Rhantus mexicanus</i>				1			1
	7-jul.-05	0	0	1	0	0	1
<i>Stenhelmoides rufulus</i>				3			3
	2-sep.-05	0	0	3	0	0	3
<i>Tropisternus laevis</i>					1		1
	6-jul.-05	0	0	0	1	0	1
<i>T. mexicanus</i>				2			2
	2-sep.-05	0	0	2	0	0	2
<i>Uvarus sp</i>				11	6		17
	1-may.-05	0	0	1	0	0	1
	1-jun.-05	0	0	3	0	0	3
	7-jul.-05	0	0	2	0	0	2
	2-sep.-05	0	0	5	0	0	5
	5-sep.-05	0	0	0	6	0	6
Total general			111	10416	68	16	10862

IMÁGENES DE LAS ESPECIES

Anacaena Thompson, 1859



Ochthebius Leach, 1815





Berosus Leach, 1817



Crenitis Bedel, 1881



Chaetarthria Stephens, 1835



Enochrus Thomson, 1859



Hemiosus Sharp 1882



Tropisternus Solier, 1834



Dryops Olivier, 1791



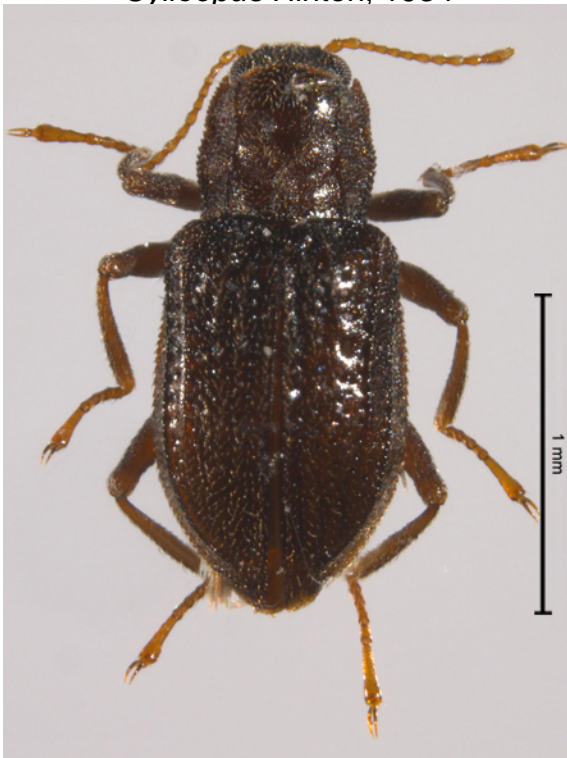
Cylloepus Hinton, 1934



Cylloepus Hinton, 1934



Hexacylloepus Hinton



Microcylloepus Hinton 1940



Neocylloepus Brown



Noelmis Musgrave



Stenelmoides Grouvelle



Copelatus Erichson, 1832



Bidessonotus Regimbart



Deronectes Sharp



Desmopachria Babington, 1841



Laccodytes Régimbart, 1895



Macrovatelus Sharp, 1882



Rhanthus Dejean, 1833



Uvarus Giugnot, 1939



Hydroscapha LeConte, 1854