



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

**DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE CANTHARIDAE (COLEOPTERA) EN EL
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO
MEXICANO**

TESIS

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

PRESENTA:

CISTEIL XINUM PÉREZ HERNÁNDEZ

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

TUTOR INVITADO: DR. HÉCTOR TAKESHI ARITA WATANABE
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS, UNAM

MÉXICO, D. F.

NOVIEMBRE, 2012



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

**DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE CANTHARIDAE (COLEOPTERA) EN EL
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO
MEXICANO**

TESIS

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

PRESENTA:

CISTEIL XINUM PÉREZ HERNÁNDEZ

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM

DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

TUTOR INVITADO: DR. HÉCTOR TAKESHI ARITA WATANABE
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS, UNAM

MÉXICO, D. F.

NOVIEMBRE, 2012

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

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 24 de Septiembre de 2012, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **PÉREZ HERNÁNDEZ CISTEIL XINUM** con número de cuenta **404029735** con la tesis titulada "**DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE CANTHARIDAE (Coleoptera) EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO EN LA VERTIENTE DEL PACÍFICO MEXICANO**", realizada bajo la dirección del **DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO**:

Presidente: DR. ATILANO CONTRERAS RAMOS
Vocal: M. EN C. ENRIQUE GONZÁLEZ SORIANO
Secretario: DR. JOSÉ GUADALUPE PALACIOS VARGAS
Suplente: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ
Suplente: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 13 de Noviembre de 2012.

Midel Coro Arizmendi

DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA
COORDINADORA DEL PROGRAMA

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

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al **Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM** por impulsar el desarrollo de la Ciencia en México, y por estimular a aquellos alumnos que deseamos adentrarnos en el corazón de la investigación científica.

Agradezco también al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el apoyo económico que me brindó, y por promover el desarrollo científico en nuestro país.

A las instituciones que aportaron los medios económicos para los muestreos de este proyecto de Investigación:

- a) CONACYT: Proyecto **SEMARNAT-2002-CO1-0258**. 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 en México. Responsable: Dr. Santiago Zaragoza Caballero.
- b) 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: Dr. Felipe Noguera Martínez.
- c) CONABIO: **Proyecto AS016**, Noguera Martínez, F. A. 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. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto No. AS016. México, D.F.

A los miembros de mi Comité Tutor: **Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez, Dr. Atilano Contreras Ramos, Dr. Héctor Takeshi Arita Watanabe** y especialmente a mi Tutor, **Dr. Santiago Zaragoza Caballero**, por enriquecer y apoyar considerablemente este proyecto.

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A la Colección Nacional de Insectos, por abrir las puertas a los que anhelamos vivir en un mundo entomológico. Especialmente a la M. en C. Cristina Mayorga.

A los miembros de la Oficina de Posgrado en el Instituto de Biología, Rocío González Acosta y Dr. Martín García Varela, y de la Coordinación del Posgrado en Ciencias Biológicas, por apoyar tanto a los alumnos.

Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero por compartir su conocimiento y experiencia con tanto entusiasmo. ¡Muchas gracias!

A Dr. Felipe A. Noguera Martínez, M. en C. Enrique González Soriano y M. en C. Enrique Ramírez García, que junto al Dr. Zaragoza Caballero, han construido el megaproyecto *Insectos del Bosque Seco*, origen de este trabajo.

A los amigos de la CNIN, gracias por aguantar mis estresados momentos y por hacer muy gratos el resto.

A mis hermanos, hermanas, cuñados, cuñadas, sobrinos y principalmente a Paola Quitzé, porque siempre serán motivo de inspiración para todos mis proyectos.

A mi mamá, Gabriela Hernández García, por ser lo que eres, una grandiosa persona y una excelente guía en el camino.

A David Venegas Suárez Peredo, porque todo esto habría sido muy difícil sin tu compañía y apoyo, tanto intelectual como sentimental. ¡Te amo!

***A mi querida Madre,
¡Te amo infinitamente!***

***A todas las mujeres de mi vida,
¡Siempre serán mis musas!***

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	5
AGRADECIMIENTOS PERSONALES.....	6
LISTA DE FIGURAS Y CUADROS.....	10
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
1 OBJETIVOS.....	17
2 El Bosque Tropical Caducifolio (BTC).....	18
3 Generalidades de Cantharidae.....	19
4 Biodiversidad.....	22
4.1 Conceptos y medidas.....	24
4.2 Diversidad alfa.....	27
4.3 Diversidad beta.....	29
MÉTODOS.....	32
5 Área de estudio.....	32
5.1.1 San Javier, Sonora.....	33
5.1.2 San Buenaventura, Jalisco.....	34
5.1.3 Ixtlahuacán, Colima.....	35
5.1.4 Sierra de Huautla, Morelos.....	36
5.1.5 Santiago Dominguillo, Oaxaca.....	38
5.1.6 Acahuizotla, Guerrero.....	39
5.1.7 Huatulco, Oaxaca.....	40
5.2 Recolecta de material entomológico.....	42
5.3 Tratamiento de los datos.....	44
5.3.1 Base de datos de Cantharidae.....	44
5.3.2 Análisis de la diversidad.....	44
5.3.3 Parámetros ambientales y diversidad de Cantharidae.....	48

RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
6.1 Diversidad alfa	54
6.2 Diversidad beta.....	60
6.2.1 Diversidad beta como recambio de especies – diversidad beta verdadera	60
6.2.2 Cluster por similitud.....	63
6.2.3 Diversidad beta como modelo del recambio de especies entre comunidades a lo largo de un factor o gradiente ambiental.	65
6.3 Relación de la diversidad con los parámetros ambientales	67
6.3.1 Fenología	67
6.3.2 Correlación de los parámetros ambientales con la diversidad	75
CONCLUSIONES	77
LITERATURA CITADA	80
ANEXO I	90
ANEXO II	91
ANEXO III	97

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

- Figura 1. Distribución del bosque tropical caducifolio (BTC) en México, 16.
- Figura 2. *Chauliognathus profundus*, 20.
- Figura 3. Especies de cantáridos descritos para México de 1775 a 2001, 21.
- Figura 4. Definición y cuantificación del componente beta de la diversidad, propuesto por Tuomisto (2010), 30.
- Cuadro 1. Localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano que fueron muestreadas e incluidas en el presente estudio, 32.
- Figura 5. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de San Javier, Sonora, 34.
- Figura 6. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de San Buenaventura, Jalisco, 35.
- Figura 7. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Ixtlahuacán, Colima, 36.
- Figura 8. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Sierra de Huautla, Morelos, 38.
- Figura 9. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Dominguillo, Oaxaca, 39.
- Figura 10. Sitios de recolecta de Insecta en el BTC de Acahuizotla, Guerrero, 40.
- Figura 11. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Huatulco, Oaxaca, 42.
- Cuadro 2. Dinámica de muestreo de cada técnica de recolecta de Insecta, que se empleó en siete localidades con BTC, 43.
- Cuadro 3. Parámetros ambientales que fueron considerados como relacionados con la diversidad de Cantharidae del Bosque Tropical Caducifolio, 49.
- Cuadro 4. Parámetros ambientales que fueron considerados como relacionados con la diversidad de Cantharidae del Bosque Tropical Caducifolio, 49.
- Figura 12. Variación de la precipitación entre las localidades de estudio, 50.
- Figura 13. Variación de la temperatura entre las localidades de estudio, 50.
- Cuadro 5. Especies de Cantharidae (Coleoptera) asociadas a bosque tropical caducifolio en siete localidades la Vertiente del Pacífico Mexicano, 51.
- Figura 14. Porcentaje de especies presentes en una o más localidades, 53.

- Cuadro 6. Riqueza y abundancia de los géneros y especies de Cantharidae (Coleoptera) en siete localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano, 54.
- Figura 15. Curvas de rarefacción para estimar el número de especies de Cantharidae asociadas al BTC en cada una de las siete localidades de estudio, 55.
- Cuadro 7. Resultados de la estimación de riqueza de especies de cantáridos de acuerdo con el modelo de Clench, 55.
- Figura 16. Curvas de acumulación de especies de Cantharidae de acuerdo con el modelo de Clench para cada localidad, 56.
- Cuadro 8. Resultados del análisis de la diversidad alfa verdadera de Cantharidae de siete localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano, 57.
- Figura 17. Comparación de la riqueza, abundancia y la diversidad verdadera de orden 1 de Cantharidae, obtenidos para cada localidad de estudio, 58.
- Figura 18. Distribución de la abundancia de las especies de Cantharidae halladas en Huautla, Morelos y Dominguillo, Oaxaca, 59.
- Cuadro 9. Comparación de la estimación de la riqueza de especies ajustado al modelo de Clench y el obtenido con el estimador no paramétrico ACE (diversidad alfa verdadera de orden 0), 60.
- Cuadro 10. Diversidad beta verdadera de la fauna de Cantharidae asociada a BTC, entre las siete localidades de estudio, 61.
- Cuadro 11. Diversidad beta verdadera para la fauna de Cantharidae asociada a BTC, dentro de cada una de las siete localidades de estudio, 61.
- Cuadro 12. Matriz de disimilitud entre siete localidades con BTC de la Vertiente de Pacífico Mexicano, obtenida con el índice de Morisita, 62.
- Cuadro 13. Matriz de recambio de especies entre las siete localidades con BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano resultante del Índice de Jaccard, 63.
- Figura 19. Cluster de Bray-Curtis que asocia las siete localidades de estudio, 64.
- Figura 20. Análisis de regresión lineal hechos entre pares de matrices de distancias, 66.
- Cuadro 14. Cantáridos recolectados en las siete localidades con BTC, 67.
- Figura 21. Distribución de la riqueza y abundancia totales de las especies de Cantharidae (Coleoptera) recolectadas en las siete, 68.

- Figura 22. Distribución de la abundancia y la riqueza de las especies de Cantharidae asociadas al BTC, en cada una de las siete localidades de estudio, 69-71.
- Figura 23. Distribución mensual de las especies de cantáridos halladas en cada una de las siete localidades de recolecta, 72.
- Figura 24. Distribución temporal de las especies de *Belotus* en el BTC, 73.
- Figura 25. Distribución temporal de las especies de *Caccodes* en el BTC, 73.
- Figura 26. Distribución temporal de las especies de *Chauliognathus* en el BTC, 73.
- Figura 27. Distribución temporal de las especies de *Discodon* en el BTC, 74.
- Figura 28. Distribución temporal de las especies de *Ichthyurus* en el BTC, 74.
- Figura 29. Distribución temporal de las especies de *Polemius* en el BTC, 74.
- Figura 30. Distribución temporal de las especies de *Silis* en el BTC, 75.
- Figura 31. Distribución temporal de las especies de *Tytthonyx* en el BTC, 75.
- Figura 32. Análisis de correspondencia canónica, muestra la relación entre la variación en la composición de especies de cantáridos entre localidades, y los factores ambientales, 77.

RESUMEN

Se presenta un análisis de la diversidad alfa y beta de los escarabajos Cantharidae (Coleoptera) asociados al Bosque Tropical Caducifolio (BTC), y la relación de su diversidad con distintos factores ambientales (precipitación, temperatura, altitud y latitud). Los ejemplares fueron recolectados en siete localidades de la Vertiente del Pacífico Mexicano, en donde el BTC es el tipo de vegetación característico. En total se colectaron 4063 ejemplares que se clasificaron en nueve géneros y 70 especies.

El análisis de la diversidad se hizo bajo el concepto de diversidad verdadera (*sensu* Jost, 2006). Los resultados de la diversidad alfa están dados en números de especies efectivas, como unidad de medida. Los resultados de la diversidad beta verdadera, respecto de la partición multiplicativa de los componentes de la diversidad (alfa x beta = gama), están dados en números de comunidades efectivas.

La localidad con mayor diversidad fue San Buenaventura, Jalisco con 23 especies y poco más de nueve especies efectivas, respecto a la diversidad alfa verdadera de orden 1. Se encontró un bajo recambio de especies entre los sitios de cada localidad, pero muy alto entre las siete localidades de estudio.

No pudo concluirse que existe un gradiente ambiental que explique el recambio de especies entre las localidades, por medio de una correlación de Pearson para analizar la diversidad beta en un gradiente ambiental, ni por medio de regresiones lineales.

Además de lo anterior, se realizó un análisis de correspondencia canónica para examinar la relación de los parámetros ambientales seleccionados con el recambio en la diversidad de cantáridos. Se encontró que el conjunto de tres factores explica el recambio alto de especies entre localidades.

ABSTRACT

An analysis of alpha and beta diversities of the Cantharidae (Coleoptera) from the Mexican Tropical Dry Forest (TDF), and their relationships with different environmental parameters (precipitation, temperature, altitude, latitude) is presented. The specimens were collected in seven localities from Pacific Coast of Mexico, where TDF is the typical vegetation type. A total of 4063 individuals were collected and 70 species and 9 genera were identified.

The diversity analysis was done under the true diversity concept (*sensu* Jost, 2006). The results of alpha diversity are given in effective numbers of species, the unit measure for true diversity. The results of beta diversity, derived from multiplicative partition of diversity components ($\alpha \times \beta = \gamma$), are given in effective numbers of communities.

The highest diversity values were found in San Buenaventura, Jalisco, with 23 species and more than nine effective species, in terms of true alpha diversity of order 1. It was found a low turnover, beta diversity, between the sites of each locality, but it was very high between the seven localities of this study.

It could not be concluded that an environmental gradient can explain the high turnover between localities. It was analyzed using Pearson's Correlation for the beta diversity across an environmental gradient, and linear regressions.

Besides the above, it was performed a canonical correspondence analysis, for testing the relationships of environmental parameters and the Cantharidae turnover. It was found that the whole of three parameters explain the high species turnover between the localities.

INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales caducifolios (BTC) (Rzedowski, 1978) o selvas bajas caducifolias (Miranda y Hernández X., 1963) representan la mayor cobertura vegetal tropical en México; se extienden desde los 29° de latitud norte hasta la frontera con Guatemala, al sur del país (Fig. 1). Éstos se concentran principalmente en la Vertiente del Pacífico, sobre todo en las cuencas Lerma-Santiago y Balsas, con algunos manchones discontinuos en la vertiente del Golfo de México y en la península de Yucatán (Trejo, 2010).

Murphy y Lugo (1995) afirman que la distribución y fisonomía de los bosques secos están determinadas, fundamentalmente, por las condiciones climáticas en las que se establecen. El BTC mexicano se desarrolla en una amplia variedad de factores ambientales, como cantidad de lluvia anual, temperatura, características edáficas, cambios en la composición florística y heterogeneidad ambiental. Esta última está dada por variaciones en el relieve como la pendiente, exposición y microclima (Trejo, 2010).

Estas particularidades bióticas y abióticas del BTC influyen en la fluctuación espacio-temporal de varios grupos de animales, como los insectos. Precisamente ese es el tema del grupo de investigación conformado por Santiago Zaragoza Caballero, Felipe Arturo Noguera Martínez, Enrique González Soriano y Enrique Ramírez García, quienes han trabajado con los insectos del BTC del Pacífico Mexicano por más de quince años, y cuyos resultados están en el portal de internet LINBOS y en varias publicaciones (LINBOS, 2011).

Los resultados de dicha investigación originaron las preguntas centrales de este trabajo: ¿Qué tan diferente es la entomofauna de una localidad respecto a las demás? ¿Existe un patrón en la distribución temporal y espacial de la abundancia y riqueza de cantáridos entre distintas localidades? Si es así, ¿qué determina la existencia de dicho patrón y el recambio de especies?

Para responder tales cuestionamientos, en el presente trabajo se analiza la diversidad alfa de Cantharidae (Coleoptera) en cada una de siete localidades de la Vertiente del Pacífico Mexicano con BTC (Fig. 1). También se explora la

variación de la diversidad alfa entre sitios y localidades (diversidad beta), y finalmente se utiliza esta información para analizar la relación de la diversidad con diferentes parámetros ambientales.

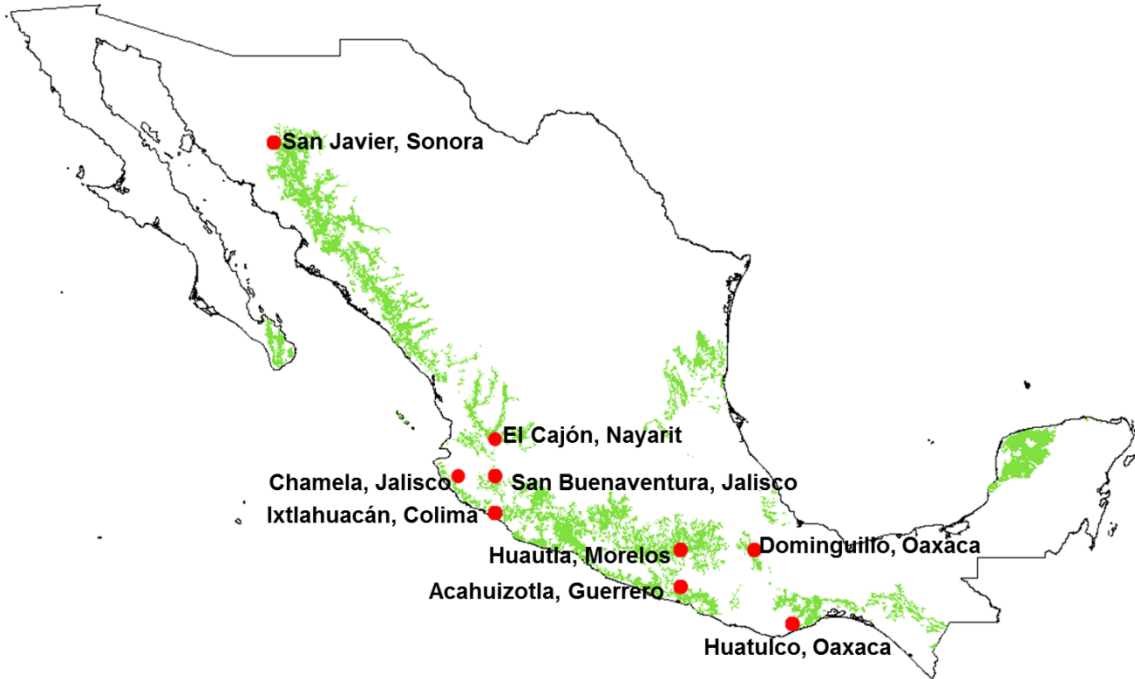


Figura 1. Distribución del bosque tropical caducifolio (BTC) en México (Modificado de CONABIO, 1999). Los puntos rojos indican las localidades del megaproyecto realizado desde 1996 y hasta 2010, en el que se ha estudiado la entomofauna asociada a este tipo de vegetación.

1 OBJETIVOS

General

Analizar la diversidad alfa y beta de la familia Cantharidae (Coleoptera) en siete localidades con Bosque Tropical Caducifolio de la vertiente del Pacífico Mexicano, y la relación de ambos componentes de diversidad con los factores ambientales que caracterizan al BTC.

Particulares

- I. Definir la diversidad alfa de cada una de las siete localidades elegidas.
- II. Evaluar la diversidad beta de Cantharidae entre las siete localidades con BTC de la vertiente del Pacífico Mexicano, y dentro de cada una.
- III. Analizar la relación de la diversidad de Cantharidae con diferentes factores ambientales en las localidades de estudio.

2 El Bosque Tropical Caducifolio (BTC)

El bosque tropical caducifolio (BTC) se define como aquel que pierde entre el 50 y 100% del follaje en la época de estiaje o seca; se distribuye en sitios con lluvia anual por debajo de los 1,600 mm, concentrada en cinco o seis meses de lluvias en general menores a 100 mm; y ordinariamente se desarrollan en altitudes inferiores a los 1200 msnm. El dosel en este tipo de vegetación tiene una cobertura mayor al 30%, donde predominan especies de hoja ancha y baja estatura, que ocupan más de 75% del dosel (Bezaury, 2010; Trejo, 2010).

Este tipo de vegetación se asienta en laderas de cerros con pendientes de fuertes a moderadas y suelos someros donde predominan los afloramientos de roca, lo que permite la existencia de microhábitats muy diversos y una marcada heterogeneidad ambiental que otros tipos de vegetación no presentan (Trejo, 2005).

La distribución del BTC suele coincidir con el clima cálido subhúmedo (Aw_0), según la clasificación de Köppen modificada por García (1988), en zonas con temperatura media anual mayor a los 22°C, y en altitudes que van desde el nivel del mar hasta casi los 2000 msnm, como en el caso de las que se localizan en la zona del bajío (Trejo, 2010). En el BTC la estación lluviosa generalmente es de mayo a octubre; la época seca dura de cinco a siete meses (Trejo, 2005).

Regiones como Baja California, centro de Tehuacán o la cuenca del río Balsas, tienen condiciones ambientales más secas que las costas de Guerrero y Michoacán, donde la lluvia alcanza los 1200 mm. Esto se refleja en parámetros estructurales del BTC, como la diferencia en la estatura de los árboles o la abundancia de cactáceas (Rzedowski, 1978; Trejo, 1999).

Aunque los BTC se consideran menos complejos estructuralmente y con menor diversidad que los bosques húmedos (Gentry, 1995), algunos sitios registran una riqueza de especies de plantas equivalente con aquéllos, como las costas de Jalisco o Oaxaca, partes de la cuenca del Balsas y algunas áreas en el valle de Tehuacán - Cuicatlán (Trejo, 2010).

Los BTC mexicanos albergan una gran diversidad florística, más de 40% del total de la vegetación de México. Más del 60% (24% del total) de sus

componentes florísticos tienen una distribución restringida al territorio mexicano, y de éstos, al menos 70% (16.8% del total) son endémicos de la localidad en la que se encuentran. Esto representa un alto grado de endemismo a nivel local y regional para un gran número de taxones (Rzedowski, 1991; Trejo, 2005).

En 2005, Trejo presentó un análisis florístico de 20 localidades con BTC del territorio mexicano. Todos los sitios destacaron por su gran diversidad alfa y mostraron un recambio de especies muy alto, es decir, que la similitud florística entre las áreas de estudio fue muy baja. Este factor resulta particularmente importante, puesto que probablemente influye en la distribución de la coleopterofauna asociada a la vegetación.

Hasta ahora, no existen estudios en que se mencione la relación de los insectos con la vegetación del BTC, por lo que conocer los patrones de distribución espacio-temporal de la diversidad de taxones como Cantharidae, es el primer paso para hallar indicios del grado de relación de estos coleópteros, las plantas con las que interactúan y los factores abióticos propios del BTC.

Puesto que entre los ecosistemas tropicales, los BTC son los más amenazados (Janzen, 1988), dichos estudios serán las herramientas para emitir propuestas y recomendaciones, en materia de ordenación de sitios de conservación y preservación de la biodiversidad (Halffter y Moreno, 2005). Hasta ahora se sabe que los principales peligros del BTC son las actividades antropogénicas, que provocan una disminución considerable y la acelerada fragmentación de sus áreas de distribución, con la consecuente pérdida de la biodiversidad que alberga (Miles *et al.*, 2006).

3 Generalidades de Cantharidae

Los cantáridos son el grupo más diverso de coleópteros terrestres de cuerpo blando. Son escarabajos de coloración brillante, algunos con tonalidades aposemáticas, que suelen hallarse en el follaje y flores, alimentándose de otros insectos, de néctar o de polen. Morfológicamente se caracterizan por presentar la cabeza expuesta, apenas oculta en su parte posterior por el borde anterior del pronoto, y con las partes bucales prognatas; las antenas tienen once artejos, son generalmente filiformes; el labro es membranoso y muchas veces está debajo

del clípeo; las coxas mesotorácicas son contiguas o casi de esa manera; los tres pares de patas tienen cinco tarsómeros; el abdomen posee de siete a ocho ventritos, y los tergitos abdominales 1 a 8 tienen poros glandulares laterales pareados (Fig. 2).



Figura 2. *Chauliognathus profundus*.

El catálogo mundial más reciente de Cantharidae (Delkeskamp, 1977, 1978) reconoce 137 géneros y 5,083 especies. Este compendio incluye solamente las especies descritas entre 1775 y la década de los 1970's, de modo que excluye los trabajos de Walter Wittmer (1980, 1986, 1991) y Michel Brancucci (1979, 2005).

En México, la familia Cantharidae está representada por 19 géneros y 223 especies (Fig. 3), de las cuales 163 (73%) son endémicas del país y 77 (34.5%) están representadas en las colecciones por un único ejemplar (Zaragoza-Caballero y Pérez-Hernández, en prensa). La fauna mexicana de cantáridos comparte cinco géneros y cinco especies con EU, y seis géneros y 37 especies con América Central (Zaragoza- Caballero, 2004).

Cantharidae de México

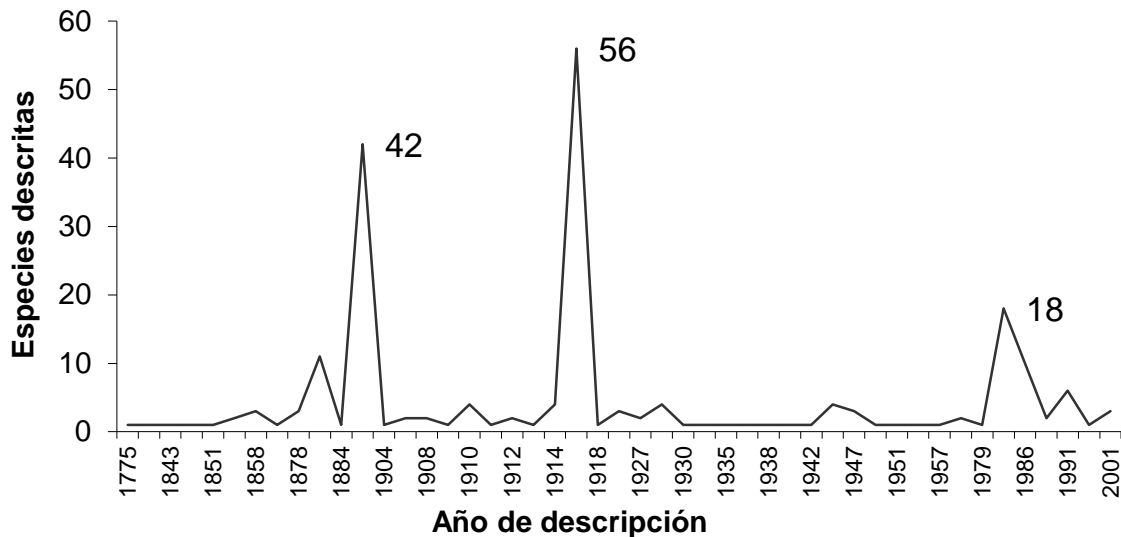


Figura 3. Especies de cantáridos descritos para México desde el año 1775 hasta el año 2001 (Zaragoza-Caballero y Mendoza, 1996; Zaragoza Caballero y Pérez Hernández, en prensa). Resaltan en la gráfica algunos picos que corresponden a las especies descritas en los trabajos de Gorham entre 1884 y 1885, en 1915 por Champion, y a principios de los 80's por Wittmer.

Los cantáridos habitan en pastizales, sabanas, prados de montaña y bosques, en los que son más abundantes. Muchas especies se han especializado en ocupar claros de bosque, hábitat de borde, o estados sucesionales. En regiones secas, se puede encontrar a los adultos durante el día, asociados con la vegetación cercana a cuerpos de agua, ríos o arroyos.

Los Cantharidae adultos también son importantes polinizadores nativos. Comúnmente se les encuentra sobre el follaje o en las flores, ya sea como fitófagos, polinófagos o nectarívoros (e. g. *Chauliognathus*; Ramsdale, 2002), o bien, como depredadores de otros insectos. Algunos más se alimentan de granos almacenados (Zaragoza-Caballero, 2004).

Existe poca información acerca de la relación planta-cantárido, pero se cree que no hay especificidad, y que la asociación de los adultos con especies particulares de plantas o de tipos de hábitats más bien está determinada por los requerimientos de la larva (Ramsdale, 2002).

Los cantáridos pasan la mayor parte de su ciclo de vida en estado larval, durante el que son ávidos depredadores. Se les encuentra entre la hojarasca o debajo de rocas. Se alimentan por succión del fluido de huevos, larvas y adultos de otros insectos, así como de gasterópodos y lombrices. Las larvas de algunas especies del género *Chauliognathus* tienen coloración aposemática y forrajean abiertamente. Otras como las del género *Silis*, probablemente son fitófagas facultativas (Ramsdale, 2002).

El conocimiento de la ecología de Cantharidae es muy pobre, debido principalmente a que los artículos publicados sobre este tema están basados en especies que no están realmente bien definidas (Ramsdale, 2002). Por ello es necesario hacer hincapié en la determinación de las especies, y posteriormente continuar con el estudio de sus hábitos y biología.

En las últimas dos décadas, Santiago Zaragoza Caballero ha realizado una parte importante del estudio de los cantáridos en México. Dentro de los estudios que este investigador ha hecho, ha registrado nueve géneros y 47 especies de cantáridos para el BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2003; Zaragoza-Caballero, 2004; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009; UNIBIO, 2011), que son la base del presente trabajo.

Sin embargo, el grupo aún permanece pobremente conocido, e incluso una cantidad considerable de morfoespecies se reconocen como nuevas especies pero todavía no están descritas, por lo que es necesario retomar el estudio sistematizado de esta familia en sus distintos aspectos (Zaragoza-Caballero, 2004).

Una de las incógnitas que no ha sido respondida es cómo los cantáridos se distribuyen espacio-temporalmente en diversos ambientes. Esta distribución está relacionada con la disponibilidad de ciertos hábitats y recursos.

4 Biodiversidad

El término biodiversidad fue acuñado a finales de los 1980's, para hacer referencia a la totalidad de la diversidad o variedad biológica. Los primeros en utilizar este concepto con el sentido actual fueron Lovejoy (1980), quién no proporcionó una definición formal, pero que se refería esencialmente al número

de especies presentes en un sitio, y Norse y McManus (1980), quienes emplearon los conceptos de diversidad genética y diversidad ecológica. Más tarde, estos autores igualaron el concepto de diversidad ecológica con el de riqueza de especies, para referirse al número de especies en una comunidad de organismos (Harper y Hawksworth, 1995).

Actualmente, el concepto más aceptado es el propuesto por el Convenio de la Diversidad Biológica, que define biodiversidad o diversidad biológica como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (*sensu* CDB, 1992).

Sin embargo, si buscamos su significado, encontraremos que tiene tres posibles connotaciones: 1) el número absoluto de especies en un ensamble, comunidad o muestra, riqueza de especies; 2) una medida del número de las especies y su abundancia relativa en una comunidad, ensamble o muestra, en donde, baja diversidad se refiere a pocas especies o con abundancias desiguales, mientras que alta diversidad a muchas especies, o especies con iguales abundancias; y 3) la condición de poseer diferencias con respecto a un determinado carácter o rasgo (Lincoln *et. al.*, 1998).

Los problemas semánticos, conceptuales y técnicos, se deben principalmente a que se trata como sinónimos de la diversidad al fenómeno biológico (diversidad *sensu stricto*) y al valor obtenido mediante el cálculo de algún índice de complejidad (*e. g.* Pielou, 1980; Moreno *et al.*, 2011). También se han confundido las herramientas de medición aplicables al concepto de diversidad, con las teorías que las soportan (Hill, 1973).

Por ejemplo, los índices de diversidad más utilizados, como el de entropía de Shannon (índice de Shannon-Wiener) o el índice de Gini-Simpson, no son en sí mismos diversidades sino indicadores de una determinada propiedad de la diversidad (Jost, 2006).

Una de las razones por las que se han descrito tantos índices es debido a la complejidad de lo que se pretende medir, y a la necesidad de hallar un patrón

de medida de validez universal, capaz de ofrecer estimaciones comparables de la diversidad biológica (Lobo, 2001).

La biodiversidad es una consecuencia de las interacciones ecológicas entre especies y de las relaciones entre éstas y su medio ambiente, por lo que si observamos los patrones de dichas relaciones encontraremos los procesos que los establecen (Lobo, 2001).

El estudio de los patrones de distribución de la biodiversidad nos permitirá entender cómo se estructuran los ensambles de especies, las determinantes de los procesos que subyacen, y éstos en conjunto son importantes en la planificación de la conservación y el manejo del patrimonio natural de México (Koleff y Soberón, 2008).

Por ello, si contamos con una definición clara del concepto de diversidad de especies, y tenemos razones apremiantes y justificadas para evaluarlo, entonces necesitamos medidas adecuadas, que nos permitan generar y poner a prueba teorías sobre la coexistencia de las especies, los procesos dinámicos de los ecosistemas, los determinantes históricos y el impacto de las actividades humanas (Moreno *et al.*, 2011).

4.1 Conceptos y medidas

La biodiversidad no se distribuye de manera homogénea, sus patrones espaciales y los procesos asociados a los mismos tienen diferentes escalas y enfoques, así que para su estudio debemos primero identificar sus distintos componentes (Koleff y Soberón, 2008).

Whittaker (1972) propuso la separación de la diversidad biológica en los componentes alfa, beta y gamma, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje. De éstos, el componente más estudiado es la diversidad alfa (α), definida como el número de especies que habitan una región específica que, se asume, tiene cierta homogeneidad (Gaston, 1996; Koleff y Soberón, 2008).

Otro componente, la diversidad beta (β), se define como el factor por el que la riqueza de especies de una región excede a la riqueza de especies

promedio de las localidades de dicha región, o bien, como la variación o recambio en las identidades de las especies entre sitios (Whittaker, 1960).

La riqueza de especies de un conjunto de estas localidades, sitios o comunidades (*pool* de especies a escala regional) que integran un paisaje, es el último de los componentes, y se conoce como diversidad gamma (γ) (Halffter y Moreno, 2005).

También puede decirse que la diversidad α es la riqueza a una resolución más fina que la diversidad γ , mientras que la diversidad β es la relación entre el número de especies en una región y el promedio de las diversidades α de las localidades que contiene dicha región. El componente β es el indicador que refleja la heterogeneidad ecológica entre las diferentes subunidades de una región (Koleff y Soberón, 2008).

Para comprender mejor cada uno de estos componentes y estudiarlos, se han propuesto un sinnúmero de medidas, entre las cuales los índices han sido muy utilizados. Sin embargo, se han explotado sin un adecuado entendimiento de sus significados, como aquellos que miden la entropía (Shannon Wiener, Gini-Simpson) y no necesariamente la diversidad (*sensu stricto*) de una comunidad (Jost, 2006).

En 1973, Hill propuso una expresión matemática para calcular lo que entonces llamó números equivalentes de especies. Se trataba de la suma básica $\sum_i^s = {}_1P_i^q$, esta expresión indica que la diversidad de una comunidad o ensamble se obtiene con la suma de las frecuencias relativas (p_i) de cada una de las especies, elevada al exponente q , que determina la sensibilidad a la abundancia de las especies.

Unas décadas más tarde, Jost (2006) hizo evidente que casi todos los índices de diversidad son funciones de la misma expresión matemática de Hill. Además, determinó que todos los índices de diversidad basados en la misma suma básica, que usan un mismo valor del exponente q , arrojan como resultado los mismos números equivalentes (Hill, 1973; Jost, 2006, 2007).

El mismo Jost acuñó el término "diversidad verdadera" (*true diversity*) para referirse a las medidas basadas en esta expresión, puesto que conservan

las propiedades intuitivamente esperadas del concepto de diversidad biológica, y también para diferenciarlas del cúmulo de índices que pretenden medir la diversidad, y que no cumplen con estas propiedades.

Además, propuso los números efectivos de especies, o número de especies efectivas, ya mencionados por Hill, como unidades de medida de la diversidad verdadera. Estos números han tenido un impacto acelerado y su cálculo ya ha sido incorporado en las versiones más recientes de algunos de los programas de cómputo más utilizados para el estudio de la biodiversidad (e. g. Estimates 8.2.0; Partition 3.0 y recientemente SPADE) (Moreno *et al.*, 2011).

El número de especies efectivas puede interpretarse como el número de especies con abundancias iguales, necesarias para alcanzar un determinado valor de un índice de diversidad (Jost, 2006).

El uso de estos números como unidad de medida, permite comparar directamente la magnitud de la diferencia en la diversidad de dos o más comunidades desde el punto de vista biológico (Jost, 2007). En cambio, las comparaciones entre valores del índice de Shannon (entropía) solamente nos dicen si una comunidad difiere significativamente de otra y no cuán diferentes son (Moreno *et al.*, 2011).

La entropía es el grado de incertidumbre en la identidad de la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar de una comunidad; una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá alta entropía, lo que se ha traducido como una alta diversidad (Moreno *et al.*, 2011).

En la expresión matemática $\sum_i^s = {}_1P_i^q$, que da origen a estos números efectivos de especies, el valor del exponente que subyace a un índice de diversidad: el número **q**, es llamado el “orden” de las medidas de diversidad, y determina la sensibilidad de una medida de diversidad a las especies comunes o raras (Jost, 2006).

Este orden **q** puede tener diferentes valores. Cuando alcanza un valor mayor a 1, las medidas son desproporcionadamente sensibles a las especies más comunes; mientras que con valores menores a la unidad la sensibilidad responde a las especies raras. El punto crítico en que todas las especies tienen

un peso o importancia dada por su frecuencia, sin favorecer a las especies comunes o a las raras, es cuando q alcanza la unidad (1) y está dado por el exponencial de la entropía de Shannon (Jost, 2006).

De esta manera, cuando solamente se cuenta con valores de presencia – ausencia de las especies, la expresión matemática tendría un valor de q igual 0, y determinaría la riqueza de especies. Si la abundancia de las especies es muy similar, entonces se tiene que $q=1$, el exponente de la entropía de Shannon. Finalmente si las abundancias son muy diferentes, es decir, que hay especies dominantes, puede usarse el inverso del índice de Simpson, equivalente a tener que $q=2$.

La diferencia entre el número de especies real y el número de especies efectivas incrementa tanto como el valor de q y/o con el incremento en la desigualdad entre los valores de las frecuencias relativas de las especies en cuestión (Tuomisto, 2010).

Para cumplir con los objetivos planteados en este estudio, se adoptó la propuesta de Jost (2006) con la finalidad de comparar la magnitud de la diferencia en la diversidad entre las distintas localidades, y se usaron los números efectivos de especies como unidades de comparación.

4.2 Diversidad alfa

En 1960, Whittaker definió este componente de la diversidad como la riqueza en especies de una muestra territorial. Sin embargo, actualmente hay muchas definiciones para la diversidad alfa, que dependen del espacio, estructura y tiempo del muestreo de las especies (Halffter y Moreno, 2005).

En este sentido, puede decirse que la diversidad alfa corresponde al número de especies que existen en un periodo de tiempo corto durante el cual el número de especies no cambia. En periodos de tiempo más largos, la tasa de cambio del número de especies en un determinado sitio varía enormemente, debido a la emigración, la extinción local de algunas especies y a la llegada de otras que no estaban presentes previamente (Arellano y Halffter, 2003).

Ahora bien, este componente puede ser medido como riqueza de especies y también como equidad. Entendida esta última como las diferencias

en la abundancia de las especies que llevan a una representación desigual de éstas en una comunidad, y que las define como comunes o raras (Moreno *et al.*, 2006). Para ello pueden usarse los diferentes índices y medidas que existen y de los que se ha hablado hasta el momento.

Otra forma de cuantificar la diversidad, es mediante una estimación del número de especies totales posible en una comunidad, en lugar de medir α con el número de especies obtenido en un conjunto de muestras. Esto resulta más adecuado que el uso de índices de la diversidad, pues el esfuerzo de muestreo para evaluar la diversidad de una comunidad suele ser insuficiente para registrar todas las especies por restricciones logísticas (Moreno *et al.*, 2006).

Para tales estimaciones, se han generado modelos matemáticos que permiten estimar la diversidad total de la comunidad como Chao, Jackknife y ACE, que ofrecen un acercamiento a lo que podría encontrarse realmente en la comunidad de estudio (Moreno *et al.*, 2001).

La estimación puede hacerse a partir de los datos de muestreo, mediante la extrapolación de las curvas de acumulación de especies o con la aplicación de métodos no paramétricos. Esta última opción involucra la estimación de las especies no vistas, es decir, aquellas que probablemente están presentes en una muestra homogénea y más grande del ensamble, pero que no se hallaron con el muestreo actual (Chao *et al.*, 2005).

La curva de acumulación de especies es una gráfica del número de especies observadas como función de alguna medida del esfuerzo de muestreo requerido para observarlas. Puede construirse a partir de cualquier matriz empírica de especies/muestra, y sus celdas pueden contener abundancias de las especies o datos de presencia/ausencia (Colwell *et al.*, 2005).

Como la curva de acumulación resultante no es una curva suave debido a la heterogeneidad espacial o temporal y a efectos estocásticos simples, puede usarse la rarefacción, que estima el número de especies esperadas para cualquier número menor de individuos, bajo el supuesto de mezcla aleatoria de individuos (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). Este tipo de estimación permite la

comparación de diferentes ensambles a niveles comparables de esfuerzos de muestreo (Colwell *et al.*, 2005).

En este trabajo se usaron tanto estimadores como la diversidad verdadera, como medidas para analizar la diversidad de cantáridos en siete localidades con BTC.

4.3 Diversidad beta

El concepto de diversidad beta tiene muchas aplicaciones y muchas interpretaciones conceptuales, y casi para cada una de ellas existe un índice nuevo para medirla. Debido a esta variedad ha sido difícil que los investigadores lleguen a un acuerdo sobre cuál es la interpretación cuantitativa correcta del componente beta de la diversidad (Tuomisto, 2010). El uso de diferentes medidas o enfoques en un solo conjunto de datos, puede desde luego derivar en resultados e interpretaciones muy distintas, incluso erróneas.

La pluralidad del concepto fue anotada recientemente por Jurasinski *et al.* (2009), quienes identificaron tres interpretaciones de la diversidad beta: inventario, diferenciación y proporción. La primera se refiere a la diversidad dentro de la muestra, la segunda a la similitud de la composición de especies entre muestras, y la última a la comparación de la diversidad de inventario a través de escalas temporales o espaciales.

La diversidad beta está inversamente relacionada con los principales conceptos de similitud. De manera que si un conjunto de comunidades son comparadas entre sí por su composición de especies, entonces las frecuencias de las especies (el tamaño de la comunidad) no son importantes. Si las comunidades son muy similares, tendrán una baja diversidad beta, y viceversa (Jost, 2007).

En un amplio sentido, la diversidad beta también ha sido usada para expresar el reemplazo espacial en la identidad de las especies de dos o más áreas. Tal que, para un nivel dado de riqueza de especies regional, el incremento de β significa una diferencia más marcada entre las localidades individuales, que representarán una menor proporción de las especies que habitan en la región (Koleff, 2005).

En 2010, Tuomisto propuso definir el componente beta de la diversidad por la elección de 1) una medida de diversidad, 2) una definición para el componente alfa, y 3) una relación (división) entre los componentes alfa y gamma (Fig. 4). Cuando se elige la opción A, se obtienen las diversidades alfa, beta y gamma verdaderas propuestas por Jost (2006) (líneas gruesas negras). En la misma figura, se representa la propuesta original de Whittaker (1960, 1972), para medir la diversidad beta; la línea punteada fue rechazada por el mismo Whittaker (1972). Las opciones de las líneas grises corresponden a otras definiciones de este componente de la diversidad.

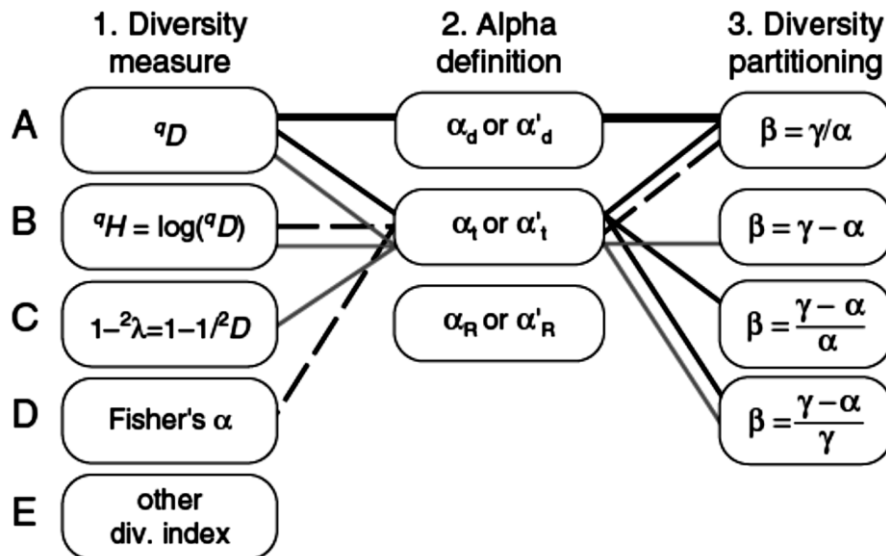


Figura 4. Definición y cuantificación del componente beta de la diversidad, propuesto por Tuomisto (2010). A) Diversidad verdadera qD ; B) Entropía Shannon $H' = \log({}^qD)$; C) Índice de Gini-Simpson $1 - {}^2\lambda = 1 - 1/{}^2D$; D) Alfa de Fisher; E) valor absoluto de otros índices de diversidad.

De acuerdo a Anderson *et al.* (2010) la propuesta de Tuomisto contradice el hecho de que el concepto original de diversidad beta de Whittaker es mucho más general. Por ello, estos últimos autores propusieron que la diversidad beta podría reflejar dos diferentes fenómenos, el anidamiento y el recambio espacial.

El anidamiento de los ensamblajes de especies ocurre cuando las biotas de los sitios con números de especies más pequeños son subconjuntos de las biotas de sitios más ricos. Mientras que el recambio espacial y/o temporal

implica el reemplazo de algunas especies por otras, como consecuencia del efecto ambiental reflejo de limitaciones espaciales o históricas.

Aunque existe esta gran controversia en torno al concepto y medida de la diversidad beta, en esencia la pregunta sigue siendo la misma: ¿qué hace más o menos similar a un ensamble de especies de otro, en diferentes lugares y tiempos? (Anderson *et al.*, 2010).

La pregunta original de este trabajo implica el reconocimiento del recambio de la diversidad entre siete comunidades, lo que puede lograrse bajo el concepto de diversidad beta verdadera. Sin embargo, también se acepta que el componente beta de la diversidad está relacionado y determinado por los factores espaciales, temporales y ambientales. Así, la evaluación de la diversidad beta bajo el concepto de Jost no explicaría esa relación, por lo que en este trabajo también se usó la propuesta de Anderson *et al.* (2010), para el análisis de la diversidad beta y su relación con las variables ambientales.

MÉTODOS

5 Área de estudio

Entre los años 1995 y 2009 se hicieron muestreos entomológicos en nueve localidades de la vertiente del Pacífico Mexicano (Cuadro 1), en las que el bosque tropical caducifolio es el tipo de vegetación característica. El objetivo de ese proyecto fue obtener listas de especies de grupos particulares de Insecta y analizar su fenología y distribución espacial.

Los periodos de recolecta fueron anuales, aunque sólo en algunas localidades fue sistemática y duró doce meses, mientras que en otras las recolectas duraron entre seis y ocho meses (Cuadro 1). Todas incluyeron la época de secas y la de lluvias. En los siguientes párrafos se describen las principales características de siete de las localidades de estudio que fueron consideradas para este trabajo.

Cuadro 1. Localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano que fueron muestreadas e incluidas en el presente estudio. Se ordenaron según su latitud, de norte a sur.

Localidad	Periodo de recolecta	Coordenadas	Rango de altitud
San Javier, Sonora	11/2003 – 10/2004	28°34'53" N -109°44'51.5" O	433 – 795 msnm
San Buenaventura, Jalisco	11/1996 – 10/1997	19°47'37" N -104°03'19" O	720 – 900 msnm
Ixtlahuacán, Colima	04/2006 – 02/2007	18°59'10.2" N -103°42'13.5" O	101 – 415 msnm
Sierra de Huautla, Morelos	11/1995 – 10/1996	18°27'26" N -99°07'33" O	940 – 1060 msnm
Santiago Dominguillo, Oaxaca	11/1997 – 10/1998	17°39'23" N -96°54'39.6" O	750 – 940 msnm
Acahuzotla, Guerrero	06/2008 – 03/2009	17°22'44" N -99°27'16" O	769 - 994 msnm
Huatulco, Oaxaca	05/2005 – 11/2005	15°46'10.4" N -96°11'40.6" O	019 - 187 msnm

5.1.1 San Javier, Sonora

La Sierra de San Javier, Sonora se encuentra en el municipio del mismo nombre al centro del estado, y forma parte de la porción suroeste de la Sierra del Aliso (Stewart y Roldán-Quintana, 1991). Se considera una región terrestre prioritaria de México (Arriaga *et al.*, 2000). El BTC es la comunidad vegetal dominante en esta región, y además representa el límite norte de este tipo de vegetación en América (Búrquez *et al.*, 1992, 1999).

Las recolectas se realizaron en los meses de abril, junio, julio, agosto, octubre y noviembre de 2006 y febrero del 2007, principalmente en el municipio de San Javier. Los sitios muestreados se localizan entre las coordenadas 28°34'40.1" y 28°32'18.2" de latitud norte y entre -109°44'51.5" y -109°39'54.3" de longitud oeste, a una altitud entre 433 y 795 msnm (Fig. 5). Éstas duraron cinco días cada mes, iniciándose dos días antes del día del cuarto menguante lunar (Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009).

En esta sierra se hallan básicamente dos tipos de clima, uno semiseco cálido BS'hw(x')(e') y el otro semicálido húmedo (A)Ca(w₀)(x')(e), en el que se halla la localidad de estudio. Presenta verano cálido, lluvias predominantemente en verano y escasas en invierno, muy extremo. La temperatura media máxima mensual es de 25.6 °C en los meses de junio y julio y la media mínima mensual de 11.3 °C en diciembre y enero.

La época de lluvias se presenta en julio y agosto, con una precipitación media anual de 630.1 mm, además en los meses de febrero y marzo hay heladas frecuentes (INAFED, 2005).

En esta zona, las barrancas y cañones están ocupados por grandes árboles, muchas epífitas y pteridofitas, gracias a la estructura fisiográfica accidentada de la región. Los escurrimientos son intermitentes, a excepción del tramo del arroyo San Javier que recorre parte del Rancho Cerro Verde y el Rancho El Cajón en el cañón de Lo de Campa, que en época de secas se alimenta de filtraciones.



Figura 5. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de San Javier, Sonora.

5.1.2 San Buenaventura, Jalisco

El área de estudio se localiza dentro del poblado de San Buenaventura, municipio El Limón, entre los 19°47'20" y 19°47'50" de latitud norte y -104°05'15" y -104°05'40" de longitud oeste (Fig. 6). Limita al norte con el municipio Ejutla, al sur con Tuxcacuesco, al oriente con El Grullo y al poniente con el de Tonaya (Zaragoza-Caballero et al., 2000).

El clima es de tipo $Aw_0(w)(i)g$, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con invierno y primavera secos (García, 1988). La temperatura media anual es de 24.8 °C y la precipitación media anual promedio de 887.3 mm, con régimen de lluvias en los meses de junio, julio y agosto. La precipitación anual registrada por la estación climatológica más cercana (Presa B. Badillo; CNA, 2000) para el periodo de estudio fue de 747 mm, mientras que la temperatura media para el mismo periodo fue de 23.8°C, con una temperatura máxima y mínima promedio de 31.9°C y 15.8°C, respectivamente. La temperatura más alta durante el periodo de estudio se registró en mayo y la más baja en enero.

La hidrografía está representada por los ríos y arroyos que conforman la cuenca hidrológica del río Ameca perteneciente a la región Pacífico Centro. El

principal afluente es el río Tuxcacuesco que cruza su territorio por el poniente; además de arroyos permanentes como El Salado y El Hondo, y temporales como los arroyos Las Piletas, El Grande, Agua de San José y El Carrizal.

Las áreas planas a lo largo de los cañones y arroyos han sido abiertas a la agricultura y los lomeríos han sido usados como áreas de forrajeo para vacas y chivos, lo que ha provocado que en esos sitios, el sotobosque haya prácticamente desaparecido.

El trabajo de campo se realizó entre noviembre de 1996 y octubre de 1997. Las recolectas se realizaron mensualmente y duraron cinco días cada mes (Zaragoza-Caballero et al., 2000).

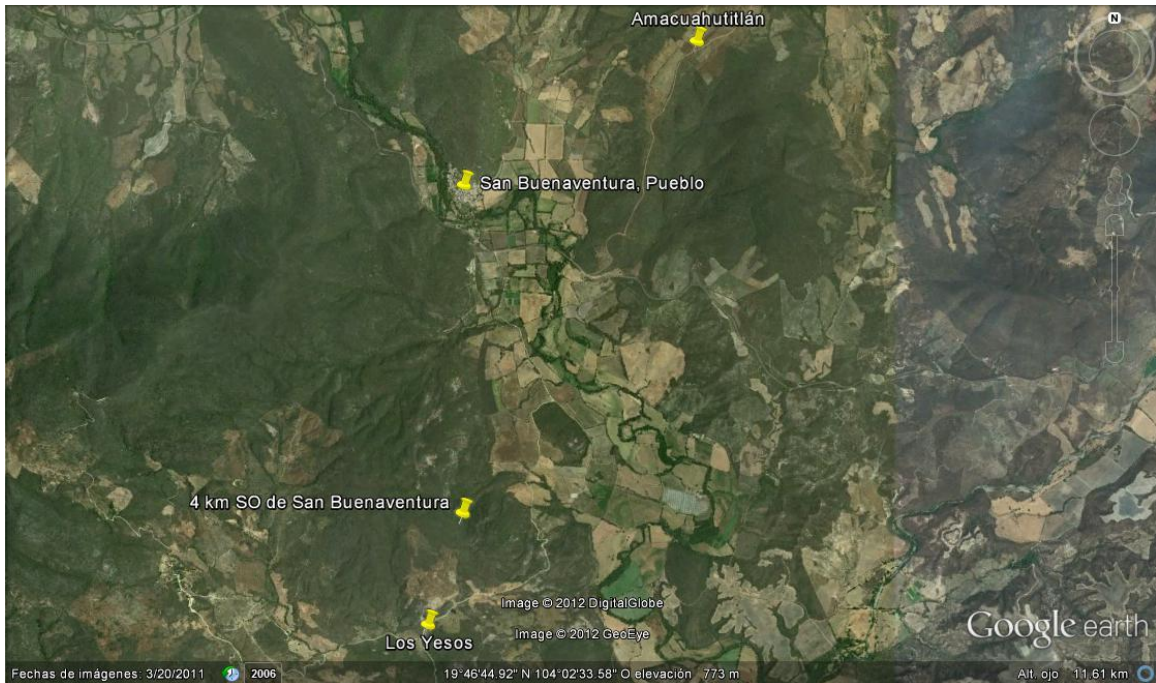


Figura 6. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de San Buenaventura, Jalisco.

5.1.3 Ixtlahuacán, Colima

Esta localidad se encuentra en el municipio del mismo nombre. Los sitios de muestreo están entre los $18^{\circ}59'10.2''$ y $19^{\circ}05'48''$ de latitud norte y $-103^{\circ}42'13.5''$ y $-103^{\circ}47'0.4''$ de longitud oeste. El clima de la localidad es de tipo $Aw_0(w)ig$, y el municipio se considera cálido subhúmedo con lluvias en verano en 96.5%, y semiseco muy cálido y cálido el resto. La temperatura promedio es de $26^{\circ} C$ y la

precipitación promedio anual de 901.8 mm (INEGI, 1996) (Román-Miranda, 2001).

La fisiografía es de planos y planos ondulados, con pendientes de 2 a 10%, por lo que este terreno pertenece a las clases de “a nivel o casi nivel”, “ligera” y “moderada”. Su principal afluente es el río El Salado y algunos arroyos como El Tecuanal, y el nacimiento de agua de La Toma.

El trabajo de campo se realizó en nueve sitios (Fig. 7) entre abril de 2006 y febrero de 2007. Las recolectas se realizaron los meses de abril, junio, julio, agosto, octubre y noviembre de 2006 y febrero del 2007. Éstas duraron cinco días cada mes, iniciándose dos días antes del cuarto menguante lunar (Barba-Medina, 2009).



Figura 7. Sitios de recolección de insectos en el BTC de Ixtlahuacán, Colima.

5.1.4 Sierra de Huautla, Morelos

Los sitios de recolección se encuentran dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, en el municipio de Tlaquiltenango, Morelos, entre las coordenadas 18°27'26" y 18°28'04" de latitud norte y -99°07'33" y -98°59'33" de longitud oeste (Fig. 8). Presenta un clima de tipo Aw₀(w)(i)g, con precipitación media anual de 850 mm y temperatura media anual de 25.1°C.

La Sierra de Huautla es un área prioritaria para la conservación de aves, AICA C-49 (Argote *et al.*, 1999) y una región terrestre prioritaria (número 120, Arriaga *et al.*, 2000). Posiblemente es la región cubierta por BTC con buen estado de conservación más grande de toda la Cuenca del Río Balsas, particularmente de la Cuenca Alta del Balsas.

La Sierra de Huautla alberga un número muy importante de especies endémicas a México y otras endémicas de los bosques secos mexicanos. En la región se encuentran 34 especies de anfibios y reptiles, 16 de aves y 12 de mamíferos que son exclusivas de México. Diez especies de aves incluso son endémicas a la Cuenca del Balsas. Además, una especie de bacteria, doce de escarabajos y una planta son endémicas a la Sierra de Huautla (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2003). Es muy posible que al intensificar los trabajos botánicos y faunísticos en esta zona, es factible hallar más especies endémicas (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2010).

Aquí se han registrado un total de 937 especies de plantas vasculares, incluidas en 449 géneros y 130 familias. De las últimas, las más abundantes en cuanto a número de especies son Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Burseraceae. La familia Burseraceae encuentra su mayor diversidad en los bosques secos de la Cuenca del Balsas (Dorado *et al.*, 2005).

Se han registrado también ocho especies de peces, 17 de anfibios, 57 de reptiles, más de 200 de aves, 72 de mamíferos (Dorado *et al.*, 2010), y entre los insectos se reportan 1,866 especies (González-Soriano *et al.*, 2008; Pérez Hernández, 2009).

El trabajo de campo se realizó entre noviembre de 1995 y octubre de 1996. Las recolectas fueron mensuales y se realizaron durante cinco días de cada mes, como en el resto de las localidades se inició el día del cuarto menguante lunar (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2003).

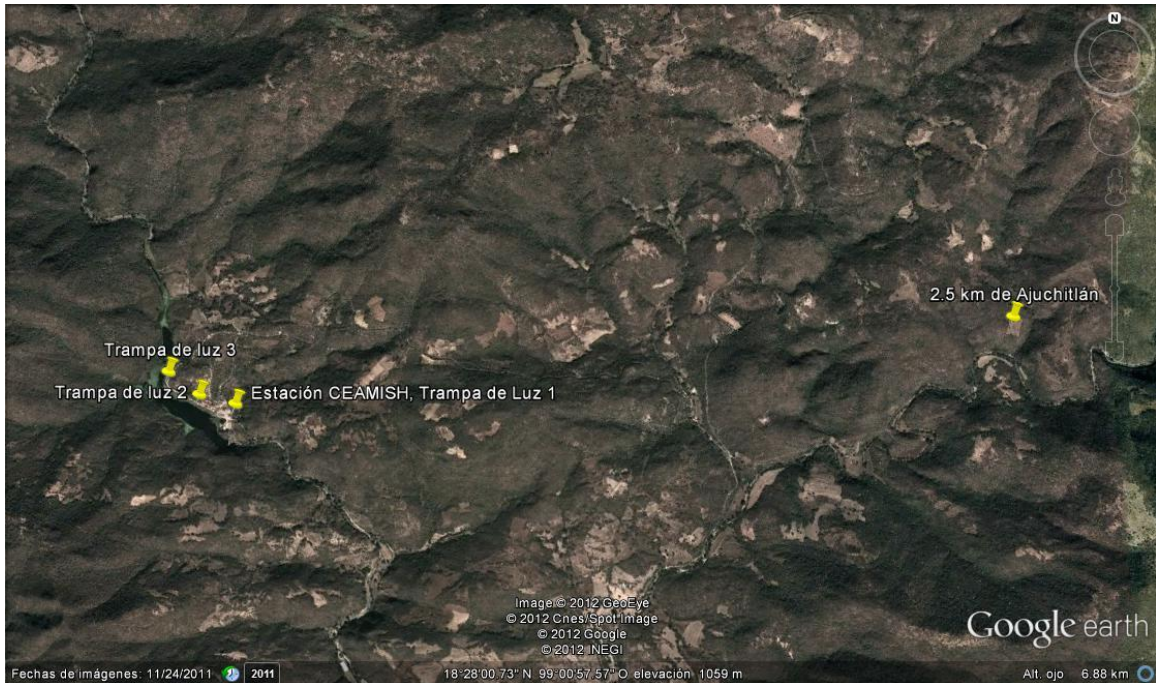


Figura 8. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de la Estación CEAMISH, Sierra de Huautla, Morelos.

5.1.5 Santiago Domingullo, Oaxaca

Esta localidad forma parte de la región de la Cañada, Distrito de Cuicatlán, en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, y los muestreos fueron realizados entre los 17°37'35" y 17°38'52" de latitud norte y los -96°55'07" y -96°54'50" de longitud oeste (Fig. 9).

Esta localidad es depositaria de una excepcional riqueza biológica, además que ésta área es muy importante desde el punto de vista antropológico por su rica historia cultural. La Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán se decretó como Área Natural Protegida el 18 de septiembre de 1998, con una superficie de 490, 186.54 ha (CONANP, 2010). Santiago Domingullo se encuentra dentro de los límites de la provincia florística denominada Tehuacán-Cuicatlán (Rzedowski, 1978) y es parte de la región de La Cañada, Distrito de Cuicatlán, en el municipio San Juan Bautista Cuicatlán (INAFED, 2002).

La zona presenta una temperatura media anual 24.2° y una precipitación media anual de 495 mm. El clima de la localidad pertenece al tipo semiárido Bs₀(h')w"(w)(i)g. Las temperaturas son cálidas y semicálidas, con un régimen de

verano con canícula y con poca a extremosa oscilación de temperatura, principalmente por el efecto de sombra de lluvia que produce las Sierras de Juárez y la de Zongolica. El Río Grande es la principal corriente de la zona, que recoge las aguas del Río Las Vueltas y que finalmente se unen al Río Santo Domingo, afluente del Papaloapan (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2000).

El trabajo de campo se realizó entre noviembre de 1997 y octubre de 1998. Las recolectas se realizaron a lo largo de todo el año, excepto diciembre, y duraron cinco días cada mes, empezando el día del cuarto menguante lunar (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009).



Figura 9. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Dominguillo, San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca.

5.1.6 Acahuizotla, Guerrero

Se encuentra entre la ciudad de Chilpancingo y Tierra Colorada, al oriente de la carretera 95 México-Acapulco. Localidades cercanas a esta área son Mazatlán, Lagunillas, El Salado, El Ocotito, Agua de Obispo, Zacaxtlahuacán, Coaxtlahuacán y San Roque han formado parte de estudios florísticos (Flores, 1990). En este estudio los sitios de muestreo se hallan entre los 17°21'518.4" y 17°23'00" latitud norte y los -99°27'44.5" y -99°27'00" longitud oeste (Fig. 10).

El clima predominante es semicálido-subhúmedo de tipo A(C)w₂(w)ig con un promedio anual de temperatura de 23.9°C y un promedio anual de precipitación de 1261 mm. En esta zona, el BTC es el tipo de vegetación predominante y se ubica entre los 700 y 1800 msnm. Hasta ahora no existe información precisa sobre las especies de fauna presentes en el área (Velázquez, 2010).

Esta región se caracteriza por una topografía muy accidentada que comprende desde los 700 a los 2600 msnm. Se presentan dos formaciones geológicas: Agua de Obispo y Morelos, compuestas principalmente por rocas sedimentarias, calizas e ígneas intrusivas pertenecientes al Cretácico.

Las recolectas mensuales se realizaron entre junio del año 2008 y marzo del 2009. Cada una tuvo una duración de cinco días en que se usó la recolecta directa y trampas de atracción luminosa.



Figura 10. Sitios de recolecta de insectos en el BTC de Acahuizotla, Guerrero.

5.1.7 Huatulco, Oaxaca

Los sitios muestreados se hallan dentro del Parque Nacional Huatulco, entre las coordenadas 15°44'58" y 15°48'58" de latitud norte y los -96°17'52" y -96°10'33" de longitud oeste (Fig. 11). El BTC de esta zona representa la

comunidad vegetal con mayor distribución y número de especies comparada con otras el resto de las comunidades vegetales del área (Lira y Ceballos, 2010).

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

Por su posición latitudinal y la influencia de las aguas cálidas del océano Pacífico, Huatulco presenta un clima cálido subhúmedo de tipo $Aw_0''(w)i$, con un porcentaje de lluvias en verano mayor al 90% y con una temperatura media anual de 26.8 °C. El régimen pluvial es torrencial y de corta duración en el verano; la precipitación media anual es de 871 mm.

El BTC de esta región presenta un buen estado de conservación y una biodiversidad elevada de flora y fauna (Semarnat, 2003). Se tienen registradas 430 especies de flora, 15 de anfibios, 291 de aves, 72 de reptiles, 61 de mamíferos incluyendo los marinos (Semarnat, 2003). Entre los insectos se han reconocido 52 especies de odonatos (Venegas Suárez-Peredo, 2011) y 17 de encírtidos (Rodríguez Vélez et al., 2009). Del total, 146 se encuentran bajo un estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2001. El 60.1% de las aves se consideran residentes de la zona, el 34.4% migratorias en el invierno, 4.3% migratorias de paso y el 1.2% migratorias intratropicales y altitudinales.

El trabajo de campo se realizó entre febrero y noviembre de 2005. Las recolectas se realizaron los meses de febrero, mayo-junio, julio, agosto-septiembre, octubre y noviembre. Éstas duraron cinco días cada mes, iniciándose dos días antes del cuarto menguante lunar.

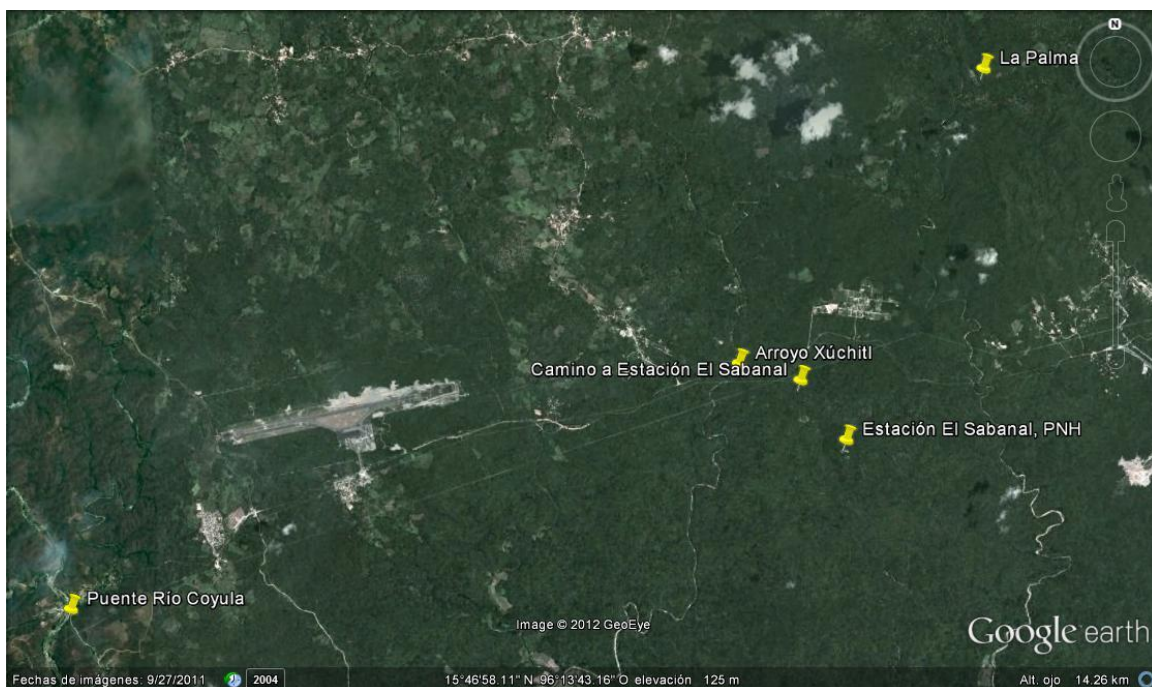


Figura 11. Sitios de recolecta de insectos en el BTC del Parque Nacional Huatulco (PNH), Huatulco, Oaxaca.

5.2 *Recolecta de material entomológico*

Fueron empleadas la atracción luminosa, la recolecta directa y trampas de intercepción tipo Malaise como técnicas de recolecta, que permitieran capturar una entomofauna representativa de cada una de las siete localidades de la vertiente del Pacífico Mexicano.

Las trampas de luz consistieron en una combinación de dos fuentes luminosas: una lámpara de vapor de mercurio y una trampa de luz tipo Minnesota (ver Southwood, 1966), colocadas sobre un contenedor de 20 cm de diámetro lleno con alcohol al 70%. Ambas fuentes luminosas fueron colocadas contra una pantalla blanca vertical de 1.80 m x 1.50 m (LINBOS, 2011).

Durante el muestreo, las trampas fueron colocadas en al menos tres sitios y permanecían en el mismo lugar por cuatro horas diarias (20:00 a 24:00 horas en el horario de verano y 19:00 a 23:00 horas el resto del año), durante los cinco días de muestreo de cada mes.

El diseño de las trampas Malaise se basó en el modelo Townes (Townes, 1972). Se colocaron seis trampas de este tipo en diferentes sitios. Al igual que

las trampas de atracción luminosa, cada trampa operó durante cinco días cada mes, en que el material recolectado se mantenía en un frasco recolector con alcohol al 70%. Estas trampas se colocaron en todas las localidades con excepción de Acahuizotla, Guerrero.

El método de recolecta directa se realizó durante cinco días al mes. Se utilizó red aérea y paraguas entomológico entre las 09:00 y las 15:00 horas. Para la recolecta de Cantharidae la recolecta se enfocó en flores, follaje y vegetación leñosa en general.

Es necesario enfatizar que las recolectas fueron hechas en distintos periodos, y el número de muestreos varió entre seis meses a un año. Las características y comparaciones de cada tipo de recolecta se resumen en el Cuadro 2 y en el Anexo III.

Los ejemplares de Cantharidae obtenidos, se encuentran depositados en la Colección Nacional de Insectos (CNIN) del Instituto de Biología de la UNAM, y la información de cada uno está concentrada en una base de datos que será anexada a la Unidad de Informática para la Biodiversidad del mismo Instituto (UNIBIO, 2011).

Cuadro 2. Dinámica de muestreo de cada técnica de recolecta de Insecta, que se empleó en siete localidades con BTC. Las trampas Malaise se emplearon en todas las localidades, con excepción de Acahuizotla, Guerrero. *Número de personas.

Tipo	Luz	Malaise	Directa
Trampas	3	6	2*
Días	5	5	5
Horas/día	4	24	6
Horas totales	720	8640	60

5.3 Tratamiento de los datos

5.3.1 Base de datos de Cantharidae

La base de datos construida incluye los datos de las especies de las siete localidades muestreadas. En la medida de lo posible se creó siguiendo los estándares empleados por la Unidad de Informática para la Biodiversidad, del Instituto de Biología, UNAM, a fin de que pueda anexarse a ésta una vez que la limpieza de la base de datos se realice. La información que contiene hace referencia a la clasificación de las especies halladas en este estudio y a la ubicación geográfica de las localidades de procedencia de los ejemplares.

A partir de esta base de datos, se crearon varias matrices por localidad y regional para analizar la diversidad de los cantáridos del BTC. Tales matrices fueron de presencia-ausencia y de abundancia de las especies, para el análisis de la diversidad alfa y beta, y la fenología. Además se realizaron otras matrices en las que se incluyeron los valores de los parámetros ambientales de cada localidad, para el estudio de la relación del recambio de especies con la variación de los factores abióticos entre localidades.

Los datos también fueron separados de acuerdo a la estación de secas o de lluvias, para analizar la fenología de este grupo de escarabajos.

5.3.2 Análisis de la diversidad

El primer paso para el estudio de la diversidad de Cantharidae en el BTC, fue calcular el número de especies esperadas mediante la rarificación de los datos y con curvas de acumulación de especies, ambos para evaluar el esfuerzo de muestreo. Las curvas de rarefacción estandarizan la abundancia de las especies observadas para calcular el número de especies esperadas y de esta manera hacer comparaciones de la riqueza específica entre localidades con distinto esfuerzo de muestreo. Para ello asume que las especies se distribuyen al azar y que las recolectas son muestras aleatorias de sus individuos (Hulbert, 1971). Se utilizó el software Biodiversity Pro (McAleece *et al.*, 1997) para elaborar las curvas de rarefacción, y los datos fueron estandarizados según la media de sus abundancias proporcionales.

Las curvas de acumulación de especies se hicieron de acuerdo con la función de Clench, que ha demostrado tener un buen ajuste en distintos grupos de Insecta (Papilionoidea y Hesperoidea: Soberón y Llorente, 1993; Sphingidae: León-Cortés *et al.*, 1998). Esta función modela la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado. Además está recomendado para estudios de sitios con área extensa y para protocolos en los que, cuánto más tiempo se pasa en el campo, mayor es la probabilidad de hallar una especie nueva (Soberón y Llorente, 1993). La unidad de muestreo contemplada en este estudio fueron los meses de recolecta, desglosados en matrices de presencia-ausencia de las especies. Este análisis se hizo a través del software Effort Predictor V 1.0, que es un complemento del software EstimateS (Colwell, 2009).

Después de analizar el esfuerzo de muestreo, se hizo el análisis de la diversidad alfa dentro de cada localidad bajo el concepto de diversidad verdadera. Se consideró la riqueza de especies, el exponencial del índice de Shannon y el inverso del índice de Simpson, como aquellos que representan la diversidad verdadera de orden 0, 1 y 2 respectivamente, en términos de números efectivos de especies. Se analizó la diversidad alfa verdadera observada y la estimada.

De acuerdo con la propuesta de Moreno *et al.* (2011), la diversidad verdadera estimada de orden 0 (riqueza de especies, con datos de presencia-ausencia) se obtuvo mediante el estimador no paramétrico ACE (Chao y Lee, 1992). Para estimar la diversidad de orden 1 (exponencial del índice de Shannon, cuando la abundancia de las especies es muy similar) se utilizó el estimador del índice de Shannon, *Bias-corrected Shannon Diversity estimator* (Chao y Shen, 2003), que se recomienda en el caso de que no se tenga un conocimiento completo de la comunidad. Finalmente para estimar la diversidad de orden 2 (inverso del índice de Simpson, cuando hay especies dominantes), se consideró el estimador *Minimum variance unbiased estimator* (MVUE; Chao y Shen, 2010). Las estimaciones se calcularon mediante el software SPADE (Chao y Shen, 2010), que ofrece distintos estimadores de la diversidad, en términos de la diversidad verdadera y en los distintos órdenes de q (0, 1 y 2).

Una vez realizados los análisis de diversidad alfa, se analizó la diversidad beta en términos del recambio de especies entre localidades, y también en términos de dicho recambio a lo largo de un gradiente ambiental.

El primer acercamiento para analizar el recambio de especies fue la obtención de la diversidad beta verdadera, según la propuesta A de Tuomisto (2010) (Fig. 3), y denominada por Jost *partición multiplicativa de la diversidad*. Por tratarse de siete comunidades con diferente riqueza de especies, cada una de éstas con diferentes abundancias entre sí, se utilizó la fórmula de partición multiplicativa ponderada de la diversidad beta verdadera:

$${}^qD = \left(\sum_{i=1}^s p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

$${}^qD_{\alpha} = \left[\frac{w_1^q (\sum_{i=1}^S p_{i1}^q) + w_2^q (\sum_{i=1}^S p_{i2}^q) + \dots}{w_1^q + w_2^q + \dots} \right]^{1/(1-q)}$$

Dónde: $w_j = \text{ind}_j / \text{ind}_{TOT}$

Los resultados así obtenidos están dados en números de comunidades efectivas. Esta unidad de medida se interpreta como el número de comunidades virtuales que conformarían en conjunto las siete comunidades de Cantharidae asociadas al BTC; cada una de esas comunidades virtuales tendrían un mismo número de especies no compartidas entre sí, y todas las especies tendrían la misma abundancia relativa.

Este resultado es una forma muy general de observar el recambio entre dichas comunidades. Para observar el recambio entre pares de comunidades se realizó una matriz de disimilitud estimada con el índice de Morisita, y una matriz de similitud de Jaccard. Para ambos índices se usaron matrices de abundancia de las especies.

El índice de Morisita es la medida de diversidad genética D propuesta por Jost (2008) y fue obtenido con el software SPADE (Chao y Shen, 2010). Este índice sirve para comparar N comunidades basadas en las especies compartidas por al menos q comunidades. Su rango de disimilitud es de 0 a 1, donde 0

significa que la comunidad comparte exactamente las mismas especies, y 1 cuando no comparten ninguna especie. Este índice es muy sensible a las especies dominantes, de manera que enfatiza las relaciones entre las especies más abundantes en los ensambles (Chao y Shen, 2010).

El índice de similitud de Jaccard se calculó con el software PAST (Hammer *et al.*, 2001). En la matriz resultante los valores tienen un rango de 0 a 1, y contrario al índice de Morisita explicado anteriormente, un valor de 0 hace referencia a disimilitud total, cuando dos comunidades no comparten ninguna especie, y 1 cuando todas sus especies son las mismas.

Para visualizar mejor la similitud o disimilitud entre las siete localidades, se realizaron análisis de clusters con el software PAST (Hammer *et al.*, 2001). Los clusters se hicieron de acuerdo con las medidas de Bray-Curtis, Morisita y Jaccard, para los que se utilizó una matriz de presencia-ausencia de las especies.

El concepto de diversidad beta verdadera se adoptó en este estudio por considerar que la información obtenida así es muy útil. Sin embargo, solamente arroja información sobre el recambio de especies entre sitios. Para cumplir con los objetivos de este estudio, también se analizó el recambio de especies de Cantharidae con respecto a diferentes parámetros ambientales asociados al BTC en las localidades de estudio, de acuerdo con el concepto de diversidad beta propuesto por Whittaker (1960) (la variación o el recambio de especies a lo largo de uno o varios gradientes ambientales).

Pese a que de alguna manera pudieran interpretarse como contrarios, ambos conceptos son muy interesantes e informativos, por lo que es necesario incluir a ambos. Una forma de resolver esto, es analizar los datos con herramientas estadísticas que miden la tasa de recambio a lo largo de un gradiente.

Para definir si existe un gradiente ambiental que determina el recambio de especies entre las comunidades, se hizo un análisis que incluyó la latitud, precipitación, temperatura, estacionalidad y el índice P/T (precipitación – temperatura), por considerarse como los factores ambientales más influyentes

en la distribución de los insectos en el BTC. Esta relación se calculó mediante un modelo de regresión lineal con el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011), y con una correlación simple usando el software Past (Hammer *et al.*, 2001).

5.3.3 Parámetros ambientales y diversidad de Cantharidae

Para analizar la relación de las variables abióticas con la diversidad de Cantharidae, se usaron los datos correspondientes a los parámetros climáticos más relacionados con la biología de los Cantharidae y los procesos del BTC, con el fin de hallar algún proceso que pudiera explicar las diferencias en la biodiversidad.

Los promedios de las variables abióticas para cada localidad se obtuvieron del Atlas Climático Digital de México (UNIATMOS, 2011), e incluyen precipitación, temperatura, estacionalidad y latitud (Cuadros 3 y 4). Los datos mensuales de precipitación y temperatura se obtuvieron del Sistema Meteorológico Nacional (2011), corresponden a los periodos de recolecta de cada localidad en los estados en que se halla cada una.

Una vez obtenida la diversidad alfa de Cantharidae en las siete localidades con BTC, se hizo un análisis de la fenología, es decir, de la distribución temporal de la riqueza y abundancia de los cantáridos en relación a la variación en la temperatura y precipitación a lo largo del año de muestreo en cada localidad (Figuras 12 y 13).

Finalmente, se realizó un análisis de correspondencia canónica (CCA) con el software CANOCO (2009), que sirvió para analizar cuál de los parámetros ambientales explica mejor el recambio de especies entre las localidades, y para determinar en qué medida pueden explicar la variación en la composición de los ensambles de cantáridos, los factores ambientales antes mencionados.

Cuadro 3. Parámetros ambientales que fueron considerados como relacionados con la diversidad de Cantharidae del Bosque Tropical Caducifolio.

Localidad	Precipitación (mm)			Temperatura (°C)		
	Media anual	Máxima	Mínima	Media anual	Máxima	Mínima
San Javier, Sonora	655	182	3	22.2	31.6	12.9
San Buenaventura, Jalisco	834	187	3	24.2	35.5	12.2
Ixtlahuacán, Colima	945	217	4	25.4	35.4	15.2
Sierra de Huautla, Morelos	850	195	2	25.1	37.9	12.5
Santiago Dominguillo, Oaxaca	495	100	3	24.2	34.8	13.0
Acahuizotla, Guerrero	1261	285	2	23.9	33.3	14.1
Huatulco, Oaxaca	871	200	2	26.8	34.4	18.1

Cuadro 4. Parámetros ambientales que fueron considerados como relacionados con la diversidad de Cantharidae del Bosque Tropical Caducifolio.

Localidad	Estacionalidad_CV	Índice P/T	% lluvia invernal	Oscilación térmica	Tipo de Clima
San Javier, Sonora	103	29.6	12.1	13.6	(A)Ca(w ₀)(x')(e)
San Buenaventura, Jalisco	98	34.5	4.1	6	Aw ₀ (w)(i')g
Ixtlahuacán, Colima	105	37.2	3	4.8	Aw ₀ (w)ig
Sierra de Huautla, Morelos	110	33.8	1.4	6.4	Aw'' ₀ (w)(i')g
Santiago Dominguillo, Oaxaca	94	20.5	2.8	6.9	Bs ₀ (h')w''(w)(i')g
Acahuizotla, Guerrero	109	52.8	1.3	4.1	A(C)w ₂ (w)ig
Huatulco, Oaxaca	105	32.5	1.3	2	Aw ₀ ''(w)i

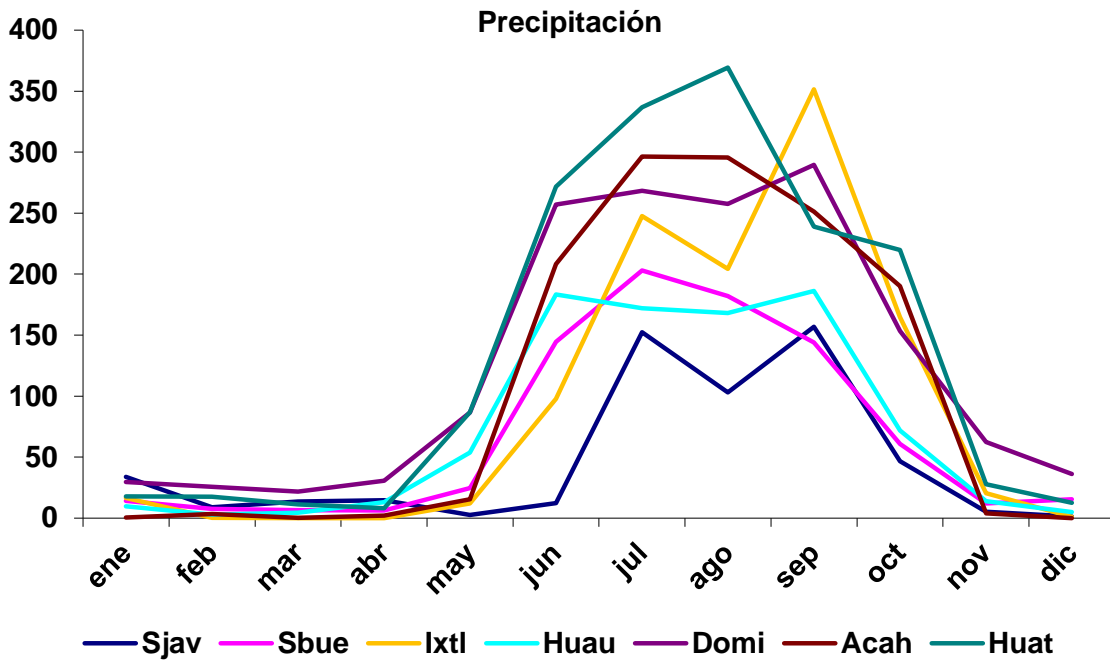


Figura 12. Precipitación mensual en las localidades de estudio.

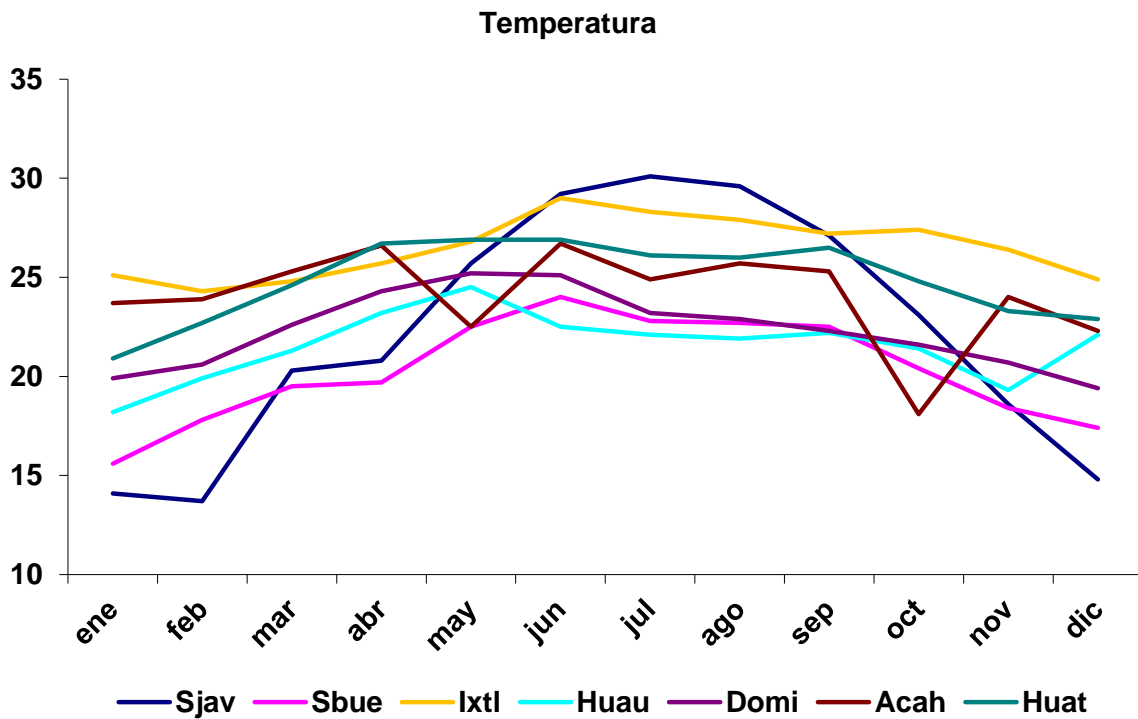


Figura 13. Temperatura mensual en las localidades de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El material de Cantharidae proveniente de los muestreos en las siete localidades, sumó un total de 4,063 ejemplares, que se clasificaron en nueve géneros y 70 especies (Cuadro 5). Del total de especies, 59% solamente se registraron en una localidad y ninguna especie estuvo en todas las localidades (Cuadros 5 y 6; figura 14).

Estos registros representan 24 especies (34%) más para la fauna total de Cantharidae que se conocía para el BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano, y que con los resultados del presente trabajo suman 71 (Zaragoza-Caballero y Mendoza, 1996; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2003; Zaragoza-Caballero 2004; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009).

Cuadro 5. Individuos y especies de Cantharidae asociadas a BTC en siete localidades de la Vertiente del Pacífico Mexicano. *Acah*: Acahuizotla, Guerrero; *Domi*: Santiago Domingullo, Oaxaca; *Huat*: Huatulco, Oaxaca; *Huau*: Sierra de Huautla, Morelos; *Ixtl*: Ixtlahuacán, Colima; *SBue*: San Buenaventura, Jalisco; *SJav*: San Javier, Sonora. Se anota el número de localidades en que se halló la especie. Más información se encuentra en los anexos I y II.

Especie	SJav	SBue	Ixtl	Huau	Domi	Acah	Huat	Total	Localidades
<i>Belotus mexicanus</i>		127						127	1
<i>Belotus sp. c.a. bicolor</i>		1			131			132	2
<i>Belotus sp. c.a. bipunctatus</i>					254			254	1
<i>Belotus sp. 3</i>			59					59	1
<i>Caccodes sp. 1</i>			7					7	1
<i>Caccodes sp. 2</i>						1		1	1
<i>Caccodes sp. 3</i>							1	1	1
<i>Chauliognathus aterrimus</i>		1						1	1
<i>Chauliognathus constrictus</i>	158	23		1				182	3
<i>Chauliognathus corvinus</i>		20	5	1		1		27	4
<i>Chauliognathus distinguendus</i>			6			2	23	31	3
<i>Chauliognathus flavomarginatus</i>		1	2					3	2
<i>Chauliognathus forreri</i>		95	237	132		47	4	515	5
<i>Chauliognathus histrio</i>						72		72	1
<i>Chauliognathus nigriceps</i>		9	7			29	27	72	4
<i>Chauliognathus nigrocinctus</i>	81	17				88		186	3
<i>Chauliognathus pallidus</i>							3	3	1
<i>Chauliognathus profundus</i>				4	3	21		28	3
<i>Chauliognathus vestitus</i>					10			10	1
<i>Chauliognathus sp. 1</i>	57							57	1

Especie	SJav	SBue	Ixtl	Huau	Domi	Acah	Huat	Total	Localidades
<i>Chauliognathus</i> sp. 2			3					3	1
<i>Chauliognathus</i> sp. 3	69							69	1
<i>Chauliognathus</i> sp. 4					276			276	1
<i>Chauliognathus</i> sp. 5	62							62	1
<i>Chauliognathus</i> sp. 6	38							38	1
<i>Discodon atronitens</i>				22		1		23	2
<i>Discodon combustum</i>		8						8	1
<i>Discodon divisum</i>				39		4		43	2
<i>Discodon</i> sp. ca. <i>vitticole</i>		11		3		5		19	3
<i>Discodon</i> sp. 1							6	6	1
<i>Discodon</i> sp. 2		3	7					10	2
<i>Discodon</i> sp. 3				619		2		621	2
<i>Discodon</i> sp. 4	314							314	1
<i>Discodon</i> sp. 5			33					33	1
<i>Discodon</i> sp. 6	3							3	1
<i>Discodon</i> sp. 7			6	1		16		23	3
<i>Discodon</i> sp. 8		49					1	50	2
<i>Discodon</i> sp. 9	5							5	1
<i>Discodon</i> sp. 10	10							10	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 1			1					1	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 2							6	6	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 3				5				5	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 4					233			233	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 5							1	1	1
<i>Ichthyurus</i> sp. 6							3	3	1
<i>Malthinus ingens</i>	56							56	1
<i>Polemius</i> sp. 1					1			1	1
<i>Polemius</i> sp. 2		1		2				3	2
<i>Polemius</i> sp. 3		5		1				6	2
<i>Polemius</i> sp. 4		1						1	1
<i>Silis abdominalis</i>		1		19				20	2
<i>Silis dilacerata</i>		7	7	1		3	9	27	5
<i>Silis distorta</i>			1			1		2	2
<i>Silis fossiger</i>		15		1	65			81	3
<i>Silis lineata</i>				1	2			3	2
<i>Silis ocularis</i>		7				3		10	2
<i>Silis tricornis</i>	2	74	1	4				81	4
<i>Silis</i> sp. 1			6					6	1
<i>Silis</i> sp. 2					1			1	1
<i>Silis</i> sp. 3			2					2	1
<i>Silis</i> sp. 4					1			1	1
<i>Silis</i> sp. 5						4		4	1
<i>Silis</i> sp. 6				1				1	1
<i>Silis</i> sp. 7						28	2	30	2
<i>Silis</i> sp. 8				2		1		3	2
<i>Silis</i> sp. 9		1	1	42				44	3
<i>Tytthonyx T. bicolor</i>		1				1	3	5	3

Especie	SJav	SBue	Ixtl	Huau	Domi	Acah	Huat	Total	Localidades
<i>Tytthonyx T. obscuricollis</i>				21				21	1
<i>Tytthonyx T. perezii</i>				20				20	1
<i>Tytthonyx ruficollis</i>							1	1	1
Totales	855	478	391	942	977	330	90	4063	-

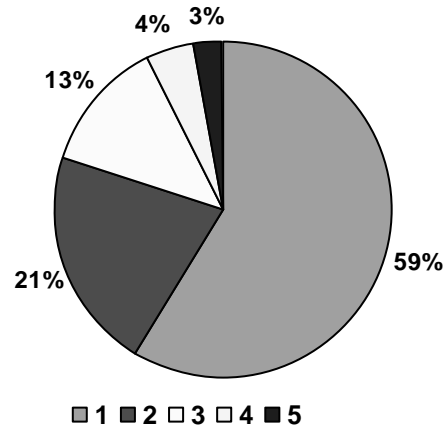


Figura 14. Porcentaje de especies presentes en una o más localidades.

De las siete localidades estudiadas, dos sobresalen por tener un mayor número de especies, San Buenaventura (23 especies) y Sierra de Huautla (22 especies) (Cuadro 6). La mayor abundancia de cantáridos se encontró en Santiago Domingullo (977 ejemplares) y la menor en Huatulco (90 ejemplares).

Podría especularse que la cantidad de ejemplares o la riqueza de especies es resultado de un mayor esfuerzo de muestreo en las localidades que presentan una mayor abundancia. Sin embargo, en San Javier, Sonora solamente se realizó la recolección de estos insectos durante siete meses, y se obtuvo una cantidad de ejemplares similar a la de otras localidades, en las que el muestreo se realizó durante los doce meses. Lo mismo sucede si se compara la riqueza de especies hallada en Acahuizotla, Guerrero en donde se dedicaron solamente ocho meses al muestreo de Cantharidae, y se registraron 20 especies, cantidad comparable con San Buenaventura y Huautla, donde el esfuerzo de recolecta fue mayor. Una mejor visualización de esto puede apreciarse en el Anexo III.

En el Cuadro 6 se anota además la cantidad de especies exclusivas de cada localidad. Resalta el hecho de que más de la mitad de las especies solamente se hayan encontrado en una de las localidades (Fig. 14). De manera intuitiva, esto indica un alto recambio de especies entre las localidades.

Cuadro 6. Totales de riqueza y abundancia de los géneros y especies de Cantharidae (Coleoptera) en siete localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano.

Localidad	Géneros	Especies	Abundancia	Especies exclusivas	Porcentaje del total
San Javier, Sonora	4	12	855	9	13
San Buenaventura, Jalisco	6	23	478	4	6
Ixtlahuacán, Colima	6	18	391	7	10
Sierra de Huautla, Morelos	6	22	942	4	6
Santiago Dominguillo, Oaxaca	5	11	977	7	10
Acahuizotla, Guerrero	5	20	330	3	4
Huatulco, Oaxaca	5	14	90	7	10

6.1 Diversidad alfa

Se presentan las curvas de acumulación de especies para analizar el esfuerzo de muestreo en cada localidad, de acuerdo a dos métodos: curvas de rarefacción y curvas de acumulación de Clench. Las primeras se muestran en la figura 15, y fueron obtenidas para cada una de las localidades de estudio. Aparentemente las curvas indicarían que el muestreo en cada localidad fue suficiente.

En la figura 16, se muestran las curvas de acumulación de especies obtenidas y estimadas con el modelo de Clench, para las siete localidades de estudio. Para visualizar mejor los resultados de esta estimación, ambas curvas se colocaron en la misma gráfica. Las curvas de estimación además fueron extrapoladas para que pudiera observarse mejor qué porcentaje de especies ha sido alcanzado.

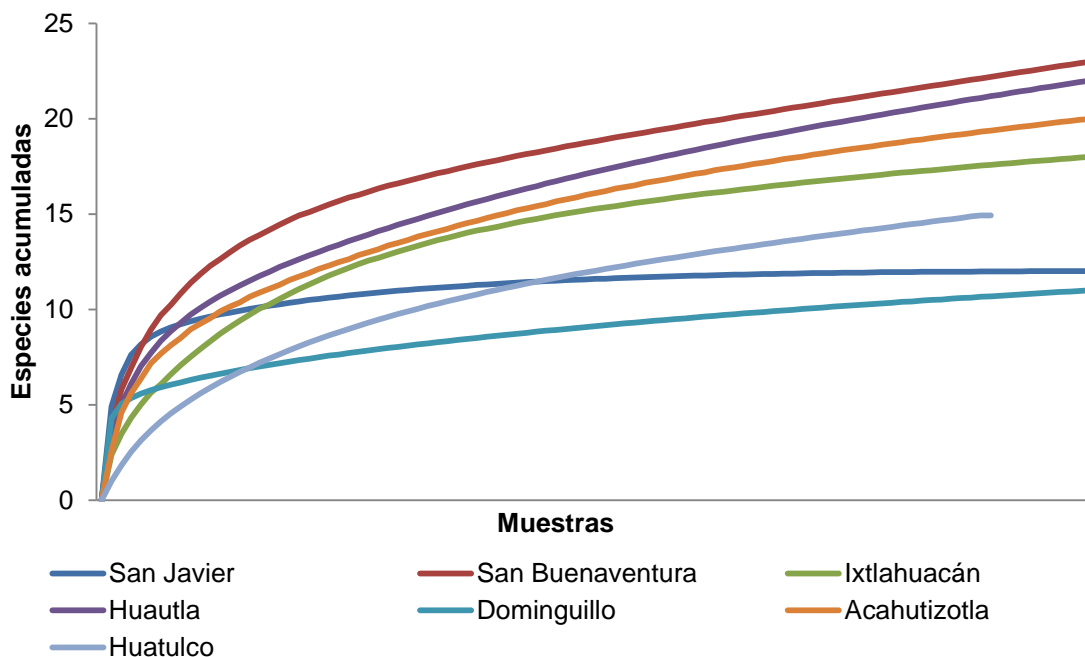


Figura 15. Curvas de rarefacción para estimar el número de especies de Cantharidae asociadas al BTC en cada una de las siete localidades de estudio.

De acuerdo con este modelo, a excepción de San Javier y de Huatulco, la riqueza de especies obtenida en el resto de las localidades es suficiente con el esfuerzo de muestreo invertido. Los resultados concretos de las estimaciones se engloban en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resultados de la estimación de riqueza de especies de cantáridos de acuerdo con el modelo de Clench. Donde Sobs: número de especies observadas; SE: número de especies estimada; B: pendiente de la curva, R²: Correlación de Pearson².

Localidad	Sobs	SE	B	R ²
San Javier, Sonora	12	26.68	8.3787	0.99891
San Buenaventura, Jalisco	23	37.72	7.7273	0.99988
Ixtlahuacán, Colima	18	33.56	6.0955	0.99992
Sierra de Huautla, Morelos	22	37.78	8.657	0.99983
Santiago Dominguillo, Oaxaca	11	14.17	3.9518	0.97719
Acahutzotla, Guerrero	20	32.54	4.9834	0.99978
Huatulco, Oaxaca	14	27.84	7.8865	0.9999

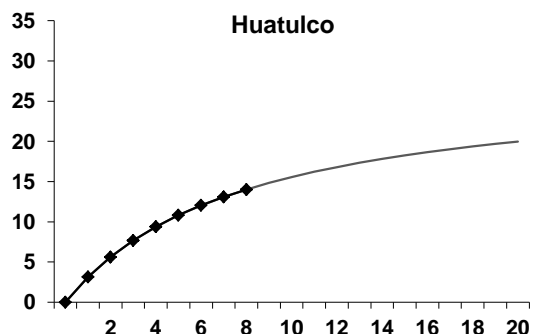
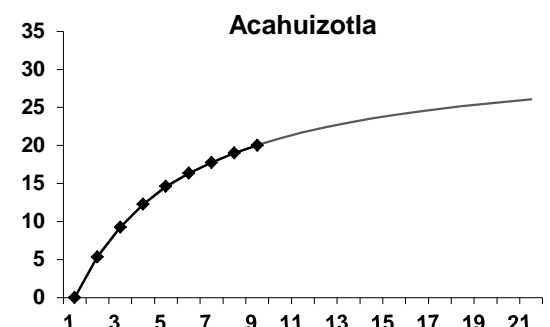
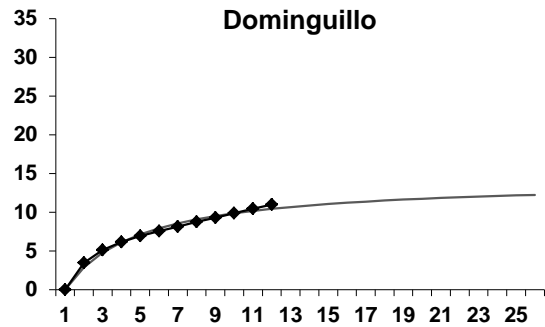
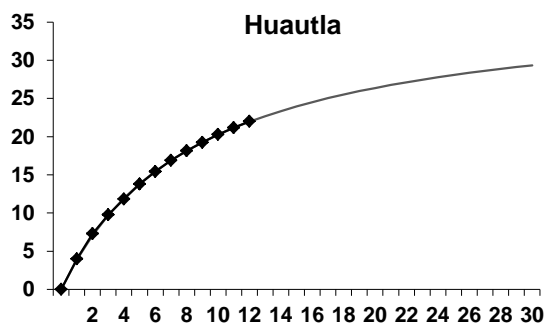
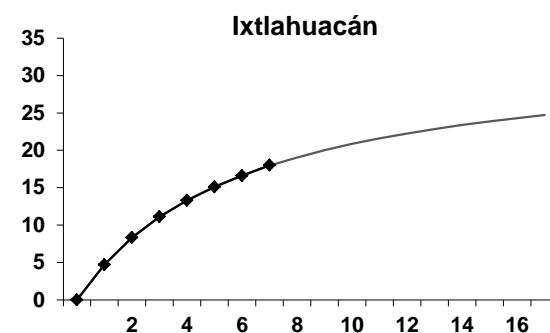
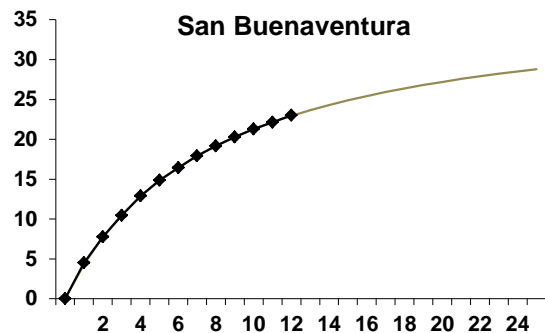
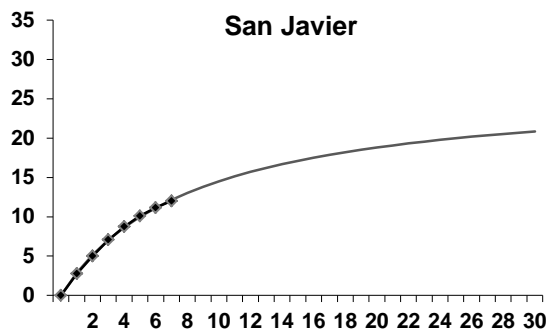


Figura 16. Curvas de acumulación de especies de Cantharidae de acuerdo con el modelo de Clench para cada localidad. La curva de especies observadas se representa con una línea punteada, mientras que la curva de especies estimadas se representa con una línea lisa.

Después de analizar el esfuerzo de muestreo, se realizó el análisis de la diversidad alfa bajo el concepto de diversidad verdadera de orden 0, 1 y 2 para cada localidad. En el Cuadro 8, se indican los valores del índice de Shannon, los de la diversidad observada y la diversidad estimada en términos de números efectivos de especies. Esto para hacer una comparación de los resultados obtenidos con diferentes métodos (Cuadro 8).

En primera instancia, puede observarse que el valor del índice de Shannon incrementa conforme aumenta la cantidad de especies. Pero el valor de la diversidad verdadera de orden 1, además de cambiar con el incremento en la cantidad de especies, también muestra una variación que responde a la cantidad de especies dominantes o raras. Por otro lado, la interpretación de los resultados como *especies efectivas* (diversidad verdadera), es más intuitiva y evidente, que como *bits* (índice de Shannon), pues el valor de diversidad verdadera muestra el número de especies que tienen una contribución relevante en el ensamble.

Cuadro 8. Resultados del análisis de la diversidad alfa verdadera de Cantharidae de siete localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano.

Localidad	Índice de Shannon	Diversidad Observada			Diversidad estimada		
		⁰ D	¹ D	² D	⁰ D	¹ D	² D
San Javier, Sonora	1.91	12	6.75	4.98	12.0	6.77	5.00
San Buenaventura, Jalisco	2.27	23	9.38	6.55	34.1	9.78	6.63
Ixtlahuacán, Colima	1.53	18	4.41	2.50	20.0	4.61	2.51
Sierra de Huautla, Morelos	1.36	22	3.79	2.19	32.1	3.93	2.19
Santiago Domingullo, Oaxaca	1.61	11	4.94	4.41	16.9	5.00	4.41
Acahuizotla, Guerrero	2.26	20	8.41	6.21	27.2	9.59	6.43
Huatulco, Oaxaca	2.17	14	7.87	5.54	17.1	8.78	5.83
Total regional*	3.19	70	23.94	-	78.2	24.2	15.01

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

*El total regional (diversidad gamma) fue calculado de acuerdo a las frecuencias relativas de las 70 especies, por esa razón el resultado no es igual a la suma de las alfa de todas las localidades.

Aunque la riqueza de especies sea mayor en algunas localidades que en otras, la abundancia de cada una de las especies es la que determina que una localidad se considere más diversa (Fig. 17 y 18). Si todas las especies tuvieran la misma abundancia, entonces su diversidad sería igual al número de especies halladas en una localidad (riqueza específica) (Hill, 1973), y ese sería el valor de diversidad más alto que pueda alcanzar esa comunidad.

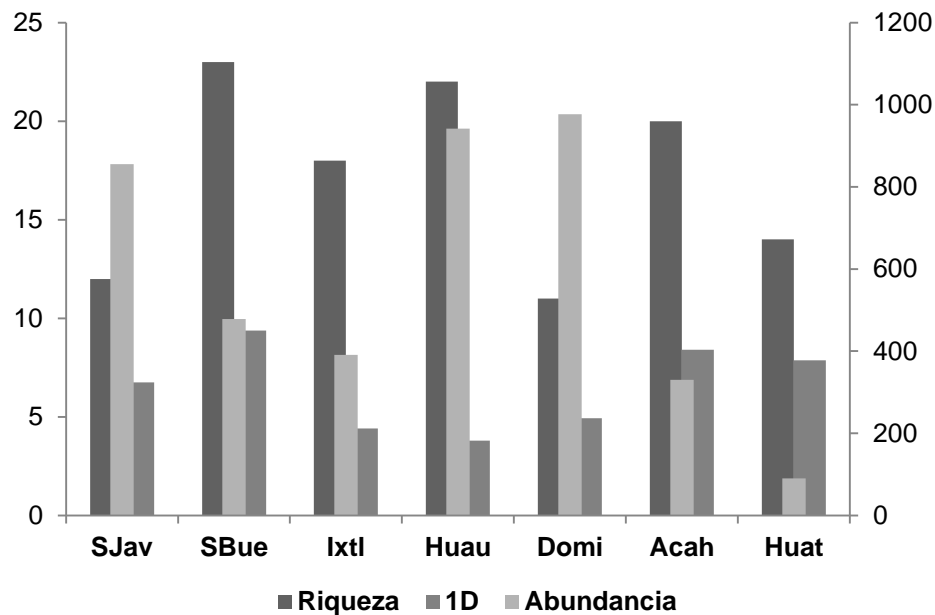


Figura 17. Comparación de la riqueza, abundancia y la diversidad verdadera de orden 1 (1D) de Cantharidae, obtenidos para cada localidad de estudio.

Un ejemplo de esto resulta cuando se comparan dos localidades con abundancias totales similares, Huautla con 942 ejemplares de 22 especies, y Domingullo con 977 ejemplares de 11 especies. Si solamente tomamos en cuenta el número de especies, evidentemente Huautla sería más diversa que Domingullo, lo cual es consistente con el índice de Shannon y la medición de la entropía. Sin embargo, en la diversidad de orden 1 que considera las abundancias de las especies, Domingullo resulta más diversa que Huautla (4.94 y 3.79 especies efectivas respectivamente).

En el caso de Huautla, la mitad de las especies están representadas por uno o dos ejemplares, mientras que hay una sola que conjunta el 66% de la abundancia total. En cambio, la diferencia entre las abundancias relativas de las once especies que se encontraron en Dominguillo es mucho menor que entre las especies de Huautla (Fig. 18)

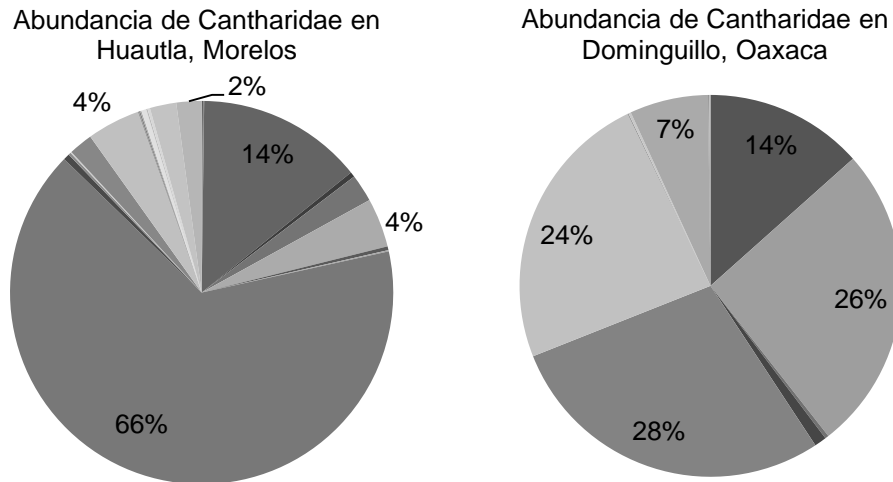


Figura 18. Gráficas que ilustran la distribución de las abundancias de las especies Cantharidae halladas en Huautla, Morelos y Dominguillo, Oaxaca, y que determinan que la primera sea menos diversa (3.79 especies efectivas) que la segunda (4.94 especies efectivas), a pesar de tener una riqueza de especies mayor.

El Cuadro 9 es una comparación de las estimaciones de riqueza de especies de acuerdo con el modelo de Clench y el estimador de la diversidad verdadera de orden 1, ACE. La diferencia entre ambas estimaciones es muy evidente: de acuerdo con el modelo de Clench el porcentaje alcanzado en cada localidad es muy bajo, entre 45% y 77%. Mientras que con el estimador no paramétrico ACE, el porcentaje de especies alcanzado está entre 65% y 100%.

En el Cuadro 9 también se anota el número de meses de muestreo por localidad. Puede observarse que un mayor esfuerzo de muestreo no necesariamente implica la obtención de una mayor abundancia o riqueza de

especies. Aquellas localidades en que se muestreó durante los doce meses, tienen bajos porcentajes de especies observadas respecto a las estimadas.

Cuadro 9. Comparación de la estimación de la riqueza de especies ajustado al modelo de Clench y el obtenido con el estimador no paramétrico ACE (diversidad alfa verdadera de orden 0). Se anota el número de meses de muestreo, para una mejor apreciación del esfuerzo invertido en cada localidad.

Localidad	Diversidad observada	Estimación Clench	%	Estimación ACE	%	Meses de muestreo
San Javier	12	26.68	44.97	12.0	100	7
San Buenaventura	23	37.72	60.97	34.1	67.44	12
Ixtlahuacán	18	33.56	53.63	20.0	90	7
Huautla	22	37.78	58.23	32.1	68.53	12
Dominguillo	11	14.17	77.63	16.9	65.08	12
Acahuizotla	20	32.54	62.46	27.2	73.52	8
Huatulco, Oaxaca	14	27.84	50.28	17.1	81.87	7
Total regional*	70	135.4	51.69	78.2	85.50	-

6.2 Diversidad beta

6.2.1 Diversidad beta como recambio de especies – diversidad beta verdadera

Para medir la diversidad beta entre localidades se usó el método propuesto por Jost (2006, 2008). La diversidad beta verdadera se obtuvo con la fórmula de partición multiplicativa ponderada:

$${}^q D_\alpha = \left[\frac{w_1^q (\sum_{i=1}^S p_{i1}^q) + w_2^q (\sum_{i=1}^S p_{i2}^q) + \dots}{w_1^q + w_2^q + \dots} \right]^{1/(1-q)}$$

Donde **w** equivale a la proporción de la abundancia total con la que contribuye cada localidad.

El resultado está expresado en número de comunidades efectivas en el Cuadro 10. Para **q=0** se obtuvo un valor de beta de 4.083 comunidades efectivas, es decir, que el total de especies y sus respectivas abundancias, serían el equivalente a 4.083 comunidades virtuales, cada una de las cuales tendría la misma cantidad de especies. La misma interpretación se hace cuando

$q=1$, a excepción de que en ese caso todas las especies tendrían abundancias iguales.

También se evaluó el recambio de especies entre los sitios de recolecta de cada localidad, mediante la diversidad beta verdadera de orden 0. Los resultados se anotan en el Cuadro 11.

Cuadro 10. Valores de diversidad beta verdadera obtenidos a partir de la partición multiplicativa ponderada de la diversidad, para la fauna de Cantharidae asociada a BTC en las siete localidades de estudio.

Valor de q	Alfa promedio	Gamma	Beta
0	17.14286	70	4.083
1	5.583965	23.04475	4.288

Cuadro 11. Valores de diversidad beta verdadera ($q=0$) obtenidos a partir de la partición multiplicativa ponderada de la diversidad, para la fauna de Cantharidae asociada a BTC dentro de cada una de las siete localidades de estudio.

Localidad	Sitios	Alfa promedio	Gamma	Beta
San Javier	7	4.28	12	2.8
San Buenaventura	4	11	23	2.09
Ixtlahuacán	10	4.3	18	4.41
Huautla	2	13	22	1.69
Dominguillo	3	6.66	11	1.65
Acahuizotla	10	5.5	20	3.63
Huatulco	5	4.6	14	3.04

El recambio de especies entre pares de localidades se puede observar en la matriz de disimilitud obtenida con el índice de Morisita C_{qN} (Cuadro 12), medida propuesta por Jost (2008), y también en la matriz de similitud de Jaccard usada frecuentemente en este tipo de análisis.

Los valores de recambio entre pares de localidades obtenidos con el índice de Morisita se interpretan de la siguiente forma: cuando el índice alcanza un valor de 1 significa que las comunidades en cuestión no comparten ninguna especie, y cuando alcanza 0 entonces se dice que tienen una similitud total, y por lo tanto que comparten todas las especies.

Los valores de disimilitud entre los ensambles de cantáridos de las siete localidades van desde 0.555 hasta 1, la mayoría sobrepasa el 0.9 de disimilitud. Es decir, que los pares de localidades comparadas se diferencian en 90% según la composición de especies. La disimilitud total entre las siete localidades fue de 0.9.

Cuadro 12. Matriz de disimilitud obtenida con el índice de Morisita, para medir la diversidad beta verdadera de cantáridos entre siete localidades con BTC, en la Vertiente de Pacífico Mexicano. *Acah*: Acahuizotla, Guerrero; *Domi*: Santiago Dominguillo, Oaxaca; *Huat*: Huatulco, Oaxaca; *Huau*: Sierra de Huautla, Morelos; *Ixtl*: Ixtlahuacán, Colima; *SBue*: San Buenaventura, Jalisco; *SJav*: San Javier, Sonora. Disimilitud entre las siete localidades: 0.9, s.e. 0.008.

	SBue	Ixtl	Huau	Domi	Acah	Huat
SJav	0.928	1	0.999	1	0.859	1
SBue		0.555	0.905	0.987	0.74	0.891
Ixtl			0.801	1	0.68	0.866
Huau				1	0.919	0.98
Domi					0.999	0.996
Acah						0.78

Las localidades más similares de acuerdo con este índice son San Buenaventura, Jalisco e Ixtlahuacán, Colima, que quizá sea explicada por la cercanía geográfica existente entre ambas localidades. Las más disímiles, con 100% de diferencia y que no comparten ninguna especie, son San Javier (Sonora), Ixtlahuacán (Colima) y Dominguillo (Oaxaca), entre ellas; San Javier y Huatulco (Oaxaca), y Dominguillo y Huautla (Morelos) entre pares de localidades. En este caso, quizá la distancia geográfica sea la que determina estas diferencias.

Otra forma de medir el recambio de especies entre sitios, diversidad beta, es con una matriz de similitud elaborada con del índice de Jaccard. La matriz de similitud resultante para las siete localidades aquí estudiadas está en el Cuadro 13. Los valores de similitud de Jaccard van desde 0 y hasta 1, en donde 0 implica que no hay ninguna especie compartida entre el par de localidades comparada, mientras que 1, es una similitud total.

Cuadro 13. Matriz de recambio de especies entre las siete localidades con BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano, obtenida con el Índice de Jaccard. *Acah*: Acahuizotla, Guerrero; *Domi*: Santiago Domingullo, Oaxaca; *Huat*: Huatulco, Oaxaca; *Huau*: Sierra de Huautla, Morelos; *Ixtl*: Ixtlahuacán, Colima; *SBue*: San Buenaventura, Jalisco; *SJav*: San Javier, Sonora.

	Sbue	Ixtl	Huau	Domi	Acah	Huat
Sjav	0.094	0.034	0.063	0	0.032	0
Sbue		0.242	0.324	0.063	0.229	0.188
Ixtl			0.176	0	0.226	0.138
Huau				0.1	0.313	0.088
Domi					0.033	0.04
Acah						0.207

De la matriz resultante, se desprende que existe un recambio muy alto, pues los valores obtenidos para estas siete localidades van desde 0 a 0.324. Las más similares son San Buenaventura (Jalisco) - Huautla (Morelos) (0.324), y Huautla con Acahuizotla (Guerrero) (0.313).

Entre las más disímiles (100%), coinciden con el índice de Morisita los pares de localidades: San Javier – Domingullo, San Javier-Huatulco e Ixtlahuacán – Domingullo.

6.2.2 Cluster por similitud

Para observar la relación entre las localidades, se realizaron agrupaciones de las localidades en función de su similitud, para lo cual se utilizó el modelo de Bray-Curtis (Fig. 19).

El cluster de Bray-Curtis, agrupa a las localidades San Buenaventura, Huautla y Domingullo. Este conjunto se halla agrupado con Ixtlahuacán, Acahuizotla y Huatulco, en orden de disimilitud. Esta relación también fue consistente con los otros tipos de cluster realizados (Bray-Curtis y Morisita). San Javier se situó siempre en el extremo del grupo, sin asociarse con las demás localidades.

Estas relaciones fueron comparadas con lo hallado para Odonata en las mismas localidades (a excepción de Acahuizotla, Guerrero), por Venegas Suárez Peredo (2011). En dicho estudio las localidades de Chamela, Ixtlahuacán

y Huatulco forman un solo grupo, mientras que San Javier, Huautla y Dominguillo forman un segundo grupo. Aparentemente estos grupos se encuentran definidos por la similitud en la altitud de las localidades.

Lo que aquí se encontró fue un grupo conformado por San Buenaventura, Huautla y Dominguillo, que se hallan inmersas en el Eje Neovolcánico Transversal. Podría especularse que la relación entre estas localidades está determinada por la afinidad biogeográfica del BTC presente en cada una de ellas. Sin embargo, deberá hacerse un análisis más preciso de la afinidad biogeográfica de las especies que componen cada ensamble, para sustentar la hipótesis.

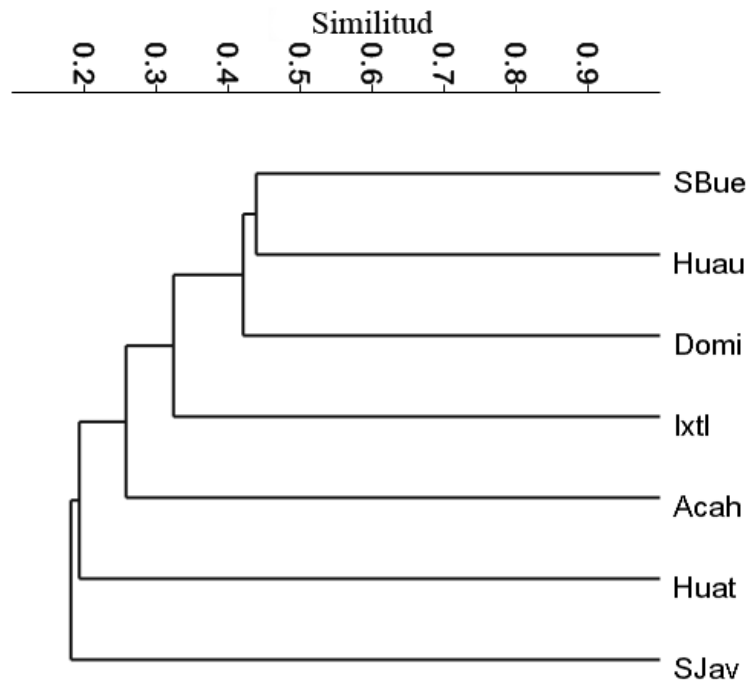


Figura 19. Cluster de Bray-Curtis. *Acah*: Acahuizotla, Guerrero; *Domi*: Santiago Dominguillo, Oaxaca; *Huat*: Huatulco, Oaxaca; *Huau*: Sierra de Huautla, Morelos; *Ixtl*: Ixtlahuacán, Colima; *SBue*: San Buenaventura, Jalisco; *SJav*: San Javier, Sonora.

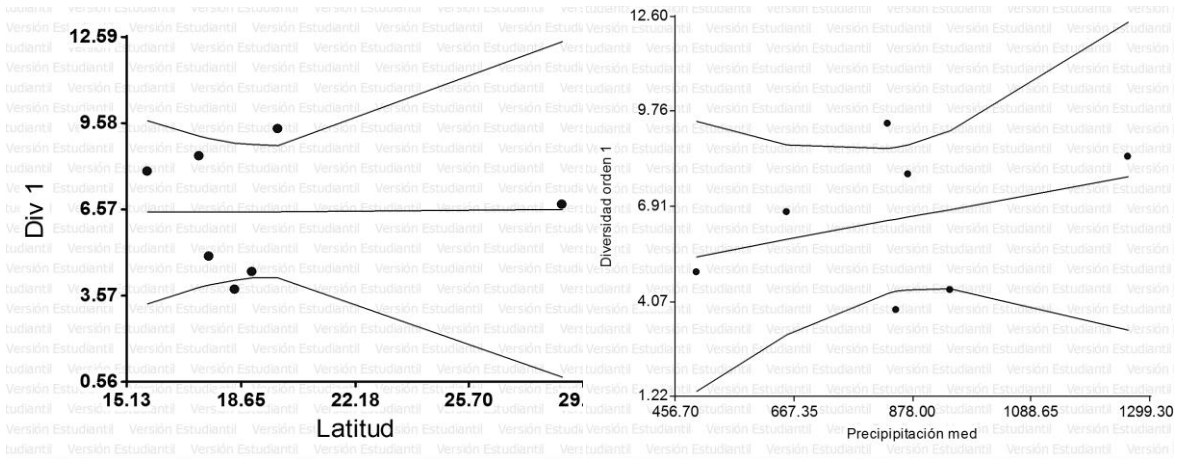
6.2.3 Diversidad beta como modelo del recambio de especies entre comunidades a lo largo de un factor o gradiente ambiental.

Lo que se ha presentado hasta ahora son los resultados de analizar la diversidad beta solamente como el recambio de especies entre comunidades. Sin embargo, la diversidad beta también puede ser entendida como el recambio de las especies en un gradiente ambiental. En este sentido, primero se realizaron análisis de la correlación de la diversidad con diferentes factores ambientales, latitud, precipitación, temperatura y estacionalidad, para detectar alguna asociación entre las variables analizadas.

De ello resultó que, ninguno de los factores ambientales seleccionados tuvo una correlación evidente con los factores bióticos con los que fueron relacionados, la diversidad de orden 0 (riqueza de especies), diversidad de orden 1 y abundancia. En ninguna de las combinaciones posibles de correlación.

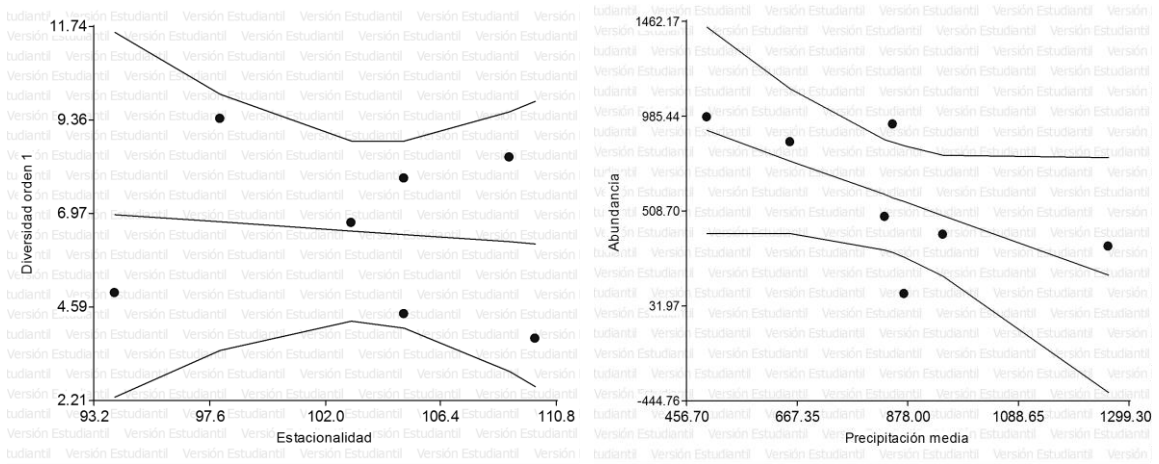
Posteriormente se hicieron análisis de regresión lineal como un método de detección de algún gradiente ambiental (Fig. 20). Sin embargo, el único patrón hallado fue la abundancia con respecto a la precipitación, aunque con un valor muy bajo en la relación. El incremento en dicho factor ambiental significa un aumento en la cantidad mensual de cantáridos ($R^2=0.43$, $p=0.1097$), lo cual también puede observarse en los datos crudos. El resto de las relaciones tuvieron valores de R^2 menores a 0.10, con valores de p muy altos.

No se halló la existencia de algún patrón (gradiente) de la distribución espacial y/o temporal de las especies de cantáridos en el BTC, ninguno de los factores ambientales contemplados independientemente, parece actuar de forma particular sobre las comunidades de cantáridos, tal que modele su distribución en el bosque tropical caducifolio.



Diversidad – latitud

Diversidad – precipitación



Diversidad – estacionalidad

Abundancia – precipitación

Figura 20. Gráficas que ilustran los análisis de regresión lineal hechos entre pares de matrices de distancias.

6.3 Relación de la diversidad con los parámetros ambientales

6.3.1 Fenología

Una característica muy evidente de los bosques tropicales caducifolios es la marcada estacionalidad. Ésta determina los ciclos de vida de muchas especies de insectos que los habitan, en este caso la mayor abundancia y riqueza de especies en estado adulto se distribuye en los meses de mayor precipitación.

Los ensambles de cantáridos de las localidades aquí analizadas también responden a este patrón general (Fig. 21). Sin embargo, la comparación entre los patrones de las siete localidades, muestra que el patrón fenológico de cada una fue ligeramente diferente del resto, pues respondió a la variación en la precipitación y temperatura propias de cada localidad (Fig. 22).

Los cantáridos del bosque tropical caducifolio son en su mayoría especies diurnas (Cuadro 14) que se alimentan de flores y polen. Principalmente se les encuentra asociadas con las plantas de la familia Compositae. Aunque algunas especies son depredadoras, éstas también frecuentan el follaje para alimentarse de otros insectos. Ahora bien, durante la época de lluvias la vegetación en el BTC reverdece, y la mayoría de las plantas tiene su proceso de floración durante este periodo (60%), sobre todo las herbáceas (Zepeda-Gómez y Velázquez-Montes, 1999).

Esto permite reafirmar que los cantáridos asociados al BTC alcanzan su mayor diversidad durante la época de lluvias (Figs. 21 y 22), debido a la presencia de una mayor cantidad del recurso que utilizan, ya sea como alimento o como un espacio para la depredación. Sin duda, sus ciclos de vida están asociados estrechamente al reverdecimiento de las plantas del BTC.

Cuadro 14. Cantáridos recolectados en las siete localidades con BTC con tres métodos de muestreo. Las especies recolectadas directamente y con trampas Malaise son diurnas (61 especies, 87% del total).

	Abundancia	Especies	Exclusivas
Directa	2330	58	17
Luz	1695	48	13
Malaise	74	6	3

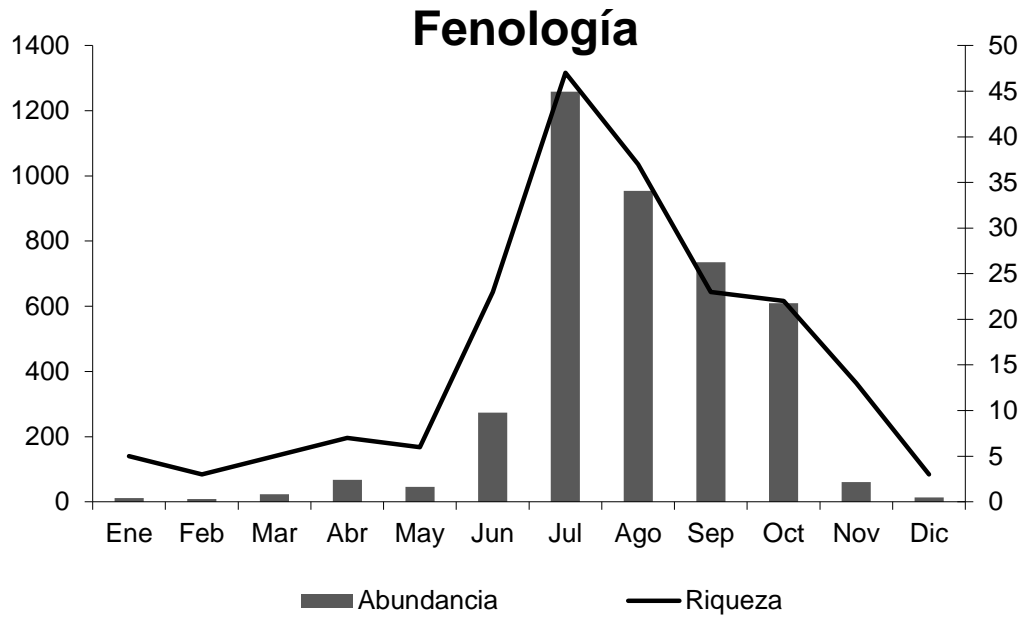
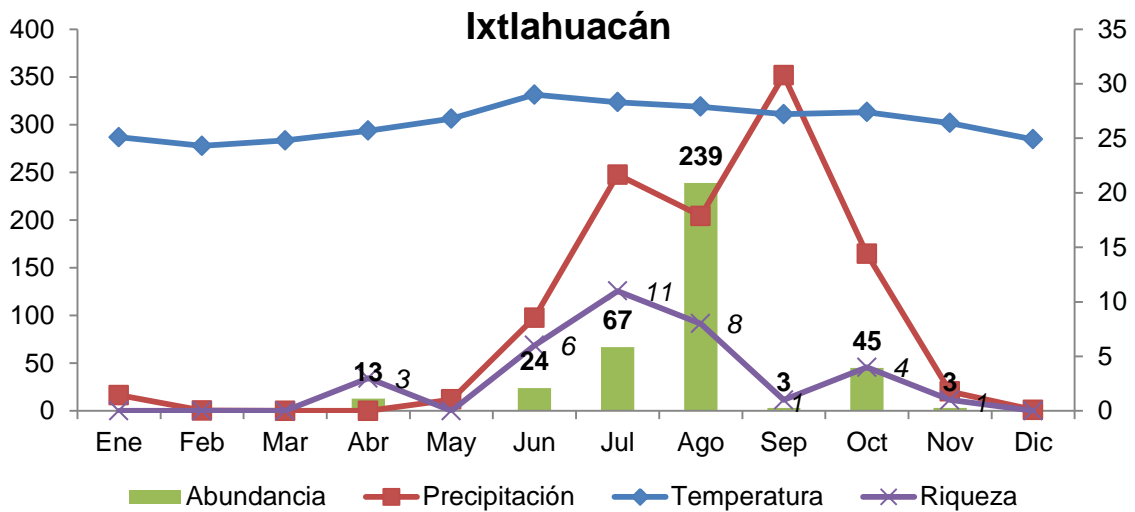
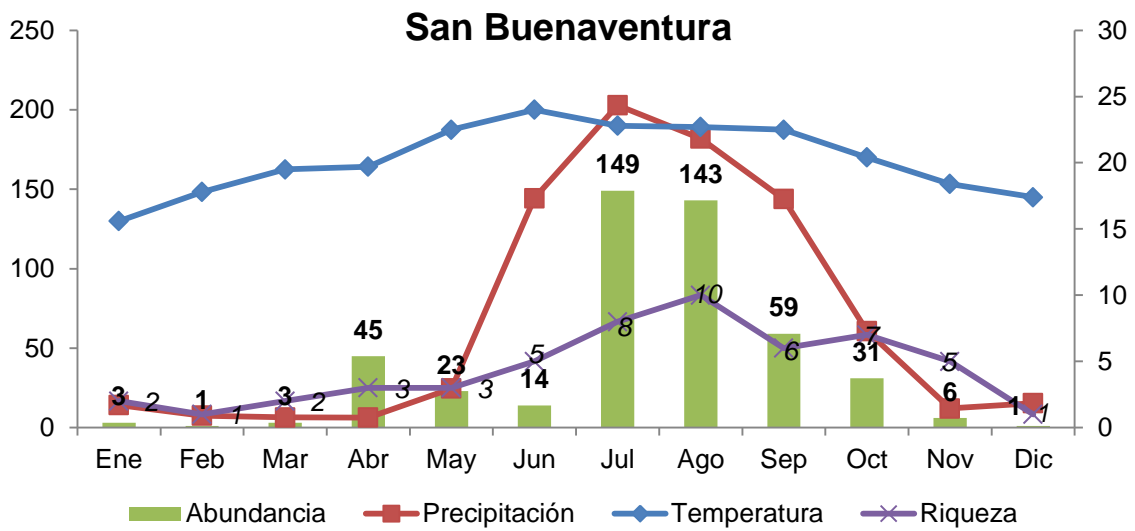
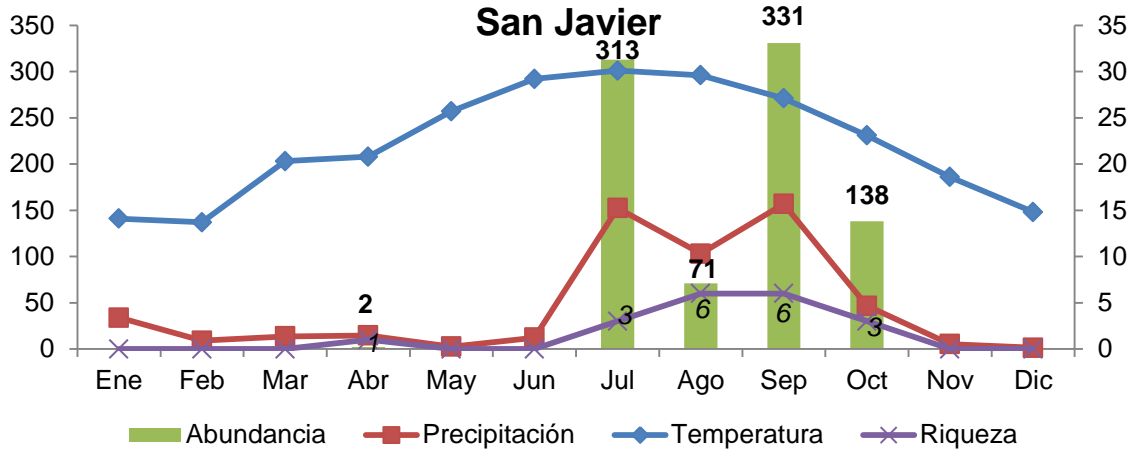
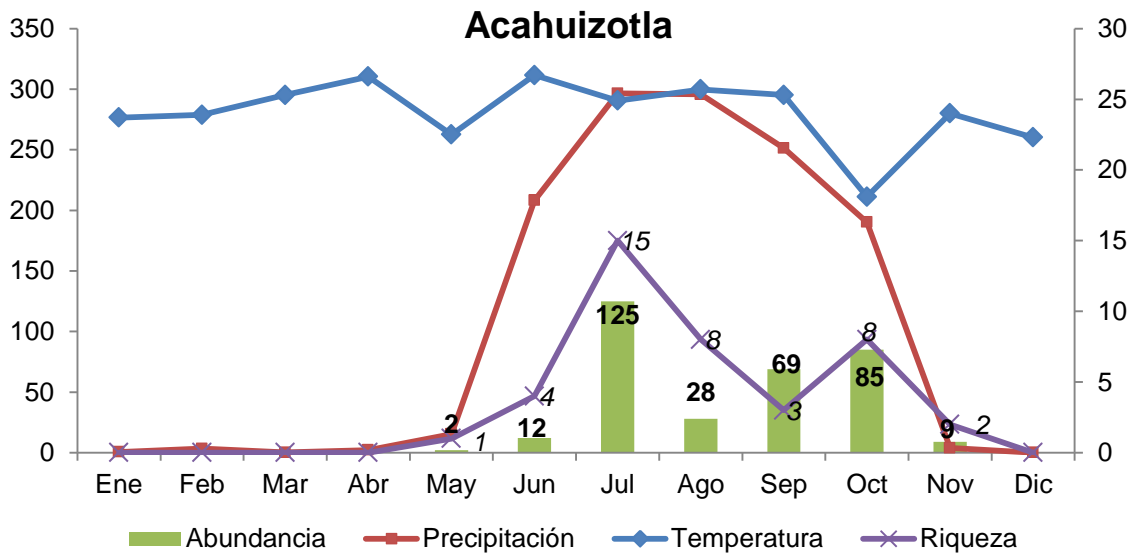
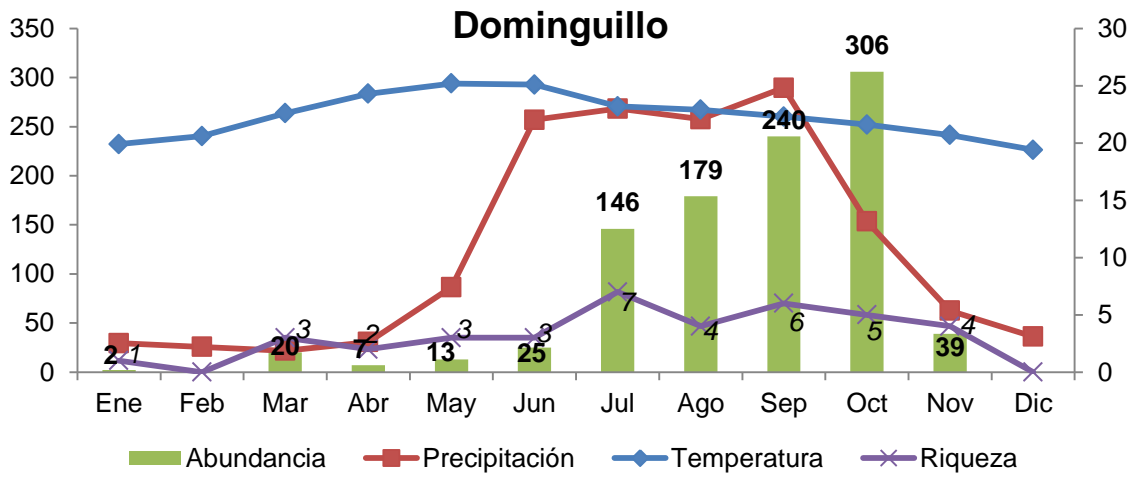
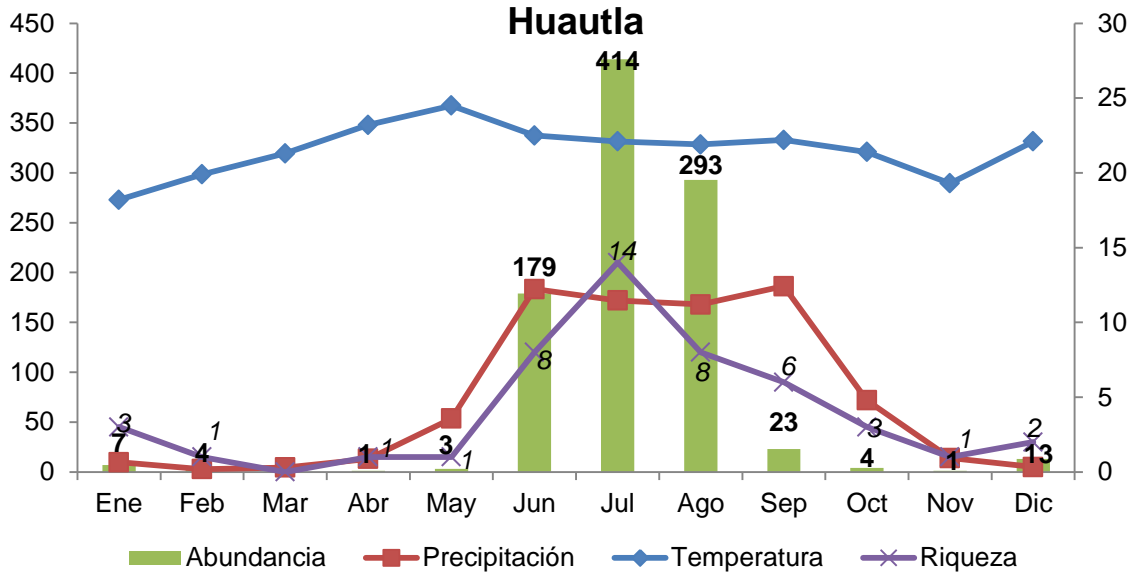


Figura 21. Distribución de la riqueza y abundancia de todas las especies de Cantharidae (Coleoptera) recolectadas en las siete localidades con BTC en la Vertiente del Pacífico Mexicano.





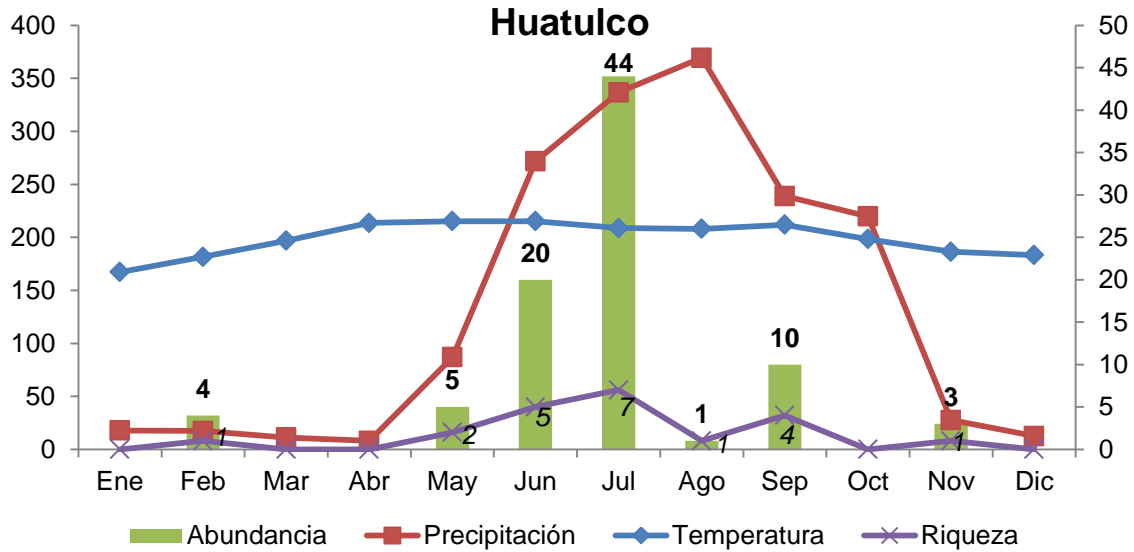


Figura 22. Las gráficas representan la distribución de la abundancia y la riqueza de las especies de Cantharidae asociadas al BTC, durante el periodo de recolecta en las siete localidades de estudio. También muestran el patrón de distribución de la precipitación y la temperatura en la localidad correspondiente. En letras negras se anota la abundancia y en cursivas la riqueza específica.

La distribución temporal de las especies es otro fenómeno que se analizó en este estudio. Para ello, se ilustró la presencia mensual de cada especie en la localidad en que fue hallada (Fig. 23). Resulta interesante que casi todas las especies están presentes únicamente en el periodo de lluvias. Sin embargo, también hay especies que se encontraron tanto en la época de lluvias, como en la de secas. La mayoría pertenecen a los géneros *Silis* y *Belotus*.

Se analizó también la distribución temporal de los géneros de Cantharidae entre las siete localidades de estudio. Las diferencias pueden observarse en las figuras 24 a 31. El género *Malthinus* no fue considerado en la representación gráfica, puesto que solamente se encontró en la localidad de San Javier, Sonora y en una sola ocasión.

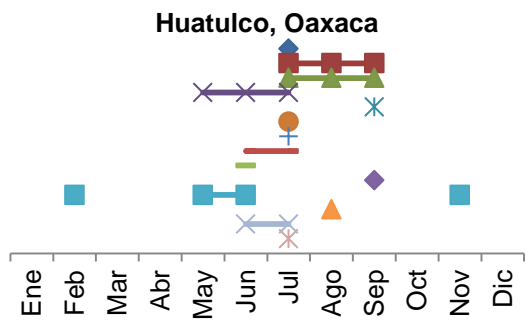
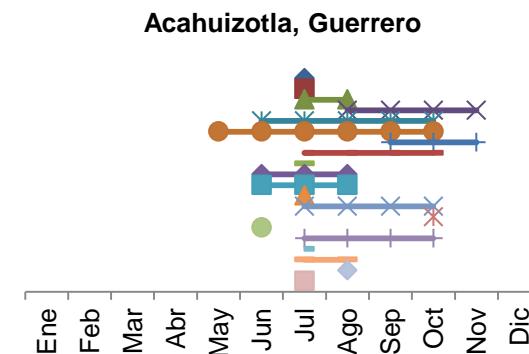
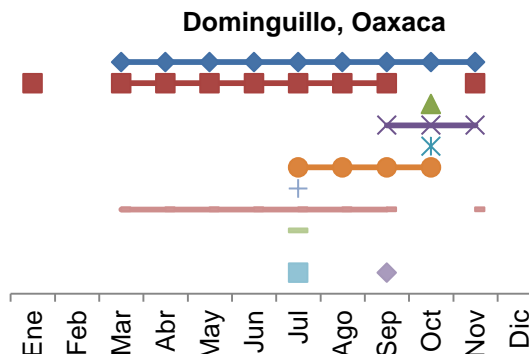
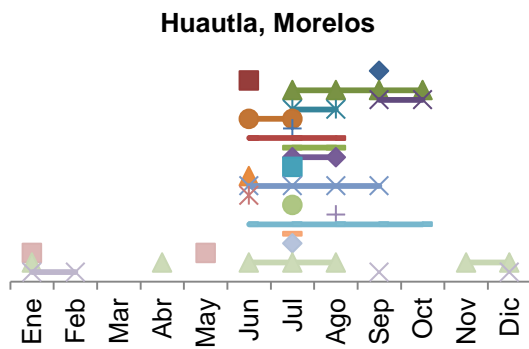
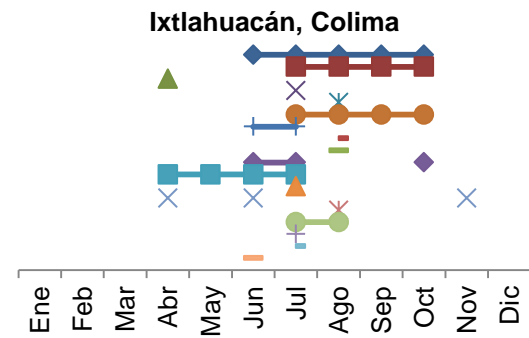
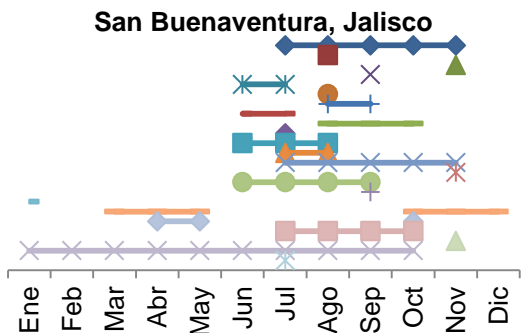
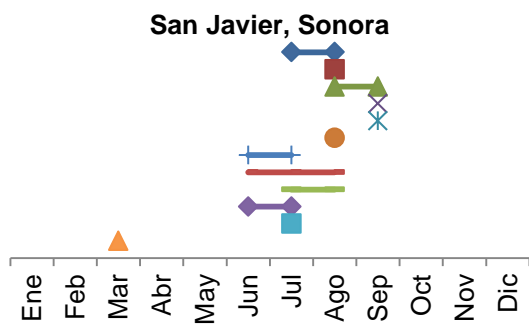


Figura 23. Distribución mensual de las especies de cantáridos halladas en cada una de las siete localidades de recolecta. La simbología varía de acuerdo con la cantidad de especies hallada en cada localidad.

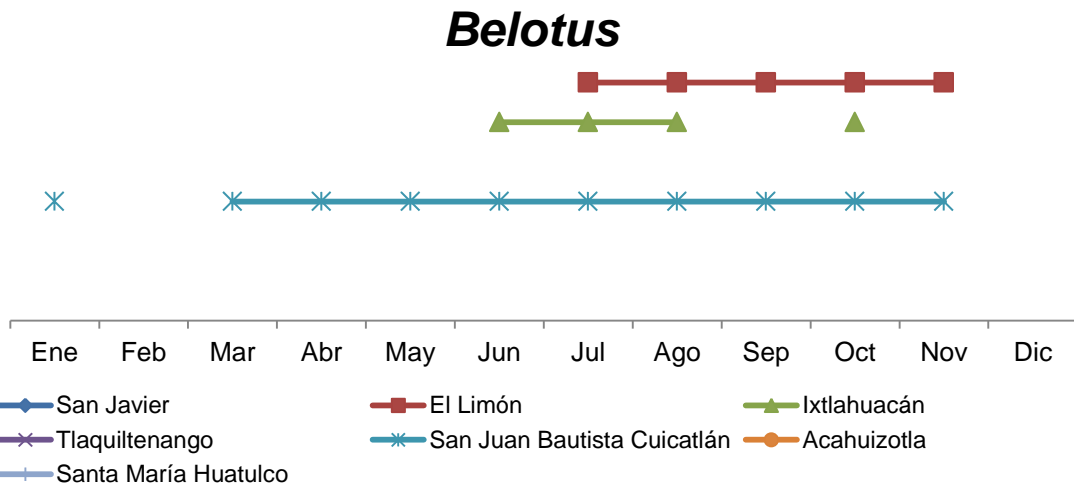


Figura 24. Distribución temporal de las especies de *Belotus* en el BTC.

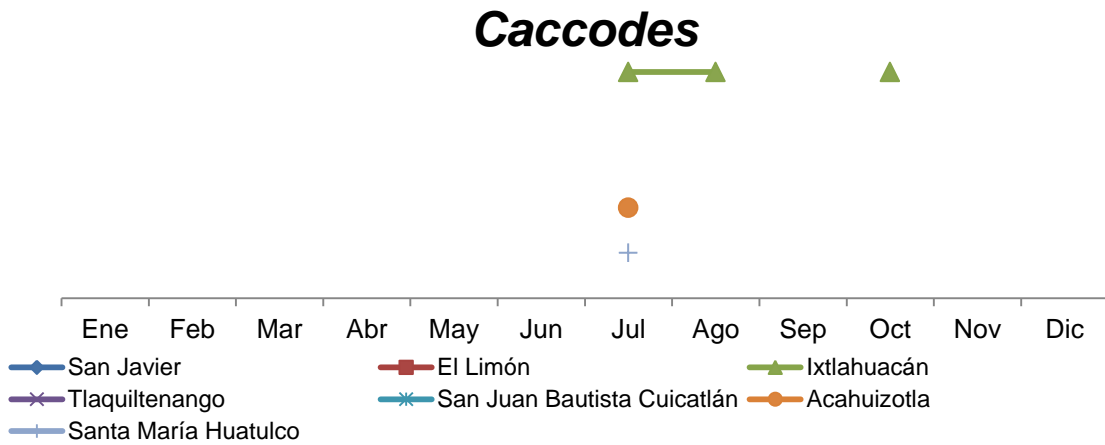


Figura 25. Distribución temporal de las especies de *Caccodes* en el BTC.

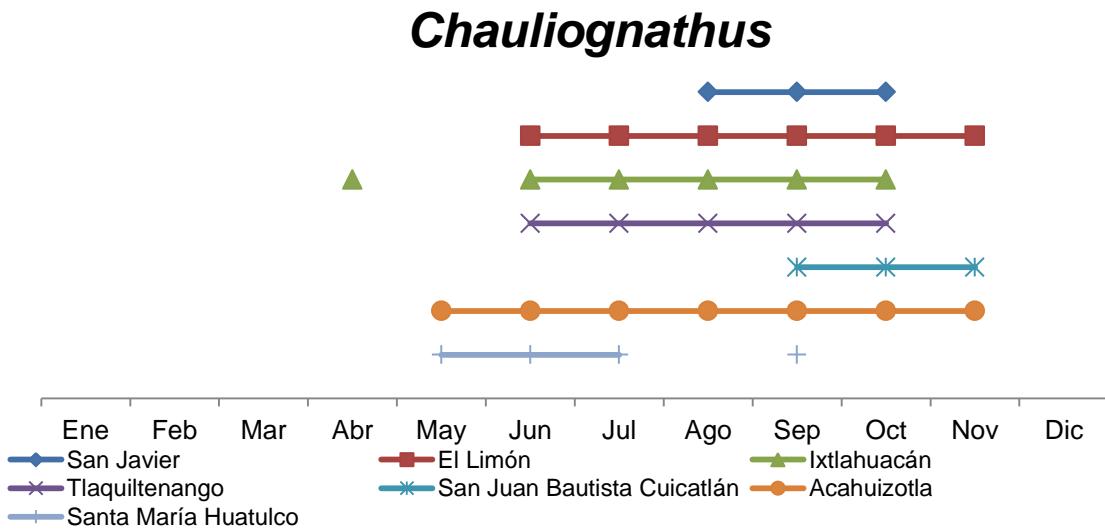


Figura 26. Distribución temporal de las especies de *Chauliognathus* en el BTC.

Discodon

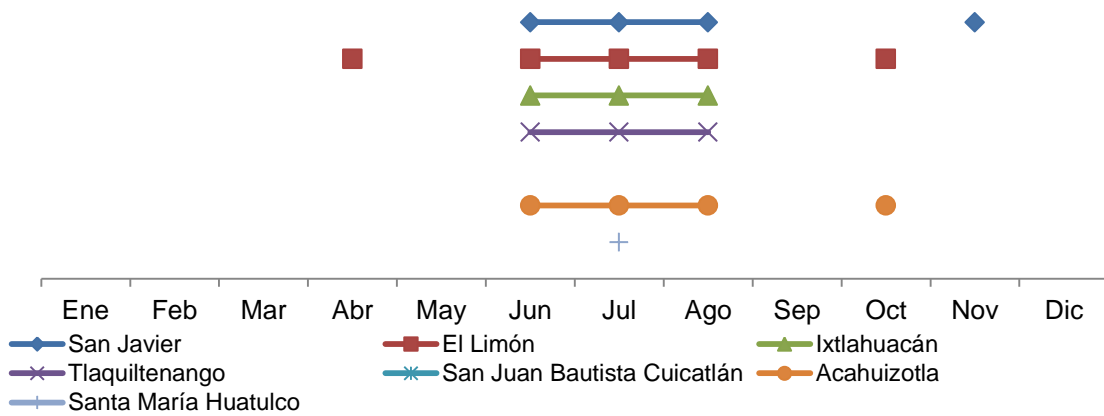


Figura 27. Distribución temporal de las especies de *Discodon* en el BTC.

Ichthyurus

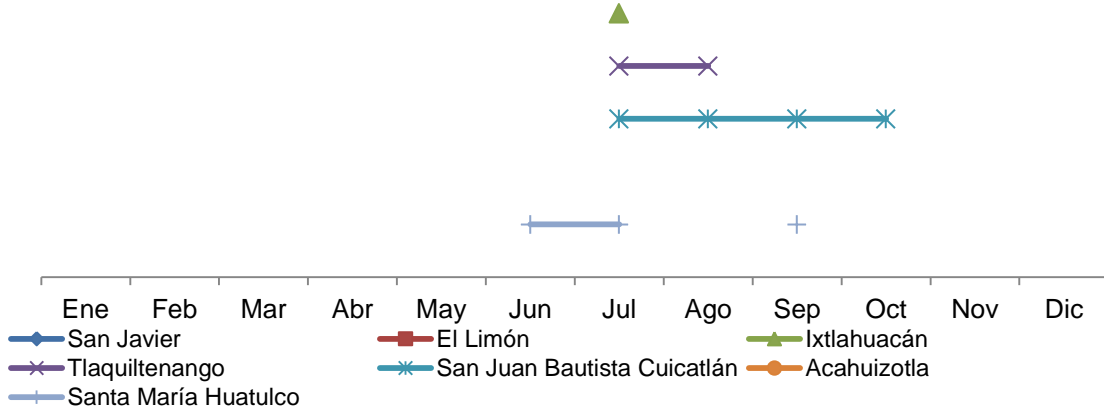


Figura 28. Distribución temporal de las especies de *Ichthyurus* en el BTC.

Polemius

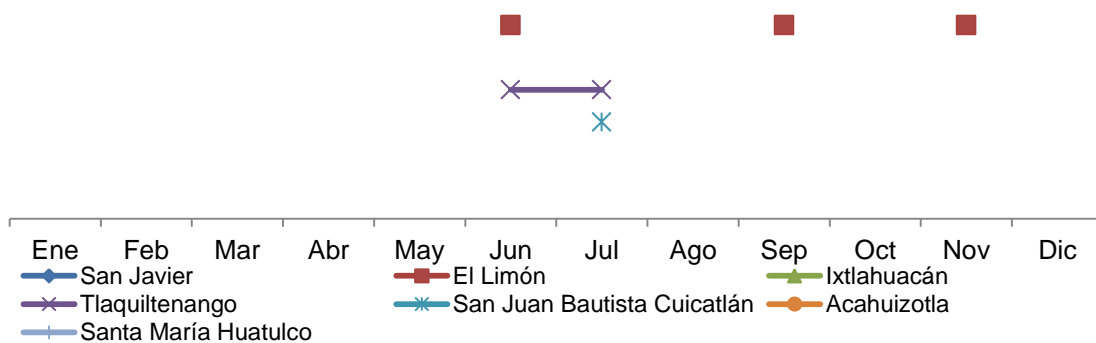


Figura 29. Distribución temporal de las especies de *Polemius* en el BTC.

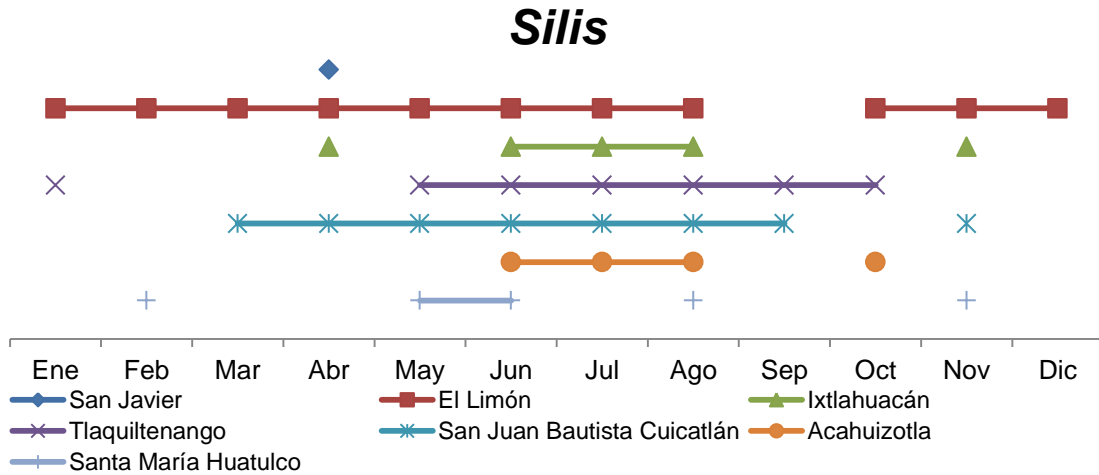


Figura 30. Distribución temporal de las especies de *Silis* en el BTC.

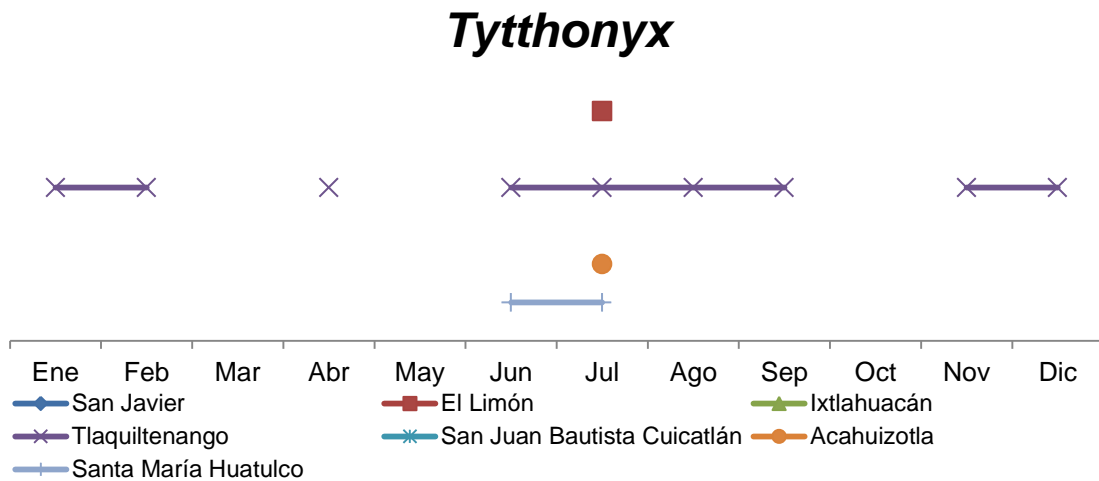


Figura 31. Distribución temporal de las especies de *Tytthonyx* en el BTC.

6.3.2 Correlación de los parámetros ambientales con la diversidad

La estacionalidad del BTC está definida por la cantidad y distribución de la precipitación anual, así como por la fluctuación en la temperatura. En este trabajo, se consideró que alguno de estos factores podría ser más importante que los otros en la distribución de la diversidad de cantáridos asociados con este tipo de vegetación.

Por esa razón se realizó un análisis de correspondencia canónica (CCA), que permitiera asociar el recambio de especies entre los sitios con los distintos parámetros ambientales, todos en conjunto. Para ello, se seleccionaron

únicamente los factores ambientales considerados como más importantes para Cantharidae del BTC: estacionalidad, temperatura, precipitación. También se hizo un análisis en que se incluyó la longitud y latitud entre los factores ambientales, para observar si tenían alguna influencia en la diversidad de especies de cantáridos. Los resultados se muestran en la figura 32.

En la gráfica de la izquierda se incluyeron la estacionalidad, temperatura, precipitación e índice de precipitación/temperatura. La correlación de estos factores ambientales y las diversidad en las localidades de muestreo se interpreta así: las variables precipitación, estacionalidad y el índice P/T están muy cercanamente relacionados entre ellos, y se les asocia con la composición de especies de las localidades 3, 4 y 6 (Ixtlahuacán, Huautla y Acahuizotla, respectivamente).

La temperatura es un factor que actúa independientemente, y afecta sobre todo a la localidad 7 (Huatulco). El resto de las localidades no presenta una correlación de su composición de especies con alguno de los cuatro factores ambientales.

De acuerdo al CCA, estas variables en conjunto explican el 100% de la variación en la composición de especies de cantáridos asociados al bosque tropical caducifolio. La correlación entre las especies y las variables ambientales fue de 0.988 a 0.995.

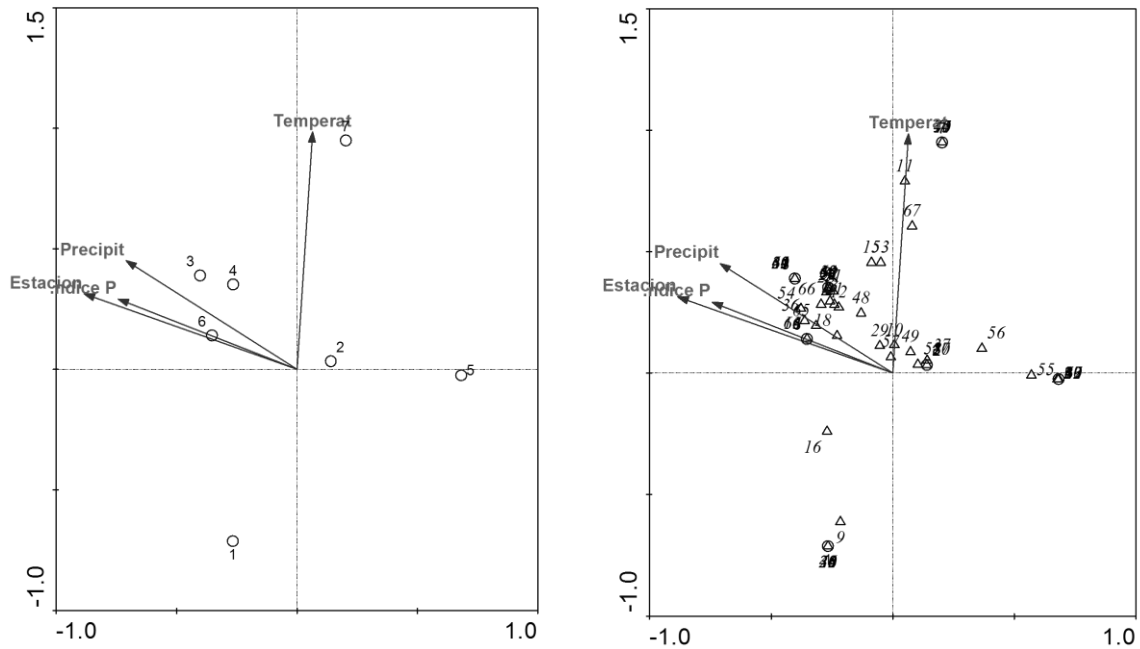


Figura 32. Análisis de correspondencia canónica, en el que se visualiza la relación entre la variación en la composición de especies de cantáridos entre localidades, y los factores ambientales que pudieran influir en dicha variación.

CONCLUSIONES

Se determinó un total de nueve géneros y 70 morfoespecies de Cantharidae en las siete localidades de estudio. Lo que significa un incremento en 34% de la fauna de cantáridos que se había registrado hasta el 2009, y representa 31% del total nacional.

La diversidad de estos escarabajos se obtuvo bajo el concepto de diversidad verdadera, que usa como unidad de medida números efectivos de especies y comunidades efectivas de especies, para la diversidad alfa y la diversidad beta respectivamente.

La determinación de la diversidad alfa verdadera permitió hacer mejores comparaciones entre la diversidad de cantáridos de las siete localidades con BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano. El sitio con mayor diversidad alfa de orden 1 (el inverso del índice de Shannon) fue San Buenaventura, Jalisco (9.38 especies efectivas), la menor fue Huautla, Morelos (3.79 especies efectivas).

Se utilizaron estimadores de la diversidad alfa para cada localidad, que señalaron la falta de muestreos para alcanzar la diversidad total. Sin embargo, en este trabajo se consideró que los porcentajes de riqueza de especies alcanzados son suficientes para realizar las comparaciones entre los sitios.

El recambio de especies o diversidad beta fue muy alto entre las localidades, debido principalmente a que un alto porcentaje de las especies (59%) solamente fueron encontradas en una localidad. Esto fue evidente, independientemente del tipo de medida de diversidad empleada para analizar este fenómeno.

De acuerdo a la diversidad beta verdadera, existen más de cuatro comunidades efectivas de cantáridos conformadas con el total de especies halladas. Estas comunidades virtuales tendrían el mismo número de especies, y en el caso de la diversidad de orden 1, la abundancia de las especies sería uniforme. Se sugiere entonces que los ensambles se complementan entre sí para conformar un ensamble regional, y no sucede que uno sea una fracción de otro.

Los análisis de similitud de Morisita y Jaccard muestran un alto recambio de especies entre los pares de localidades, en promedio muestran una disimilitud arriba de 90%. Lo mismo señala el cluster de Bray-Curtis, en donde también puede observarse la formación de un único grupo de localidades, que especulativamente pudiera estar determinado por la afinidad biogeográfica de sus BTC.

Los resultados de los análisis de correlación y de regresión lineal entre la diversidad y abundancia, y la precipitación, temperatura y estacionalidad, indican que estas variables ambientales no explican el recambio de especies entre las localidades de manera particular.

Sin embargo, el análisis de correspondencia canónica permite establecer que es la interacción de los diferentes factores ambientales, la que explica el recambio de las especies de Cantharidae entre las localidades con BTC aquí estudiadas. Tampoco se encontró un patrón latitudinal de la diversidad de cantáridos del BTC.

Es evidente que la variación anual en la precipitación marca el aumento o disminución de la riqueza y abundancia de los cantáridos en el BTC. Sin embargo, también hay especies que están presentes en ambas épocas del año, aunque son pocas. Este es un tema que debe explotarse más en estudios posteriores, a fin de determinar en qué magnitud influye la precipitación en los ciclos de vida de los escarabajos cantáridos.

Por otro lado, puede especularse que los periodos de floración de las plantas son los que determinan la distribución espacio - temporal de los Cantharidae en el BTC, puesto que muchas especies dependen de las flores para alimentarse de ellas, de néctar, polen o de los insectos que las visitan.

Se propone entonces que los estudios posteriores de cantáridos en este tipo de vegetación, también involucren el análisis de los periodos de floración, así como el estudio de los ciclos de vida de las especies de Cantharidae, para determinar la magnitud de la relación planta-cantárido. Quizá sean éstos factores bióticos, junto a los factores históricos, los que ayuden a hallar los patrones de diversidad y comprender los procesos biológicos involucrados en la distribución espacial y temporal de los Cantharidae del BTC.

LITERATURA CITADA

- Anderson, M. J., T. O. Crist, J. M. Chase, M. Vellend, B. D. Inouye, A. L. Freestone, N. J. Sanders, H. V. Cornell, L. S. Comita, K. F. Davies, S. P. Harrison, N. J. B. Kraft, J. C. Stegen y N. G. Swenson. 2010. Navigating the multiple meanings of beta diversity: a roadmap for the practicing ecologist. *Ecology letters*: 1-16.
- Arellano, L. y G. Halffter. 2003. Gamma diversity: derived from a determinant of alpha diversity and beta diversity, an analysis of three tropical landscapes. *Acta Zoológica Mexicana* 90: 27-76.
- Argote, A., T. P. Feria, A. Bueno, J. E. Pérez, G. Ramírez, M. Martínez y J. E. Ramírez. 1999. AICA-C49 Sierra de Huautla. *En: Base de Datos de las AICAS*. H. Benítez, C. Arizmendi y L. Márquez (eds.). CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México.
- Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Barba-Medina, H. P. C. 2009. Diversidad de Odonata en la región de Ixtlahuacán, Colima. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 92 pp.
- Bezaury, J. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano en el contexto mundial. *En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica - CONANP, pp. 21-42.
- Brancucci, M. 1979. Révision du genre *Belotus* Gorham (Col. Cantharidae). *Entomologica Basiliensia* 4: 361- 430.
- Brancucci, M. 2005. Dr. H. C. Walter Wittmer – a coleopterist to the bone. *Entomologica Basiliensia* 27: 347-406.

- Búrquez, A., A. Martínez-Yrizar y P.S. Martin. 1992. From the high Sierra Madre to the coast: changes in vegetation along highway 16, Maycoba-Hermosillo. Pp. 239-252. *En: K. F. Clark, J. Roldán-Quintana y R.H. Schmidt (eds.). Geology and mineral resources of northern Sierra Madre Occidental, Mexico.* Guidebook. El Paso Geological Society.
- Búrquez, A., A. Martínez-Yrizar, R. S. Felger y D. Yetman. 1999. Vegetation and habitat diversity at the Southern edge of the Sonoran Desert. *En: R. H. Robichaux (ed.). Ecology of Sonoran Desert Plants and Plant Communities.* University of Arizona Press, Tucson Arizona, pp. 36-67.
- CANOCO. 2009. Canoco for Windows Version 4.56. Copyright: Biometris – Plant Research International, Wageningen and Petr Smilauer, The Netherlands.
- CDB. 1992. *Convenio de la Diversidad Biológica*, Organización de las Naciones Unidas. 30 pp.
- Chao, A. y S. M. Lee. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association* 87:210-217.
- Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell y T. J. Shen. 2005. Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. *En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). 2005. Sobre diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gamma.* m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, España, pp. 85-96.
- Chao, A. y T. J. Shen. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics* 10:429-433.
- Chao, A. y T. J. Shen. 2010. Programa SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Programa y guía de uso en: <http://chao.stat.nthu.edu.tw>
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8.2. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Colwell, R. K., C. Xuan-Mao y J. Chang. 2005. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. *En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.) 2005. Sobre diversidad*

- biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, España, pp. 73-84.
- CNA. 2002. Comisión Nacional del Agua. *Datos climatológicos de la presa B. Badillo, Municipio El Limón, Jalisco*. Comisión Nacional del Agua, Jalisco, México.
- CONABIO. 1999. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. *Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO. Escala 1: 1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ciudad de México, México.
- CONANP. 2010. Recurso electrónico de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://tehuacan-cuicatlan.conanp.gob.mx/>
- Delkeskamp, K. 1977. Cantharidae. *Coleopterorum catalogus suplementa pars* 165, fasc. 1. W. Junk, La Haya. 485 pp.
- Delkeskamp, K. 1978. Cantharidae, corrigenda et addenda. *Coleopterorum catalogus suplementa pars* 165, fasc. 1. W. Junk, La Haya, pp. 487-556.
- Di Rienzo J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada y C. W. Robledo. 2011. *InfoStat versión 2011*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Dorado, O., B. Maldonado, D. M. Arias, V. Sorani, R. Ramírez, E. Leyva y D. Valenzuela. 2005. *Plan de manejo y conservación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Semarnat. México, D. F.
- Dorado, O., D. Valenzuela y R. Ramírez. 2010. Sierra de Huautla, Morelos, Guerrero y Puebla. *En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica - CONANP, pp. 469-173.
- Flores, H. 1990. Estudio florístico y cartográfico de la vegetación de la región Agua de Obispo-Chapolapa, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

- García, E. 1988. *Apuntes de climatología*. 2ª ed. Editado por la autora. México, D.F.
- Gaston, K. J. 1996. Species richness: Measure and measurement. *En*: K. J. Gaston (ed.). *Biodiversity. A biology of num-numbers and differences*. Blackwell Science, Oxford, pp. 77-113.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. *En*: S. H. Bullock, H. A. Mooney y E. Medina (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Nueva York, pp. 146-194.
- González-Soriano, E., F. A. Noguera, S. Zaragoza Caballero, M. A. Morales Barrera, R. Ayala Barajas, A. Rodríguez Palafox y E. Ramírez García. 2008. Odonata diversity in a tropical dry forest of Mexico, 1. Sierra de Huautla, Morelos. *Odonatologica* 37 (4): 305-315.
- Halffter, G. y C. E. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. *En*: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). 2005. *Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, España, pp. 5-18.
- Hammer, Ø., D. A. T. Harper y P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1- 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Harper, J. L. y D. L. Hawksworth. 1995. Biodiversity: measurement and estimation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Biol. Sci.* 345: 5-12.
- Hill, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-432.
- Hulbert, S. H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2002. Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca. Secretaría de Gobernación, *Sistema Nacional de Información Municipal*. México.

- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2005. Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Sonora. Secretaría de Gobernación, *Sistema Nacional de Información Municipal*. México.
- INEGI. 1996. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - Gobierno del Estado de Colima - H. Ayuntamiento de Ixtlahuacán, *Cuaderno Estadístico Municipal de Ixtlahuacán*, edición 1996.
- Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests: The most endangered major tropical ecosystem. *En*: E. O. Wilson y F. M. Peters (eds.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C., pp. 130-137.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
- Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos* 113: 363–375.
- Jost, L. 2007. Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88: 2427–2439.
- Jost, L. 2008. GST and its relatives do not measure differentiation. *Molecular Ecology* 17: 4015–4026.
- Jurasinski, G., V. Retzer y C. Beierkuhnlein. 2009. Inventory, differentiation, and proportional Diversity: a consistent terminology for quantifying species diversity. *Oecologia* 159: 15-26.
- Koleff, P. 2005. Conceptos y medidas de la diversidad beta. *En*: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.) 2005. *Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, España, pp.19-40.
- Koleff, P. y J. Soberón. 2008. Patrones de diversidad espacial en grupos selectos de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 323-364.
- León-Cortés, J. L., J. Soberón M. y J. Llorente-Bousquets. 1998. Assessing completeness of Mexican sphinx moth inventories through species accumulation functions. *Diversity and Distributions* 4: 37-44.

- LINBOS, 2011. Los insectos del bosque seco. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Responsable: Dr. Felipe A. Noguera Martínez. <http://linbos.net/> Último acceso octubre de 2012.
- Lincoln, R., G. Boxshall y P. Clark. 1998. *A dictionary of ecology, evolution and systematics*. 2ª. Edición. Cambridge University Press, Nueva York, 361 pp.
- Lira I. y G. Ceballos. 2010. Huatulco, Oaxaca. En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica – CONANP, pp. 520-526.
- Lobo, J. M. 2001. Prólogo. En: Moreno, C. E. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, pp. 5 – 7.
- Lovejoy, T. E. 1980. Changes in biological diversity. En: G. O. Barney (ed.). *The Global 2000 Report to the President, the technical report*, vol. 2. Penguin, pp. 327–332.
- McAleece, N., J. D. G. Gage, P. J. D. Lamshead y G. L. J. Paterson. 1997. *BioDiversity Professional Statistics Analysis Software*. The Natural History Museum, Londres.
- Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFries, C. Ravillious, I. May, S. Blyth, V. Kapos y J. E. Gordon. 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33 (3): 491–505.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 27: 67-114.
- Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E., I. Zuria, M. García-Zenteno y G. Sánchez-Rojas. 2006. Trends in the measurement of alpha diversity in the last two decades. *Interciencia* 31(1): 67-71.
- Moreno, C. E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Reanalizando la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (En prensa).

- Murphy, P. G. y A. E. Lugo. 1995. Dry forest of Central America and the Caribbean. *En*: S. Bullock, Mooney, H. y E. Medina (eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 9-34.
- Norse, E. A. y R. E. McManus. 1980. Environmental Quality 1980: The Eleventh Annual Report of the Council on Environmental Quality. *Council of Environmental Quality*, pp. 31–80.
- Pérez Hernández, C. X. 2009. La familia Carabidae (Insecta: Coleoptera) en Quilamula, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 82 pp.
- Pielou, E. C. 1980. Revisión en: Grassle *et al.*, (eds.). 1979. *Biometrics* 36: 742-743.
- Ramsdale, A. S. 2002. Cantharidae Imhoff 1856. Capítulo 64. *En*: R. H. Arnett, Jr., M. C. Thomas, P. E. Skelley y J. H. Frank, eds. *American Beetles, Vol. 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press, Boca Raton, 202-218 pp.
- Rodríguez- Vélez, B., S. Zaragoza Caballero y 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.
- Román-Miranda, M. L. 2001. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. Tesis Doctoral en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México. 225 pp.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, D. F., México, 432 pp.
- Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana* 15: 47-64.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2003. *Programa de Manejo Parque Nacional Huatulco*. Conanp. México.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2011. Temperatura y precipitación. <http://smn.cna.gob.mx> Última consulta septiembre de 2012.

- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7(3): 480-488.
- Southwood, T. R. E. 1966. *Ecological methods with special reference to the study of insects populations*. Methuen Publishing. Londres, 391 pp.
- Stewart, J. H. y J. Roldán-Quintana. 1991. Upper Triassic Barranca Group; Nonmarine and shallow-marine rift-basin deposits of the northwestern Mexico. *En: Pérez-Segura, E. y C. Jacques-Ayala (eds.). Studies of Sonoran Geology: Geological Society of American Special Paper 254*, 19-36.
- Townes, H. 1972. A light-weight malaise trap. *Entomological News* 83: 239–247.
- Trejo, I. 1999. El clima de la selva baja caducifolia en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín* 39, pp. 40-52.
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la Selva Baja Caducifolia en México. *En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Sobre diversidad biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma*. m3m-Monografías 3er cer Milenio, vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSYTAS y CONACYT, Zaragoza, pp. 111-122.
- Trejo, I. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano. *En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica - CONANP, pp. 41-52.
- Tuomisto, H. 2010. A diversity of beta diversities: strightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha diversity. *Ecography* 33: 2-22.
- UNIATMOS 2011. <http://www.atmosfera.unam.mx/uniatmos/atlas/uniatmos.html>
- UNIBIO. 2011. Unidad de Informática para la biodiversidad del Instituto de Biología, UNAM. <http://unibio.unam.mx/>
- Velázquez, E. 2010. Acahuizotla, Guerrero. *En: Ceballos, G., L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica - CONANP, pp. 474-476.

- Venegas Suárez Peredo, C. D. 2011. Diversidad de Odonata en la Región de Huatulco, Oaxaca. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 76 pp.
- Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30: 279-338.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213-251.
- Wittmer, W. 1980. Die Gattung *Malthinus* Latr. In Mexico und Zentralamerika (Col. Cantharidae). *Entomologica Basiliensia* 5: 415-460.
- Wittmer, W. 1986. Zur Kenntnis der Malthininae Mexicos (Coleoptera: Cantharidae). *Bulletin de la Société Suisse*. 59: 197-220.
- Wittmer, W. 1991. Zur Kenntnis der Gattung *Tytthonyx* LeConte, 1851, Subgenus *Thinalmus* Gorham, 1881. Beitrag 1. (Coleoptera: Cantharidae, Subfam. Silinae, Tribus Tytthonyxini). *Bulletin de la Société Entomologique Suisse* 64: 115-126.
- Zaragoza-Caballero, S. 2004. Cantharidae (Coleoptera). En: García-Aldrete, A. N. y R. Ayala (eds.). *Artrópodos de Chamela*. Instituto de Biología UNAM, pp. 127-138.
- Zaragoza-Caballero, S. y A. Mendoza R. 1996. Malacodermata (Coleoptera). En: Llorente, J., A. N. García Aldrete y E. González-Soriano (eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. IBUNAM, D. F. México, pp. 353-368.
- 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, J. A. Chemsak, E. González-Soriano, A. Rodríguez-Palafox, E. Ramírez-García y R. Ayala. 2003. Diversity of Lycidae, Phengodidae, Lampyridae and Cantharidae (Coleoptera) in a tropical forest

- region in Mexico: Sierra de Huautla, Morelos. *Pan-pacific Entomologist* 79 (1): 23-37.
- 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. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 675-686.
- Zaragoza-Caballero, S., M. Sarmiento-Cordero, F. A. Noguera Martínez, E. González-Soriano y E. Ramírez-García. 2009. Diversidad y abundancia temporal y espacial de insectos atraídos a la luz en un bosque tropical caducifolio en Santiago Dominguillo, Oaxaca, México. *Entomología Mexicana* 8: 361-366.
- Zaragoza-Caballero, S., F. A. Noguera, E. González-Soriano, E. Ramírez-García y A. Rodríguez-Palafox. 2010. Insectos del bosque tropical caducifolio del oeste de México. *En: G. Ceballos, J. Bezaury y E. Espinoza-Medinilla (Eds.). Diversidad, amenazas y regiones prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México.* CONABIO, WWF y Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 195-214.
- Zaragoza-Caballero, S. y C. X. Pérez-Hernández. En prensa. Biodiversidad de Cantaroideos [Coleoptera: Elateroidea (Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae, Telegeusidae)] en México. *Suplemento de la Revista Mexicana de Biodiversidad.*
- Zepeda-Gómez, C. y E. Velázquez-Montes. 1999. El bosque tropical caducifolio de la vertiente sur de la Sierra de Nanchititla, Estado de México: la composición y afinidad geográfica de su flora. *Acta Botánica Mexicana* 46: 29-55

ANEXO I. Coordenadas geográficas de los sitios de recolecta de Coleoptera en la Vertiente del Pacífico Mexicano entre 1995 y 2009.

Estado	Municipio	Latitud			Longitud		
Guerrero	Acahuizotla	17	23	00	99	27	00
Guerrero	Acahuizotla	17	22	41.5	99	26	56
Guerrero	Acahuizotla	17	21	19	99	27	14
Guerrero	Acahuizotla	17	21	2	99	26	57
Guerrero	Acahuizotla	17	21	18.4	99	27	44.5
Guerrero	Acahuizotla	17	22	11.3	99	27	35.3
Guerrero	Acahuizotla	17	22	44.2	99	27	16.5
Guerrero	Acahuizotla	17	22	38.4	99	27	8.8
Guerrero	Acahuizotla	17	23	04.6	99	27	15.9
Guerrero	Acahuizotla	17	23	26.6	99	27	0.4
Jalisco	San Buenaventura	19	45	04	104	03	32
Jalisco	San Buenaventura	19	45	43	104	03	19
Jalisco	San Buenaventura	19	48	25,6	104	01	52,9
Jalisco	San Buenaventura	19	47	37	104	03	19
Colima	Ixtlahuacán	19	01	28.9	103	47	0.4
Colima	Ixtlahuacán	19	01	18.9	103	46	19.4
Colima	Ixtlahuacán	19	03	11.4	103	43	26.1
Colima	Ixtlahuacán	19	03	49,0	103	44	42,0
Colima	Ixtlahuacán	19	03	45,0	103	44	38,0
Colima	Ixtlahuacán	18	59	10.2	103	42	13.5
Colima	Ixtlahuacán	19	03	48.8	103	44	39.3
Colima	Ixtlahuacán	19	00	55.1	103	46	07.7
Colima	Ixtlahuacán	19	03	33.9	103	43	22.1
Colima	Ixtlahuacán	19	01	32.4	103	42	49,0
Morelos	Tlaquiltenango	18	28	04	98	59	33
Morelos	Tlaquiltenango	18	27	26	99	07	33
Morelos	Tlaquiltenango	18	27	26	99	07	33
Oaxaca	Santiago Dominguillo	17	38	3,84	96	54	49,50
Oaxaca	Santiago Dominguillo	17	37	34,92	96	55	7,26
Oaxaca	Santiago Dominguillo	17	37	2,09	96	55	23,52
Oaxaca	Santiago Dominguillo	17	37	16,38	96	55	10,02
Oaxaca	Santa María Huatulco	15	46	10,7	96	11	39,4
Oaxaca	Santa María Huatulco	15	46	38,0	96	12	02,01
Oaxaca	Santa María Huatulco	15	48	21,4	96	10	04,0
Oaxaca	Santa María Huatulco	15	48	33,0	96	10	10,99
Oaxaca	Santa María Huatulco	15	48	54	96	10	27,98
Sonora	San Javier	28	32	18.2	109	44	37.7
Sonora	San Javier	28	33	9,5	109	43	34
Sonora	San Javier	28	32	21	109	41	30
Sonora	San Javier	28	34	25,6	109	39	54,7
Sonora	San Javier	28	34	53	109	44	51
Sonora	San Javier	28	33	06	109	42	20
Sonora	San Javier	28	32	21	109	41	30

ANEXO II. Ejemplares de Cantharidae obtenidos en los diferentes sitios y fechas de muestreo en las siete localidades con BTC de la Vertiente del Pacífico Mexicano entre 1995 y 2009. Posteriormente los registros se incorporarán la base de datos de la UNIBIO.

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	12/9/2004	25
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	14/8/2004	1
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	18/4/2004	1
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	18/7/2004	2
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	19/8/2004	2
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	19/9/2004	1
San Javier	24.4 km SE Tecoripa Cañón Lo de Campa, Rancho El Cajón	22/7/2004	1
San Javier	28.5 km SE de Tecoripa Cerro Verde	16/9/2004	37
San Javier	28.5 km SE de Tecoripa Cerro Verde	17/8/2004	5
San Javier	29 km SE de Tecoripa y 3 km SO de Rancho Las Peñitas	17/10/2004	1
San Javier	29 km SE de Tecoripa y 3 km SO de Rancho Las Peñitas	18/8/2004	1
San Javier	29 km SE de Tecoripa y 3 km SO de Rancho Las Peñitas	19/8/2004	1
San Javier	29 km SE de Tecoripa y 3 km SO de Rancho Las Peñitas	21/7/2004	2
San Javier	29 km SE de Tecoripa y 3 km SO de Rancho Las Peñitas	21/7/2004	1
San Javier	36.6 km SE Tecoripa La Barranca	14/9/2004	13
San Javier	36.6 km SE Tecoripa La Barranca	16/8/2004	46
San Javier	36.6 km SE Tecoripa La Barranca	19/4/2004	1
San Javier	36.6 km SE Tecoripa La Barranca	19/7/2004	69
San Javier	37 km SE Tecoripa La Barranca	15/10/2004	1
San Javier	37 km SE Tecoripa La Barranca	16/8/2004	8
San Javier	37 km SE Tecoripa La Barranca	17/8/2004	7
San Javier	37 km SE Tecoripa La Barranca	19/7/2004	231
San Javier	Estación de Microondas Nahuila	14/10/2004	56
San Javier	Estación de Microondas Nahuila	15/10/2004	3
San Javier	Estación de Microondas Nahuila	15/9/2004	255
San Javier	2 km S de San Javier	18/7/2004	6
San Javier	Yecora	16/10/2004	77
San Javier	Yecora	28 al 29/7/1997	1
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	1/10/1997	3
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	1/5/1997	5
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	2/5/1997	1
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	3/10/1997	9
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	3/7/1997	3
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	4/10/1997	8
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	4/7/1997	6
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	5/3/1997	1
San Buenaventura	4.7 km NE de San Buenaventura, Amacuahutitlán	5/8/1997	7
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	1/10/1997	1
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	1/4/1997	10

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	1/7/1997	43
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	1/9/1997	21
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	10/1/1997	1
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	2/10/1997	1
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	2/4/1997	2
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	2/9/1997	8
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	3/9/1997	4
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	30/9/1997	1
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	31/8/1997	27
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	4/3/1997	2
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	4/6/1997	4
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	4/7/1997	73
San Buenaventura	Arroyo Los Yesos 6.6 km SO San Buenaventura	4/8/1997	3
San Buenaventura	4 km SO San Buenaventura	6/11/1996	1
San Buenaventura	Presa Basilio Vadillo	4/11/1996	1
San Buenaventura	4 km SO San Buenaventura	3/1/1997	1
San Buenaventura	4 km SO San Buenaventura	6/11/1996	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	1/7/1997	6
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	1/9/1997	5
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	2/10/1997	7
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	2/7/1997	7
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	2/8/1997	62
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	2/9/1997	3
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/10/1997	2
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/4/1996	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/4/1997	28
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/5/1997	17
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/7/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	3/9/1997	6
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	30/4/1997	4
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	30/6/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	30/7/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	4/12/1996	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	4/7/1997	8
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	4/8/1997	40
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	4/9/1997	11
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	5/6/1997	7
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	5/7/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	6/6/1997	2
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	6/8/1997	4
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	7/11/1996	2
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	8/1/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	8/11/1997	1
San Buenaventura	San Buenaventura, pueblo	8/2/1997	1
Ixtlahuacán	4 km E Jiliotupa, Tanque de Jiliotupa	26/6/2006	1
Ixtlahuacán	4 km E Jiliotupa, Tanque de Jiliotupa	28/7/2006	1
Ixtlahuacán	4 km E Jiliotupa, Tanque de Jiliotupa	30/6/2006	1
Ixtlahuacán	4 km SE de Jiliotupa, Arroyo El Salado	24/8/2006	3
Ixtlahuacán	4 km SE de Jiliotupa, Arroyo El Salado	27/10/2006	1
Ixtlahuacán	4 km SE de Jiliotupa, Arroyo El Salado	28/7/2006	2
Ixtlahuacán	4 km SE de Jiliotupa, Arroyo El Salado	28/8/2006	7
Ixtlahuacán	6.9 km SE de Jiliotupa, Arroyo El Salado	25/10/2006	1
Ixtlahuacán	3 km SE de Jiliotupa camino al Arroyo El Salado	21 al 26/7/2006	1
Ixtlahuacán	3 km SE de Jiliotupa camino al Arroyo El Salado	27 al 02/9/2006	2
Ixtlahuacán	Rancho El Tajo, 2 km NE de Jiliotupa	21 al 26/8/2006	12
Ixtlahuacán	Rancho El Tajo, 2 km NE de Jiliotupa	26 al 31/7/2006	5
Ixtlahuacán	Rancho El Tajo, 2 km NE de Jiliotupa	27 al 02/9/2006	1
Ixtlahuacán	5.1 km N Jiliotupa	25/10/2006	43

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
Ixtlahuacán	6.5 km NO La Presa, Presa derivadora Las Trancas	26/4/2006	3
Ixtlahuacán	6.5 km NO La Presa, Presa derivadora Las Trancas	27/8/2006	15
Ixtlahuacán	6.5 km NO La Presa, Presa derivadora Las Trancas	28/6/2006	1
Ixtlahuacán	6.5 km NO La Presa, Presa derivadora Las Trancas	30/7/2006	2
Ixtlahuacán	4.3 km NO Ixtlahuacán	28/6/2006	1
Ixtlahuacán	5.8 km NO Ixtlahuacán	24/8/2006	2
Ixtlahuacán	5.8 km NO Ixtlahuacán	25/6/2006	1
Ixtlahuacán	5.8 km NO Ixtlahuacán	28/7/2006	8
Ixtlahuacán	5.1 km NO Ixtlahuacán	25/8/2006	5
Ixtlahuacán	5.1 km NO Ixtlahuacán	26/6/2006	3
Ixtlahuacán	5.1 km NO Ixtlahuacán	30/7/2006	7
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	26/8/2006	105
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	27/8/2006	1
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	28/8/2006	48
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	29/6/2006	4
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	29/8/2006	4
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	30/6/2006	9
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	31/7/2006	9
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	30/7/2006	11
Ixtlahuacán	7 km NO Ixtlahuacán	31/7/2006	17
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	25/8/2006	34
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	27/11/2006	3
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	27/4/2006	10
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	27/6/2006	2
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	29/6/2006	1
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	29/7/2006	2
Ixtlahuacán	3 km SE Ixtlahuacán, La Toma	31/7/2006	2
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	10/7/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	11/7/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	13/6/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	31/7/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	5/10/1996	2
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	6/8/1996	2
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	6/9/1996	3
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	7/8/1996	7
Sierra de Huautla	2.5 km O de Ajuchitlán	7/9/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	1/6/1996	6
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	10/4/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	10/6/1996	28
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	10/7/1996	164
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	10/8/1996	9
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	11/6/1996	29
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	11/7/1996	53
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	11/8/1996	70
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	12/2/1996	4
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	12/6/1996	19
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	12/7/1996	34
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	12/8/1996	26
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	13/1/1996	6
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	13/12/1995	13
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	13/5/1996	2
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	13/6/1996	5
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	14/6/1996	2
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	15/11/1995	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	15/9/1995	2
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	16/1/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	3/6/1996	16
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	4/7/1996	1

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	4/9/1996	2
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	5/7/1996	4
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	5/8/1996	28
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	5/9/1996	7
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6 al 10/8/1996	96
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6/10/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6/5/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6/7/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6/8/1996	32
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	6/9/1996	3
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	7 al 12/7/1996	6
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	7/10/1996	1
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	7/7/1996	29
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	7/8/1996	7
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	7/9/1996	5
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	8/6/1996	28
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	8/7/1996	13
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	8/8/1996	3
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	9/6/1996	45
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	9/7/1996	102
Sierra de Huautla	2.5 km N, 4 km O Huautla, Estación CEAMISH	9/8/1996	13
Sierra de Huautla	4 km N Huautla	12/7/1996	2
Sierra de Huautla	Huautla	7/7/1996	2
Dominguillo	Santiago Dominguillo	16/10/1998	12
Dominguillo	Santiago Dominguillo	18/10/1998	12
Dominguillo	Santiago Dominguillo	18/6/1998	5
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/10/1998	18
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/8/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/9/1998	51
Dominguillo	Santiago Dominguillo	20/8/1998	109
Dominguillo	Santiago Dominguillo	20/9/1998	23
Dominguillo	Santiago Dominguillo	21/6/1998	14
Dominguillo	Santiago Dominguillo	21/8/1998	49
Dominguillo	Santiago Dominguillo	22/4/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	22/8/1998	3
Dominguillo	Santiago Dominguillo	22/9/1998	114
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/1/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/11/1997	5
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/6/1998	6
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/8/1998	17
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/9/1998	49
Dominguillo	Santiago Dominguillo	24/11/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	24/4/1998	6
Dominguillo	Santiago Dominguillo	26/1/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	26/11/1997	16
Dominguillo	Santiago Dominguillo	27/11/1997	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	28/11/1997	2
Dominguillo	Santiago Dominguillo	17/10/1998	2
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/10/1998	7
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/7/1998	43
Dominguillo	Santiago Dominguillo	20/7/1998	15
Dominguillo	Santiago Dominguillo	21/7/1996	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	21/7/1998	23
Dominguillo	Santiago Dominguillo	22/7/1998	21
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/7/1998	43
Dominguillo	Santiago Dominguillo	16/10/1998	93
Dominguillo	Santiago Dominguillo	17/10/1998	63
Dominguillo	Santiago Dominguillo	18/10/1998	53

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/10/1998	45
Dominguillo	Santiago Dominguillo	19/9/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	20/9/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	21/10/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	22/9/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/11/1997	14
Dominguillo	Santiago Dominguillo	23/5/1998	1
Dominguillo	Santiago Dominguillo	24/3/1998	13
Dominguillo	Santiago Dominguillo	24/5/1998	7
Dominguillo	Santiago Dominguillo	25/3/1998	7
Dominguillo	Santiago Dominguillo	25/5/1998	5
Acahuizotla	Acahuizotla Pueblo, 17.5 km al S de Chilpancingo	22/6/1982	1
Acahuizotla	Acahuizotla Pueblo, 17.5 km al S de Chilpancingo	23/6/2000	1
Acahuizotla	Acahuizotla Pueblo, 17.5 km al S de Chilpancingo	30/6/2008	10
Acahuizotla	Acahuizotla Pueblo, 17.5 km al S de Chilpancingo	30/8/2008	12
Acahuizotla	Barranca Palo Morado 3.23 km al NE de Acahuizotla	2/7/2008	28
Acahuizotla	Barranca Palo Morado 3.23 km al NE de Acahuizotla	22/10/2008	1
Acahuizotla	Barranca Palo Morado 3.23 km al NE de Acahuizotla	24/5/2009	1
Acahuizotla	Bomba de Captación, 1.66 km al SE de Acahuizotla	1/7/2008	19
Acahuizotla	Bomba de Captación, 1.66 km al SE de Acahuizotla	24/5/2009	1
Acahuizotla	Bomba de Captación, 1.66 km al SE de Acahuizotla	26/10/2008	8
Acahuizotla	Bomba de Captación, 1.66 km al SE de Acahuizotla	28/10/2008	49
Acahuizotla	Bomba de Captación, 1.66 km al SE de Acahuizotla	28/9/2008	37
Acahuizotla	Camino Acahuizotla-San Roque, retorno a 2.48 km al NE de Acahuizotla	5/7/2008	2
Acahuizotla	Nejapa, 0.74 km al E de Acahuizotla	1/7/2008	1
Acahuizotla	Nejapa, 0.74 km al E de Acahuizotla	1/8/2008	8
Acahuizotla	Nejapa, 0.74 km al E de Acahuizotla	2/7/2008	11
Acahuizotla	Nejapa, 0.74 km al E de Acahuizotla	8/8/2008	1
Acahuizotla	Nejapa, 1.28 km al NE de Acahuizotla	3/7/2008	8
Acahuizotla	Nejapa, 1.28 km al NE de Acahuizotla	30/7/2008	5
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	1/10/2008	5
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	1/7/2008	5
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	2/7/2008	4
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	2/8/2008	7
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	25/10/2008	6
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	27/9/2008	8
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	29/7/2008	20
Acahuizotla	Nejapa, 3.27 km al NE de Acahuizotla	29/9/2008	8
Acahuizotla	Rancho Las Juntas, 2.78 km al N de Acahuizotla	1/10/2008	11
Acahuizotla	Rancho Las Juntas, 2.78 km al N de Acahuizotla	27/10/2008	3
Acahuizotla	Rancho Las Juntas, 2.78 km al N de Acahuizotla	27/9/2008	7
Acahuizotla	Rancho Las Juntas, 2.78 km al N de Acahuizotla	30/7/2008	2
Acahuizotla	Rancho Las Juntas, 2.78 km al N de Acahuizotla	4/7/2008	20
Acahuizotla	Titicilco, cañada 4 km al N de Acahuizotla	1/10/2008	2
Acahuizotla	Titicilco, cañada 4 km al N de Acahuizotla	30/9/2008	9
Acahuizotla	Titicilco, estanque 2 km al N de Posada La Paz	29/11/2008	9
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	2/9/2005	3
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	7/7/2005	1
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	01 al 02/6/2005	11
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	1/6/2005	2
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	30/5/2005	3
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	4/11/2005	2

Localidad	Sitio	Fecha	Ejemplares
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	7/7/2005	7
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	8/7/2005	7
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	9/7/2005	7
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	01 al 02/6/2005	3
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	10/7/2005	1
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	2/6/2005	1
Santa María Huatulco	Estación El Sabanal, 5.5 km SO entr. carr. Salina Cruz-Sta. Cruz Huatulco y 2 km S	7/7/2005	2
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 0.5 km N de la Estación El Sabanal	31/8/2005	1
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 0.5 km N de la Estación El Sabanal	5/11/2005	1
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 0.5 km N de la Estación El Sabanal	8/7/2005	1
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 1 km N de la Estación El Sabanal	6/7/2005	3
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 1 km N de la Estación El Sabanal	7/7/2005	1
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 1 km N de la Estación El Sabanal	2/6/2005	1
Santa María Huatulco	Parque Nacional Huatulco 1 km N de la Estación El Sabanal	8/7/2005	1
Santa María Huatulco	5.3 km NE entronque carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco, La Palma	1/9/2005	7
Santa María Huatulco	5.3 km NE entronque carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco, La Palma	10/7/2005	10
Santa María Huatulco	5.3 km NE entronque carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco, La Palma	6/7/2005	5
Santa María Huatulco	6.7 km SO, entronque carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco, Arroyo Xuchitl	1/6/2005	1
Santa María Huatulco	6.7 km SO, entronque carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco, Arroyo Xuchitl	7/7/2005	1
Santa María Huatulco	Puente Río Coyula, 18.2 km SO entr. carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco	1/6/2005	1
Santa María Huatulco	Puente Río Coyula, 18.2 km SO entr. carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco	10/2/2005	4
Santa María Huatulco	Puente Río Coyula, 18.2 km SO entr. carr. Salina Cruz-Santa Cruz Huatulco	31/5/2005	2
Total general			4063

ANEXO III. Esfuerzo de muestreo en cada una de las localidades de estudio. El total de horas está basado en el cuadro 2, que muestra la dinámica de la recolecta con los tres tipos de trampas. En Acahuizotla, Guerrero no se colocaron trampas Malaise.

Localidad	Meses de recolecta	Horas totales	Abundancia	Especies
San Javier	7	65,940	855	12
San Buenaventura	12	113,040	478	23
Ixtlahuacán	7	65,940	391	18
Sierra de Huautla	12	113,040	942	22
Santiago Domingullo	12	113,040	977	11
Acahuizotla	8	6240	330	20
Huatulco	7	65,940	90	14