



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA
SISTEMÁTICA

**DIVERSIDAD DE HETEROCERIDAE (COLEOPTERA) ATRAÍDOS A TRAMPA DE
LUZ EN TRES LOCALIDADES DE SELVA SECA DEL PACÍFICO MEXICANO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

LAURA ANDREA ABELA POSADA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:

DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITÉ TUTOR:

DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM
DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES
UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA DE DOCENCIA
E INVESTIGACIÓN DE JURQUILLA, QRO.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

SISTEMÁTICA

**DIVERSIDAD DE HETEROCERIDAE (COLEOPTERA) ATRAÍDOS A TRAMPA DE
LUZ EN TRES LOCALIDADES DE SELVA SECA DEL PACÍFICO MEXICANO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

LAURA ANDREA ABELA POSADA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:

**DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM**

COMITÉ TUTOR:

**DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM
DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES
UNIDAD MULTIDISCIPLINARIA DE DOCENCIA
E INVESTIGACIÓN DE JURQUILLA, QRO.**

MÉXICO, CD. MX.

NOVIEMBRE DEL 2017

Lic. Ivonne Ramírez Wence
Directora General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión del Subcomité por Campo de Conocimiento de Biología Evolutiva y Sistemática del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 4 de agosto de 2017, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **ABELA POSADA LAURA ANDREA** con número de cuenta **304627905** con la tesis titulada "**Diversidad de Heteroceridae (Coleoptera) atraídos a trampa de luz en tres localidades de selvas secas del Pacífico Mexicano**", realizada bajo la dirección del **DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS**:

Presidente: DR. JUAN JOSÉ MORRONE LUPI
Vocal: M. EN C. ENRIQUE GÓNZALEZ SORIANO
Secretario: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
Suplente: DR. ANDRÉS RAMÍREZ PONCE
Suplente: DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 31 de octubre de 2017.


DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA
COORDINADOR DEL PROGRAMA



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

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido y por impulsar y promover la formación de investigadores en el país.

Agradezco a los proyectos de los cuales se obtuvo el material utilizado en el proyecto de investigación:

- CONACyT Proyecto 475N, Biodiversidad en Insecta [Odonata, Coleoptera [Cantharoidea, Cerambycidae], Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae)] en tres zonas del Pacífico Mexicano. Responsable: Dr. Santiago Zaragoza Caballero.
- CONACyT Proyecto SEMARNAT-2002-COI-0258. 2002. Diversidad de ocho grupos de Insecta (Odonata, Lycidae, Phengodidae Lampyridae, Cantharidae, Cerambycidae [Coleoptera], Syrphidae [Diptera] y Vespidae [Hymenoptera]) en tres regiones con Bosque Tropical Caducifolio. Responsable: Dr. Santiago Zaragoza Caballero.
- PAPIIT IN-228707. 2008. Análisis distribucional de la riqueza y composición de grupos de Insecta del Bosque Tropical Caducifolio en el Occidente de México. Responsable: Felipe A. Noguera Martínez.
- CONABIO Proyecto AS016. 2010. Diversidad de ocho grupos de Insecta (Odonata, Lycidae, Phengodidae Lampyridae, Cantharidae, Cerambycidae, Syrphidae y Vespidae) en tres regiones con Bosque Tropical Caducifolio en México. UNAM. Instituto de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto AS016. México. CDMX. Responsable: Dr. Felipe Noguera Martínez.

Dr. Atilano Contreras Ramos por las enseñanzas taxonómicas para aprender de esta familia, el apoyo durante las múltiples revisiones del material, así como del escrito, las materias impartidas y discusión de resultados.

Dr. Santiago Zaragoza Caballero por todas las observaciones realizadas para que la tesis mejorara sustancialmente, por las conversaciones durante los tutorales y el préstamo de literatura.

Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses por las revisiones tan minuciosas a la tesis, las recomendaciones de literatura especializada y el préstamo de literatura.

AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

Al comité sinodal por la revisión de la tesis.

A la CNIN por el apoyo con el material prestado para la realización de la tesis.

A los proyectos CONACyT475N, SEMARNAT-2002-CO1-0258, PAPIIT IN-228707 y CONABIO AS016, que permitieron la recolecta del material utilizado en esta tesis.

Al Laboratorio de Protozoología, especialmente a la Dra. Rosaura Mayén y a la Biól. Margarita Reyes por la enseñanza en las técnicas de preparaciones para protozoos, que tienen relevancia en esta tesis para el diseño de nuevos métodos de montaje.

A Benjamín Benítez por muchos de los montajes de heterocéridos.

A Constantino González Salazar y a Laura Avilés por el apoyo con análisis de datos.

Al Dr. Zenón Cano por sus palabras alentadoras y pláticas divertidas.

A los compañeros de cubículo por las comidas, convivencias y desvelos (Dulce, Fer, Pau, Ale, Rodol, Maggy, Yes, Rober, Gris, Johar, Adrián).

Biól. Elizabeth Mejorada Gómez por la enseñanza en la disección de coleópteros acuáticos.

M. en C. María Cristina Mayorga Martínez por el apoyo en la Colección Nacional de Insectos para la obtención de material útil para la tesis.

M. en C. Enriqueta Guillermina Ortega León por facilitar equipo para la separación de heterocéridos.

Soc. Georgina Ortega Leite por la eficiente búsqueda de artículos de importancia para la realización de esta tesis.

D. G. Julio César Montero Rojas por la enseñanza y el apoyo en los carteles para congresos y la edición de imágenes.

A los investigadores Dr. Santiago Zaragoza, Dr. Fernando Noguera, M. en C. Enrique Soriano, M. en C. Enrique Ramírez, que durante años y a través de diversos proyectos recolectaron en las selvas secas del Pacífico Mexicano.

Biól. Susana Guzmán Gómez por las sesiones de fotografía.

A mis padres por todo el apoyo brindado desde siempre, las enseñanzas, los valores inculcados y los consejos dados.

A Oso, por el ejemplo de la constancia, la disciplina y la autoenseñanza.

A mi familia materna por enseñarme el valor del trabajo, la constancia, la perseverancia, la honestidad y los valores.

A mi familia paterna por siempre inspirarme a continuar aprendiendo, a exigirme para dar siempre mi máximo esfuerzo y por los valores enseñados.

A mi familia veracruzana y a la comunidad BJ por las alegres convivencias y transmisión de saberes.

A Laus por el apoyo incondicional, las risas, nuestras salidas “pata de perro”, pulques e innumerables cafés.

A Benjamín por su franqueza, honestidad, compañía y apoyo constante e incondicional.

A Dana, Shei, Monji por todas las pláticas, tés, cenas y comidas que hemos compartido con dulces y amargos momentos.

A los “roleros” por esas actuaciones divertidas durante los juegos de rol, las risas, las comidas y las pláticas.

A Nidia, Tere, Sandra por compartir, conversar y por apoyarnos siempre.

A Maryana, Priscila, Marisol, Arturo, David, Emmanuel, por los buenos recuerdos de Ciencias.

A Marilú y Mireya por las horas de estudio para el ingreso a maestría.

A Pselliopus por todos los buenos momentos en las recolectas, la convivencia en el laboratorio y por enseñarme tanto de insectos.

A Germano por la convivencia tan aliviada y ñoña.

A Belos por compartir desvelos, comida, anécdotas, chistes y risas.

A Citlali y al equipo de voluntarios, por su lucha incesante en generar un cambio social, por crear las personas y por compartir horizontalmente los conocimientos.

A Gladys, Wontanara Afro y a lo músicos, por ser, estar y compartir a través de la danza y percusiones.

Al Laboratorio de Protozoología (Dra. Rosaura, Margarita Reyes, Pselliopus, Fer, Mire, Víctor, Jorge, Daniel, Carlos Durán) por las pláticas, buenos momentos, prácticas de campo, convivios y congresos.

A Abi por esos viejos bailes y cafés inolvidables.

ÍNDICE

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Objetivos	13
Antecedentes	14
1 Familia Heteroceridae	14
1.1 Morfología	14
1.2 Historia natural	14
1.3 Distribución geográfica y diversidad	17
1.4 Sistemática	18
1.5 Estudios previos en México	18
2 Selvas secas	19
2.1 Distribución	20
2.2 Diversidad	20
Método	23
Trabajo de campo	23
Área de estudio	23
Trabajo de gabinete	24
Registro fotográfico	24
Análisis de datos	26
Resultados	28
Diagnos de las especies	29
Análisis de datos	37
Diversidad alfa	37
Diversidad beta	41
Estacionalidad de los géneros y especies para localidad por mes con parámetros ambientales	42
Discusión	45
Conclusiones	50
Literatura citada	51
Anexo 1. Insectos previamente registrados en selvas secas mexicanas	60
Anexo 2. Métodos de muestreo y preservación de heterocéridos	61
Anexo 3. Datos de temperatura y precipitación de estaciones cercanas a los sitios de muestreo	62

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1.	Especies de heterocéridos en México y su distribución geográfica	15
Cuadro 2.	Familias de Coleoptera registradas en selvas secas mexicanas	17
Cuadro 3.	Resumen de muestreos por localidad	24
Cuadro 4.	Especies registradas en cada localidad	31
Cuadro 5.	Diversidad alfa por cuantificación de especies	40
Cuadro 6.	Abundancia de heterocéridos para cada localidad, por género y especie, considerando machos, hembras e individuos no sexados.	43
Cuadro 7.	Diversidad alfa por estructura de la comunidad	44
Cuadro 8.	Diversidad beta de las tres localidades calculado con Jaccard	44
Cuadro 9.	Proporción machos a hembras por localidad	44
Cuadro 10.	Órdenes de insectos encontrados en diferentes estados mexicanos con selvas secas	48
Cuadro 11.	Temperaturas y precipitación de Estación Tuxcacuesco, Jalisco	61
Cuadro 12.	Temperaturas y precipitación de Estación Huautla, Morelos	63
Cuadro 13.	Temperaturas y precipitación de Estación San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca	63
Figura 1.	Morfología de la larva y adultos de los géneros <i>Heterocerus</i> y <i>Tropicus</i> resaltando caracteres diagnósticos	15
Figura 2.	Heterocéridos en hábitat natural y construcción de las galerías de <i>Heterocerus brunneus</i>	17
Figura 3.	Selvas secas mexicanas	20
Figura 4.	Área de estudio	25
Figura 5.	<i>Heterocerus mexicanus</i>	30
Figura 6.	<i>Heterocerus spinifer</i>	32
Figura 7.	<i>Tropicus bergi</i>	34
Figura 8.	<i>Tropicus pusillus</i> y variación de morfología interna	36
Figura 9.	Curvas de acumulación de especies de heterocéridos	
Figura 10.	Abundancias relativas por género y especie para cada localidad	
Figura 11.	Diversidad beta. Dendograma con Jaccard.	
Figura 12.	Estacionalidad de heterocéridos de San Buenaventura, Jalisco	
Figura 13.	Estacionalidad de heterocéridos de la estación CEAMISH, Morelos	
Figura 14.	Estacionalidad de heterocéridos de Santiago Domingullo, Oaxaca	
Figura 15.	Métodos de montaje y preservación de heterocéridos de la Vertiente del Pacífico Mexicano	

RESUMEN

Los heterocéridos o escarabajos del fango, son coleópteros que dependen de los ambientes riparios donde construyen galerías superficiales para habitar durante todo su ciclo de vida.

Este trabajo presenta un conocimiento preliminar de la ecología de los heterocéridos en tres localidades ubicadas en selvas secas de la Vertiente del Pacífico Mexicano y aporta un esbozo de la estacionalidad y la proporción de sexos.

De las recolectas realizadas mensualmente a lo largo durante 12 meses en tres localidades (San Buenaventura, Jalisco, la estación CEAMISH, Morelos y Santiago Dominguillo, Oaxaca) muestreadas asincrónicamente, se registraron en total 5,616 heterocéridos, de los cuales 1,948 se identificaron a especie. Las especies registradas fueron *Heterocerus mexicanus* y *H. spinifer*, *Tropicus bergi* y *T. pusillus*, y se realizaron sus diagnósicos y registro fotográfico. Se aportaron nuevos datos de distribución geográfica para México, pues por primera vez se registran *H. spinifer* y *T. bergi* en el país. *Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus* se reportaron por primera vez para Jalisco.

Las curvas de acumulación de especies muestran que en todas las localidades se registró el máximo número de especies de heterocéridos que pueden existir en dichos sitios. Con diversidad verdadera de orden uno la localidad más uniforme es Santiago Dominguillo, Oaxaca. El índice de Jaccard, que trabaja con pares de comunidades, reveló que San Buenaventura-CEAMISH y CEAMISH-Santiago Dominguillo presentaron una composición de especies más similar.

En San Buenaventura y Santiago Dominguillo, los escarabajos del fango se presentaron principalmente en temporada de estiaje y en CEAMISH, estuvieron mayoritariamente durante la temporada de lluvias.

El patrón de la proporción de sexos secundaria para este estudio muestra que las tres localidades tuvieron menos machos que hembras, presentando proporciones de 3:8, 5:8 o 6:8.

ABSTRACT

The heterocerids or mud-loving beetles necessarily need riparian environments for inhabiting where they live inside self-constructed galleries during their life cycle.

This study presents a preliminary knowledge of the ecology of heterocerids at three sites with tropical dry forest located at the Mexican Pacific Slope, and it also provides the stationality and the sex ratio.

From the monthly collections held over 12 months in three localities (San Buenaventura, Jalisco, CEAMISH station, Morelos and Santiago Dominguillo, Oaxaca) asynchronously sampled, in total 5,616 heterocerids were recorded, of those 1,948 were identified at species level. Four species were found, *Heterocerus mexicanus*, *H. spinifer*, *Tropicus bergi* and *T. pusillus*. In addition, diagnoses were made for the reported species and photographs of external and internal morphology were taken. Also, new geographic distribution data are provided for Mexico, because for the first time *Heterocerus spinifer* and *Tropicus bergi* are registered in the country. *Heterocerus mexicanus* and *Tropicus pusillus* were reported for the first time in Jalisco.

The accumulation curves show that in every locality the estimated number of species have been reach by the number of species found. With true diversity of order one the most uniform locality is Santiago Dominguillo, Oaxaca. With Jaccard index, that works with pair localities, San Buenaventura-CEAMISH and CEAMISH-Santiago Dominguillo have a more similar species composition.

In San Buenaventura and Santiago Dominguillo, the mud-loving beetles were registered in the dry season, while at CEAMISH they were primarily present during the rainy season.

The sex ratio for this study reveals that the three sites present less males than females, 3:8, 5:8 o 6:8.

INTRODUCCIÓN

El término “zona riparia” designa la región de transición entre los medios terrestre y acuático y es la zona marginal de los cuerpos de agua que está sujeta a la inundación, ya sea por el oleaje, o por un incremento irregular debido a la precipitación pluvial o a la descarga. La zona riparia es importante porque retiene la humedad del suelo y sus partículas, mantener la humedad tierra adentro, aportar materia orgánica a los cuerpos de agua y al suelo, facilitar la compactación de tierra, evitar la erosión, sostener comunidades peculiares y conectar flora y fauna a lo largo de los corredores biológicos que forman (Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2015). La zona riparia se caracteriza por tener arena húmeda, bancos de lodo, una mezcla de rocas con varias charcas intermitentes y flora y fauna cuyas composiciones están fuertemente determinadas por la intensidad luminosa, el contenido del agua y la granulometría del suelo. La vegetación de la zona riparia sombrea el agua, regula su temperatura, estabiliza las orillas, reduce riesgos de erosión y la velocidad de la corriente y adicionalmente, forma zonas de aguas calmas. La zona riparia proporciona cantidades importantes de detritos vegetales y ofrece un hábitat para animales y plantas, como la entomofauna, pues provee de sitios de cobijo, protección y alimentación para insectos que habitan en estas zonas durante todo su ciclo de vida (Limnichidae, Scirtidae, Psephenidae, Heteroceridae (Coleoptera), entre otras) o sólo una parte (Orthoptera, Lepidoptera) (McCafferty 1983; Jäch, 1998; Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2015).

De los aproximadamente 30 órdenes de insectos, Coleoptera alberga la mayor cantidad de especies en el mundo con más de 300,000. Esta riqueza se debe a su diversidad en hábitos alimenticios, amplia variedad morfológica, éxito adaptativo y la radiación desde su aparición en el Carbonífero (Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001; Triplehorn y Johnson, 2005; Woodcock *et al.*, 2013). El trabajo de clasificación ecológica para coleópteros de Jäch (1998) define seis grupos, entre ellos, los coleópteros riparios. Estos últimos representan un grupo heterogéneo que tiene como característica ser predominantemente terrestre, pero que habita de forma casi exclusiva en las orillas de cuerpos de agua continentales, salobres o marinas, ya sea en arena húmeda o lodo, donde llevan a cabo todo su ciclo de vida, por lo que tienen una alta dependencia al agua (Jäch, 1998; Jäch y Balke, 2008). De las 22 familias de coleópteros riparios, Heteroceridae es una de ellas y sus representantes son comúnmente conocidos como escarabajos del fango (Jäch 1998; De la Lanza-Espino *et al.*, 2000). Las características de los ambientes riparios son indispensables para los heterocéridos pues la alta humedad presente en el suelo de las zonas marginales, en conjunto con la granulometría del sustrato, ofrecen las condiciones adecuadas para la construcción de sus galerías que requieren la cementación de partículas (McCafferty 1983; Clark y Ratcliffe, 1989). Por lo anterior, los heterocéridos dependen del micro clima marginal, de la granulometría del sustrato y del alimento que arriba a las orillas, es decir, son dependientes del ambiente acuático aunque no son parte de éste físicamente (Jäch 1998; Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Jäch y Balke, 2008).

En México, una de las variantes de selva tropical, es la selva seca, también llamada selva baja caducifolia, o bosque tropical caducifolio. La selva seca, por su extensión, es el tipo de ecosistema tropical mejor representado en dicho país (Dirzo y Ceballos, 2010).

Actualmente se tiene mayor conocimiento sobre la diversidad que albergan las selvas secas mexicanas y específicamente hay varios proyectos referidos a su entomofauna considerando su distribución y diversidad. Debido a que el presente trabajo se derivó de dichos proyectos y considerando que se han estudiado a los escarabajos del fango en trabajos principalmente taxonómicos que registran especies en diversos estados, el conocimiento de su ecología es casi nulo, por lo que esta investigación aborda la taxonomía, diversidad alfa y beta y presenta un esbozo de la estacionalidad de los escarabajos del fango para tres localidades.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la diversidad de especies de Heteroceridae en tres localidades con selva seca de la Vertiente del

Pacífico Mexicano.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Registrar las especies de heterocéridos de las tres localidades estudiadas.
- Elaborar diagnóstico de las especies.
- Estimar la diversidad alfa y beta en las localidades de estudio.
- Describir la abundancia y estacionalidad.

ANTECEDENTES

FAMILIA HETERO CERIDAE MACLEAY, 1825

H'éteroc'ere- coleópteros clavicornios (antenas), acantópodos (patas)

1.1 Morfología

Diagnosis de la larva: campodiforme, muy sedosas, longitud entre 3 y 10 mm, cuerpo subcilíndrico con segmentos pronotales más anchos que el abdomen (Pacheco, 1978; Spangler, 1982). El integumento cubierto con sedas de tamaño desigual, localizadas particularmente en las áreas esclerosadas (Pacheco, 1964) (Fig. 1).

Diagnosis de la pupa: longitud entre 3 y 8 mm. Forma del cuerpo ovalda-alargada, de color blanquecino, exarada, con abundante pubescencia y largas sedas (Vanin *et al.*, 2005; Evans, 2014).

Diagnosis del adulto: longitud corporal entre 2 y 8 mm, cuerpo elongado, dorsoventralmente comprimidos, coloración de tonos ámbar a pardo oscuro, con manchas contrastantes en zig-zag o bandas verticales en pronoto y élitros; cuerpo recubierto por pubescencia (Pacheco, 1964; Spangler, 1982). **Cabeza:** triangular, superficie punteada; antenas cortas, gruesas, endurecidas, con escapo voluminoso, pedicelo corto, redondeado y flagelo aserrado; mandíbulas largas, aplanadas y prognatas, generalmente con galeas armadas con una hilera de dientecillos (Leech y Chandler, 1956; Pacheco, 1964; Santiago-Fragoso y Vázquez-Navarrete, 1990). **Machos hipermandibulados:** labro, maxila y labio alargados; cípeo con dos cuernos. **Hembras:** carecen de hipermandíbulas, procesos dorsales o dientes en las mandíbulas y cuernos clipeales (Pacheco, 1964). **Tórax: machos:** pronoto relativamente rectangular, de la misma anchura que élitros, con ángulos anteriores levemente redondeados. **Hembras:** pronoto más angosto que la base de los élitros, ángulos pronotales anteriores son más redondeados que en los machos. **Ambos:** línea del epipleurón similar a un surco, extendida oblicuamente hacia el ángulo humeral del élitro; patas con fórmula tarsal 4-4-4, último segmento más corto que el resto; patas anteriores excavadoras; pro y mesotibias ensanchadas, con peine grueso de espinas largas, aplanadas que en el margen exterior decrecen posteriormente; uñas largas, delgadas y simples (Leech and Chandler, 1956; Pacheco, 1964; Schaefer y Drew, 1964; McCafferty, 1983; Evans, 2014). **Abdomen:** oculto por los élitros, con cinco esternos visibles. (Fig. 1). **Machos:** espícula gastral en forma de U, V o Y, bien desarrollada, esclerosada, orientada longitudinalmente, con dos brazos alargados. Brazos alargados, cilíndricos, rectos o curvos, extremos anteriores aproximados o fusionados formando un solo brazo anterior, con o sin apodemas, extremo posterior de los brazos acicular o recto (Pacheco, 1964; observación personal). La espícula gastral sostiene el edeago, además de permitir su distensión y retracción mediante músculos (Pacheco, 1964). **Edeago:** voluminoso o aplanado, diferentes grados de esclerotización, usualmente angosto en la parte anterior, lóbulos laterales separados o fusionados, tegmen aplanado o como capucha, tubo seminal a lo largo del edeago, puede rebasar el lóbulo medio o no (Pacheco, 1964). Hay pocas especies de heterocéridos que presentan dimorfismo sexual en machos que son hipermandibulados (Pacheco, 1964).

1.2 Historia natural

La dependencia que tienen los heterocéridos a los ambientes riparios, repercute en todo su ciclo de vida y ecología.

Ciclo de vida

Las hembras ovipositan varios racimos de huevos dentro de las cámaras específicas de las galerías; en caso de que algún depredador arribe, se dificulta la depredación de todos los huevos, ya que están

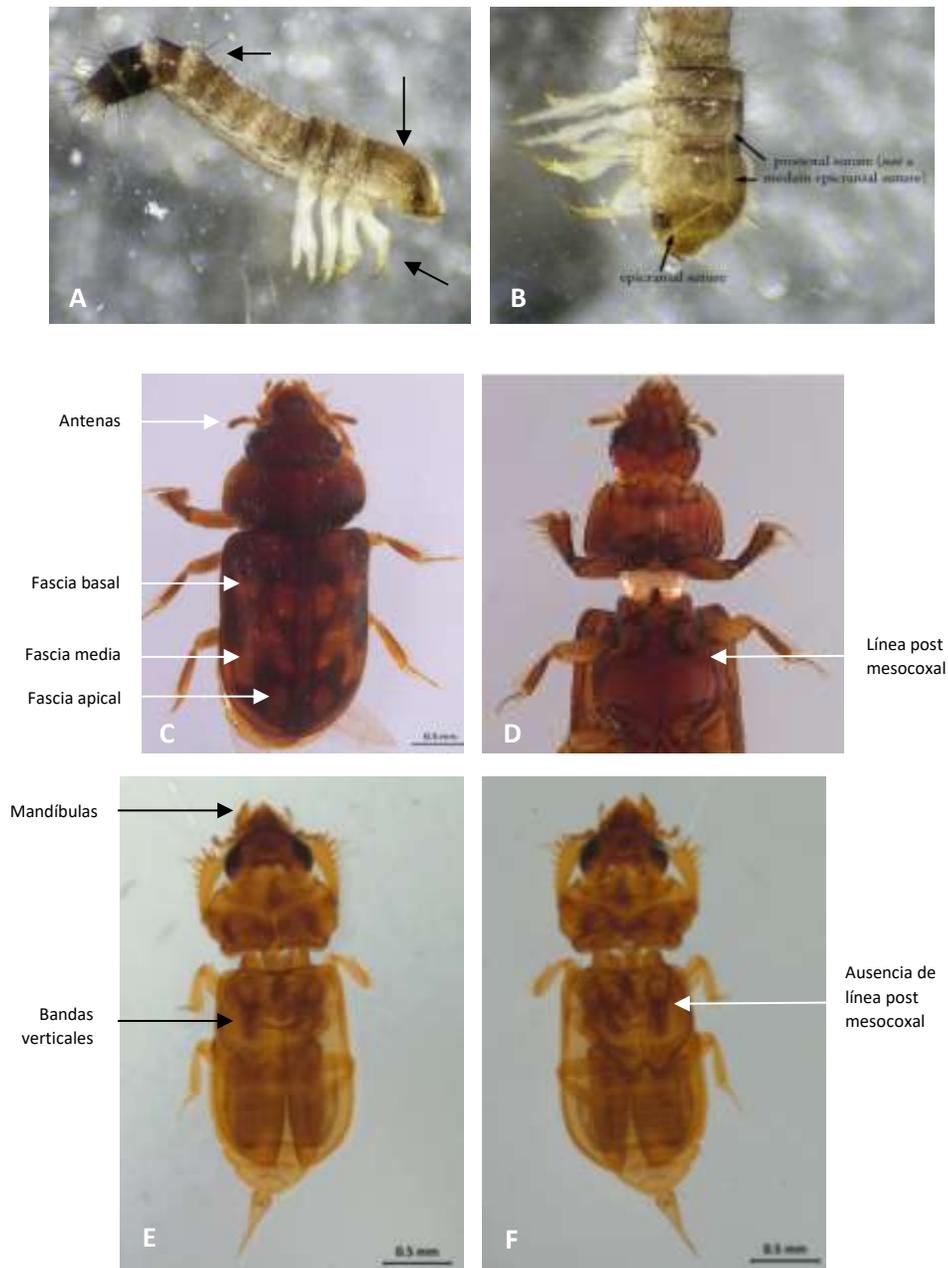


Figura 1. Morfología de larva y adultos de los géneros *Heterocerus* y *Tropicus* mostrando características diagnósticas. A) Vista lateral de la larva. B) Detalle de la región cefálica de la larva. C) Vista dorsal de *Heterocerus*. D) Vista ventral de *Heterocerus*. E) Vista dorsal de *Tropicus*. F) Vista ventral de *Tropicus*. Fotografía de la larva tomada de internet.

separados en racimos (Folkerts, 1989; Katovich, 2002). Las larvas jóvenes utilizan los túneles excavados por los adultos, luego, construyen túneles secundarios desde la cámara de cría principal, donde pasan por cuatro estadios larvarios, cada uno de los cuales dura de cinco a nueve días (Pacheco, 1978; Clark y Ratcliffe, 1989). Para pupar, la larva construye una cámara de lodo cerrada al final de su túnel, o bien, pupan en oquedades de rocas de playas lodosas (Pacheco, 1978; Evans,

2014). El estadio pupal dura de tres a seis días y finalmente, el adulto emerge por una chimenea (Pacheco, 1964; Evans, 2014).

Hábitat

Dentro de las propias galerías que construyen, habitan, se alimentan, realizan la cópula y la puesta de huevos (Pacheco, 1978; White y Roughley, 2008). Dichas galerías presentan cuatro tipos de cámaras: las de alimentación, las pupales, las de los huevos y la hibernácula, posiblemente debido a que presentan generaciones traslapantes (Katovich, 2002).

Los heterocéridos adultos utilizan sus patas anteriores fosoriales para remover el sedimento hacia los lados y al mismo tiempo empujan el cuerpo entero hacia el frente, compactando las partículas y dejando a su paso los túneles construidos (Fig. 2) (Clark y Ratcliffe, 1989). Los túneles de diferentes individuos se pueden intersectar, por lo que estos coleópteros se consideran gregarios (Katovich, 2002).

Las galerías de las larvas se caracterizan por ser de sección circular, más pequeñas y profundas; en cambio, las galerías de los adultos son superficiales, horizontales, serpenteantes, deprimidas transversalmente y usualmente ramificadas. Los factores limitantes en la construcción de estos túneles son la humedad del sedimento y el tamaño de las partículas (Clark y Ratcliffe, 1989). Cuando las galerías se saturan de agua, los adultos emergen del suelo y vuelan, caminan a lugares más altos o sobreviven cortos periodos de inundación permaneciendo en las galerías y usan el aire atrapado (Spangler, 1982; Evans, 2014). Las larvas son vulnerables ante las sequías o inundaciones pues no pueden alejarse de las galerías con facilidad (Evans, 2014).

Estos coleópteros también se han registrado en los márgenes de agua estancada con residuos ácidos de minas, sulfatos, metales pesados y pH ácido (*Heterocerus brunneus* y *H. pallidus* Say, 1823) (Vinikour, 1979).

Ecología

Los escarabajos del fango de zonas costeras se alimentan de fitoplancton, diatomeas fitoplanctónicas, psammófilas y sus protozoos asociados, y los de aguas continentales se alimentan de detritos, zooplancton, o bien, son omnívoras. Se ha reportado que algunos adultos ingieren sustrato del que extraen diatomeas, algas y material orgánico como alimento, ya que posiblemente la alimentación de algunas especies es simultánea a la construcción de las galerías (Clark y Ratcliffe 1989; Vanin *et al.*, 2005). Los heterocéridos son depredados principalmente por aves paserinas y ranas (King *et al.*, 2011).

Una galería resguardada en laboratorio reveló el cuidado parental de la hembra de *Heterocerus collaris* (Kiesenwetter, 1851) hacia los huevos, colocados en masa y adheridos entre sí con granos de arena, defendiéndolos de los tridactílicos (*Ellipes gurneyi* Gunther y *Neotridactylus apicalis* (Say)) que estaban en túneles de dicha galería. Cuando la hembra se retiró del túnel, los tridactílicos se alimentaron de los huevos (Folkerts, 1989).

Bioindicación

La cercana relación que los heterocéridos mantienen con el agua y el lodo o arena, ha llevado a algunos investigadores a plantear el uso de algunas especies como posibles bioindicadores, pues han sido propuestos como organismos tolerantes a la contaminación orgánica en sedimentos (McCafferty, 1983; De la Lanza-Espino *et al.*, 2000; Jäch y Balke, 2008).

Origen

Los registros fósiles sugieren que esta familia se originó en el Jurásico Temprano (200-160 Ma), ya que galerías fosilizadas similares a las de los heterocéridos actuales se han registrado para esta era y

túneles idénticos a los de heterocéridos modernos se presentaron en el Jurásico Medio (King *et al.*, 2011). Ambos registros paleontológicos pertenecen al Mesozóico, el primero es de *Heterocerites kobdoensis* Ponomarenko, 1986 de Myangad, Mongolia, el segundo es *Heterocerites magnus* Prokin y Ren 2011, de Huanbanjigou, China (Prokin y Ren, 2011).

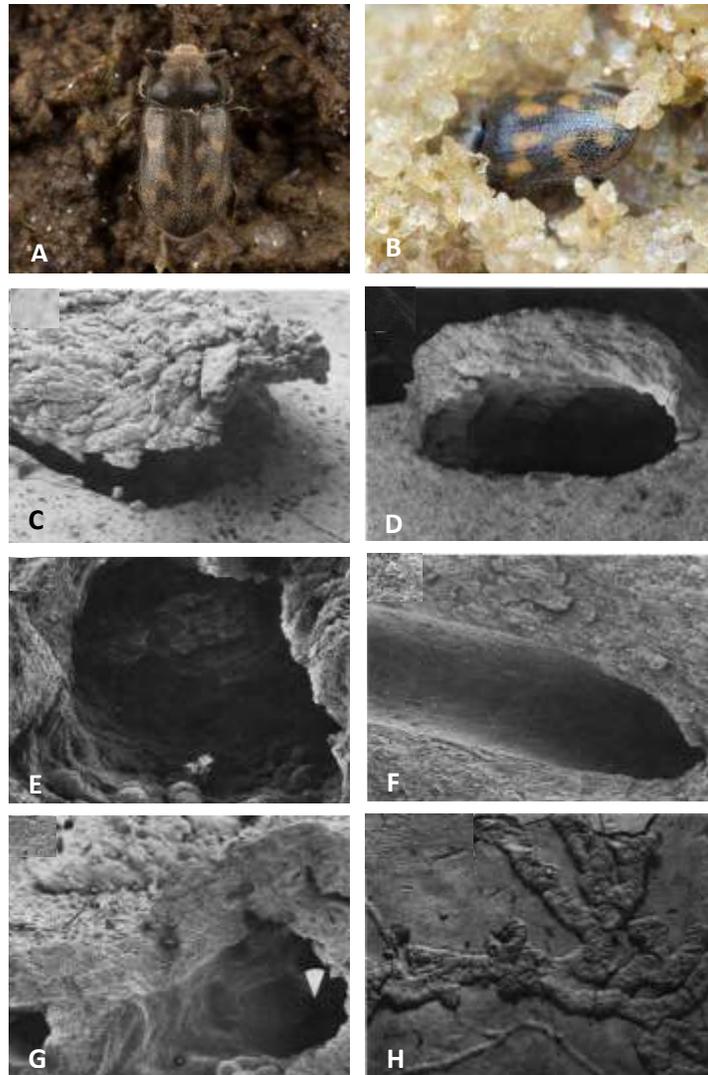


Figura 2. Heterocéridos en hábitat natural y construcción de las galerías de *Heterocerus brunneus*. A) Heterocérido en su hábitat natural. B) Heterocérido durante el inicio de la construcción de la galería. C-H) Construcción de las galerías de *Heterocerus brunneus*. C-D) Entrada a galería, vista lateral y frontal, respectivamente. E-F) Interior de uno de los túneles de la galería, vista frontal y lateral, respectivamente. G) Túnel de galería con marcas de *H. brunneus*, flecha blanca señala patrón de las espinas de las patas durante la construcción del túnel. H) Imagen de galería de *H. brunneus* vista desde arriba. Fotos tomadas de Clark y Ratcliffe, 1989.

1.3 Distribución geográfica y diversidad

La familia Heteroceridae es más diversa en zonas tropicales y subtropicales del mundo y no hay registros en Nueva Zelanda o la Antártida (Jäch, 1998; King *et al.*, 2011). La diversidad mundial se ha estimado entre 320 a 370 especies (Mascagni, 2013; Skalický y Ezer, 2014). Actualmente a nivel mundial se reconocen cinco géneros, tres de los cuales son de amplia distribución geográfica (*Augyles*

Schiodte, 1866, *Heterocerus* Fabricius, 1792 y *Micilus* Mulsant y Rey, 1872, *Elythomerus* Waterhouse, 1874 sólo habita en Australia y *Tropicus* Pacheco, 1964 en América (Aguilera *et al.*, 1998; Katovich, 2002; King *et al.*, 2011). Para América se reconocen tres géneros con varias especies, *Augyles* (7), *Heterocerus* (81) y *Tropicus* (58) (Pacheco 1963, 1964, 1969; Ivie y Stribling, 1984; Mascagni, 1988, 1994; Miller 1988, 1992, 1995; Bameul, 1995; Trémouilles, 1999; Katovich, 2002; Mascagni y Monte, 2010; King y Lago, 2012; Skalický 2002, 2003, 2004, 2006 a, b, c, 2007 a, b, 2008 a, b, 2009, 2013, 2014, 2015).

1.4 Sistemática

El primer heterocérido (*Dermestes fenestratus*) fue descrito del Viejo Mundo en 1784 por Thunberg. En 1792 Fabricius describió el género *Heterocerus*. Posteriormente se describieron varias especies del Viejo Mundo (Pacheco, 1964). En 1825, MacLeay erigió la familia Heteroceridae (King y Lago, 2012). *Heterocerus pallidus* y *H. pusillus* del Nuevo Mundo, registrados en E.U.A. fueron descritos por Say (1823). Kiesenwetter (1843) reconoció 25 especies en una monografía y ocho años después, describió 10 especies de *Heterocerus* para E.U.A. y Las Antillas. LeConte (1863) publicó una lista con 15 especies para Norteamérica (Pacheco, 1964). La monografía de Pacheco (1964) considera 19 géneros a nivel mundial, de los cuales actualmente se reconocen sólo cinco *Augyles*, *Elythomerus*, *Heterocerus*, *Micilus* y *Tropicus* (King *et al.*, 2011).

Böving y Craighead (1931) colocaron a Heteroceridae en la superfamilia Dascilloidea, posteriormente Crowson (1967) consideró a Heteroceridae dentro de la superfamilia Dryopoidea principalmente por las características de larvas y adultos, junto con las familias Dryopidae, Elmidae, Limnichidae y Lutrochidae, dentro de la serie Dascilliformia (Crowson, 1967). En 1995 Lawrence y Newton propusieron que todas las familias de Dryopoidea más Psephenoidea y Byrrhidae pertenecen a la superfamilia Byrrhoidea, ubicación filogenética fuertemente sostenida (Katovich, 2002; Vanin *et al.*, 2005). Lawrence y Newton elevaron las tribus Elythomerini y Heterocerini (Pacheco, 1964) a subfamilia (Katovich, 2002).

Lawrence y Newton (1995) dividieron a Heteroceridae en dos subfamilias: Elythomerinae Pacheco, 1964 distribuida sólo en Australia, y Heterocerinae MacLeay, 1825, de distribución cosmopolita (Katovich, 2002; King *et al.*, 2011). Actualmente se divide en las dos subfamilias y cinco géneros, basados en la estructura del edeago y espícula gastral, *Elythomerus* (Elythomerinae), *Augyles*, *Heterocerus*, *Micilus* y *Tropicus* (Heterocerinae) (Mascagni, 2013).

1.5 Estudios previos en México

Sharp (1882, 1887) en "Biología Centrali-Americana" describió nueve especies de *Heterocerus* y revisó los heterocéridos de México y Centroamérica (Pacheco, 1964). En 1890 Horn revisó *Heterocerus* de América Boreal y estableció una clave para *Heterocerus* (Pacheco, 1964; King y Lago, 2012). Posteriormente, la mayoría de los trabajos realizados con esta familia fueron descripciones de nuevas especies, como los de Miller quien elaboró una clave que está basada principalmente en el patrón de coloración elitral (Pacheco, 1964; Katovich, 2002). Zaitzev (1910) compiló información de los heterocéridos de México representado por nueve especies de *Heterocerus*, sin registrar localidades exactas. Los trabajos más completos acerca de la familia Heteroceridae para México, son los de Pacheco (1964, 1969, 1978), quien propuso seis géneros nuevos que incluyen 10 especies con registros de localidades geográficas ubicadas en diversos estados (Cuadro 1). Posteriormente, se han ido registrando nuevas localidades e incluso se han reportado especies nuevas y nuevos registros para el país (*Heterocerus minor*, *H. mexicanus*). Actualmente, en México se reconocen 20 especies de escarabajos del fango en 19 de las 32 entidades federativas (Cuadro 1) (Zaitzev, 1910; Pacheco, 1964; Arce-Pérez, 1995; Miller, 1995; Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001; Sandoval-Manrique *et al.*, 2001; Skalický, 2007a; Skalický, 2006c, 2008a; Arce-Pérez *et al.*, 2010; Mascagni y Monte, 2010).

Cuadro 1. Especies de heterocéridos en México y su distribución geográfica.

	ESPECIE	DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA
HETEROCERUS	1. <i>Heterocerus armatus</i> Sharp, 1882	VER ¹ , MÉXICO ^{2*}
	2. <i>Heterocerus cognatus</i> Sharp, 1887	COL ¹ , NAY ¹ , SIN ¹ , SON ¹ , MÉXICO ²
	3. <i>Heterocerus collaris</i> Kiesenwetter, 1851	MÉXICO ²
	4. <i>Heterocerus crossi</i> W. V. Miller, 1995	TAMPS ¹¹
	5. <i>Heterocerus fatuus</i> Kiesenwetter, 1851	VER ¹ ; MÉXICO ²
	6. <i>Heterocerus gnatho</i> LeConte, 1863	BC ¹ , MÉXICO ²
	7. <i>Heterocerus mexicanus</i> Sharp, 1882	MEX ¹ , GTO ¹ , HGO ⁶ , MICH ¹ , MOR ^{1,3,4} , OAX ¹ , SIN ¹ , SON ¹ , MÉXICO ²
	8. <i>Heterocerus minor</i> Mascagni y Monte, 2010	NAY ¹²
	9. <i>Heterocerus perplexus</i> Grouvelle, 1896	MÉXICO ²
	10. <i>Heterocerus sharpi</i> Grouvelle, 1896	MÉXICO ²
	11. <i>Heterocerus sinaloensis</i> Pacheco, 1961	SIN ¹ , TAMPS ¹
	12. <i>Heterocerus stankerus</i> Pacheco, 1963	JAL ¹ , NAY ¹
	13. <i>Heterocerus unicus</i> W. V. Miller, 1988	SIN ¹⁰ , SON ¹⁰
	14. <i>Heterocerus unituberculosis</i> W. V. Miller, 1995	SIN ¹¹ , SON ¹¹
TROPICUS	15. <i>Heterocerus usingeri</i> Pacheco, 1961	MEX ¹
	16. <i>Heterocerus velutinus</i> Sharp, 1887	CDMX ¹ , MEX ¹
	17. <i>Tropicus balli</i> Skalický, 2006	CHIS ^{8,9} , NL ^{8,9} , TAMPS ^{8,9}
	18. <i>Tropicus bilineatus</i> Chevrolat, 1864	GRO ¹²
	19. <i>Tropicus hevelorum</i> Skalický, 2007	OAX ^{7,8} , SON ^{7,8} , TAMPS ^{7,8}
	20. <i>Tropicus pusillus</i> (Say, 1823)	MOR ^{1,3,4,5} , NAY ¹ , NL ¹ , OAX ¹ , SLP ¹ , SIN ¹ , SON ¹ , TAB ¹ , TAMPS ¹ , VER ¹ , MÉXICO ²

*México se refiere al país, pues la literatura no especifica el estado.

¹ Pacheco, 1964; ² Zaitzev, 1910; ³ Arce-Pérez, 1995; ⁴ Burgos-Solorio y Trejo-Loyo, 2001; ⁵ Sandoval-Manrique *et al.*, 2001; ⁶ Arce-Pérez *et al.*, 2010; ⁷ Skalický, 2007a; ⁸ Skalický, 2008a; ⁹ Skalický, 2006c; ¹⁰ <http://www.gbif.org/>; ¹¹ Miller, 1995; ¹² Mascagni y Monte, 2010.

2 Selvas secas

Las selvas secas se conocen también como selva baja caducifolia Miranda y Hernández-X (1963), bosque tropical caducifolio Rzedowski (1978) o bosque tropical seco estacional (Dirzo y Ceballos, 2010; Trejo, 2010; Noguera *et al.*, 2012a). Las selvas (secas son el ecosistema tropical mejor representado en México y uno de los más deforestados por uso agropecuario (Dirzo y Ceballos, 2010; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010).

Las selvas secas comúnmente tienen temperaturas cálidas, con una marcada estacionalidad, su precipitación anual fluctúa de 400 a 1200 mm y la época de lluvias dura de mayo a octubre (Fig. 3) (Bezaury, 2010; Trejo, 2010). Los tipos principales de clima donde se distribuye la selva seca son: cálido subhúmedo (Aw) dominante en casi toda la costa del Pacífico y semiárido cálido (BS1), principalmente en Baja California y las costas de Sonora y Sinaloa (Jaramillo *et al.*, 2010). Las altitudes en las que se distribuyen las selvas secas varían desde el nivel del mar hasta los 1200 m, ocupan lomeríos y laderas de las sierras, con suelos someros, a veces pedregosos, con árboles de copas extendidas que alcanzan 8 m, ramifican a corta altura y son especies de hoja ancha que ocupan más

del 75% del dosel y durante la época de estiaje pierden la mitad o todo su follaje (Bezaury, 2010; Trejo, 2010). También hay un denso estrato arbustivo y en áreas húmedas o cercanas a la costa puede haber lianas (Trejo, 2010).

2.1 Distribución

A nivel mundial, las selvas secas se distribuyen entre los 20 y 10 grados de latitud a ambos lados del Ecuador. Las selvas secas mexicanas representan el bastión más norteño en el continente americano, cubriendo aproximadamente el 13% del territorio nacional. Ceballos y García (1995) identificaron las selvas secas mexicanas en dos grandes regiones geográficas, el Occidente de México (desde el sur de Sonora hasta el Istmo de Tehuantepec) y la Península de Yucatán. En la Vertiente del Atlántico Mexicano existen más zonas con selvas secas, pero abarcan áreas reducidas y no fueron consideradas por Ceballos y García. En la Vertiente del Pacífico Mexicano, se extienden desde Sonora y la parte sur de la península de Baja California hasta la depresión central de Chiapas. También se distribuyen en la Cuenca del Balsas, las Islas Revillagigedo, Islas Marías, la Huasteca, el centro de Veracruz y el noreste de la península de Yucatán (Fig. 3) (Bezaury, 2010; Dirzo y Ceballos, 2010; Trejo, 2010).

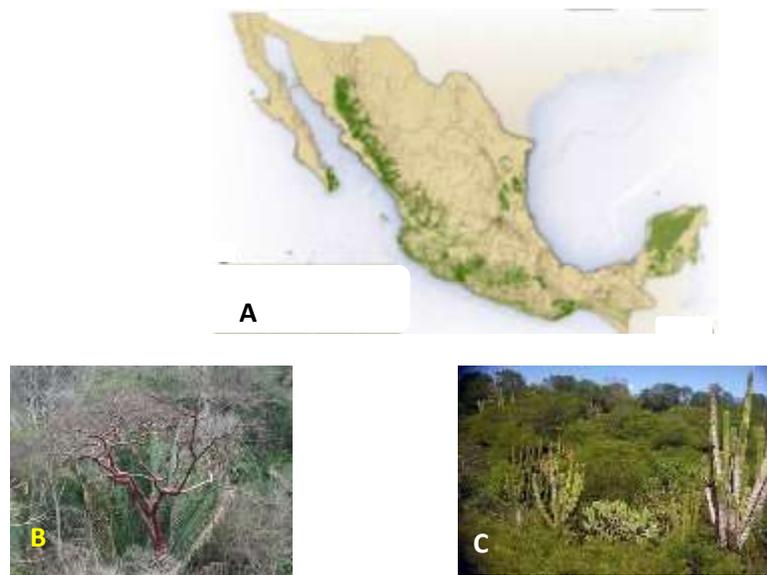


Figura 3. Selvas secas mexicanas. A) Su distribución en México. B) Selva seca en temporada de secas. C) Selva seca en temporada de lluvias. Fotografías tomadas de CONABIO y Google.

2.2 Diversidad

La marcada estacionalidad de las selvas secas y su cercanía geográfica con zonas áridas y semi áridas ha permitido la presencia de cactáceas columnares y candelabroiformes, así como ser cobijo de especies de origen desértico (Bezaury, 2010; Dirzo y Ceballos, 2010; Trejo, 2010). Dicha estacionalidad ha influido en la diversidad biológica, que se ha adaptado a la marcada temporalidad, lo que se refleja en la diversidad faunística y florística (Ceballos *et al.*, 2010).

En los cuerpos de agua ubicados dentro de selvas secas hay una zona riparia que tiene una gran importancia en el mantenimiento de especies de diversos grupos biológicos que durante la temporada de secas habitan en ella porque presenta menos fluctuaciones ambientales que el resto de la selva seca, por mantenerse húmeda y proveer de recursos alimenticios (Ceballos y Valenzuela, 2010).

En selvas secas mexicanas de la Vertiente del Pacífico Mexicano se han realizado estudios para conocer la diversidad de anfibios, reptiles, aves y mamíferos y también hay estudios entomofaunísticos enfocados a esbozar un patrón geográfico de la diversidad (Anexo 1) (Ceballos y Martínez, 2010; García, 2010; Vega-Rivera *et al.*, 2010; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010). A partir de todas las investigaciones de entomofauna de selvas secas del Pacífico Mexicano previamente realizadas, se tiene conocimiento de 17 órdenes de insectos y sus familias, con las que en total se han reportado 16, 649 especies de insectos que equivalen al 52% de las especies registradas para México (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010) (Anexo 1). Uno de los grupos de insectos reportados para estas selvas es Coleoptera, de la que se han reportado 27 familias de hábitos terrestres y 11 de hábitos acuáticos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Familias de Coleoptera registradas en selvas secas mexicanas

FAMILIAS DE COLEOPTERA	LOCALIDAD
Curculionidae ^{1,41}	Estación de Biología, Chamela, Jalisco
Staphylinidae ²	Sierra de Huautla, Morelos
Cerambycidae ³	Estación de Biología, Chamela, Jalisco
Tenebrionidae ⁴	Quilamula, Tlalquilténango, Morelos
Scarabaeidae, Trogidae ⁵	Acahuizotla y Región Central, Guerrero
Melolonthidae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae ⁶	Selvas secas del Sur del Estado de Morelos
Melolonthidae, Passalidae y Scarabaeidae ⁷	Acamilpa y Cerro del Higuero, Morelos
Alleculidae, Cantharidae, Carabidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Elateridae, Eucnemidae, Histeridae, Ptilidae, Staphylinidae ⁷	Acamilpa, Morelos
Dytiscidae, Epimetopidae, Georissidae, Gyrinidae, Hydrochidae, Hydroscaphidae, Hydrophilidae, Noteridae ⁸	Presa Lorenzo Vázquez en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos
Dytiscidae, Dryopidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Noteridae ⁹	San Javier, Sonora
Dytiscidae, Epimetopidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Noteridae ⁹	Presa "El Cajón", Nayarit
Dytiscidae, Elmidae, Hydrophilidae, Noteridae ⁹	San Buenaventura, Jalisco
Dytiscidae, Dryopidae, Georissidae, Gyrinidae, Hydrochidae, Hydrophilidae, Noteridae ⁹	Acahuizotla, Guerrero
Buprestidae ¹⁰	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco
Staphylinidae ¹¹	Sierra de Huautla, Morelos
Staphylinidae ¹²	CEAMISH, Sierra de Huautla, Morelos
Cerambycidae ¹³	Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos
Elateridae ¹⁴	Estación de Biología, Chamela, Jalisco
Melolonthidae ¹⁵	Vertiente del Pacífico Mexicano (no desglosa estados)
Melolonthidae, Passalidae, Scarabaeidae y Trogidae ¹⁶	Cultivos rodeados de selva seca en Tepic, Nayarit
Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae ¹⁷	Región Chamela, Jalisco
Scarabaeidae ¹⁸	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco
Cerambycidae ¹⁹	San Buenaventura, Jalisco
Cerambycidae ²⁰	Santiago Dominguito, Oaxaca
Chrysomelidae ²¹	Región Chamela, Jalisco
Cerambycidae ²²	Cuicatlan, Oaxaca; El Aguacero, Ocozacoautla, Chiapas; Estación CEAMISH, Huautla, Morelos; Ajuchitlán, Morelos
Cerambycidae ²³	San Javier, Sonora

Cuadro 2. Continuación. Familias de Coleoptera registradas en selvas secas mexicanas

FAMILIAS DE COLEOPTERA	LOCALIDAD
Cerambycidae ²⁴	Sierra de Huautla, Morelos
Cerambycidae, Chrysomelidae, Passalidae, Scarabaeidae, Trogidae ²⁵	Sierra de Huautla, Morelos
Scarabaeidae ²⁶	Chichihualco, Chilpancingo, Tixtla; Guerrero
Cantharidae ²⁷	Acahuizotla, Guerrero; Huatulco, Oaxaca; Ixtlahuacan, Colima; San Buenaventura, Jalisco; San Javier, Sonora; Santiago Dominguillo, Oaxaca; Sierra de Huautla, Morelos
Carabidae ²⁸	Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos
Passalidae ²⁹	Estación de Biología, Chamela, Jalisco
Cleridae ³⁰	Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos
Cerambycidae, Chrysomelidae ³¹	Sierras de Taxco-Huautla
Buprestidae, Cerambycidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Melolonthidae, Passalidae, Platypodidae, Rhipiphoridae, Scarabaeidae, Scolytidae, Telegeusidae, Tenebrionidae ³²	Región Chamela, Jalisco
Bruchidae ³³	Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos
Bruchidae ⁴³	Morelos
Chrysomelidae ⁴² , Chrysomelinae ⁴¹	Morelos
Cleridae ³⁴	Sierra de Huautla, Morelos
Cerambycidae ³⁵	El aguacero, Chiapas
Dryopidae, Dytiscidae, Elmidae, Hydraenidae, Hydrophilidae, Hydroscaphidae ³⁶	Santiago Dominguillo, Oaxaca
Elmidae, Epimetopidae, Dryopidae, Dytiscidae, Hydraenidae, Hydrophilidae ³⁶	Huatulco, Oaxaca
Scarabaeoidea ³⁷	Huehuetlan, Puebla
Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae ³⁸	Región Chamela, Jalisco
Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae, Telegeusidae ³⁹	San Javier, Sonora
Lycidae, Phengodidae, Lampyridae y Cantharidae ⁴⁰	Sierra de Huautla, Morelos

Burgos-Solorio y Equihua-Martínez, 2007 ¹; Caballero, 2003 ²; Noguera y Chemsak, 1993 ³; Cifuentes-Ruiz, 2010 ⁴; Deloya, *et. al.* 2013 ⁵; Deloya, *et. al.* 1995 ⁶; Deloya, 1988 ⁷; García-Rivera, 2011 ⁸; García-Rivera, 2014 ⁹; Hesperheide, 1988 ¹⁰; Jiménez-Sánchez, 2003 ¹¹; Jiménez-Sánchez *et. al.* 2009 ¹²; Martínez-Hernández *et. al.* 2015 ¹³; Martínez-Luque *et. al.* 2016 ¹⁴; Morón, 1994 ¹⁵; Morón, *et. al.* 1998 ¹⁶; Morón, *et. al.* 1988 ¹⁷; Navarrete-Heredia, 2009 ¹⁸; Noguera *et. al.* 2007 ¹⁹; Noguera *et. al.* 2012a ²⁰; Noguera, 1988 ²¹; Noguera, 2005 ²²; Noguera, *et. al.* 2009 ²³; Noguera, *et. al.* 2002 ²⁴; Ordóñez-Reséndiz y Escalante-Barrera. Sin año ²⁵; Pacheco, *et. al.* 2006 ²⁶; Pérez-Hernández y Zaragoza-Caballero, 2015 ²⁷; Pérez-Hernández, 2009 ²⁸; Reyes-Castillo, 1988 ²⁹; Rifkind *et. al.* 2010 ³⁰; Rodríguez-Mirón, 2013 ³¹; Rodríguez-Palafox y Corona-López, 2002 ³²; Romero y Westcott, 2011 ³³; Toledo-Hernández y Corona-López, 2009 ³⁴; Toledo, *et. al.* 2002 ³⁵; Tufinio-Azcoitia, 2015 ³⁶; Yanes-Gómez y Morón, 2010 ³⁷; Zaragoza-Caballero, 2004a-d ³⁸; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009 ³⁹; Zaragoza-Caballero *et. al.* 2003 ⁴⁰; Burgos-Solorio y Anaya-Rosales, 2004 ⁴¹; Niño-Maldonado *et al.*, 2016 ⁴², Romero-Gómez *et al.*, 2014 ⁴³.

MÉTODO

Trabajo de campo

Entre los años 1995-2009 un grupo de trabajo de entomólogos liderado por el Dr. Santiago Zaragoza Caballero del Instituto de Biología de la UNAM y a través de varios proyectos, realizaron muestreos sistemáticos en localidades de la Vertiente del Pacífico Mexicano. Los muestreos realizados en las tres localidades mencionadas fueron generalizados y enfocados en obtener ejemplares de diferentes órdenes capturándolos ya fuera durante el día con diferentes tipos de métodos de captura, o bien, durante la noche, utilizando trampas de luz. Las trampas de luz fueron colocadas cerca de cuerpos de agua, durante cinco días de cada mes, coincidiendo con la fase de menguante lunar, en periodos anuales de muestreo y en años subsecuentes (Cuadro 3). Las trampas de luz utilizadas fueron del tipo Pennsylvania-Minnesota, se modificaron y adaptaron a una pantalla reflejante que consistió en una sábana blanca de 1.80 x 1.50 metros (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009; Noguera *et al.*, 2012b). Todos los heterocéridos del presente estudio se capturaron con trampas de luz y se preservaron en alcohol etílico al 70% y fueron depositados en la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología de la UNAM (IB-UNAM).

Cuadro 3. Resumen de muestreos por localidad.

Localidad	Periodo de muestreo	Meses de muestreo
San Buenaventura, Jalisco	Noviembre de 1996 a octubre de 1997	12
Estación CEAMISH, Morelos	Noviembre de 1995 a octubre de 1996	12
Santiago Dominguillo, Oaxaca	Noviembre de 1997 a octubre de 1998	12

Área de estudio

Todas las localidades del presente estudio tienen en común presentar como ecosistema la selva seca y pertenecer a la región geográfica Occidente de México (Fig. 4).

San Buenaventura, Jalisco

La localidad de San Buenaventura con las coordenadas 19° 47' 20" y 19° 47' 50" N y -104° 05' 15" y -104° 05' 40" W, está ubicada en el municipio el Limón, Jalisco. Dicha localidad tiene un clima subhúmedo Aw0(w)(i)g, considerado como semiseco. La temperatura media anual es de 24.4° C, la máxima anual es de 33.6° C y la mínima anual es de 15.3° C. Con respecto a la precipitación anual es de 704 mm, presentando el periodo de lluvias en verano, en los meses de junio a agosto. Las trampas de luz se colocaron a una altitud de 720 msnm. El periodo de muestreo para dicha localidad fue de noviembre del año 1996 a octubre del 1997 (Noguera *et al.*, 2007).

Sierra de Huautla, Morelos

Esta localidad se ubica dentro de las coordenadas 18°20'10"-18°34'20" N y 99°08'15" O, área que queda incluida parcialmente en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en el municipio de Tlaquiltenango, Morelos. Los muestreos se realizaron alrededor de las antiguas instalaciones de Centro de Educación Ambiental Sierra de Huautla (CEAMISH) que se ubican al 2.5 km al norte y 4 km al oeste del poblado de Huautla, dentro de las coordenadas 18°27'.671 N y 99°02'.475 O, con una altitud de 900 msnm. El clima es cálido subhúmedo Aw''0(w)(i)g, que corresponde al clima más seco

de aquellos subhúmedos. La temperatura media anual es de 24.3° C, la máxima anual es de 31.9° C y la mínima anual es de 16.7° C. La precipitación anual es de 923.7 mm, presentando el periodo de lluvias en verano, de junio a octubre. Las trampas de luz se colocaron a 940 msnm. Los muestreos se realizaron de noviembre de 1995 a octubre del 1996. En esta localidad se conocen 882 especies de plantas vasculares y se ha reportado que en las áreas alteradas hay asociaciones secundarias formadas por leguminosas espinosas (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009).

Santiago Dominguillo, Oaxaca

La localidad de Santiago Dominguillo pertenece al municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, se ubica dentro de las coordenadas 17°38'907" N, 96°54'703" O. El clima es semiárido Bs0(h')w(i')g. La temperatura media anual es de 25° C, la máxima anual es de 32.5° C y la mínima anual es de 17.5° C. La precipitación anual es de 438.9 mm y la temporada de lluvias es en verano, con canícula, en los meses de (junio a septiembre). Las trampas de luz se colocaron en 760 msnm. Los muestreos se realizaron de noviembre de 1997 a octubre 1998. Las áreas planas de las selvas secas se utilizan para ganadería. Cerca de los arroyos y cañones se presenta un bosque de galería (Noguera *et al.*, 2012a).

Trabajo de gabinete

Los heterocéridos fueron separados del resto de los taxa que estaban en los botes con alcohol. Los heterocéridos de las tres localidades se separaron del resto del material recolectado en la Vertiente del Pacífico Mexicano. Los machos con las estructuras completas se identificaron a nivel específico. Las hembras, machos sin edeago y espícula gastral e individuos no sexados (ejemplares sin órganos reproductores al momento de la disección) se identificaron únicamente a nivel genérico.

Con la información contenida en las etiquetas de los muestreos se realizó una base de datos. Los escarabajos se contaron, numeraron (número de identificación temporal) y sexaron. La extracción de edeagoes se realizó con apoyo de un microscopio estereoscópico Carl Zeiss, separando el abdomen del cuerpo, se retiraron los terguitos y esternitos y se extrajo el edeago y La espícula gastral.

La espícula gastral y edeago de los individuos de *Heterocerus* se sumergieron en KOH al 5% de uno a cinco minutos para el aclarado y se enjuagaron en un tren de agua destilada. Para *Tropicus* no fue necesario realizar el aclarado, por tanto, después de la disección, se realizó el montaje.

La preservación de los heterocéridos se hizo con montaje en seco en triángulos donde se fijaron con pegamento soluble al agua y se aprovechó la constricción entre el tórax y el abdomen (Schaefer y Drew, 1964). Algunos ejemplares fueron almacenados en viales con alcohol 80% y la espícula gastral y edeago se almacenaron en microviales con glicerina.

Para la identificación se utilizaron las claves y descripciones de Pacheco (1964) y Skalický (2007a, b, 2008) considerando la morfología externa e interna.

Se realizó la diagnosis de morfología externa, espícula gastral y edeago de las especies registradas.

Registro fotográfico

Se realizaron fotografías dorsales de los ejemplares completos. Ventralmente, se obtuvieron fotografías de las líneas meso y metacoxales y arcos estridulatorios. Para la espícula gastral y edeagoes se obtuvieron fotografías en posición ventral, dorsal y lateral. Se utilizó un microscopio estereoscópico de disección Axio Zoom V16, conectado a una cámara AxioCam MRC5 y el programa ZEN Pro2012.

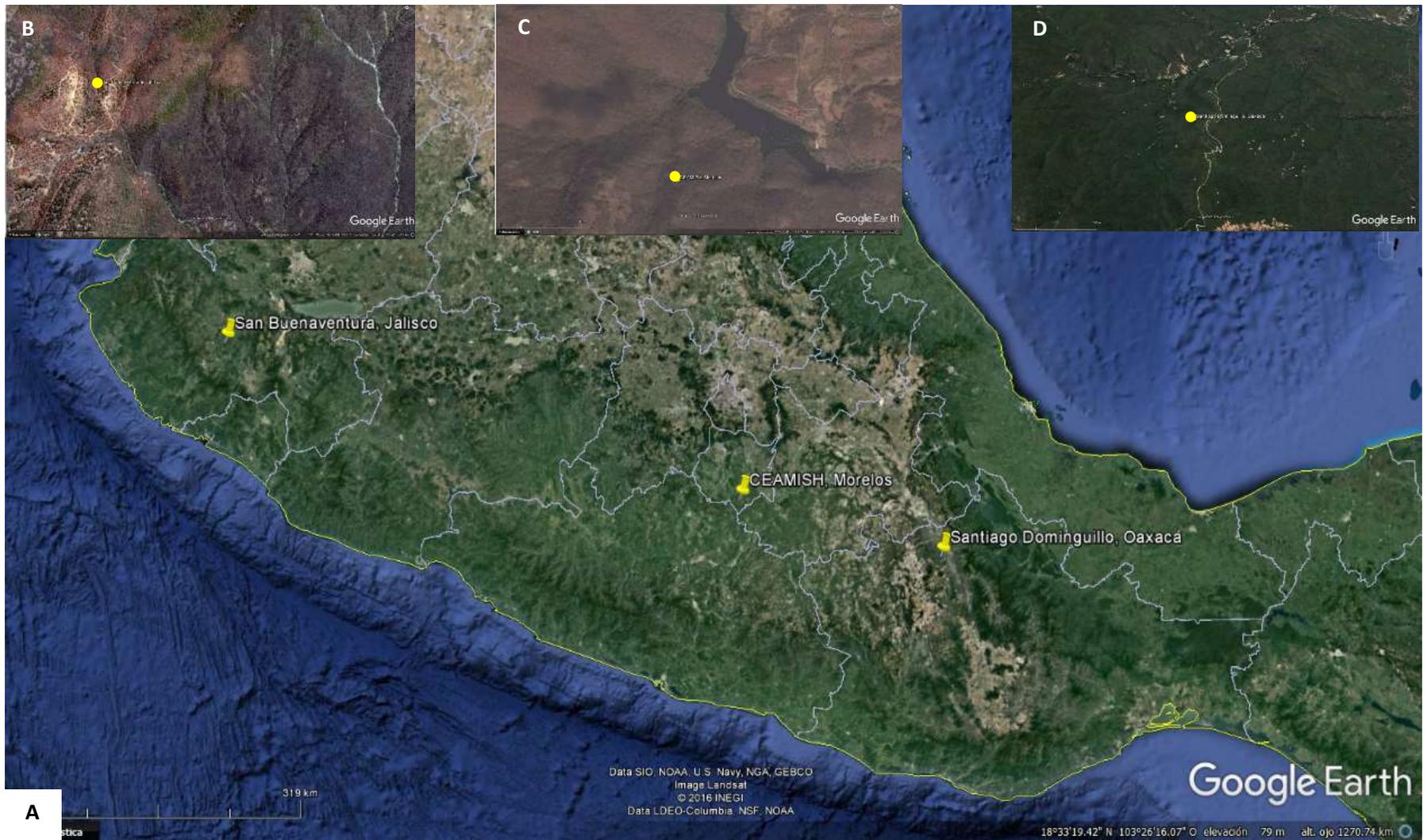


Figura 4. Área de estudio. A) Mapa de México indicando los estados y localidades de los sitios de muestreo. B) San Buenaventura. Vista aérea de la zona dónde se colocaron trampas, se muestran ríos cercanos. C) Estación CEAMISH. Vista aérea de la zona dónde se colocaron trampas, se muestra río cercano. D) Santiago Dominguillo. Vista aérea de la zona dónde se colocaron trampas, se muestra río cercano.

Análisis de datos

Los diferentes métodos existentes para el cálculo de las diversidades (alfa y beta) varían y su selección depende del nivel de diversidad que se quiere calcular, el grupo biológico con el que se trabaja, los supuestos biológicos en los que se basan los índices y sus restricciones matemáticas (Moreno, 2001).

Diversidad alfa

Para medir la diversidad a nivel de comunidad se utiliza la diversidad alfa (a nivel local), que puede analizarse mediante dos grupos de métodos en función de las variables que miden: el primero es mediante la cuantificación de las especies presentes y el segundo a partir de métodos basados en la estructura de la comunidad. Para el primero se contabiliza el número de especies (riqueza específica) presentes en una comunidad particular considerada homogénea. Lo anterior se puede calcular mediante índices, rarefacción, funciones de acumulación o métodos no paramétricos (Moreno, 2001). Las funciones de acumulación predicen el número de especies esperadas en función de un número acumulativo de muestras. Una forma de expresar las funciones de acumulación es mediante las curvas de acumulación, que representan la cantidad de especies que se pueden hallar en un sitio determinado de muestreo, calculándolo mediante una extrapolación, generalmente representada por una asíntota, y contrasta con las especies observadas en el tiempo muestreado. Uno de los modelos para estas funciones es el modelo de Clench que es asintótico (Moreno, 2001).

El segundo tipo de métodos para analizar la diversidad alfa de una comunidad se basa en la estructura de la misma y trabajan con la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie, como la abundancia relativa de los individuos, cobertura, productividad, biomasa, entre otros. La estructura de la comunidad se analiza a partir de métodos paramétricos, no paramétricos o índices de abundancia proporcional (Moreno, 2001). Los índices de abundancia proporcional que consideran que la comunidad es equitativa toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, como el de Shannon-Wiener y asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Sus valores varían de cero al logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra
Los índices de diversidad otorgan un coeficiente que relaciona las abundancias de especies generalmente con el número o abundancia total de la muestra, por lo tanto, estrictamente las unidades de los diferentes índices no reflejan el número real de especies y para la comparación de dos comunidades se utilizan intervalos de confianza (Moreno *et al.*, 2011). Por ello, Jost (2006) realizó una fórmula que “convierte” las unidades de algunos de los índices de diversidad alfa (Shannon y Simpson) en números efectivos de especies y les nombró “diversidad verdadera”. Los números efectivos se refieren a ponderar el número de especies con su correspondiente abundancia relativa y tiene por ventaja expresar el número de especies efectivas para comparar la magnitud de la diferencia en la diversidad de más de dos comunidades (Moreno *et al.*, 2011). La diversidad verdadera de órdenes cero, uno y dos se puede calcular mediante diferentes estimadores paramétricos y no paramétricos (Hughes *et al.*, 2001).

Diversidad beta

La diversidad beta, evalúa la disimilitud en la composición de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales y entre comunidades a través de diversos índices, o sea, establece el grado de diferenciación entre ellas ó es el grado de reemplazo en la composición de especies entre comunidades (Moreno, 2001; García-de-Jesús *et al.*, 2016). La diversidad beta se calcula mediante índices de similitud/disimilitud o distancia e índices de reemplazo de especies. Los índices de

similitud/disimilitud expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. El coeficiente de similitud de Jaccard utiliza datos cualitativos y su intervalo de valores de 0 a 1, donde 0 es cuando no hay especies compartidas entre ambas localidades y el uno representa que ambas localidades tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001).

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

Donde:

a = número de especies en localidad A

b = número de especies presentes en localidad B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

En EstimateS9 (Colwell, 2009) se realizaron las curvas de acumulación de especies. Los datos que se utilizaron fueron el número de especies por localidad (filas) y los meses de muestreo (columnas), indicando la presencia/ausencia y abundancia de individuos en una matriz de bloc de notas, extrapolado a 24 meses de muestreo para todas las localidades. Con los datos obtenidos se realizaron gráficas en Excel usando los valores de la columna "S mean (run)" que representa a los individuos encontrados, y la columna "S est" que representa la extrapolación.

Con Spade (Species Prediction And Diversity Estimation) (Chao y Shen, 2010) se realizó el cálculo del índice de Shanon-Wiener y la diversidad verdadera de las tres localidades. Se generaron varios archivos en bloc de notas, que se cargaron en Spade y se solicitó el cálculo. Para diversidad de orden cero se utilizó la información arrojada por ACE (Abundance-based Coverage Estimator). Para la diversidad de orden uno (1D) se utilizó Chao y Shen (Chao y Shen, 2003).

Con Past (Paleontological Statistics Software Package) (Hammer *et al.*, 2001) se analizó la diversidad beta cargando los datos en bloc de notas y se pegaron en Past, después se utilizó "Diversity" y "Beta diversity", eligiendo Jaccard y solicitando al programa el dendograma.

Con Excel se obtuvo la abundancia absoluta por cada mes, para cada sitio de muestreo, el desglose de machos, hembras y de individuos no sexados por cada género y especie, el registro de estacionalidad (datos de temperatura y precipitación). Para la obtención correcta de las proporciones de machos a hembras, se restaron todos los individuos no sexados de cada localidad con el objeto de trabajar con categorías biológicamente existentes, sin embargo, en algunas localidades estos últimos representan una cantidad importante del material (más del 50%) por lo que la proporción machos a hembras hay que tomarla con cautela.

Con los datos de CONAGUA se buscaron las estaciones más cercanas a los sitios de muestreo para obtener los datos de temperatura ambiental y precipitación pluvial para relacionarlas con la presencia/ausencia y abundancia mensual para cada localidad (Anexo 3).

RESULTADOS

Se registró un total de 5,616 heterocéridos de los cuales 316 pertenecen al género *Heterocerus* y 5,300 a *Tropicus*. A nivel de especie, fue posible identificar en total a 1,948 individuos, ya que únicamente los machos con espícula gastral y edeago son identificados a especie (King y Lago, 2012).

Taxonomía

Para la identificación de los heterocéridos se utilizaron los trabajos de Pacheco, 1964 y Skalický, 2007a, 2007b y 2008a. La clasificación utilizada es la que contempla dos subfamilias y cinco géneros para el mundo (Katovich, 2002; King *et al.*, 2011). Se muestra la posición taxonómica actual de las especies registradas en este trabajo.

Posición taxonómica

Phylum Arthropoda Latreille, 1829

Clase Insecta Linnaeus, 1758

Orden Coleoptera Linnaeus, 1758

Suborden Polyphaga Emery, 1886

Infraorden Elateriformia Crowson, 1960

Superfamilia Byrrhoidea Latreille, 1804

Familia Heteroceridae MacLeay, 1825

Subfamilia Heterocerinae MacLeay, 1825

Género *Heterocerus* Fabricius, 1792

Especies

Heterocerus mexicanus Sharp,
1882

Heterocerus spinifer Sharp,
1882

Género *Tropicus* Pacheco, 1964

Especies

Tropicus bergi (Grouvelle, 1905)

Tropicus pusillus (Say, 1823)

Para cada una de las tres localidades se registraron dos especies de los géneros *Heterocerus* y *Tropicus*, dando en total cuatro especies, dos de las cuales se comparten entre las tres localidades. Las especies por localidad se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Especies registradas en cada localidad.

Localidad Especies	San Buenaventura, Jalisco	Estación Morelos	CEAMISH, Santiago Dominguillo, Oaxaca
<i>Heterocerus mexicanus</i>	X	X	X
<i>Heterocerus spinifer</i>	X		
<i>Tropicus bergi</i>			X
<i>Tropicus pusillus</i>	X	X	X

Diagnos de las especies

Heterocerus mexicanus Sharp, 1882

Heterocerus vilis Sharp, 1887

Heterocerus difficilis Grouvelle, 1896

Dampfius mexicanus Pacheco, 1964

Figuras 5a - 5f

General: Color usualmente rojizo, con manchas cafés en pronoto y élitros, marcas elitrales en zig-zag, con límites no bien definidos. **Cabeza:** labro redondeado. **Tórax:** pronoto más angosto que los élitros, líneas post mesocoxales presentes. **Abdomen:** arcos estridulatorios relativamente bien desarrollados, con estrías en la parte anterior más anchas que las posteriores; bordes anteriores a los arcos estridulatorios ausentes. **Espícula gastral:** esclerosada, en forma de V, brazos delgados con ápice acicular y unidos por un músculo en la parte anterior. **Edeago:** muy esclerosado, voluminoso, trilobulado, parte anterior lateralmente angostada y dorsalmente aplanada. **Ventralmente:** Tubo seminal corre de la parte anterior a la posterior, apice elevado y esclerosado. Lóbulo medio cóncavo, poco esclerosado en el centro, margen apical esclerosado, ápice recto y esclerosado. Lóbulos laterales esclerosados, ensanchados en la base, delgados hacia el ápice. **Dorsalmente:** Tegmen sin margen en parte anterior, envuelve completamente el edeago.

VARIACIÓN DE MORFOLOGÍA EXTERNA: el patrón de manchas en los élitros varía entre individuos. Algunos presentan mayor predominancia de manchas color pardo oscuro y otros presentan mayor predominancia de manchas con coloración ámbar. Adicionalmente, la forma de las manchas cambia. En pocos individuos se observó que los élitros están claramente punteados a manera vertical. Algunos ejemplares presentaron manchas de rebordes difusos y otros con rebordes nítidos.

VARIACIÓN DEL EDEAGO: La característica más conspicua que varía con los esquemas y diagnos de Pacheco (1964) es que el edeago es notoriamente más corto que los parámetros y brazos laterales. Adicionalmente, los brazos laterales están un poco más abiertos (más separados del resto del edeago) que en dichos esquemas.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Esta especie se ha reportado en Canadá, E.U.A. y Guatemala (Pacheco, 1964). En México esta especie se ha reportado previamente en Guanajuato, Estado de México, Morelos, Oaxaca, Sinaloa y Sonora. Específicamente en Morelos se registró en Yautepec y en Oaxaca se reportó en Salina Cruz (Pacheco, 1964; Arce-Pérez, 1995; Sandoval-Manrique *et al.*, 2001). En este estudio se registra para la estación CEAMISH, Tlalquiltengo, Morelos; en Santiago Dominguillo, Oaxaca y se registra por primera vez en el estado de Jalisco.

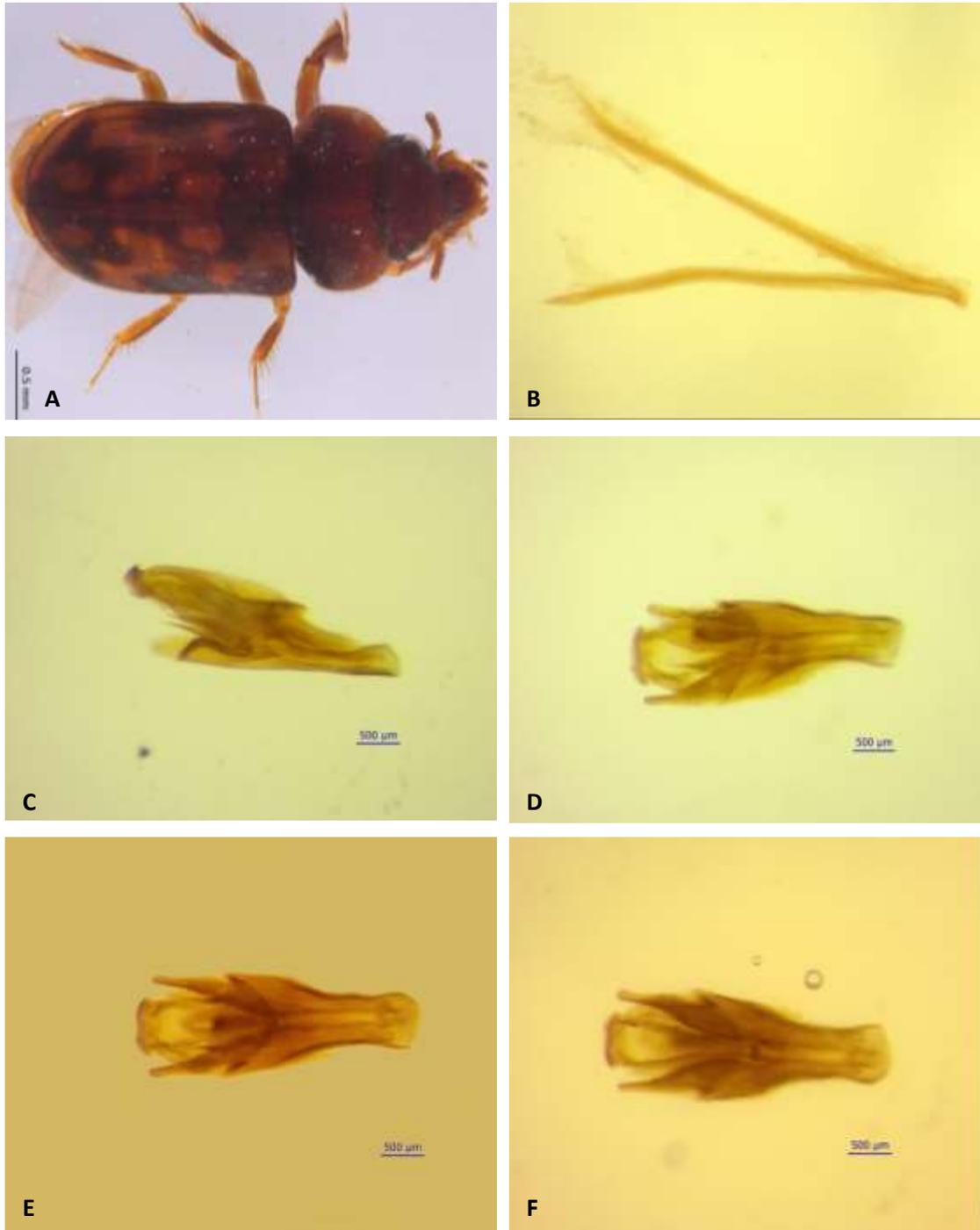


Figura 5. *Heterocerus mexicanus*. A) Vista dorsal. B) Espícula gastral. C) Vista lateral del edeago. D) Vista lateroventral del edeago. E) Vista ventral del edeago. F) Vista dorsal del edeago.

***Heterocerus spinifer* Sharp, 1882**

Culmus spinifer Pacheco, 1964

Figuras 6a - 6e

General: patrón de coloración pardo oscuro con manchas amarillentas; cuerpo compacto. **Cabeza:** labro triangular; mandíbulas redondeadas. **Tórax:** pronoto rectangular, con ángulos anteriores redondeados, con una hendidura marcada a cada lado; tan ancho como base de élitros. **Abdomen:** arcos estridulatorios relativamente bien desarrollados, con estrías poco conspicuas en la parte anterior; bordes anteriores a los arcos estridulatorios ausentes. **Espícula gastral:** esclerosada, en forma de Y, brazos delgados unidos por un músculo en la parte anterior. **Edeago:** poco esclerosado, aplanado dorsalmente, lóbulos laterales fusionados con el lóbulo medio, parte anterior lateralmente angostada y dorsalmente aplanada. **Ventralmente:** Tubo seminal corre de la parte anterior a la posterior, ápice curvado ventralmente, con forma de gancho, elevado, no esclerosado y sobresale del lóbulo medio. Lóbulo aplanado, poco esclerosado en el centro, fusionado a lóbulos laterales. Lóbulos laterales esclerosados ventralmente, ligeramente ensanchados en la base, redondeados. **Dorsalmente:** Tegmen anteriormente redondeado y con margen fino (en parte anterior), envuelve casi completamente el edeago, dejando libre una porción del tubo seminal.

VARIACIÓN DE MORFOLOGÍA EXTERNA: el patrón de élitros es relativamente homogéneo, se observa una línea media color pardo oscuro y otra en la parte externa de los élitros. Las manchas del centro de los élitros son ondulantes y en su mayoría nítidas.

VARIACIÓN DE LA ESPÍCULA GASTRAL: la abertura de brazos posteriores es reducida en la mayoría de los ejemplares observados, pocos ejemplares presentaron una mayor abertura entre dichos brazos. La curvatura del brazo anterior también es variable, en algunos organismos es conspicua y queda paralela al resto del brazo, en otros organismos, la curvatura está presente pero no tan curvada.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Esta especie previamente se había reportado en Guatemala (Pacheco, 1964) y Nicaragua (Mascagni y Monte, 2010). Este estudio la registra por primera vez en México en la localidad de San Buenaventura, Jalisco.

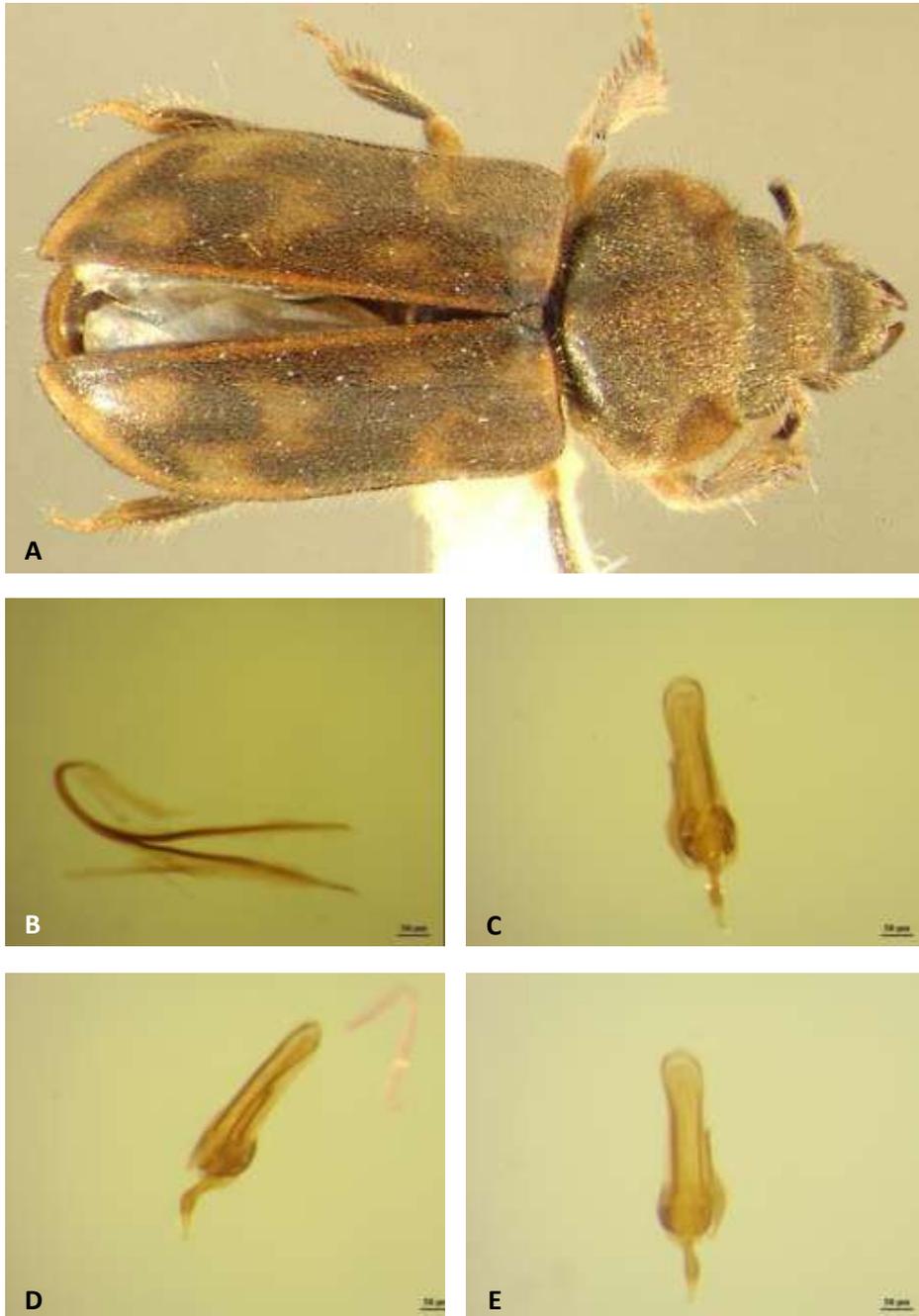


Figura 6. *Heterocerus spinifer*. A) Vista dorsal. B) Espícula gastral. C) Vista ventral del edeago. D) Vista lateral del edeago. E) Vista dorsal del edeago.

Tropicus bergi (Grouvelle, 1905)

Heterocerus bergi Grouvelle, 1905

Tropicus imperator Pacheco, 1964

Figuras 7a - 7d

General: Color del cuerpo café amarillento. **Cabeza:** labro pentagonal, con extremo anterior puntiagudo; galeas medianas sin estructura en la parte media interna, con sedas poco esclerosadas en margen externo. **Tórax:** élitros amarillo claro, sin manchas; escutelo triangular alargado y afilado. **Abdomen:** arcos estridulatorios bien marcados (ventralmente), poco profundos (lateralmente); escasas estrías anteriores poco definidas. **Espícula gastral:** poco esclerosada, en forma de Y, brazos delgados y fusionados, con un apodema en cada brazo y un músculo en la parte anterior. Brazo anterior más largo que posteriores; unión de brazos posteriores aguda, con una membrana que la recubre y da apariencia redondeada brazos posteriores redondeados y paralelos entre sí, no ensanchados, con ápice acicular. **Edeago:** con forma de copa angosta, poco esclerosado, ligeramente voluminoso, parte anterior lateralmente angostada y dorsalmente aplanada, margen de la parte anterior del edeago redondeada, con horadación ovalada a manera de cuchara, donde se inserta músculo que une con espícula gastral. **Ventralmente:** Tubo seminal corre de la parte anterior a la posterior, a la mitad del edeago, el tubo se ensancha notablemente, ápice recto. Edeago ligeramente voluminoso lateralmente en la base y aciculares en el ápice, en su base hay un ensanchamiento. **Dorsalmente:** Tegmen anteriormente redondeado y sin margen posterior, envuelve casi completamente el edeago, dejando libre una porción del tubo seminal.

VARIACIÓN DE MORFOLOGÍA EXTERNA: algunos individuos pueden presentar pronoto y élitros de color pardo oscuro.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Esta especie se había reportado anteriormente en Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay (Skalický, 2002). Este estudio representa el primer registro para México en la localidad Santiago Domingullo, Oaxaca.



Figura 7. *Tropicus bergi*. A) Vista dorsal. B) Abdomen con arco estridulatorio y estrías. C) Espícula gástrica vista dorsal. D) Vista ventral del edeago.

***Tropicus pusillus* (Say, 1823)**

Heterocerus pusillus Say, 1823

Heterocerus luteolus LeConte, 1863

Heterocerus limbatus Kiesenwetter, 1843

Heterocerus americanus Sharp, 1887

Figuras 8a – 8j

General: Color del cuerpo ámbar claro a ámbar rojizo. **Cabeza:** extremo anterior del labro redondeada; galeas grandes con estructura cuadrada en la parte media interna, con sedas bien esclerosadas en margen externo. **Tórax:** élitros de color uniforme o con manchas longitudinales onduladas de color más oscuro, escutelo triangular afilado. **Abdomen:** arco estridulatorio bien marcado (ventralmente), profundo (lateralmente), con muchas estrías transversales conspicuas y uniformes, distribuidas a lo largo de todo el arco. **Espícula gastral:** engrosada, bien esclerosada; brazo anterior un poco más largo que los posteriores; brazo anterior largo con apodema extendido y largo en parte anterior que rebasa la punta esclerosada de dicho brazo; brazos posteriores apicalmente ensanchados. **Edeago:** bien esclerosado, aplanado dorsoventralmente; contorno ondulado en el primer tercio del ápice y acinturado hacia la parte media; parte anterior estrecha, redondeada, con cavidad anterior pequeña, elíptica a manera de cuchara; cavidad central recta en el extremo posterior; elevación posterior esclerosada; extremo posterior con "ganchos" curvos, bien esclerosados y casi unidos; membrana semicircular más angosta que la parte posterior del edeago.

VARIACIÓN DE MORFOLOGÍA EXTERNA: algunos individuos pueden presentar pronoto con estrías diagonales (dorsalmente). Algunos otros individuos presentan élitros con mancha clara al centro, rodeadas por manchas. Esta especie presentó grados diferentes de esclerotización y de grosor entre los individuos observados. Adicionalmente, se encontró que algunos de ellos, en especial los que tienen espícula gastral y edeago corto, presentan el brazo anterior de la espícula gastral casi del mismo tamaño o incluso del mismo tamaño que los brazos posteriores.

VARIACIÓN DE ESPÍCULA GASTRAL Y EDEAGO: La **espícula gastral** puede presentar una ligera variación en la forma de cómo están ensanchados los brazos posteriores de la espícula gastral. Algunos ejemplares presentaron un ensanchamiento de los brazos posteriores más bien redondeado, similar a una cuchara, otros, en cambio, tuvieron los ensanchamientos rectangulares en forma de pala. El apodema de la espícula gastral en longitud es casi la mitad del brazo anterior, pero también puede ser muy extendido y presentar una forma de doble cresta, o bien, ser menos extendido, casi inconspicuo y encontrarse muy cerca del borde del brazo anterior. Entre estas dos marcadas variaciones hay un intervalo importante de grado de extensión en el apodema. Cabe destacar que el carácter diagnóstico indispensable del apodema es que siempre cubre la punta del brazo anterior, es decir, lo envuelve.

El **edeago** puede tener contornos principalmente ensanchados y acinturados o cónicos, pero a grandes rasgos, lo que siempre se presenta es un ensanchamiento creciente desde la parte anterior a la posterior. En la parte anterior del edeago se observa una horadación redonda, que se une con el apodema de la espícula gastral, por lo tanto, dicha horadación puede encontrarse en la parte dorsal, ventral o lateral del edeago. El tubo seminal puede presentar un área más o menos extendida, pero la parte posterior de dicho tubo siempre es recta. Los parámetros modificados a manera de ganchos, ubicados en la parte posterior del edeago, son siempre más esclerosados que el resto del edeago.

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: Fue la única especie de *Tropicus* reportada para México en 1964. Los registros previos de *Tropicus pusillus* señalan su presencia desde el sureste de Canadá hasta Panamá.

En México se había reportado previamente en Nayarit, Nuevo León, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz. También se reportó en Yautepec, Morelos y Salina Cruz, Oaxaca (Pacheco, 1964). Esta es la primera vez que se reporta esta especie en Jalisco, en la estación CEAMISH, Tlalquitenango, Morelos y Santiago Domingullo, Oaxaca.

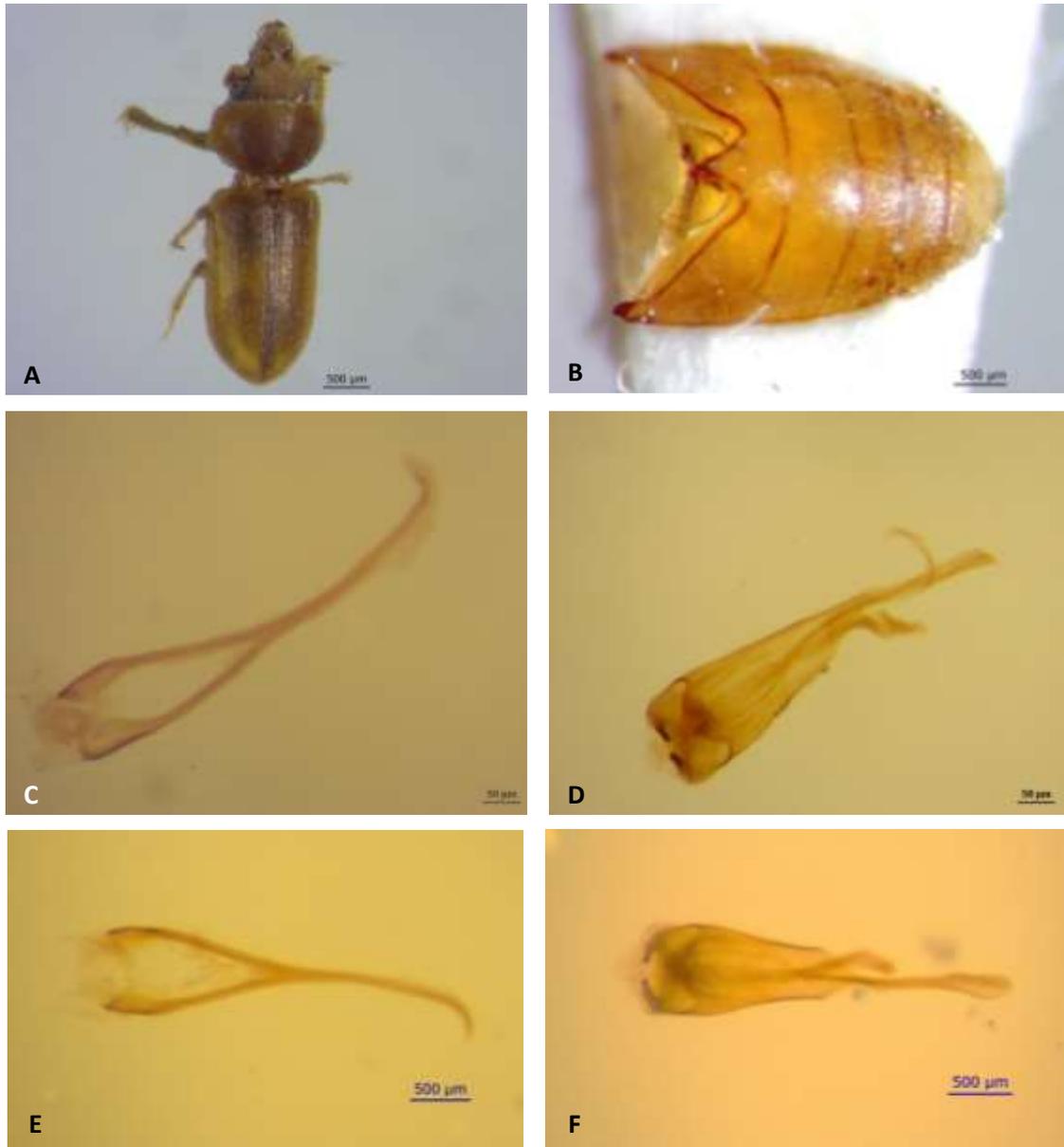


Figura 8. *Tropicus pusillus* y variación de su morfología interna. A) Vista dorsal. B) Abdomen con arco estridulatorio y estrías. C) Espícula gastral vista dorsal. D) Vista dorsal del eedeago. E) Variación de espícula gastral. F) Variación de eedeago.

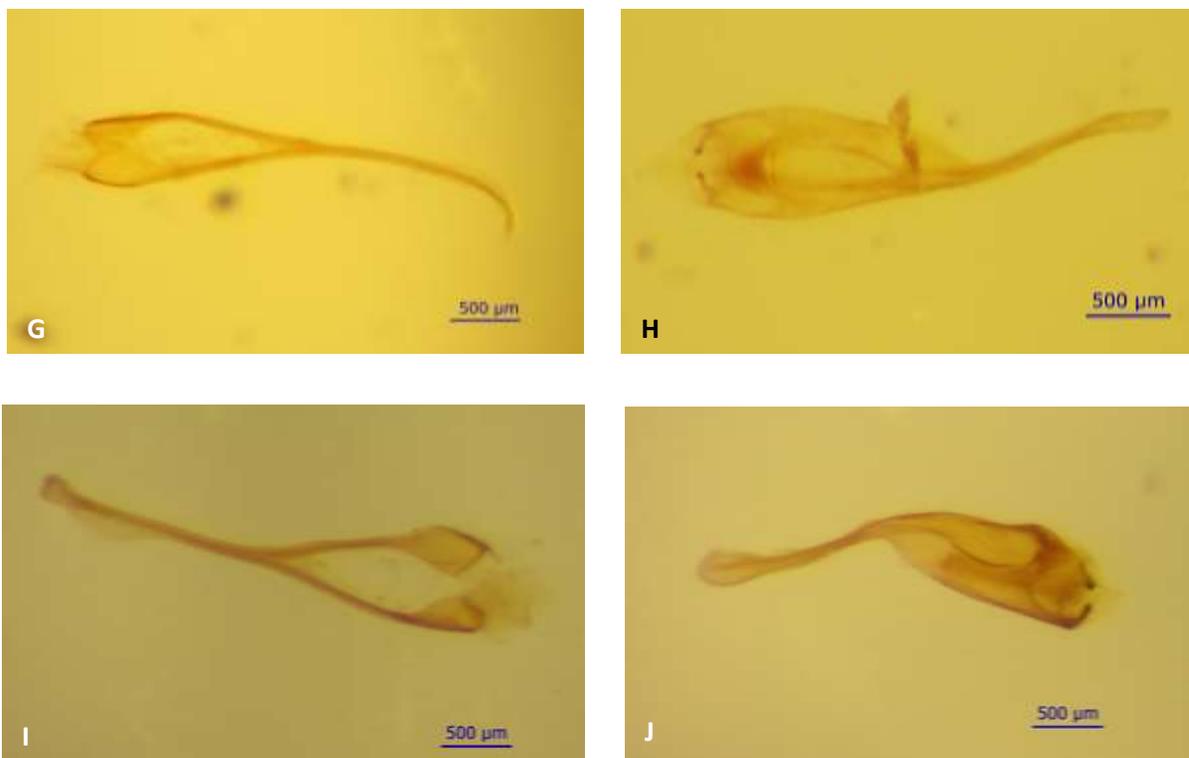


Figura 8 continuación. Variación de la morfología interna de *Tropicus pusillus*. G, I) Espícula gastral de diferentes individuos de *T. pusillus*. H, J) Eedeagos correspondientes a las espículas gastrales de los individuos de *T. pusillus*.

Análisis de datos

Se registran los géneros *Heterocerus* y *Tropicus*, representados por dos especies cada uno, siendo en total cuatro las que se registran en las tres localidades (Cuadro 5).

Con las especies identificadas se analizó diversidad alfa y beta, así como estacionalidad en relación con parámetros ambientales por localidad.

Diversidad alfa mediante cuantificación de especies

La localidad con mayor abundancia es San Buenaventura, Jalisco con 3,799 individuos, de los cuales 1,381 fueron identificados a especie y se registraron tres especies. La estación CEAMISH presentó 1,538 heterocéridos, 498 organismos identificados a nivel específico y dos especies, y Santiago Dominguillo, Oaxaca registró 279 especímenes, de los cuales 69 se identificaron a especie y se registraron tres especies (Cuadros 5, 6).

Cuadro 5. Diversidad alfa por cuantificación de especies			
	Jalisco	Morelos	Oaxaca
Riqueza específica	3	2	3
Individuos totales	1381	498	69

Con la cantidad de especies registradas por localidad se realizaron curvas de acumulación para saber si se pueden encontrar más especies en dichas localidades. Con ellas (Fig. 9) se observa que, a pesar de incrementar los meses de muestreo a 24, no se encontrarán mayor número de especies de las ya reportadas en este trabajo para los puntos de muestreo mencionados, pues la curva que representa el número de especies observadas ya llegó a la asíntota de la curva que representa el número de especies estimadas. En el caso específico de Santiago Dominguillo, en el último mes de muestreo se alcanzó el número máximo de especies.

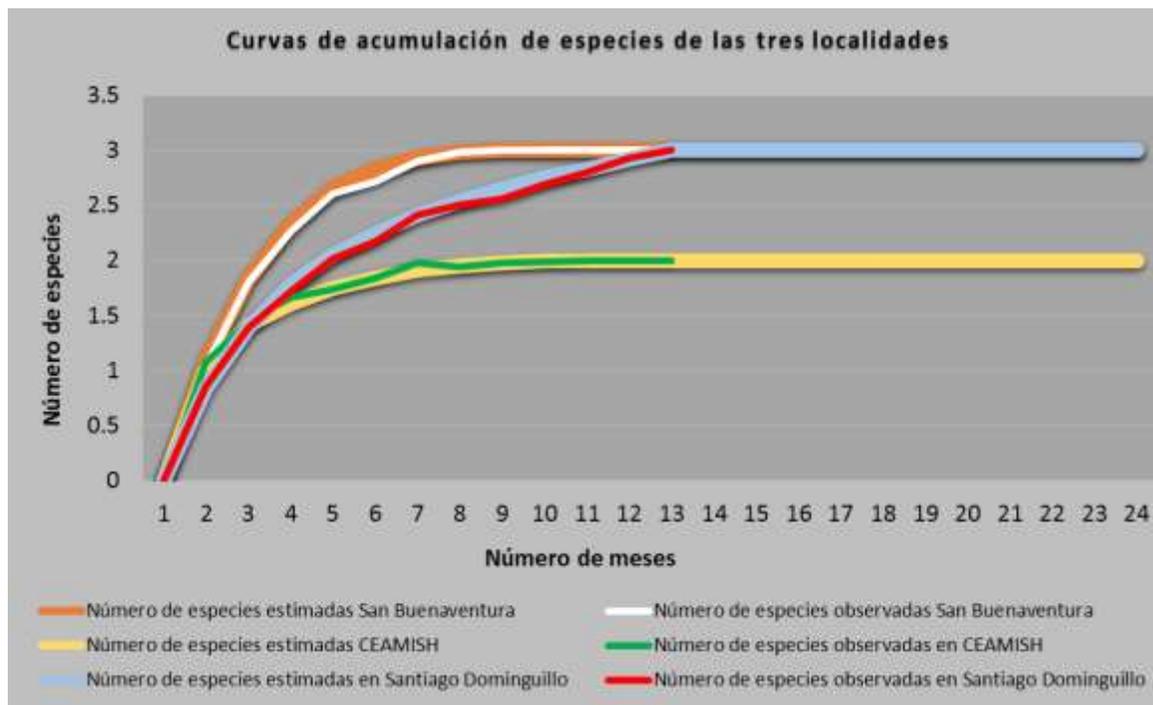


Figura 9. Curvas de acumulación de especies de heterocéridos.

Diversidad alfa mediante métodos basados en la estructura de la comunidad

Para San Buenaventura, Jalisco se reportaron 3,799 heterocéridos, de los cuales 227 pertenecen a *Heterocerus* y 3,572 a *Tropicus*, que en abundancia relativa representan el 6% y 94%, respectivamente (Fig. 10A). La abundancia relativa de las especies estuvo representada en un 4% para las pertenecientes a *Heterocerus*, siendo 1% *H. mexicanus* y 3% *H. spinifer*. El 96% restante estuvo representado por *Tropicus pusillus* (Fig. 10B). De los 227 individuos de *Heterocerus*, 167 se identificaron únicamente a nivel genérico - *Heterocerus*- (19 machos, 61 hembras y 87 individuos no sexados), 20 individuos son *Heterocerus mexicanus* y 40 son *H. spinifer*. Para el género *Tropicus* se registraron 2,251 individuos, de los cuales 2,228 son hembras, 12 son machos y 11 son sexados. La única especie de *Tropicus* reportada en esta localidad fue *T. pusillus* con 1,321 individuos (Cuadro 6).

La estación CEAMISH, en Sierra de Huautla, Morelos registró un total de 1,538 escarabajos del fango, 29 pertenecientes a *Heterocerus* y 998 a *Tropicus*, que equivalen al 2 y 98%, respectivamente (Fig. 10C). Se observaron únicamente dos especies, *Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus*, que presentaron abundancias relativas del 1 y 99%, respectivamente (Fig. 10D). Para *Heterocerus* se reportaron 17 hembras, 3 machos y 4 organismos no sexados; además de 7 ejemplares de *Heterocerus mexicanus*, dando un total de 31 ejemplares de este género. De *Tropicus*, 933 individuos son de sexo femenino, 76 masculino y 7 son individuos no sexados. La especie *Tropicus pusillus* fue la única de este género observada en dicha localidad, representada por 491 individuos (Cuadro 6).

Santiago Dominguillo, Oaxaca, presentó en total 279 heterocéridos, 58 son *Heterocerus* y 221 *Tropicus*, equivalente al 20% y 80%, respectivamente (Fig. 10E). Las tres especies reportadas para esta localidad son *Heterocerus mexicanus*, *Tropicus bergi* y *T. pusillus*, con abundancias relativas del 25%, 52% y 23% cada una (Fig. 10F). Para el género *Heterocerus* se identificaron 31 hembras, 2 machos y 8 individuos no sexados. La especie *Heterocerus mexicanus* presentó 17 individuos. De *Tropicus*, se contabilizaron 161 hembras, 4 machos y 4 organismos no sexados, dando un total de 169 individuos identificados a género. Las especies registradas fueron *Tropicus bergi*, con 36 especímenes y *T. pusillus* con 16 (Cuadro 6).

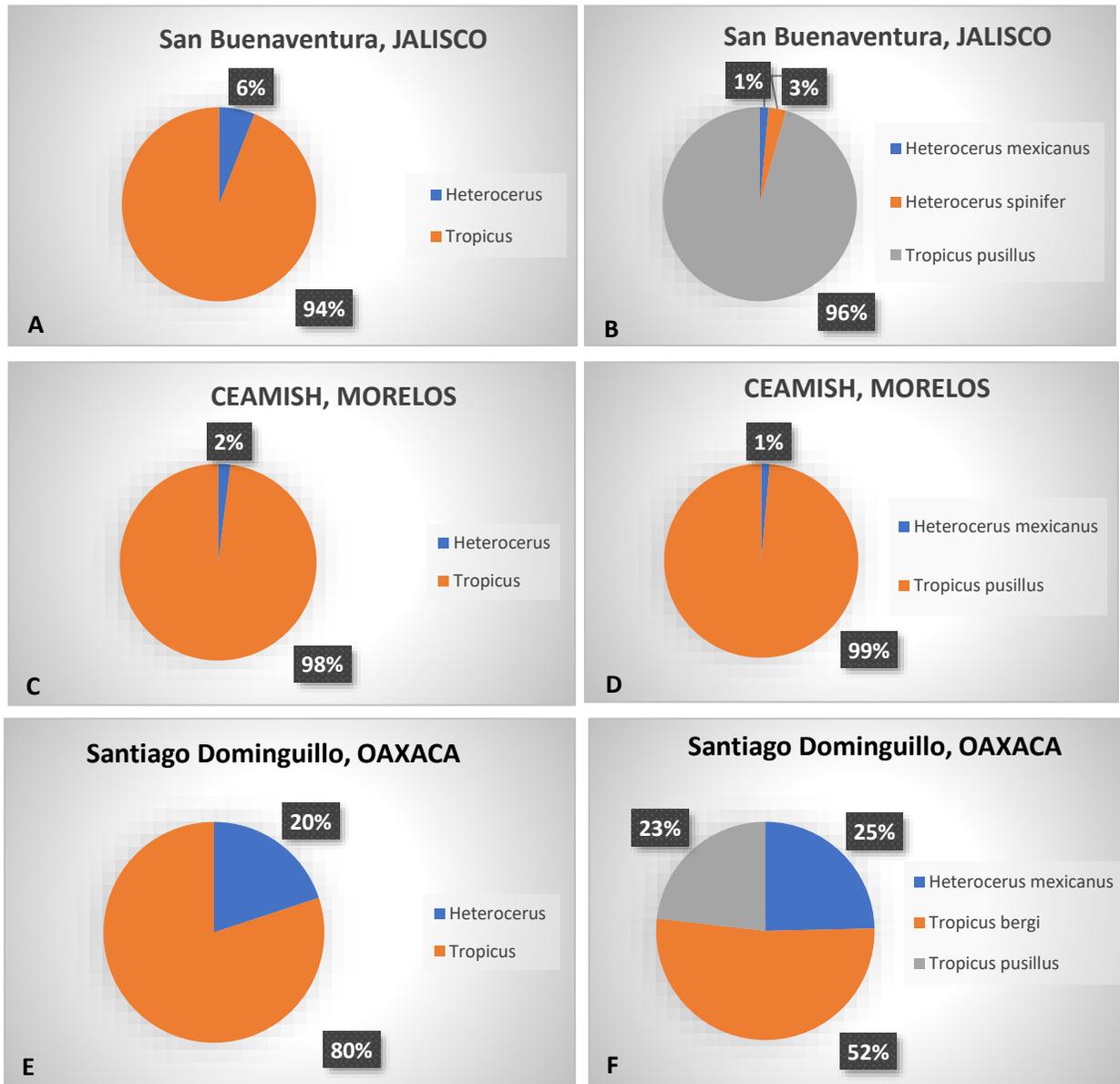


Figura 10. Abundancias relativas por género y especie para cada localidad. A) Géneros de San Buenaventura, Jalisco. B) Especies de San Buenaventura, Jalisco. C) Géneros de CEAMISH, Morelos. D) Especies de CEAMISH, Morelos. E) Géneros de Santiago Dominguillo, Oaxaca. F) Especies de Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Cuadro 6. Abundancia de heterocéridos para cada localidad por género y especie, considerando machos, hembras e individuos no sexados.

FAMILIA HETEROCERIDAE	San Buenaventura, JALISCO				CEAMISH, MORELOS				Santiago OAXACA				Dominguillo,				
	machos	hembras	Individuos no sexados	Suma parcial	TOTAL DE JALISCO	machos	Hembras	Individuos no sexados	Suma parcial	TOTAL DE MORELOS	machos	Hembras	Individuos no sexados	Suma parcial	TOTAL DE OAXACA	GRAN TOTAL	
<i>Heterocerus mexicanus</i>	20	-	-	<u>20</u>	227	7	-	-	<u>7</u>	31	17	-	-	<u>17</u>	58	5300	
<i>Heterocerus spinifer</i>	40	-	-	<u>40</u>		-	-	-	<u>0</u>		-	-	-	-			<u>-</u>
<i>Heterocerus</i>	19	61	87	<u>167</u>		3	17	4	<u>24</u>		2	31	8	<u>41</u>			
<i>Tropicus bergi</i>	-	-	-	-	3572	-	-	-	<u>0</u>	1507	36	-	-	<u>36</u>	221	279	
<i>Tropicus pusillus</i>	132	-	-	<u>1321</u>		491	-	-	<u>491</u>		16	-	-	<u>16</u>			
<i>Tropicus</i>	12	222	11	<u>2251</u>		76	93	7	<u>101</u>		4	16	4	<u>16</u>			
		8				3		<u>6</u>			1	<u>9</u>					
TOTAL					3799					1538				279	5616		

La diversidad de orden cero (0D) estima el número de especies a encontrar en un sitio dado. En el caso de este estudio, la estimación es la misma al número de especies encontradas.

El índice de Shannon-Wiener representa equidad entre las especies de una comunidad, a mayor valor de este índice más equidad hay en el número de individuos por especie, como se registró en Santiago Dominguillo con un valor de 1.023. Con la diversidad de orden uno se estiman cuántas especies conforman a una comunidad homogénea dada. San Buenaventura tiene 3 especies observadas y $^1D=1.229$, es decir, la comunidad está representada por básicamente una especie. CEAMISH tiene dos especies observadas y $^1D=1.077$, o sea que una especie conforma la comunidad. Santiago Dominguillo tiene 3 especies observadas y $^1D=2.783$, o sea dos especies conforman la comunidad (Cuadro 7).

Cuadro 7. Diversidad alfa calculada con índices y diversidad verdadera

Diversidad alfa	Jalisco	Morelos	Oaxaca	Orden de diversidad	Jalisco	Morelos	Oaxaca
Riqueza de especies	3	2	3	0D (riqueza de especies)	3	2	3
Índice de Shannon	0.206	0.074	1.023	1D (exponencial del índice de Shannon)	1.229	1.077	2.783

Diversidad beta

Con el análisis de diversidad beta utilizando el índice de Jaccard se observa que el par de localidades Santiago Dominguillo- San Buenaventura es la más disímil de los dos pares, aunque su valor no es tan bajo, 0.5. Las otras dos localidades, San Buenaventura-CEAMISH y CEAMISH-Santiago Dominguillo, son bastante similares entre ellas y presentan valores de 0.66667 (Cuadro 8, Fig. 11).

Cuadro 8. Diversidad beta de las tres localidades calculado con Jaccard.

	San Buenaventura, Jalisco	CEAMISH, Morelos	Santiago Dominguillo, Oaxaca
San Buenaventura, Jalisco	1	0.66667	0.5
CEAMISH, Morelos		1	0.66667
Santiago Dominguillo, Oaxaca			1

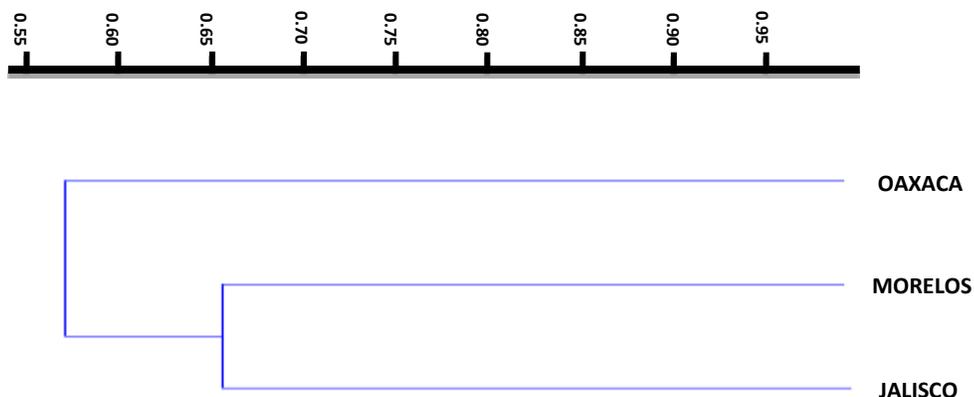


Figura 11. Diversidad beta. Dendrograma con Jaccard.

Estacionalidad de las especies por localidad

En San Buenaventura se registraron heterocéridos en los meses de noviembre y diciembre de 1996 y en enero, febrero y septiembre de 1997. El total de individuos registrados para esta localidad es de 3,799 pero algunos no tuvieron etiquetas con fecha (24 individuos), de los cuales 20 son *Heterocerus* y el restante, *Tropicus*.

Heterocerus estuvo presente en los meses de noviembre (61), diciembre (7), enero (9), febrero (127) y septiembre (3). *Heterocerus* tuvo su pico de mayor abundancia en febrero (127), seguido por noviembre (61). En ambos casos, los picos de abundancia coinciden con la temporada de estiaje de la selva seca. En San Buenaventura se reportaron dos especies de *Heterocerus*: *H. mexicanus* y *H. spinifer*, las cuales tuvieron su pico máximo de abundancia en febrero. *Heterocerus mexicanus* estuvo presente en noviembre (4 individuos), diciembre (2), enero (1), febrero (7) e individuos sin fecha (6). Las capturas de *Heterocerus mexicanus* corresponden a meses de secas. En el mes de febrero se reporta la abundancia máxima de esta especie con valores de 21.5°C y 11.3 mm (Fig. 12, anexo 3). *Heterocerus spinifer* presentó individuos en algunos meses, noviembre (7), enero (2), febrero (30) y septiembre (1). No hubo organismos sin fecha. Esta especie se capturó principalmente en meses de secas, noviembre a febrero, siendo este último el que registró la mayor abundancia (30) (Fig. 12, anexo 3).

Los meses de captura de la temporada de secas para estas dos especies, tuvieron valores de temperatura ambiente promedio entre 20.5°C y 23.7°C y precipitación de 10.7 a 15.7 mm. Para el ejemplar de *H. spinifer* registrado en septiembre, los datos son de 25.7 °C y 127.3 mm (Anexo 3).

Tropicus se registró en noviembre (2,564), diciembre (72), enero (108), febrero (341) y septiembre (483). Su abundancia máxima corresponde a la temporada de estiaje, al igual que el de 341 individuos, en cambio, el pico correspondiente a 483 heterocéridos (septiembre) se presenta al final de la temporada de lluvias. Los datos para los meses de secas con mayor abundancia son 21.5°C y 11.3 mm para febrero, 23.7°C y 15.7 mm para noviembre y 25.7°C y 127.3 mm para septiembre (Anexo 3). Se registró a *T. pusillus* en noviembre (997), diciembre (27), enero (29), febrero (99) y septiembre (166). Su presencia es en temporada de secas, con su mayor abundancia en noviembre, 997 individuos (23.7°C y 15.7 mm). El segundo pico de abundancia se registró en septiembre (166) en temporada de lluvias con valores de 25.7°C y 127.3 mm. De marzo a agosto y en octubre no hubo registro de esta especie y durante dichos meses la temperatura ambiente osciló de 23.2 a 27°C, con valores de precipitación muy contrastantes, debido al cambio de temporada estacional, presentando un intervalo de 6.1 a 158.3 mm (Fig. 12, anexo 3).

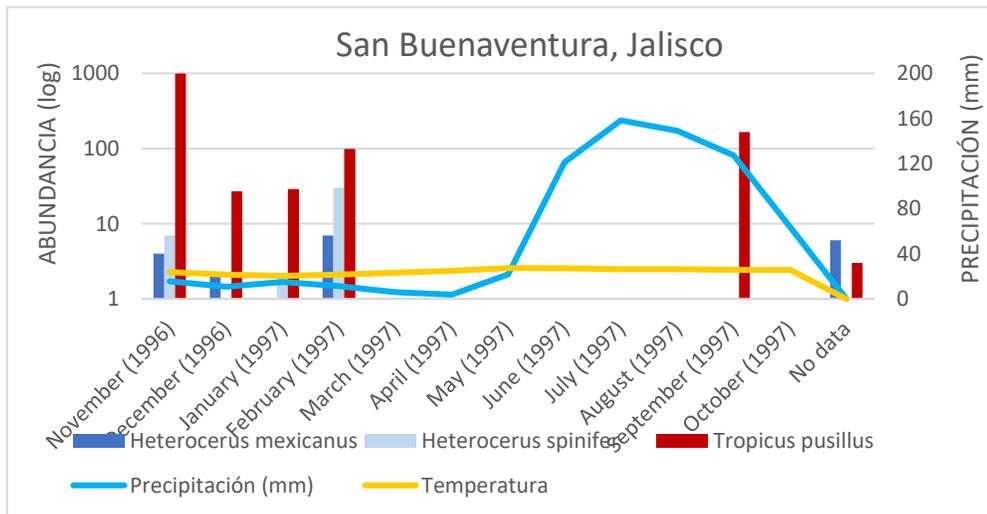


Figura 12. Estacionalidad de heterocéridos de San Buenaventura, Jalisco.

En la estación de CEAMISH, Morelos, se registraron heterocéridos en noviembre de 1995 y para el año 1996 se registraron prácticamente en todos los meses de recolecta, exceptuando abril. *Heterocerus* tuvo registros de sólo un individuo en noviembre, febrero, mayo y septiembre y los meses con mayor abundancia fueron julio (19) y junio (8). No se registraron individuos sin datos de fecha. *Heterocerus mexicanus* se registró sólo en 1996 en mayo (1), junio y julio (3). La presencia de esta especie se observó comenzando la temporada de lluvias y más o menos hasta medio periodo de lluvias. Los valores de temperatura ambiental y precipitación para mayo, junio y julio fueron 26.4°C y 59.2 mm, 25.8°C y 218.4, 25.0°C y 186.3 mm, respectivamente (Fig. 13, anexo 3).

Para *Tropicus* se observan presencias de menos de diez organismos por mes, enero (6), febrero (4), marzo (1) y mayo (4) y otros meses con abundancias mayores, noviembre (30), junio (44), julio (1257), agosto (52), septiembre (72) y octubre (45). El pico de abundancia de este género es el correspondiente a julio. Se encontraron dos individuos de este género sin datos de fecha. *Tropicus pusillus* estuvo presente algunos meses de noviembre de 1995 a junio de 1996 con abundancias de menos de 10 individuos por mes, noviembre (6), enero dos, febrero y mayo (1) y junio (9). En agosto se registraron 22, septiembre 30 y octubre 11. El mes que presentó el pico de abundancia fue julio con 408 organismos. En esta localidad la presencia y abundancia de esta especie parece estar relacionada con la temporada de lluvias. Los valores de temperatura y precipitación para esta localidad en el mes con el pico máximo de abundancia son 23.1°C y 6.8 mm. Los meses con abundancias de *T. pusillus* tienen un intervalo de temperatura ambiental de 22.3 a 26.4°C (Fig. 13, anexo 3).

En CEAMISH los heterocéridos se registraron principalmente en la temporada de lluvias, de junio a octubre -según la literatura- pero con los datos de la estación se observa que el incremento de la precipitación comienza en mayo (59.2 mm) (Anexo 3). El mes con mayor precipitación para esta localidad es junio (218.4 mm), pero no es el mes con mayor registro de heterocéridos.

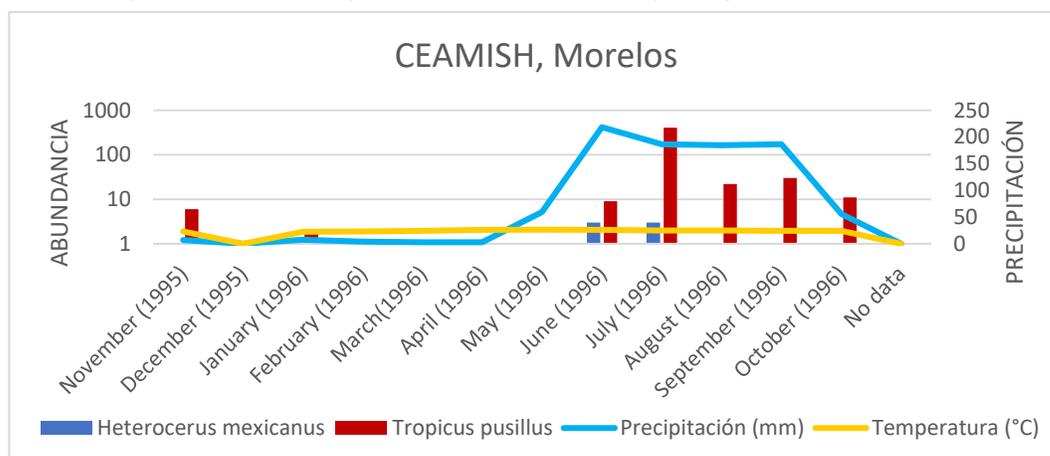


Figura 13. Estacionalidad de heterocéridos de la estación CEAMISH, Morelos.

En Santiago Dominguillo, Oaxaca se reportaron escarabajos del fango en noviembre de 1997 y de enero a octubre del 1998. Las abundancias de *Heterocerus* fueron noviembre (19), enero (3), febrero (2), marzo (4), junio (1), julio (5) y octubre (21). *Tropicus* registró en noviembre, enero, abril y julio (4 por mes), febrero y marzo (7 por mes), mayo (16), agosto (5), septiembre (1) y octubre (169). Las máximas abundancias de ambos géneros ocurren en octubre durante la temporada de estiaje, que es de octubre a abril.

Heterocerus estuvo representado por la especie *H. mexicanus*, la cual estuvo presente en noviembre (9 individuos), enero (2) y octubre (6). El mes con mayor abundancia de *H. mexicanus* fue noviembre, iniciando la temporada de secas y sus valores son 22.9°C y 7.0 mm (Fig. 14; anexo 3).

Tropicus presentó dos especies: *T. bergi* y *T. pusillus*. La primera especie sólo estuvo presente en el mes de octubre, donde se registró como total de la abundancia de esta especie 36 individuos. *T. pusillus* tuvo abundancias bajas a lo largo del año, pero en algunos se observa mayor abundancia. En noviembre y diciembre no hubo presencia de esta especie. Para 1998 se reportó en febrero (4), marzo, mayo y agosto (1), julio (3) y octubre (6). En octubre se registra la mayor abundancia de *T. pusillus* (6). Con lo anterior, se observa que las especies *H. mexicanus*, *Tropicus bergi* y *T. pusillus* estuvieron presentes en octubre, cuando la precipitación disminuye notablemente y comienza la temporada de estiaje, con valores de 24.5 °C y 25.7 mm (Fig. 14; anexo 3).

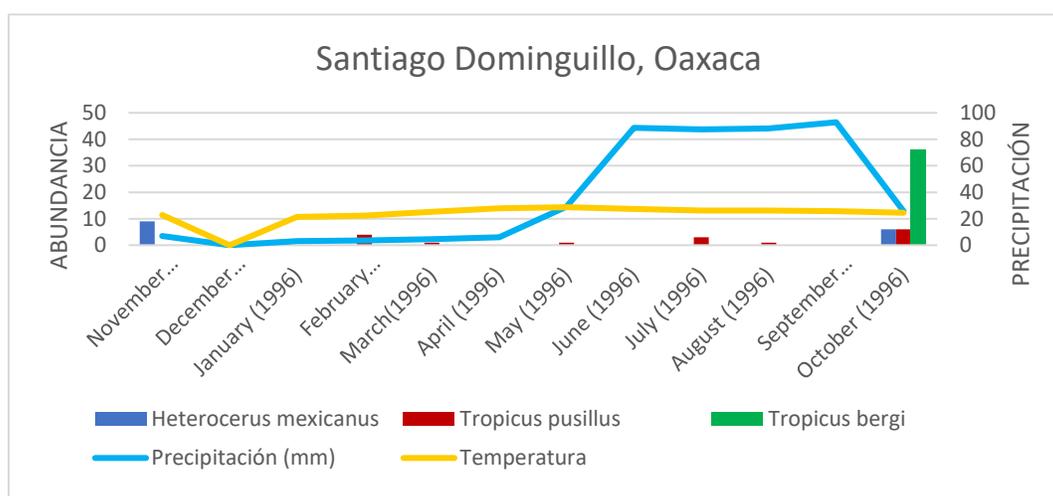


Figura 14. Estacionalidad de heterocéridos de Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Proporción secundaria de machos y hembras por localidad

La proporción secundaria de machos a hembras de los escarabajos amantes del lodo presentó como patrón general en las tres localidades más hembras que machos (3:8, 5:8 ó 6:8). La proporción de 5:8 se mantiene para San Buenaventura a nivel de familia y de *Tropicus*; para *Heterocerus* la proporción de machos a es 6:8. CEAMISH mantiene la proporción de 5:8 a nivel de familia y de ambos géneros. Santiago Dominguillo presenta esta proporción sólo con *Heterocerus*. La proporción de tres machos por cada ocho hembras (3:8) se presentó a nivel de familia y del género *Tropicus* (Cuadro 10).

Cuadro 9. Proporción machos a hembras de heterocéridos.

Localidad	Total sexados	Machos	Hembras	Proporción (machos hembras)	Individuos no seados de cada muestra
San Buenaventura	3701	1394	2307	5:8	98/3799
<i>Heterocerus</i>	140	61	79	6:8	87/227
<i>Tropicus</i>	3561	1333	2228	5:8	11/3572
Estación CEAMISH	1527	577	950	5:8	11/1538
<i>Heterocerus</i>	27	10	17	5:8	4/31
<i>Tropicus</i>	1500	567	933	5:8	7/1507
Santiago Dominguillo	267	75	192	3:8	12/279
<i>Heterocerus</i>	50	19	31	5:8	8/58
<i>Tropicus</i>	217	56	161	3:8	4/221

DISCUSIÓN

Morfología

Las especies de heterocéridos poseen una morfología conservada, por lo que para la identificación se requiere la revisión del patrón de coloración de las manchas de pronto y élitros, forma de las mandíbulas, edeago y espícula gastral. La espícula gastral sostiene al edeago, es de diferentes formas (U, V, Y) y grados de esclerotización, los brazos pueden estar unidos o fusionados, presentar margen posterior aciculado o recto, presentar o no apodemas semiesclerosados (Pacheco, 1964; King *et al.*, 2011; King y Lago, 2012; observación personal). Las diferencias entre *Heterocerus mexicanus* y *H. spinifer* son principalmente la forma de la espícula gastral, donde la primera especie tiene forma de V invertida, con los brazos apenas unidos por musculatura y un edeago voluminoso, esclerosado, grueso, lateralmente compacto. *H. spinifer* consta de una espícula gastral de forma en Y invertida, con un brazo anterior y dos posteriores, y posee un edeago esclerosado y dorsoventralmente aplanado y curvado (Pacheco, 1964; observación personal). *Tropicus bergi* tiene una espícula gastral delgada, poco esclerosada, la unión de los brazos es elíptica y presenta un apodema por brazo, el edeago tiene forma de copa y está débilmente esclerosado. *T. pusillus* posee una espícula gastral robusta, bien esclerosada, la unión de los brazos es angular, tiene un apodema en el brazo anterior, brazos posteriores ensanchados; edeago bien esclerosado, de contorno curvado y acinturado (observación personal).

Distribución geográfica

Dos de las especies reportadas para el estudio, fueron compartidas entre las tres localidades (*Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus*), en cambio, *Heterocerus spinifer* estuvo presente sólo en San Buenaventura, Jalisco y *Tropicus bergi* se registró únicamente en Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Heterocerus spinifer y *Tropicus bergi* representan nuevos registros para México. *Heterocerus spinifer* fue registrado anteriormente en Guatemala y Nicaragua (Pacheco, 1964; Mascagni y Monte, 2010). En este estudio se registró en la localidad San Buenaventura, Jalisco. *Tropicus bergi* se registró previamente para Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay (Skalický, 2002). Este estudio representa el primer registro de esta especie en México, en la localidad Santiago Dominguillo, Oaxaca.

Heterocerus mexicanus y *Tropiucs pusillus* se han registrado previamente en México. *H. mexicanus* se ha reportado anteriormente para Canadá, varios estados de E.U.A y seis estados de México. Previamente, se registró en Yautepec, Morelos y en Salina Cruz, Oaxaca (Pacheco, 1964; Sandoval-Manrique *et al.*, 2001). Este estudio aporta como nuevos datos de distribución la Estación CEAMISH, Tlalquiltenango, Morelos y la localidad de Santiago Dominguillo, San Bautista Cuicatlán, Oaxaca. Esta especie se registra por primera vez para Jalisco en la localidad de San Buenaventura, municipio El Limón. *Tropicus pusillus* es una especie de amplia distribución en el continente, desde el sureste de Canadá hasta Panamá. Anteriormente, ya se había reportado en Yautepec, Morelos y Salina Cruz, Oaxaca (Pacheco, 1964). Este estudio ubica a esta especie en la estación CEAMISH en Morelos y Santiago Dominguillo, Oaxaca. Esta investigación revela la presencia de *T. pusillus* por primera vez en el estado de Jalisco (San Buenaventura).

Análisis de datos

Este estudio es de importancia por ser los primeros de su tipo (taxonómico-ecológico) para heterocéridos de México y de selvas secas. Cabe destacar, que cada localidad tiene características particulares y los muestreos fueron temporalmente asincrónicos (desfasados).

Los géneros de Heteroceridae en las tres localidades tuvieron abundancias muy dispares y en todas las localidades *Tropicus* fue mucho más abundante que *Heterocerus*.

En total, para las tres localidades de este estudio se reportaron cuatro especies. *Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus* estuvieron presentes en las tres localidades de estudio. *H. spinifer* sólo se localizó en San Buenaventura, Jalisco y *T. bergi* sólo se reportó en Santiago Domingullo, Oaxaca.

Diversidad alfa

Diversidad alfa mediante cuantificación de especies

La riqueza de especies de San Buenaventura y Santiago Domingullo fue de tres especies, mientras que CEAMISH presentó dos. Con las curvas de acumulación se observa que en las tres localidades ya se registraron el número de especies que se podía encontrar, incluso en Santiago Domingullo, que en el último mes alcanza la asíntota. Las curvas de acumulación sirven para predecir el número de especies esperadas en función de los muestreos acumulados para un área de interés (Moreno, 2001). Posiblemente, el hecho de que ya se hayan registrado el número de especies para cada localidad, se deba a la baja diversidad de la familia Heteroceridae y a las condiciones bióticas y abióticas tan específicas (limitantes) que requieren sus individuos, lo que reduce los hábitats que pueden ocupar.

Diversidad alfa mediante métodos basados en la estructura de la comunidad

Los órdenes de diversidad verdadera expresan el número efectivo de especies en una localidad, lo que permite realizar comparaciones de magnitud entre localidades (Moreno *et al.*, 2011). La importancia de la estimación de la riqueza de especies para un sitio dado mediante diversidad verdadera, es que al comparar con los datos de riqueza de especies observada se puede saber si hay más especies que aún no se han capturado, pero que se “estiman” hay en el área. La estimación de riqueza de especies con métodos no paramétricos tiene como ventaja que hay menos sesgo que con los métodos de extrapolación (López-Gómez y Williams-Linera, 2006). Con los resultados obtenidos de diversidad verdadera para la estimación de especies (0D), se observa que el número de especies estimado es el mismo que el alcanzado.

Cuando la cantidad de individuos por especie son similares entre sí, el número de integrantes de las especies están distribuidas más homogéneamente, hay mayor equidad en la muestra y se puede medir con el índice de Shannon-Wiener. Dicho índice muestra que la localidad más diversa y que presenta mayor equidad en sus especies es Santiago Domingullo. La diversidad de orden uno (1D) considera estima el número de especies que conforman a una comunidad homogénea, ya que es el exponencial del índice de Shannon-Wiener, que supone que todas las especies están igualmente representadas en la muestra. Para el cálculo de 1D Spade arroja varios estimadores, pero se utilizó el estimador Chao y Shen porque asume formas no paramétricas para las abundancias de las especies, también hace el ajuste de Horvitz-Thomson para especies faltantes y considera el concepto de cobertura de muestra (Chao y Shen, 2003), lo que incrementa la precisión de este estimador en comparación con otros.

San Buenaventura reportó los géneros *Heterocerus* y *Tropicus* y tres especies, dos de ellas fueron poco abundantes, *H. mexicanus* (20 individuos, 1%) y *H. spinifer* (40 ejemplares, 3%) y *Tropicus pusillus* fue la especie más abundante, con 491 individuos que equivale al 96% de la muestra.

En CEAMISH la especie más abundante fue *Tropicus pusillus* con 491 individuos que equivale al 94% de la muestra y *Heterocerus mexicanus* con sólo siete organismos, equivale al 6% de la muestra.

Santiago Domingullo presentó *Heterocerus mexicanus* (17 individuos, 25%), *Tropicus bergi* (36 ejemplares, 52%) y *T. pusillus* (16 escarabajos, 23%). A nivel de especie las abundancias totales de las tres especies registradas, fue muy similar pues todas tuvieron menos de 50 individuos.

Tropicus pusillus fue muy abundante en dos localidades, San Buenaventura y CEAMISH. Los resultados de otras investigaciones con diferentes grupos entomológicos estudiados son similares a la reportada por este estudio para los heterocéridos, pues la distribución de individuos por especie fue heterogénea, o sea, pocas especies presentaron altas abundancias y muchas especies presentaron pocos individuos (bajas abundancias) (Zaragoza *et al.*, 2010).

La menor abundancia de heterocéridos fue de 279 en Santiago Domingullo; 1,538 en CEAMISH y la mayor abundancia se registró en San Buenaventura con 3,799 individuos. En estudios previos de coleópteros (Lampyridae y Cantharidae) de selvas secas, la abundancia varió entre localidades, pero como patrón general, el valor más bajo lo registró Santiago Domingullo y el más alto lo presentó Sierra de Huautla, Morelos (Zaragoza *et al.*, 2010).

Diversidad beta

La diversidad beta permite la comparación entre localidades para conocer el reemplazo o recambio de especies entre ellas, ya sea de manera pareada (Jaccard) o considerando todas las localidades (Whittaker). El coeficiente de similitud de Jaccard, indica qué pares de comunidades son más similares y trabaja con valores entre 0 y 1, donde el 0 muestra las comunidades más disímiles entre sí y el 1, las más parecidas. Con las tres localidades revisadas se observa que no son comunidades tan diferentes en lo que su composición de especies se refiere, ya que el valor más bajo (cerca de cero) con Jaccard es 0.5 y pertenece a San Buenaventura-Santiago Domingullo. San Buenaventura-CEAMISH y Santiago Domingullo-CEAMISH tienen valores de 0.666, lo que indica que estos pares de comunidades tienen una composición de especies similar.

Estacionalidad de las especies por localidad

Las localidades de San Buenaventura, Jalisco y Santiago Domingullo, Oaxaca, presentaron heterocéridos comenzando la temporada de estiaje, caso contrario a CEAMISH que tuvo heterocéridos durante la temporada de lluvias.

En San Buenaventura se registraron abundancias de los dos géneros en la temporada de secas, durante el invierno. *Heterocerus* registró su pico de abundancia en febrero y *Tropicus* en noviembre. *Heterocerus mexicanus* y *Heterocerus spinifer* estuvieron durante meses invernales, siendo febrero el mes con mayor abundancia de cada especie. En temporada de lluvias apenas hubo presencia de un individuo de *Heterocerus spinifer* en septiembre. *Tropicus pusillus* estuvo de noviembre (mayor abundancia) a febrero.

En la estación CEAMISH se reportó la presencia de los dos géneros principalmente en temporada de lluvias. *Heterocerus* se presentó en los meses de febrero, mayo, junio, julio y noviembre y fue muy abundante en junio y julio. *Tropicus* se registró durante seis meses (mayo a octubre) de forma continua, teniendo como pico de abundancia julio. *Heterocerus mexicanus* estuvo presente en mayo, junio y julio (temporada de lluvias). *Tropicus pusillus* estuvo presente en varios meses del año (noviembre, enero, febrero y mayo a octubre) con presencia en meses continuos y su pico de abundancia fue en julio.

Santiago Domingullo presentó sus mayores abundancias para los dos géneros comenzando la temporada de estiaje (octubre). *Heterocerus mexicanus* se registró en noviembre, enero, octubre (temporada de estiaje) y su abundancia máxima fue en noviembre. *Tropicus bergi* se presentó sólo en octubre, no se registró en el resto del año. *Tropicus pusillus* se presentó varios meses a lo largo del año, pero no todos los meses son continuos (febrero, marzo, mayo, julio, agosto y

octubre). *T. pusillus* estuvo en la temporada de lluvias y secas, pero con abundancias muy bajas, sólo en octubre se registró una abundancia más alta que en otros meses (6).

En estudios previos de entomofauna en selvas secas, se observó que dependiendo de la época del año con la que se concentra la mayor actividad de los insectos se pueden agrupar en tres conjuntos: los insectos activos en temporada de secas, aquellos activos en temporada de lluvias y finalmente los que no presentan un patrón estacional (Zaragoza *et al.*, 2010).

La mayoría de los heterocéridos de San Buenaventura y Santiago Dominguillo se registraron en temporada de estiaje, pero también algunos escarabajos del fango se reportaron en temporada de estiaje en CEAMISH. Lo anterior posiblemente se deba a las características de las zonas marginales como la humedad constante, la alta humedad del sustrato, mayor productividad que el resto de la selva seca y estabilidad micro climática de la zona marginal, en conjunto con el alimento (fito y zooplancton, detritos) que arriba a las orillas como consecuencia de la inundabilidad, es decir, que los corredores ribereños representan un área con pocas fluctuaciones ambientales en comparación con el resto de la selva (Vanin *et al.*, 2005; Granados-Sánchez *et al.*, 2006; Ceballos y Valenzuela, 2010; García, 2010; Vázquez *et al.*, 2015). En esta misma temporada el nitrógeno y el fósforo se acumulan en el suelo formando micro y macro agregados al aglutinarse con partículas sedimentarias, lo que impide se pierdan dichos nutrientes por lixiviación al comenzar las lluvias (Jaramillo *et al.*, 2010). Dado que a través de la construcción de las galerías de forrajeo los heterocéridos remueven las capas superficiales del suelo, posiblemente también tengan una implicación en la remoción y dispersión de los agregados y quizá estos nutrientes tengan injerencia en su ecología, como representar otro recurso alimenticio aún no registrado (Clark y Ratcliffe, 1989; Katovich, 2002; Evans, 2014; observación personal).

En CEAMISH la mayoría de los heterocéridos se hallaron en la temporada de lluvias, lo que es similar a lo observado con Cantharidae y Cerambycidae de Sierra de Huautla, Morelos reportados en estudios previos de la entomofauna de las selvas secas mexicanas (Zaragoza *et al.*, 2010). Durante la temporada de lluvias se presenta una alta mortalidad de huevos, larvas y pupas que no pueden salir de las galerías cuando se inundan (Katovich, 2002). Al inicio de la temporada de lluvias, la materia orgánica asociada a los macro agregados representa la fuente más importante de energía para las comunidades microbianas del suelo y posiblemente, para los heterocéridos (Jaramillo *et al.*, 2010). En esta temporada varios elementos que entran al suelo por consecuencia de las lluvias, determinan propiedades ecosistémicas claves, como la productividad primaria (carbono) y la fertilidad del suelo (nitrógeno y fósforo) (Jaramillo *et al.*, 2010). Considerando que hay reportes de algunas especies de heterocéridos que son saprobios y limnivoros, la temporada de lluvias puede beneficiar su alimentación porque hay mayor productividad primaria neta (PPN), es decir, carbono libre (Katovich, 2002; Jaramillo *et al.*, 2010; Mascagni, 2015).

Ya que este estudio únicamente trabajó con adultos, se cree que en el caso de San Buenaventura y Santiago Dominguillo, los adultos emerjan principalmente en temporada de estiaje (cuando más se capturaron) y CEAMISH presente un patrón invertido, con adultos emergidos en temporada de lluvias, que a su vez, está relacionado directamente con características micro climáticas de la zona ribereña o con parámetros ambientales (precipitación y temperatura ambiental) de cada localidad (observación personal). Para lo anterior, se requiere un estudio con mediciones *in situ* de características micro climáticas y de parámetros ambientales para los sitios de muestreo.

La precipitación en las selvas secas mexicanas ocurre principalmente en verano y recibe más del 80% anual total (Jaramillo *et al.*, 2010). La precipitación anual promedio es de 704 mm en San Buenaventura en un periodo de junio a agosto, 923 mm en CEAMISH con un periodo de junio a octubre y de 440 mm en Santiago Dominguillo entre junio y septiembre (Jiménez-Sánchez *et al.* 2009; Noguera *et al.*, 2012). Con respecto a la temperatura ambiental, la mayor parte de la costa del Pacífico Mexicano presenta poca oscilación anual y la temperatura media anual de las tres

localidades es similar, San Buenaventura presenta 24.4°C; CEAMISH 24.3°C y Santiago Dominguillo presenta 25°C (Jiménez-Sánchez *et al.*, 2009; Jaramillo *et al.*, 2010; Noguera *et al.*, 2012a). Es importante considerar que los parámetros de temperatura ambiental y precipitación pluvial se obtuvieron de promedios anuales de varios años de medición de las estaciones cercanas a los sitios de muestreo.

Proporción de sexos secundaria

La proporción de hembras con respecto a machos de la familia Heteroceridae tuvo como patrón general en el estudio de las tres localidades, menor número de machos que hembras (3:8, 5:8 ó 6:8).

La proporción de 5:8 se mantiene para San Buenaventura a nivel de familia y de *Tropicus*; para *Heterocerus* la proporción de machos-hembras es 6:8. CEAMISH mantiene la proporción de 5:8 a nivel de familia y de ambos géneros. Santiago Dominguillo presenta esta proporción sólo con *Heterocerus*. La proporción de tres machos por cada ocho hembras (3:8) se presentó a nivel de familia y del género *Tropicus*. Lo anterior muestra un patrón de proporción de sexos secundaria para los heterocéridos de estas tres localidades. Dicho patrón no necesariamente refleja que naturalmente hayan más hembras que machos, puede posiblemente reflejar que un sexo es atraído con mayor facilidad a la luz ultravioleta que el otro.

CONCLUSIONES

Como el hábitat de la familia Heteroceridae siempre son zonas riparias, la morfología externa de sus individuos es bastante conservada, por tanto, para la identificación de especies es necesario realizar disecciones de los machos para la revisión de la espícula gastral y del edeago. Ya que no hay claves de especies para hembras, éstas no se identifican, sólo se asocian a machos.

De los heterocéridos revisados para este trabajo, se observaron especies con variaciones de morfología interna que no han sido reportadas en la literatura como en *Tropicus pusillus*. También hay otras especies que presentan ligeras variaciones de morfología interna, con respecto a los esquemas y descripciones de Pacheco (1964) como son *Heterocerus mexicanus* y *H. spinifer*.

El presente trabajo amplía los datos de distribución geográfica de todas las especies reportadas, algunos representan nuevos registros para México (*Heterocerus spinifer* y *Tropicus bergi*) y otros son nuevos datos de distribución para Jalisco (*Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus*).

Los sitios de muestreo San Buenaventura, Jalisco, la Estación CEAMISH, Morelos y Santiago Dominguillo, Oaxaca tienen en común presentar como ecosistema la selva seca y cuerpos de agua cercanos, aunque en sus características ambientales presentan diferencias en altitud, precipitación pluvial, temperatura ambiental y diferentes climas, sin embargo, en los tres sitios se reportaron los géneros *Heterocerus* y *Tropicus*.

En San Buenaventura se reportaron tres especies, CEAMISH tuvo dos y Santiago Dominguillo registró tres especies.

Las especies *Heterocerus mexicanus* y *Tropicus pusillus* se encontraron en las tres localidades.

San Buenaventura y Santiago Dominguillo fueron las localidades con mayor riqueza de especies.

La localidad que representa una comunidad más homogénea es Santiago Dominguillo.

Las curvas de acumulación muestran que ya se registró el número de especies de heterocéridos por localidad.

El género más abundante en las tres localidades fue *Tropicus*. En San Buenaventura y CEAMISH, la especie más abundante fue *Tropicus pusillus*, en cambio, *Tropicus bergi* fue la especie más abundante en Santiago Dominguillo.

Para diversidad beta, el índice de Jaccard reveló que San Buenaventura-CEAMISH y CEAMISH-Santiago Dominguillo presentaron una composición de especies más similar.

Ya que el estudio únicamente utilizó adultos no se puede conocer la fenología, pero el esbozo de estacionalidad muestra que en todas las localidades y por cada especie, hay un mes con un pico de abundancia.

En San Buenaventura, *Heterocerus* y *Tropicus* se hallaron principalmente en temporada de secas. *H. mexicanus* y *H. spinifer* presentaron su máxima abundancia en febrero y *Tropicus pusillus* en noviembre, todos en temporada de estiaje.

En CEAMISH, *Heterocerus* y *Tropicus* estuvieron presentes en temporada de lluvias y se reportaron bajas abundancias de individuos en secas. CEAMISH tuvo los picos de abundancia de *H. mexicanus* en junio y julio y *Tropicus pusillus* en julio, todas en temporada de lluvias.

Santiago Dominguillo, Oaxaca presentó *Heterocerus* y *Tropicus* en temporada de estiaje, con pocos registros en temporada de lluvias. *H. mexicanus* presentó en noviembre su pico máximo de individuos, *Tropicus pusillus* presentó su máxima abundancia en octubre y *T. bergi* se reportó únicamente en octubre.

La proporción de sexos mostró como patrón general que hay mayor cantidad de hembras que de machos, manteniendo las proporciones de tres, cinco o seis machos por cada ocho hembras (3:8, 5:8, 6:8).

LITERATURA CITADA

- Aguilera P., A. Mascagni e I. Ribera.** 1998. The family Heteroceridae MacLeay, 1825 (Coleoptera, Dryopoidea) in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. *Miscellània Zoològica* 21(1): 75-100.
- Arce-Pérez, R.** 1995. Lista preliminar de coleópteros acuáticos del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana*. (65): 43-53.
- Arce-Pérez, R., J. A. Gómez-Anaya y R. Novelo-Gutiérrez.** 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* (n. s.). 26 (3): 639-667.
- Arnett Jr., R. H., N. M. Dowie y H. E. Jaques.** 1980. How to know the beetles. The Picture Key Nature Series. Wm. C. Brown Company Publishers Second edition. USA
- Ayala, R.** 2004. Fauna de abejas silvestres (Hymenoptera: Apoidea). Pp. 193-219. *En:* García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Bameul, F.** 1995. Un nouveau *Tropicus* Pacheco de la Guadeloupe (Coleoptera: Heteroceridae). *Bulletin de la Société entomologique de France* 100 (5): 475-480.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1982 a. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. I. Rhopalocera. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 52: 371-388.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1982 b. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. II. Familias Sphingidae y Saturniidae. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 52: 389-406.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1984 a. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. III. Familias Castniidae, Ctenuchidae, Artiidae, Pericopidae y Diopitidae. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 55: 169-183.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1984 b. Nuevos registros de esfingidos y satúrnidos (Lepidoptera) para Chamela, Jalisco, México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 55: 325-326.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1985. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. IV. Familia Notodontidae. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 56: 223-232.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1987. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. V. Familias Dalceridae, Psychidae, Megalopygidae, Thyrididae, Epiplemididae, Apatelodidae, Lasiocampidae, Lymantridae, Agaristidae. Anales del Instituto de Biología, UNAM, serie Botánica 58: 327-340.
- Beutelspacher, B. C. R.** 1995. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. VII (Lepidoptera: Noctuidae). *Shilap Revista de Lepidopterología* 23: 85-106.
- Beutelspacher, B. C. R. y J. L. León-Cortés.** 1993. Lepidópteros de Chamela, Jalisco, México. VI. (Lepidoptera: Geometridae). *Shilap Revista de Lepidopterología* 21: 171-189.
- Bezaury, C. J.** 2010. Las selvas secas del pacífico mexicano en el contexto mundial. *En:* G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 21-40 pp.
- Bueno-Soria, J. R. Barba-Álvarez, E. Ramírez-García y S. Santiago-Fragoso.** 1997. Comparative analysis of Trichoptera in three rivers at Chamela, Jalisco, Mexico. *Proceedings of the International Symposium of Trichoptera* 8: 59-63.
- Burgos-Solorio A. y S. Anaya-Rosales.** 2004. Los crisomelinos (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) del Estado de Morelos. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20 (3): 39-66.
- Burgos-Solorio, A. y A. Equihua-Martínez.** 2004. Los crisomelinos (Coleoptera: Chrysomelidae: Chrysomelinae) del estado de Morelos. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20 (3): 39-66.
- Burgos-Solorio, A. y A. Equihua-Martínez.** 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana* 14: 59-82.
- Burgos-Solorio, A. y A. G. Trejo-Loyo.** 2001. Lista preliminar de los coleópteros registrados para el estado de Morelos, México. *En:* Tópicos sobre coleóptera de México. Navarrete-Heredia, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds). Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara. México. 69-95.
- Caballero, P. U.** 2003. Staphylinidae necrófilos (Insecta: Coleoptera) de la Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

- California Department of Fish and Wildlife.** Digital Reference Collection of California Benthic Invertebrates. Aquatic Bioassessment Laboratory. Coleoptera. Heteroceridae. Consultado en noviembre de 2016. http://www.dfg.ca.gov/abl/Reference/California/CA_digital_ref_Heteroceridae.asp
- Cancino-López, R. J., Y. Márquez-López y A. Contreras-Ramos.** 2015. Mantíspidos (Neuroptera) del estado de Morelos, México: diversidad y distribución *Dugesiana* 22 (2): 201-208.
- Castaño-Meneses, R. G., B. Benrey y J. G. Palacios-Vargas.** 2009. Diversity and temporal variation of ants (Hymenoptera: Formicidae) from Malaise traps in a Tropical Deciduous Forest. *Sociobiology* 54: 633-645.
- Ceballos G. y D. Valenzuela.** 2010. Diversidad, ecología y conservación de los vertebrados de Latinoamérica. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 93-118 pp.
- Ceballos G. y L. Martínez.** 2010. Mamíferos. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 9-11 pp.
- Ceballos G., L. Martínez y J. Bezaury.** 2010. Presentación. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 9-11 pp.
- Cervantes-Peredo, P. L. y H. Brailovsky.** 2004. Listado de los Lygaeidae (Heteroptera) pp. 83-105. En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Chao, A. y T. J. Shen.** 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in simple. *Environmental and Ecological Statistics* 10: 429-443.
- Chao, A. y T. J. Shen.** 2010. Programa SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Programa y guía de uso en: <http://chao.stat.nthu.edu.tw>.
- Chemsak, J. A. y F. A. Noguera.** 1996. Annotated checklist of the Cerambycidae of the Estación de Biología, Chamela, Jalisco, México (Coleoptera), with descriptions of new genera and species. *Folia Entomológica Mexicana*. 89: 55-102.
- Cifuentes-Ruiz, P.** 2010. Nuevos registros de *Wattius cucullatus* (Pascoe, 1871) (Coleoptera: Tenebrionidae, Tenebrioninae) para Morelos, Sinaloa y Veracruz, México. *Dugesiana* 17 (2): 213-214.
- Clark II, G. R., B.C. Ratcliffe.** 1989. Observations on the tunnel morphology of *Heterocerus brunneus* Melsheimer (Coleoptera: Heteroceridae) and its paleoecological significance. *Journal of Paleontology* 63 (2): 228-232.
- Colwell, R. K.** 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. **CONABIO** <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/mapas/mapa>.
- CONAGUA** <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=5>.
- Corona-López, A. M.** 1999. Patrones de riqueza y abundancia del orden Coleoptera en dos regiones con bosque tropical caducifolio en México: Chamela y San Buenaventura, Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, México.
- Crowson, R. A.** 1967. The Natural Classification of the families of Coleoptera. E. W. Classey LTD. England. 49-54.
- De la Lanza-Espino, G., S. Hernández-Pulido, J.L. Carbajal-Pérez** (comps.). 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Plaza y Valdés S.A. de C.V., México.
- De la Maza, R.** 2010. Lepidópteros diurnos. Pp. 171-186. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 195-214 p.
- Delgado, L.** 1989. Fauna de coleópteros lamelicornios de Acahuizotla, Guerrero, México. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F.

Deloya C. y M. A. Morón. 1994. Listados Faunísticos de México V. Coleópteros lamellicornios del distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae). Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.

Deloya C., M. Madora-A. y D. Covarrubias-M. 2013. Scarabaeidea y Trogidae (Coleoptera) necrófilos de Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista Colombiana de Entomología*. 39 (01): 88-94.

Deloya, C. 1988. Coleópteros lamellicornios asociados a depósitos de detritos de *Atta mexicana* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en el sur del estado de Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 75: 77-91.

Deloya, C., M. A. Morón, J. M. Lobo. 1995. Coleoptera Lamellicornia (MacLeay, 1819) en el sur del estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 65: 1-42.

Dirzo R. y G. Ceballos. 2010. Las selvas secas de México: un reservorio de biodiversidad y laboratorio viviente. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 13-17 pp.

Doyen, J. T. 1988. Tenebrionidae y Zopheridae of the Chamela Biological Station and vicinity Jalisco México, Coleoptera. *Folia Entomologica Mexicana* 77: 211-276.

Equihua-Martínez A. y T. H. Atkinson. 1986. Annotated checklist of bark and ambrosia Beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypodidae) associated with tropical deciduous forest at Chamela, Jalisco Mexico. *Florida Entomologist* 69: 619- 635.

Evans, A. V. 2014. Heteroceridae. Beetles of eastern North America. Princeton University Press. Impreso en China.

Folkerts, G. W. 1989. Egg guarding and its significance in the Heterocerid beetle, *Dampfius collaris* (Kies.). *Journal of Insects Behavior* 2 (1): 139-141.

García, A. 2010. Reptiles y anfibios. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 13-17 pp.

García-Aldrete, A. N. 2004. Descripciones de especies de Psocoptera y adiciones a la fauna. Pp. 107- 125. En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.

García-de-Jesús, S., C. E. Moreno, M. A. Morón, I. Castellanos, N. P. Pavón. 2016. Integrando la estructura taxonómica en el análisis de la diversidad alfa y beta de los escarabajos Melolonthidae en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87:1033-1044.

García-Rivera, G. G. 2011. Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampas de luz en la presa "Lorenzo Vázquez" Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

García-Rivera, G. G. 2014. Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en selva baja caducifolia de la vertiente del Pacífico Mexicano. Tesis de Maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Gonzalez-Soriano, E, F. A. Noguera, S. Zaragoza-Caballero, M. A. Morales-Barrera, R. Ayala-Barajas, A. Rodríguez-Palafox y E. Ramírez-García. 2008. Odonata diversity in a tropical dry forest of Mexico. 1. Sierra de Huautla, Morelos. *Odonatologica* 37 (4): 305-315.

González-Soriano, E., F. A. Noguera, S. Zaragoza-Caballero, y E. Ramírez-García. 2009. Odonata de un bosque tropical caducifolio: Sierra de San Javier, Sonora, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 341-348.

González-Soriano, E., F.A. Noguera-Martínez, H.C.P. Barba-Medina, S. Zaragoza y E. Ramírez. 2016. Libélulas y caballitos del diablo (Odonata). En: La Biodiversidad en Colima. Estudio de Estado. pp. 325-330. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

González-Soriano, E., O. Delgado H. y G. L. Harp. 2004. Libélulas de la Estación de Biología, Chamela, Jalisco (Insecta: Odonata). Pp. 37-61. En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.

Google images. Tomadas el 05 noviembre 2017.

http://www.dfg.ca.gov/abl/Reference/California/CA_digital_ref_Heteroceridae.asp

https://www.google.com/search?q=selvas+secas+en+mexico&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKewjswICfhKjXAhUR-GMKHaPtBa0Q_AUICigB&biw=1366&bih=588#imgsrc=LI7KIMBc3ZD4BM y

https://www.google.com/search?q=selvas+secas+en+mexico&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewjswICfhKjXAhUR-GMKHaPtBa0Q_AUICigB&biw=1366&bih=588#imgrc=6sw6ajv-WWSzPM

Granados-Sánchez, D., M. A. Hernández-García y G. F. López-Ríos. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 12 (1): 55-69.

Hauser, C. L. y K. Riede. 2015. Field methods for inventoring insects. Capítulo 16. *En: Descriptive Taxonomy: The foundation of Biodiversity Research.* M. F. Watson, C. H. C. Lyal y C. A. Pendry (eds.). Cambridge University Press.

Hammer, O., D. A. T. Harper, P. D. Ryan. 2001. Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontologica Electronica* http://paleo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

Hespenheide, H. A. 1988. Buprestidae of the subfamilies Agrilinae y Trachyinae from the Chamela Biological Station, Jalisco, Mexico, Coleoptera. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 141-210.

<http://bug.tamu.edu/research/collection/hallan/test/Arthropoda/Insects/Coleoptera/Family/Heteroceridae.htm>

Hughes, J. B., J. J. Hellmann, T. H. Ricketts y B. J. M. Bohannan. 2001. Counting the uncountable: statistical approaches to estimating microbial diversity. *Applied and Environmental Microbiology*. 67 (10): 4399-4406

Ivie M. A. y J. B. Stribling. 1984. Taxonomic and Nomenclatorial notes on Caribbean *Tropicus* Pacheco (Coleoptera: Heteroceridae). *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 86 (4): 946-950.

Jäch, M. A. 1998. Annotated check list of aquatic and riparian/littoral beetle families of the world. *En: M.A. Jäch y L. Ji (eds.): Water beetles of China. Volumen II.*

Jäch, M. A. y M. Balke. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 419-442.

Jaramillo, V. J., F. García-Oliva, A. Martínez-Yrizar. 2010. La selva seca y las perturbaciones antrópicas en un contexto funcional. *En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México.* Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 13-17 pp.

Jiménez-Sánchez E., S. Zaragoza-Caballero, F. A. Noguera. 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 157-168.

Jiménez-Sánchez, E. 2003. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) atraídos a trampa de luz de una selva baja caducifolia en la Sierra de Huautla, Morelos, México. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Johanssen, R. M. y A. Mojica-Guzmán. 1998. The genus *Scirtotrips* Shull, 1909 (Thysanoptera: Thripidae: Sericothripini), in Mexico. *Folia Entomologica Mexicana* 104: 23-108.

Katovich, K. 2002. Heteroceridae. Capítulo 47. *En: American Beetles, Polypogaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea.* Vol. 2. Eds: Arnett, R. H., M. C. Thomas, P. E. Skelley y J.H. Frank. C.R.C. Press.

King, J. G. y P. K. Lago. 2012. The variegated mud-loving beetles Coleoptera: Heteroceridae) of Mississippi and Alabama, with discussion and keys to the species occurring in the southeastern United States. *Insecta Mundi*, 0275: 1-53.

King, J., J.R. Starr y P. K. Lago. 2011. Molecular data resolves relationships within Heteroceridae (Coleoptera: Dryopoidea). *Systematic Entomology* 36: 435-445.

Leech, H.B. y H. P. Chandler. 1956. Aquatic Coleoptera. *En: Usinger, R.L. (ed). Aquatic Insects of California, with keys to North American Genera and California Species.* University of California Press. Berkeley and Los Angeles, California, USA.

López-Gómez, A. M. y G. Williams-Linera. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana* 78: 7-15.

Luna-Reyes, M., J. Llorente-Bousquets y A. Luis-Martínez. 2008. Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera) *Revista de Biología Tropical* 56 (4): 1677-1716.

Mariño, P. E. y C. Márquez M. 1982. Embiópteros de México. I. Descripción de tres nuevas especies y algunos nuevos registros. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Botánica* 52: 99-113.

Martínez, J. J. y A. Zaldívar-Riveron. 2010. A new species of *Neoheterospilus* (Braconidae: Doryctinae) from Chamela, Jalisco, Mexico. *Journal of Hymenoptera Research* 19: 217-222.

- Martínez-Hernández, J. G., V. H. Toledo-Hernández, A. Flores-Palacios y A. M. Corona-López.** 2015. Partición temporal del nicho de la familia Cerambycidae (Coleoptera) en tres localidades de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos. Pp.82-91. En: Toledo-Hernández V. H. (coord.). Retos y herramientas para el estudio de la Biodiversidad. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. P. 206.
- Martínez-Luque E. O., M. L. Zurita-García y A. Zaldívar-Riverón.** 2016. Inventario de las especies de elatéridos (Coleoptera: Elateridae) de un bosque tropical caducifolio mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87: 956-965.
- Mascagni, A.** 1988. *Tropicus alcicornis* sp. N. dell'Àmerica meridionale (Coleoptera: Heteroceridae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana* 120 (3): 187-190.
- Mascagni, A.** 1994. Description of a new species of *Tropicus* Pacheco from Ecuador (Coleoptera: Heteroceridae). *Bollettino della Società entomologica italiana* 120 (3): 187-190.
- Mascagni, A.** 2013. The variegated mud-loving beetles of Europe (first part) (Coleoptera: Heteroceridae). *Onychium* 10: 78-118.
- Mascagni, A. y C. Monte.** 2010. Three new species and new records of Heteroceridae from the Neotropical Region (Coleoptera: Heteroceridae). *Koleopterologische Rundschau* 80: 159-166.
- McCafferty, W.P.** 1983. Shore-dwelling Insects. Chapter 17. En: Aquatic Entomology The Fishermen's and Ecologists' Illustrated Guide to Insects and their Relatives. Jones and Bartlett Publishers, Inc. USA.
- Miller, W. V.** 1988. A new species of *Heterocerus* recorded from Florida and Canada (Coleoptera: Heteroceridae). *The Florida Entomologist* 71 (1): 30-33.
- Miller, W. V.** 1992. New species of *Tropicus* from South America (Coleoptera: Heteroceridae). *The Coleopterists' Bulletin* 46 (4): 384-393.
- Miller, W. V.** 1995. Two new species of *Heterocerus* Fabricius from Mexico (Coleoptera: Heteroceridae). *The Coleopterists' Bulletin* 49 (3): 249-252.
- Moreno, C. E.** 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1 Zaragoza, 84 p.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda, N. P. Pavón.** 2011. Reanálisis de diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1249-1261.
- Morón, M. A.** 1994. La diversidad genérica de los coleópteros Melolonthidae en México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 61: 7-19.
- Morón, M. A., C. Deloya y L. Delgado-Castillo.** 1988. Fauna de coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la Región Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 313-378.
- Morón, M. A., C. Deloya, A. Ramírez-Campos y S. Hernández-Rodríguez.** 1998. Coleoptera faunae Lamellicornia from Tepic región, Nayarit, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana Nueva Serie* 75: 73-116.
- Navarrete-Heredia, J. L.** 2009. Registro de dos especies de Dynastinae (Coleoptera: Scarabaeidae) para la Reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, México. *Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie* 25: 667-669.
- Nickle, D. A. y M. S. Collins.** 1988. The termite fauna (Isoptera) in the vicinity of Chamela state of Jalisco, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 85-122.
- Niño-Maldonado, S., Sánchez-Reyes U. J., Clark S. M., Toledo-Hernández V. H., Corona-López A. M. y Jones W. R.** Checklist of leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) from the State of Morelos, México. *Zootaxa* 4088(1): 0901: 111.
- Noguera F. A., S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. González-Soriano, E. Ramírez-García, R. Ayala y M. A. Ortega-Huerta.** 2012a. Cerambycidos (Coleoptera-Cerambycidae) del bosque tropical caducifolio en Santiago Dominguito, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83: 611-622.
- Noguera, F. A.** 1988. Hispinae and Cassidinae (Coleoptera: Chrysomelidae) of Chamela, Jalisco, Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 277-312.
- Noguera, F. A.** 2005. New species of Cerambycidae (Coleoptera) of the tropical dry forest of Mexico. *Folia Entomológica Mexicana* 44 (suppl. 1): 277-312.
- Noguera, F. A. M. A. Ortega-Huerta, S. Zaragoza-Caballero, E. Ramírez-García, E. González-Soriano.** 2009. A faunal study of the Cerambycidae (Coleoptera) from one region with Tropical Dry Forest in Mexico: San Javier, Sonora. *The Pan-Pacific Entomologist* 85: 70-90.
- Noguera, F. A. y J. A. Chemsak.** 1993. Two new species of Onciderini (Coleoptera: Cerambycidae, Lamiinae) from the Pacific coast of Mexico. *The Pan-Pacific Entomologist* 69: 290-294.

- Noguera, F. A., J. A. Chemsak, S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García, E. González-Soriano y R. Ayala.** 2007. A faunal study of Cerambycidae (Coleoptera) from one región with tropical dry forest in México: San Buenaventura, Jalisco. *The Pan-Pacific Entomologist* 83 (4): 296-314.
- Noguera, F. A., S. Zaragoza C., E. González S. y E. Ramírez G.** 2012b. Los insectos del bosque seco. <http://linbos.net/>.
- Noguera, F. A., S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. González-Soriano, E. Ramírez-García, R. Ayala y M. A. Ortega-Huerta.** 2012a. Cerambycidos (Coleoptera: Cerambycidae) del bosque tropical caducifolio en Santiago Dominguillo, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de la Biodiversidad* 83:611-622.
- Noguera, F. A., S. Zaragoza-Caballero, J. A. Chemsak, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez, E. González-Soriano y R. Ayala.** 2002. Diversity of the family Cerambycidae (Coleoptera) of the tropical dry forest of Mexico, I Sierra de Huautla, Morelos. *Annals of the Entomological Society of America* 95 (5): 617-627.
- Ordóñez-Reséndiz, M. M. y R. T. Escalante-Barrera.** Xxxx. Escarabajos de las Sierras Taxco-Huautla, México.
- Ortega L. G. y C. Márquez M.** 1987. Ortópteros de la Estación de Biología Chamela, Jalisco (Insecta: Orthoptera). Anales del Instituto de Biología, UNAM. *Serie Zoológica* 58 (1): 35-62.
- Ortega L. G. y D. B. Thomas.** 2004. Pentatomini (Hemiptera: Pentatomidae). Pp 63-81. En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), *Artrópodos de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Pacheco, C., C. Deloya y P. Cortés.** 2006. Phytophagous scarab beetles from the Central Region of Guerrero, Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae, Cetoniinae). *Revista Colombiana de Entomología* 32 (2): 191-199.
- Pacheco, F.** 1963. Notas sobre los heterocéridos (Coleoptera, Heteroceridae). *Acta Zoológica Mexicana* 4: 4-6.
- Pacheco, F.** 1964. Sistemática, filogenia y distribución de los heterocéridos de América (Coleoptera: Heteroceridae). Monografías del Colegio de Post-graduados: No. 1. Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Post-graduados, Chapingo, México.
- Pacheco, F.** 1969. A New Species of Heterocerini (Coleoptera: Heteroceridae). *The Florida Entomologist* 52 (1): 37-39.
- Pacheco, M. F.** 1978. A catalog of the Coleoptera of America North of Mexico, Family: Heteroceridae. Agriculture Handbook Number 529-47, I-X, 1-8.
- Palacios-Vargas, J. G., G. Castaño-Meneses y J. A. Gómez-Anaya.** 1998. Collembola from de canopy of a Mexican Tropical Deciduous Forest. *The Pan-pacific Entomologist* 74: 47-54.
- Pérez-Hernández, C. X.** 2009. La familia Carabidae (Insecta: Coleoptera) en Quilamula, Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México.
- Pérez-Hernández, C. X. y S. Zaragoza-Caballero.** 2015. Diversidad alfa y beta de Cantharidae (Coleoptera) en el bosque tropical caducifolio de la vertiente del Pacífico Mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 86: 771- 781.
- Pescador-Rubio, A.** 1994. Manual de identificación para las mariposas de la familia Sphingidae (Lepidoptera) de la Estación de Biología "Chamela", Jalisco, México. *Cuadernos del Instituto de Biología* 22: 1-103.
- Prokin A. A. y D. Ren.** 2011. New species of variegated mud-loving beetles (Coleoptera: Heteroceridae) from Mesozoic deposits of China. *Paleontological Journal* 45 (3): 284-286.
- Ramírez-García, E. y M. A. Sarmiento-Cordero.** 2004. Syrphidae (Diptera) de la estación de Biología Chamela. Pp. 181-191. En: García-Aldrete, A.N. y R. Ayala (Eds.), *Artrópodos de Chamela*, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Reséndiz-Flores, A., J. F. Nunes, M. García-París y A. Zaldívar-Riverón.** 2014. Seis nuevas especies del género de avispas parasitoides *Notiospathius* (Hymenoptera: Braconidae: Doryctinae) de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 391-401.
- Reyes-Castillo, P.** 1988. Coleoptera Passalidae de la estación de Biología Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 517-518.
- Reynoso-Velasco, D. y A. Contreras-Ramos.** 2009. Mantispidae (Neuroptera) of Mexico's National University Biological Stations Chamela and Los Tuxtlas. *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 111: 708-713.

- Rifkind, J., V. H. Toledo y A. M. Corona.** 2010. New species of Cleridae (Coleoptera) from Morelos, Mexico. *Zootaxa* 2659: 53-59.
- Rodríguez, J. M., B. Rodríguez-Velez, S. Zaragoza-Caballero, F. A. Noguera-Martínez, E. González-Soriano y E. Ramírez-García.** 2010. Diversidad de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) collected with Malaise traps in the tropical dry forest of San Javier, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 813-822.
- Rodríguez-Mirón, G. M.** 2013. Patrones de diversidad de escarabajos fitófagos (Coleoptera: Chrysomelidae y Cerambycidae) de las Sierras de Taxco-Huautla. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Facultad de estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rodríguez-Palafox A.** 1988. Las avispas sociales (Hymenoptera: Vespidae: Polistinae) de Chamela, Jalisco. *Folia Entomológica Mexicana* 77: 495-516.
- Rodríguez-Palafox A. y A. M. Corona-López.** 2002. Lista de artrópodos de la región de Chamela, Jalisco, México. Pp. 203-232. *En:* Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García y M. Quesada. (Eds.) Historia Natural de Chamela. IBUNAM, México. D.F. 568 p.
- Rodríguez-Vélez, B. y J. B. Woolley.** 2005. La fauna de la familia 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.
- Rodríguez-Velez, B., S. Zaragoza-Caballero, J. M., Rodríguez.** 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.
- Romero N. J. y R. L. Westcott.** 2011. The Bruchidae (Insecta: Coleoptera) of la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México, with descriptions of two new species and an annotated checklist. *Insecta Mundi* 0166: 1-15.
- Romero-Gómez, G., J. Romero-Nápoles, A. Burgos-Solorio, J. L. Carrillo-Sánchez, H. Bravo-Mojica, S. Ramírez-Alarcón.** Brúquidos (Coleoptera: Bruchidae) del estado de Molelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 30 (1): 1- 17.
- Sandoval-Manrique, J. C., S. Santiago-Fragoso y M. Parra-López.** 2001. Los coleópteros acuáticos del río Amacuzac, México. *En:* Tópicos sobre coleóptera de México. Navarrete-Heredia, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds). Universidad de Guadalajara. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. México. 97-108.
- Santiago-Fragoso, S. y L. Vázquez-Navarrete.** 1990. Clave para identificar las familias acuáticas y semiacuáticas del orden Coleoptera del estado de Morelos, México. *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 61(1): 133-138.
- Sarmiento-Cordero, M. A.** 2015. Conyopterigidae (Insecta: Neuroptera) del bosque tropical caducifolio de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Schaefer K. y W.A. Drew.** 1964. The Heteroceridae of Oklahoma. *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science. Biological Sciences.* Pp 69-71. Oklahoma State University, Stillwater.
- Skalický, S.** 2002. New species and new records of Heteroceridae from Argentina and Paraguay (Coleoptera: Heteroceridae). *Koleopterologische Rundschau* 72: 169-182.
- Skalický, S.** 2003. New species of Heteroceridae from Argentina, Brazil y Chile (Insecta: Coleoptera). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins E V Frankfurt.* Band 28. Heft ½. 1-12.
- Skalický, S.** 2004. *Tropicus migueli* n. sp. from Paraguay (Coleoptera: Heteroceridae). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins E V Frankfurt.* Band 29. Heft ½. 11-16.
- Skalický, S.** 2006a. New species of Heteroceridae from Belize (Insecta: Coleoptera). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins E V Frankfurt.* Band 31. Heft 3/4. 105-109.
- Skalický, S.** 2006b. New species of Heteroceridae from Bolivia (Coleoptera: Heteroceridae). *Entomological Problems* 36 (2): 85-90.
- Skalický, S.** 2006c. Description of six new species of genus *Tropicus* Pacheco, 1964 (Coleoptera: Heteroceridae). *Entomologica Basiliensia et Collectionis Frey* 28: 73-82.
- Skalický, S.** 2007a. New species of Heteroceridae from the New World (Coleoptera: Heteroceridae). *Koleopterologische Rundschau* 77: 171-178.
- Skalický, S.** 2007b. *Tropicus spangleri* sp. nov. from Costa Rica, Panama and Honduras (Coleoptera: Heteroceridae). *Folia Heyrovskyana Series A.* 14 (3): 105-108.

- Skalický, S.** 2008a. New species of *Tropicus* Pacheco, 1964 from Paraguay y Ecuador (Coleoptera, Heteroceridae). *Entomologica Basiliensia et Collectionis Frey* 30: 27-34.
- Skalický, S.** 2008b. *Tropicus manni* n. sp. from Bolivia (Coleoptera: Heteroceridae). *Mitteilungen des Internationalen Entomologischen Vereins E V Frankfurt*. Band 33. Heft ½. 17-25.
- Skalický, S.** 2009. New species and new records of Heteroceridae from Peru (Coleoptera: Heteroceridae). *Koleopterologische Rundschau* 79: 273-277.
- Skalický, S.** 2013. *Tropicus mipkae* sp. n. from Ecuador. *Koleopterologische Rundschau* 83: 169-172.
- Skalický, S.** 2014. *Tropicus panamensis* sp. nov. and a new record of *Tropicus* Pacheco from Panama (Coleoptera: Heteroceridae). *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae* (Brno) 99(1): 65-67.
- Skalický, S.** 2015. *Tropicus kolouseki* sp. n. from Bolivia (Coleoptera: Heteroceridae). *Koleopterologische Rundschau* 85: 239-242.
- Skalický, S. y E. Ezer.** 2014. Coleoptera: Heteroceridae. *Folia Heyrovskyana Series B*, 18: 1-12.
- Spangler, P. J.** 1982. Coleoptera. En: Hurlbert, S.H. y Villalobos-Figuerona, A. (Eds.) *Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies*. San Diego State University, San Diego y Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México.
- Toledo- Hernández, V. H. y A. M. Corona-López.** 2009. Comunidad de Buprestidae, Cerambycidae y Cleridae (Coleoptera) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Pp 78-82. En: E. Ruíz C., J. M. Coronado B. (Eds.) Taller Internacional de Recursos Naturales. Memorias Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 101 p.
- Toledo, V. H., F. A. Noguera-Martínez, J. A. Chemsak, F. T. Hovore y E. F. Giesbert.** 2002. Te cerambycid fauna of the tropical dry forest of "El Aguacero", Chiapas, Mexico (Coleoptera: Cerambycidae). *The Coleopterists Bulletin* 56: 515-532.
- Toledo-Hernández, V. H., A. M. Corona-López, A. Flores-Palacios, J. M. Coronado-Blanco, y S. Nikovalena M.** 2012. Riqueza de coleópteros (Insecta: Coleoptera) de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, México. Pp. 142-150. En: E. Ruiz-Cancino y J. M. Coronado-Blanco (Eds.) Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería y Ciencias, ciudad victoria, Tamaulipas, México. 280 p.
- Trejo, I.** 2010. Las selvas secas del Pacífico mexicano. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 41-51 pp.
- Trémouilles, E. R.** 1999. Descripción de tres nuevas especies de *Heterocerus* Fabricius de América del Sur (Coleoptera, Heteroceridae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* n.s. 1(1): 103-108.
- Triplehorn, C. A. y Johnson N. F.** 2005. Borror and DeLong's Introduction to the study of insects. ed. 7° Ed. Thomson Books/Cole. U.S.A. 805 pp
- Tufinio-Azcoitia, S. F.** 2015. Diversidad de coleópteros acuáticos atraídos a trampa de luz en dos localidades de selva baja caducifolia en el Estado de Oaxaca. Tesis de Maestría, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Usela, V. R. A.** 1987. Familia Membracidae (orden Homoptera) de Chamela, Jalisco. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, México.
- Vanin, S. A., Costa, C., Ide, S., & Beutel, R. G.** 2005. Heteroceridae MacLeay, 1825. Rolf G. Beutel (Ed) et al. En: Handbook of Zoology. Vol. 4. Arthropoda: Insecta. Coleoptera, Beetles. Part 38. Vol. 1: Morphology and Systematics (Archostemata, Adephaga, Myxophaga, Polyphaga partim), De Gruyter.
- Vázquez G., J. G. García-Franco, G. Castillo, F. Escobar, A. Guillén, M. L. Martínez, K. Mehlreter, R. Novelo, E. Pineda, V. Sosa, C., Valdepino, A. Campos C., R. Landgrave, E. Montes de Oca, A. Ramírez, J. Galindo.** 2015. Ecosistemas ribereños: un paisaje fragmentado. CONABIO. *Biodiversitas* 119:7-11.
- Vega-Rivera, J. H., M. C. Arizmendi, L. Morales-Pérez.** 2010. Aves. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds.) *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 13-17 pp.
- Venegas, S. P. C. D.** 2011. Diversidad de Odonata en la región de Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Vinikour, W. S.** 1979. Coal slurry observed as habitat for semiaquatic beetle *Lanternarius brunneus* (Coleoptera, Heteroceridae), with notes on water quality conditions. *Entomological News* 90(4): 203-204.

- Waterhouse C. O.** 1874. XXVIII Notes on Australian Coleoptera with descriptions of new species. *Transactions of the Entomological Society of London* Part IV (Dec.)
- White, D. S. y R. E. Roughley.** 2008. Aquatic Coleoptera. *En: R. W., Merrit, K. W. Cummins y M. B. Berg. (eds.) An Introduction to the Aquatic Insects of North America.* Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, U.S.A. 1158 pp.
- Woodcock, T., E. Boyle, R. Roughley, P. Kevan, R. Labbee, A. Smith; H. Goulet, D. Steinke, S. Adamowicz.** 2013. The diversity and biogeography of the Coleoptera of Churchill: insights from DNA barcoding. *Ecology* 13:40.
- Yanes- Gómez, G. y M. A. Morón.** 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana* 26 (1): 123-145.
- Zaitzev, P.** 1910. Coleopterorum Catalogus: Dryopidae, Cyathoceridae, Georyssidae, Heteroceridae. Volume 14. W. Junk. Berlin W. 15, Kurfuerstendamm 201.
- Zaragoza-Caballero S. y E. Ramírez-García.** 2009. Diversidad de Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae y Telegeusidae (Coleoptera: Elateroidea) en un bosque tropical caducifolio de la Sierra de San Javier, Sonora, México. 2009. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 675-686.
- Zaragoza-Caballero S., E. González-Soriano, F. A. Noguera, E. Ramírez-García, A. Rodríguez-Palafox y R. Ayala.** 2000. Biodiversidad en Insecta (Odonata, Coleoptera (Cantharoidea, Cerambycidae), Diptera (Syrphidae) e Hymenoptera (Apoidea, Vespidae)) en tres zonas del Pacífico Mexicano. Memoria electrónica del primer Congreso de Responsables del proyecto de Investigación en Ciencias Naturales. CONACyT, D.F. México.
- Zaragoza-Caballero S., F. A. Noguera, E. González-Soriano, E. Ramírez-García y A. Rodríguez-Palafox.** 2010. Insectos. *En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. B. Creel y R. Dirzo (Eds). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México.* Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad en México. México, DF. 195-214 p.
- Zaragoza-Caballero S., F. A. Noguera, J. A. Chemsak, E. González-Soriano, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García y R. Ayala.** 2003. Diversity of Lycidae, Phengodidae, Lampyridae y Cantharidae (Coleoptera) in a tropical dry forest region in Mexico: Sierra de Huautla, Morelos. *The Pan-Pacific Entomologist* 79 (1): 23-37.
- Zaragoza-Caballero, S.** 2004a. Cantharidae (Coleoptera). Pp. 127-138. *En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela, Jalisco.* Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Zaragoza-Caballero, S.** 2004b. Lampyridae (Coleoptera). Pp. 139- 150. *En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela, Jalisco.* Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Zaragoza-Caballero, S.** 2004c. Lycidae (Coleoptera). Pp. 151-162. *En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela, Jalisco.* Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Zaragoza-Caballero, S.** 2004d. Phengodidae (Coleoptera). Pp. 163-170. *En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (Eds.), Artrópodos de Chamela, Jalisco.* Instituto de Biología, UNAM, México. 227 p.
- Zaragoza-Caballero, S.** 2008. Nueva especie de *Pseudotelegeusis* (Coleoptera: Telegeusidae) del estado de Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 369-372.

Anexo 1. Cuadro de los insectos previamente registrados en selvas secas mexicanas

Cuadro 10. Órdenes de insectos encontrados en diferentes estados mexicanos con selvas secas.

ORDENES	LOCALIDAD	REFERENCIAS
Blattaria	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Rodríguez-Palafox y Corona, 2002.
Coleoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y San Buenaventura, Jalisco; Sierra de Huautla y Jojutla, Morelos; Acahuizotla y Región Central, Guerrero; San Javier, Sonora; Presa El Cajón y Tepic, Nayarit; El aguacero, Chiapas; Huhuetlan, Puebla; Ixtlahuacan, Colima.	Burgos-Solorio y Equihua-Martínez, 2007; Caballero, 2003; Chemsak y Noguera, 1996; Corona-López, 1999; Delgado, 1989; Deloya y Morón, 1994; Deloya <i>et al.</i> , 2013; Doyen, 1988; Equihua-Martínez y Atkinson, 1986; García-Rivera, 2011; 2014; Hespeneheide, 1988; Jiménez-Sánchez, 2003; Jiménez-Sánchez <i>et al.</i> , 2009; Morón, 1994; Morón <i>et al.</i> , 1988; Morón <i>et al.</i> , 1998; Navarrete-Heredia, 2009; Noguera, 1988; Noguera, 2005; Noguera y Chemsak, 1993; Noguera <i>et al.</i> , 2002; Noguera <i>et al.</i> , 2012b; Noguera <i>et al.</i> , 2007; Noguera <i>et al.</i> , 2009; Noguera <i>et al.</i> , 2012a; Pacheco <i>et al.</i> , 2006; Pérez-Hernández y Zaragoza-Caballero, 2015; Reyes-Castillo, 1988; Rifkind <i>et al.</i> , 2010; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002; Romero y Westcott, 2011; Toledo-Hernández <i>et al.</i> , 2002; Toledo-Hernández y Corona-López, 2009; Toledo-Hernández <i>et al.</i> , 2012; Yanes-Gómez y Morón, 2010; Zaragoza-Caballero, 2004a,b,c,d; Zaragoza-Caballero, 2008; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2000; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2003; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2010.
Collembola	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Palacios-Vargas <i>et al.</i> , 1998; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002.
Diptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y San Buenaventura, Jalisco; Dominguillo, Oaxaca; Sierra de Huautla, Morelos	Noguera <i>et al.</i> , 2012b; Ramírez-García y Sarmiento-Cordero, 2004; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2000; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2010.
Embioptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Mariño y Márquez, 1982; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002.
Hemiptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Cervantes-Peredo y Brailovsky, 2004; Ortega y Thomas, 2004; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002; Usela, 1987.
Hymenoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y San Buenaventura, Jalisco; Sierra de Huautla, Morelos; San Javier, Sonora; Huatulco, Oaxaca; Dominguillo, Oaxaca	Ayala, 2004; Castaño-Meneses <i>et al.</i> , 2009; Noguera <i>et al.</i> , 2012b; Martínez y Zaldívar-Riverón, 2010; Reséndiz-Flores <i>et al.</i> , 2014; Rodríguez-Palafox, 1988; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002; Rodríguez-Vélez y Woolley, 2005; Rodríguez <i>et al.</i> , 2010; Rodríguez-Vélez <i>et al.</i> , 2009; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2000; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2010.
Isoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Nickle y Collins, 1988; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002.
Lepidoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco; Sierra de Huautla, Morelos	Beutelspacher, 1982a; 1982b; 1984a; 1984b; 1985; 1987; 1995; Beutelspacher y León-Cortés, 1993; De la Maza, 2010; Luna-Reyes <i>et al.</i> , 2008; Pescador-Rubio, 1994; Rodríguez-Palafox y Corona, 2002; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2010.
Mantodea	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Rodríguez-Palafox y Corona, 2002.
Neuroptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco; Sierra de Huautla, Morelos	Cancino-López <i>et al.</i> , 2015; Reynoso-Velasco y Contreras-Ramos, 2009; Sarmiento-Cordero, 2015.
Odonata	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala y San Buenaventura, Jalisco; Sierra de Huautla, Morelos; San Javier, Sonora; Huatulco, Oaxaca; Dominguillo, Oaxaca	González-Soriano <i>et al.</i> , 2004; González-Soriano <i>et al.</i> , 2008; González-Soriano <i>et al.</i> , 2009; González-Soriano <i>et al.</i> , 2016; Noguera <i>et al.</i> , 2012b; Venegas, 2011; Zaragoza-Caballero <i>et al.</i> , 2000.
Orthoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Ortega y Márquez, 1987; Rodríguez-Palafox y Corona-López, 2002.
Psocoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	García-Aldrete, 2004; Rodríguez-Palafox y Corona-López, 2002.
Strepsiptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Rodríguez-Palafox y Corona-López, 2002.
Thysanoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Johanssen y Mojica-Guzmán, 1998.
Trichoptera	Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco	Bueno-Soria <i>et al.</i> , 1997; Rodríguez-Palafox y Corona-López, 2002.

Anexo 2. Métodos de muestreo y preservación de heterocéridos

Literatura

Hay registros de muestrear a los adultos de los heterocéridos con redes de golpeo, de cuchara o dragas, incluso golpeando o inundando la superficie de sus galerías, pero es ineficiente con determinados tipos de suelo, en cambio, el uso de trampas de luz UV atraen enormes cantidades de éstos si se colocan cerca de las zonas marginales de los cuerpos de agua, pues los heterocéridos vuelan cortas distancias en el atardecer en los meses de verano (McCafferty 1983; King y Lago, 2012). Las trampas de luz más usadas son las de UV, como las lámparas de alta presión de vapor de mercurio. Algunos factores que influyen con este muestreo son la luna llena, la temperatura y el viento. Es indispensable colocarlas en un sitio y a la altura adecuada, considerando la presencia de vegetación muy densa (Hauser y Riede, 2015). Las trampas de luz son consideradas una técnica masiva de muestreo que implica un alto número de ejemplares, tiempo y trabajo de separación por grupos y morfoespecies (Hauser y Riede, 2015). Para la captura de heterocéridos, estas trampas se pueden utilizar con alcohol etílico al 80% o con etilenglicol y para la preservación y análisis de ADN se puede usar alcohol etílico al 100% o hielo frío 95% (King y Lago, 2012). Es importante limpiarlos antes de determinarlos pues pueden estar cubiertos con lodo (Arnett Jr. *et al.*, 1980).

Para el montaje los heterocéridos por su pequeño tamaño, se deben adherir a triángulos de cartón, utilizando pegamento blanco. Como la mayoría de las especies de coleópteros se determinan por los edeagos masculinos, es conveniente, extraer La espícula gastral y el edeago, los cuales deben ser adheridas a triángulos o bien almacenadas en micro viales con glicerina (Fig. 14) (Leech y Chandler, 1956).

Utilizados en este trabajo

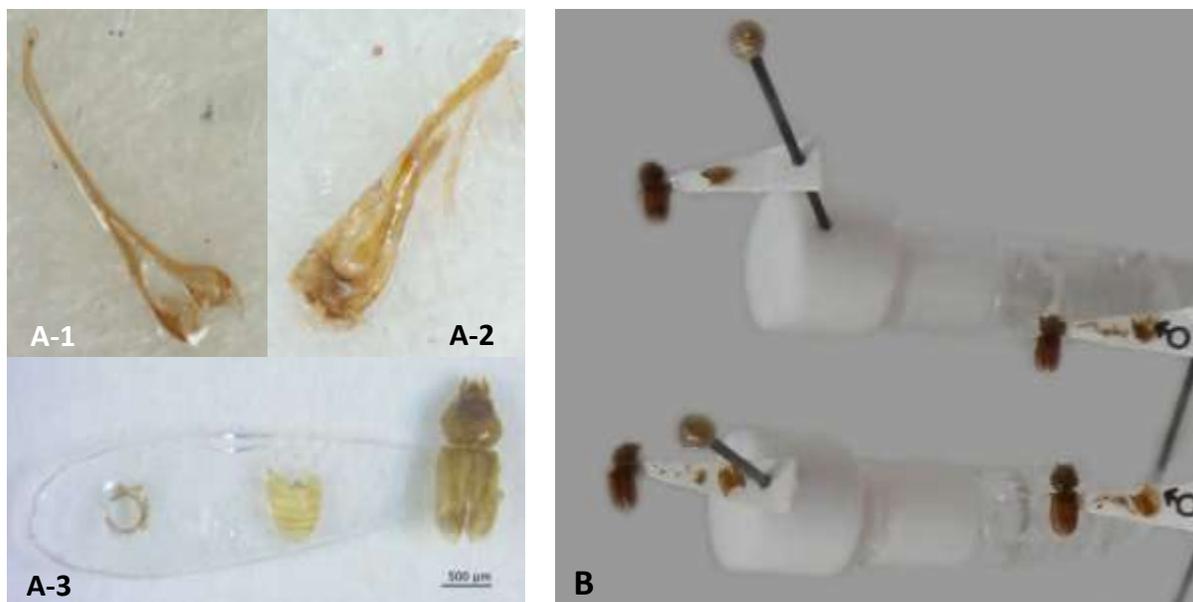


Figura 15. Métodos de montaje y preservación de heterocéridos de la Vertiente del Pacífico Mexicano. a) Método de montaje con acetato. A-1) Espícula gastral. A-2) Edeago. A-3) Acetato con adulto y abdomen. B) Heterocéridos y sus abdómenes en triángulos de cartón, espícula gastral y edeago en micro vial con glicerina.

Anexo 3. Datos de temperatura y precipitación de estaciones cercanas a los sitios de muestreo

Cuadro 11. Temperaturas y precipitación de Estación Tuxcacuesco, JAL.

	PERIODO: 1951-2010			LATITUD: 19°41'49" N.			LONGITUD: 103°58'58" W.			ALTURA: 720.0 msnm			
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal	30.6	32.5	34.6	36.3	38.1	35.2	33.3	33.4	32.2	33.2	32.8	31.0	33.6
Temperatura mínima normal	10.4	10.5	11.7	13.4	16.5	18.8	19.4	19.0	19.1	18.0	14.7	11.8	15.3
Temperatura media normal	20.5	21.5	23.2	24.9	27.3	27.0	26.3	26.2	25.7	25.6	23.7	21.4	24.4
Precipitación normal	14.9	11.3	6.1	3.7	21.8	121.2	158.3	149.1	127.3	63.9	15.7	10.7	704.0

Cuadro 12. Temperaturas y precipitación de Estación Huautla, MOR.

	PERIODO: 1951-2010.			LATITUD: 18°26'24" N.			LONGITUD: 099°01'30" W.			ALTURA: 966.0 msnm.			
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal	30.8	31.4	32.6	34.1	34.0	32.6	31.8	31.6	31.1	31.3	31.0	30.7	31.9
Temperatura mínima normal	13.8	14.8	16.3	18.1	18.7	19.0	18.2	18.1	17.8	16.8	15.2	13.9	16.7
Temperatura media normal	22.3	23.1	24.5	26.1	26.4	25.8	25.0	24.8	24.5	24.1	23.1	22.3	24.3
Precipitación normal	7.3	3.8	2.8	2.8	59.2	218.4	186.3	184.7	186.6	56.0	6.8	3.1	923.7

Cuadro 13. Temperaturas y precipitación de Estación San Juan Bautista Cuicatlán, OAX.

	PERIODO: 1951-2010			LATITUD: 17°48'00" N.			LONGITUD: 096°57'00" W.			ALTURA: 624.0 msnm			
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima normal	29.0	30.1	33.2	36.0	36.6	34.6	33.0	33.3	32.7	31.6	30.5	29.0	32.5
Temperatura mínima normal	13.6	14.7	17.2	19.6	20.9	20.3	19.2	19.0	18.9	17.4	15.3	13.9	17.5
Temperatura media normal	21.3	22.4	25.2	27.8	28.7	27.5	26.1	26.2	25.8	24.5	22.9	21.4	25.0
Precipitación normal	3.0	3.6	4.5	6.1	29.1	88.7	87.5	88.2	92.9	25.7	7.0	2.6	438.9