



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**

**VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS  
ARTRÓPODOS DE UNA ZONA SEMIÁRIDA DEL CENTRO DE  
MÉXICO**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
BIÓLOGO**

**PRESENTA: ALEJANDRO GUILLERMO FLORES VALENCIA**

**DIRECTORA DE TESIS: DRA. LETICIA RÍOS CASANOVA**

**LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MÉXICO 2014**





Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



Los Reyes Iztacala a 12 de noviembre de 2013

DRA. PATRICIA D. DAVILA ARANDA  
DIRECTORA DE LA FES IZTACALA  
Presente

Atención: Lic. Eloy González Fernández  
Jefe de la Unidad de Administración Escolar

Los abajo firmantes, miembros de la Comisión Dictaminadora del trabajo de: **TESIS DE INVESTIGACION**  
Titulado "Variación espacial y temporal de los artrópodos de una zona semiárida del centro de México"

Que presenta el (la) pasante de Biología **ALEJANDRO GUILLERMO FLORES VALENCIA** número de cuenta: **30627918-4** Para obtener el título de Biólogo.

Informan que después de haber revisado cuidadosamente el trabajo, consideramos que reúne las características de calidad académica que se requieren para aspirar a la obtención del título citado, razón por la cual otorgamos nuestros **votos aprobatorios** para la presentación del examen profesional correspondiente.

GRADO	NOMBRE	FIRMA	CARGO
DRA	VERÓNICA FARIAS GONZALEZ		Presidente
DR	HECTOR OCTAVIO GODINEZ ALVAREZ		Vocal
DRA	LETICIA RIOS CASANOVA		Secretario
DR	VICTOR LOPEZ GOMEZ		Suplente
DR	ZENON CANO SANTANA		Suplente

Con base en lo anterior solicito su autorización para que los profesores que otorgan los votos aprobatorios funjan como sinodales del examen profesional en el cargo anotado, y a la Administración Escolar otorgue la fecha para la Réplica Oral del trabajo presentado.

**Atentamente**  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

JEEA DE CARRERA

DRA. CLAUDIA TZASNA HERNANDEZ DELGADO

Vo. Bo.

Dra. Patricia D. Davila Aranda  
Directora

## Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a todas las personas que de alguna manera intervinieron para que este trabajo se llevara a cabo.

Quiero empezar agradeciendo a la Dra. Leticia Ríos-Casanova por haber dirigido la tesis, por sus enseñanzas y por compartir parte de sus conocimientos conmigo, también por ser un ejemplo de responsabilidad y esfuerzo.

A los sinodales por sus valiosas aportaciones y útiles correcciones: Dra. Verónica Farías Gómez, Dr. Héctor Octavio Godínez Alvarez, Dr. Víctor López Gómez y el Dr. Zenón Cano Santana

Agradecer a Alejandro Flores Martínez (mi padre) por tener una visión y por el apoyo y ser un ejemplo de perseverancia y comprensión

A mis hermanos Lizbeth, Verónica y Fernando que con sus burlas trataban de animarme en los días difíciles.

Claudia Andrea por estar conmigo durante todo este proceso motivándome en los momentos complicados,

A mis amigos del CCH, que a pesar de los años seguimos conservando nuestra amistad y por estar siempre pendiente de mi situación académica (Óscar, Arturo, Juan, Diego y Héctor)

A mis colegas de la Facultad y del laboratorio (Rosario, Nelly, Paola, Ángeles Javier y Raquel)

## INDICE

Resumen.....	4
Introducción.....	5
Objetivos.....	10
Materiales y Método.....	11
Resultados.....	18
Discusión.....	30
Conclusiones.....	39
Literatura citada.....	40
Anexo.....	48

Flores-Valencia, A.G. 2014 Variación espacial y temporal de los artrópodos en una zona semiárida del centro de México. Tesis de licenciatura de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Los Reyes Iztacala Estado de México

## RESUMEN

En México existe una gran diversidad de artrópodos, sin embargo los estudios acerca de sus comunidades en zonas áridas y semiáridas son escasos. Debido a que se sabe que la estacionalidad y la variación espacial se encuentran entre los factores que afectan a las comunidades ecológicas, el presente estudio tiene como finalidad conocer el efecto de estas dos variables sobre la diversidad de las Clases del Phylum Arthropoda y los Ordenes de la Clase Insecta, de una zona semiárida ubicada en San Rafael Coxcatlán dentro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. La zona de estudio se caracteriza por presentar cuatro sitios con diferente tipo de suelo y vegetación: cardonal (CA), chiotillal (CH), cuajiotal (CU) y fouquieral (FO). Se realizó un muestreo en cada una de las cuatro estaciones del año, utilizando trampas de caída. Los organismos colectados fueron separados a nivel de clase y los insectos fueron separados hasta orden. Posteriormente fueron contados. La abundancia de las clases y de los órdenes fue comparada por sitios y entre estaciones utilizando la prueba de Kruskal-Wallis. Se obtuvieron 4361 ejemplares que se separaron en insectos, arácnidos y otros artrópodos (Collembola, Thysanura y Acarida), asimismo, los insectos se separaron en órdenes. Los resultados indican que la abundancia de insectos fue mayor en el sitio CA durante el verano. Para los arácnidos se presentó la mayor abundancia en verano en el sitio CH. Para los "otros" artrópodos la abundancia varió entre sitios en las diferentes estaciones, sin embargo, el sitio CA presentó la mayor abundancia. En cuanto a la abundancia de órdenes de Insecta, los más abundantes fueron Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera en el sitio CA y la mayor abundancia ocurrió durante el verano para la mayoría de los órdenes. Los resultados sugieren que estas diferencias pueden deberse a variaciones en la disponibilidad de recursos en cada sitio. El CA generalmente presenta mayores valores de abundancias ya que es un sitio que potencialmente provee de mayores recursos (alimento, hábitat y refugio) ya que este es el sitio con la mayor riqueza de especies vegetales así como con la estructura vertical de la vegetación más compleja. Los cambios estacionales en la abundancia de los artrópodos estudiados podrían estar asociados con los cambios en la precipitación, afectando las interacciones que se establecen entre las plantas y los artrópodos.

## INTRODUCCIÓN

Los organismos del Phylum Arthropoda constituyen el grupo de animales más diverso en la tierra y es posible encontrarlos en casi todos los tipos de hábitats (Price, 1984; Basset *et al.*, 2003). En México existe una gran cantidad de artrópodos y se sabe que juegan un papel muy importante en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Morón y Valenzuela, 1993; Luna-Reyes *et al.*, 2008), por lo que el estudio de las comunidades de artrópodos es fundamental para el conocimiento de los ecosistemas terrestres (Shoonhoven *et al.*, 2005). Diversos factores bióticos y abióticos, como la temperatura, los patrones de lluvia, la estructura de la vegetación y las interacciones bióticas, pueden afectar la riqueza y abundancia de estas comunidades (Wolda, 1988; Molina *et al.*, 1999; López-Gómez *et al.*, 2009 Ríos-Casanova *et al.*, 2010).

Se sabe que un factor muy importante en las comunidades es el cambio en su estructura a través del tiempo (Gut *et al.*, 1991). Muchos de los eventos que ocurren en los ecosistemas terrestres tienden a estar organizados temporalmente tales como la precipitación, la floración, la germinación o la reproducción y eclosión de muchos animales. Por ello, las variaciones temporales juegan un papel importante en la organización de las comunidades (Wolda, 1987). Otro de los factores que ejercen influencia en la diversidad de las comunidad es la heterogeneidad espacial, ya que al aumentar la complejidad del ambiente físico (microclimas) puede ocurrir lo mismo con la complejidad de las comunidades vegetales y animales (Pianka, 1974).

Las zonas áridas y semiáridas tienen condiciones extremas como un alto índice de radiación solar, amplias fluctuaciones de temperatura y bajos regímenes de lluvia (Whitford, 2002). Esto puede limitar la distribución y abundancia de los artrópodos. Sin embargo, los artrópodos poseen adaptaciones físicas, fisiológicas y conductuales que les permiten subsistir en estos hábitats (Mackay, 1991). Estos organismos, dependen de factores físicos y biológicos del ambiente los cuales proveen condiciones adecuadas para su desarrollo (Whitford y Ettershank, 1975). Diversos estudios sugieren que entre estos factores se encuentran las características del suelo y la estructura de la vegetación, las cuales modifican las condiciones ambientales de las zonas áridas y semiáridas afectando la diversidad y distribución de los artrópodos (Romig *et al.*, 1995; Bestelmeyer y Schooley, 1999). Por ejemplo, la estructura de la vegetación puede afectar la incidencia de la radiación solar, la temperatura del suelo y la evaporación de agua. Así, sitios con vegetación compleja proveerían condiciones menos severas para los artrópodos que los sitios con estructura de la vegetación simple (Gardner *et al.*, 1995; Retana y Cerda, 2000; Saiz *et al.*, 2000).

En México, cerca del 60% del territorio son zonas áridas y semiáridas, ya que de los 32 estados que integran el territorio nacional, 25 presentan porciones áridas en mayor o menor proporción (Rzedowski, 1973). Estas zonas se encuentran cubriendo la mayor parte del territorio de la península de Baja California, así como grandes extensiones de la planicie costera y las montañas bajas de Sonora, abarcan casi la totalidad del estado de Coahuila y Nuevo León, parte de Tamaulipas, la mayor parte de los estados de Zacatecas, San Luis

Potosí, la región noreste de Guanajuato, Aguascalientes y gran parte de Querétaro, así como los estados de Hidalgo, Puebla y una pequeña porción de Oaxaca (Verbist *et al.*, 2010)

El Valle de Tehuacán en Puebla es una de las zonas áridas más importantes de nuestro país debido a la alta riqueza específica, diversidad biológica y endemismo de diversos grupos vegetales y animales. Así, se ha reportado para el Valle de Tehuacán una alta diversidad de mamíferos (Rojas-Martínez y Valiente-Banuet 1996), aves (Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996), anfibios y reptiles (Canseco, 1996), así como para varios grupos de plantas (Villaseñor *et al.* 1990, Dávila *et al.* 2002). Sin embargo, en el Valle de Tehuacán son pocos los trabajos acerca de las comunidades de artrópodos y se desconocen sus patrones espacio-temporales. Los únicos grupos para los que actualmente se tiene algún conocimiento sobre su riqueza o abundancia son los Hemiptera (Brailovsky *et al.*, 1994) e Hymenoptera (Rico-Gray *et al.* 1998., Ríos-Casanova *et al.*, 2006; Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010).

Entre las causas de la elevada diversidad y riqueza de especies en el Valle de Tehuacán, destacan su compleja historia geológica, la actual influencia de las zonas biogeográficas Neártica y Neotropical, así como la cercanía de áreas húmedas de varios estados como Oaxaca y Guerrero, las cuales forman un corredor estacional y altitudinal (Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Rojas-Martínez y Valiente-Banuet 1996, Dávila *et al.* 2002).

El Valle de Tehuacán se caracteriza por la presencia de un complejo escenario fisiográfico y un diverso rango altitudinal (Dávila *et al.* 2002) en el cual es posible encontrar una serie de abanicos aluviales. Un abanico aluvial es un elemento geomorfológico que consisten en el depósito de sedimentos y material, los cuales han sido acarreados por un arroyo que desemboca al final de un cañón, en el punto de falla entre una zona montañosa y una superficie plana. Son muy comunes en las zonas áridas y semiáridas de Norte América y se caracterizan por presentar suelos que varían en textura y por lo tanto, tienen tipos de vegetación particulares en cada uno de ellos (Whitford, 2002). Debido a estas características, se esperaría que cada uno de estos sitios, con su respectiva vegetación, presentara una comunidad de artrópodos particular ya que estos organismos responden de manera diferencial a los diferentes microhábitats que se crean en cada uno de estos sitios. Por ejemplo, aquellos sitios con arquitectura vegetal compleja tendrán una fauna asociada diferente a la de aquellos sitios con una arquitectura vegetal más sencilla. Esto se debería a que los sitios con vegetación compleja ofrecerían una variedad de microclimas que promoverían el establecimiento de una mayor variedad de especies (MacArthur, 1972; Bestelmeyer y Wiens, 1996; Strong *et al.*, 1984). Igualmente, aquellos sitios que presentan una mayor riqueza y diversidad vegetal presentarían una mayor disponibilidad de recursos en contraste con aquellos sitios más pobres (Hansen, 2000).

Otros estudios para zonas áridas y semiaridas han encontrado que las comunidades de artrópodos presentan riquezas y abundancias mayores en los sitios donde la riqueza o complejidad de la vegetación también son mayores (Molina *et al.*, 1999; Saiz *et al.*, 2000; Ríos-Casanova *et al.*, 2006). En cuanto a las variaciones estacionales, han sido durante la primavera y el verano, cuando se ha registrado la mayor abundancia de artrópodos. Estas estaciones generalmente son afectadas por la precipitación, de tal manera que la productividad primaria es generalmente mayor durante esta temporada (Ahearn, 1971; Cepeda-Pizarro, 1989; Flores *et al.*, 2004).

En el presente trabajo se estudiaron las variaciones espaciales y temporales en la abundancia de la comunidad de artrópodos asociados al suelo de un abanico aluvial ubicado al sureste del Valle de Tehuacán, el cual presenta cuatro tipos de suelo que varían en edad y textura (Machette.1985) y por lo tanto, en el tipo y complejidad de la vegetación presente en cada uno de ellos (Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Los dos depósitos aluviales jóvenes de esta localidad se caracterizan por el escaso desarrollo de los horizontes de textura gruesa los cuales mejoran la infiltración del agua y su disponibilidad para las plantas. Por el contrario, existen dos depósitos antiguos que tienen suelos de textura muy fina que impiden la infiltración del agua (Burges, 1995; Hamerlynkc *et al.*, 2000).

Debido a estas características del abanico aluvial estudiado, se espera que en los sitios que tienen suelos jóvenes y cuya vegetación es más rica y compleja, la abundancia de los grupos de artrópodos sea mayor en contraste con los sitios que tienen suelos antiguos y cuya vegetación es más escasa y sencilla. De la

misma manera, se espera que la abundancia de los artrópodos sea baja durante el invierno y mayor en el verano, suponiendo que ésta es la mejor época del año para los artrópodos ya que esta época se asocia con las lluvias y con el crecimiento de las plantas y por lo tanto con un aumento en su complejidad.

## OBJETIVOS

El objetivo general de esta tesis es conocer la variación espacial y temporal de la abundancia de los artrópodos en un abanico aluvial ubicado en San Rafael Coxcatlán, Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México.

Los objetivos particulares derivados del anterior son:

Cuantificar la abundancia de las clases de artrópodos que habitan en cuatro sitios (dos con suelos jóvenes y dos con suelos antiguos) de un abanico aluvial de San Rafael Coxcatlán, Puebla, durante cuatro estaciones del año.

Conocer los órdenes de la Clase Insecta y sus abundancias, en los cuatro sitios del abanico y durante cuatro estaciones del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio de estudio

Este estudio se realizó en un abanico aluvial ubicado en la Barranca Muchil localizada en San Rafael Coxcatlán, en la zona sureste del la Reserva de la Biosfera del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México ( $18^{\circ}12'$ ,  $18^{\circ}14'$  norte;  $97^{\circ}07'$ ,  $97^{\circ}09'$  oeste) (Figura 1). Se encuentra a una elevación de 1000 m s. n. m., tiene un promedio anual de temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  y una precipitación anual de 395 mm, con regímenes de lluvia de junio a octubre y un régimen seco de noviembre a mayo (Valiente, 1991).

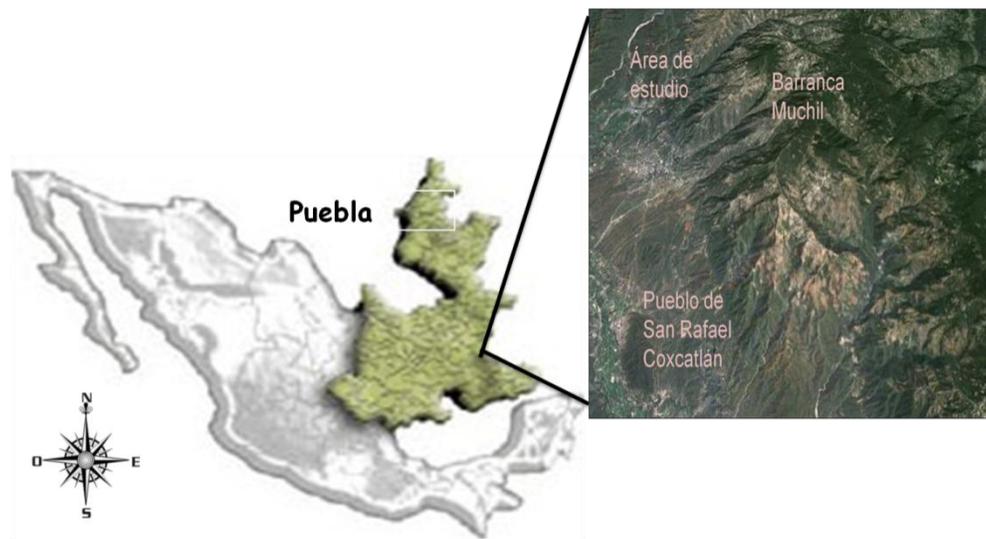


Figura. 1. La barranca Muchil en San Rafael Coxcatlán, Puebla.

De acuerdo con Rzedowski (1978), el tipo de vegetación es bosque tropical caducifolio. En el abanico aluvial que se estudió se han identificado cuatro sitios que, debido a la asociación vegetal predominante en cada uno de ellos se han denominado cardonal (CA), chiotillal (CH), cuajiotal (CU) y fouquerial (FO) (Figura 2) (Fernández, 1999). Los rasgos de cada asociación se explican a continuación

Cardonal (CA): Se denominó con este nombre debido a que de las 40 especies registradas en este sitio del abanico la especie predominante es *Pachycereus weberi* conocido vulgarmente como cardón. Otras especies dominantes en este sitio son: *Senna wislizeni*, *Mimosa polyantha*, *Ceiba parvifolia*, *Cursetia caribacea*, *Cordia curassavica*, *Echynopterys eglandulosa* y *Viguiera dentata*. La densidad de plantas arbustivas en el sitio hace difícil el paso por la zona. Además en este sitio se encuentran suelos de textura gruesa y no presenta horizonte petrocálcico. (Fernández, 1999).

Chiotillal (CH): Se denominó con este nombre ya que la especie predominante es *Escontria chiotilla*, cuyo nombre común es “chiotilla”. Para este sitio se han registrado 24 especies de plantas perennes, entre ellas: *Stenocereus stellatus*, *Mimosa polyantha*, *Parkinsonia praecox*, *Opuntia phaeacantha*, *Sanvitalia fruticosa* y *Opuntia pilífera*. La densidad de plantas arbustivas en el sitio también hace difícil el paso por la zona. En este lugar se encuentran suelos de textura medianamente gruesa y no presenta horizonte petrocálcico (Fernández, 1999).

Cuajiotal (CU): En este tipo de vegetación se denominó con este nombre debido a que de las 31 especies registradas en este sitio, siendo la especie predominante

es *Bursera morelensis* o cuajote. Otras especies dominantes son: *Mimosa polyantha*, *Fouquieria formosa*, *Bursera aptera*, *Sanvitalia fruticosa*, *Mimosa luisana*, *Melochia tomentosa* y *Opuntia pilífera*. La densidad de plantas arbustivas en el sitio es baja por lo que resulta fácil el paso por la zona. En este sitio se encuentran suelos de textura fina como la arcillas y presenta un horizonte petrocálcico a los 32 cm de profundidad (Fernández, 1999).

Fouquierial (FO): Se llama así porque la especie dominante en este lugar es *Fouquieria formosa*. También existen otras 27 especies de plantas registradas en este sitio, entre ellas: *Bursera aptera*, *Mimosa polyantha*, *Ceiba parvifolia*, *Manihotoides pauciflora*, *Sanvitalia fruticosa* y *Mimosa luisana*. La densidad de plantas arbustivas en el sitio es muy baja por lo que resulta fácil el paso por la zona. En esta comunidad se encuentran suelos de textura fina y presenta un horizonte petrocálcico a los 48 cm (Fernández, 1999).

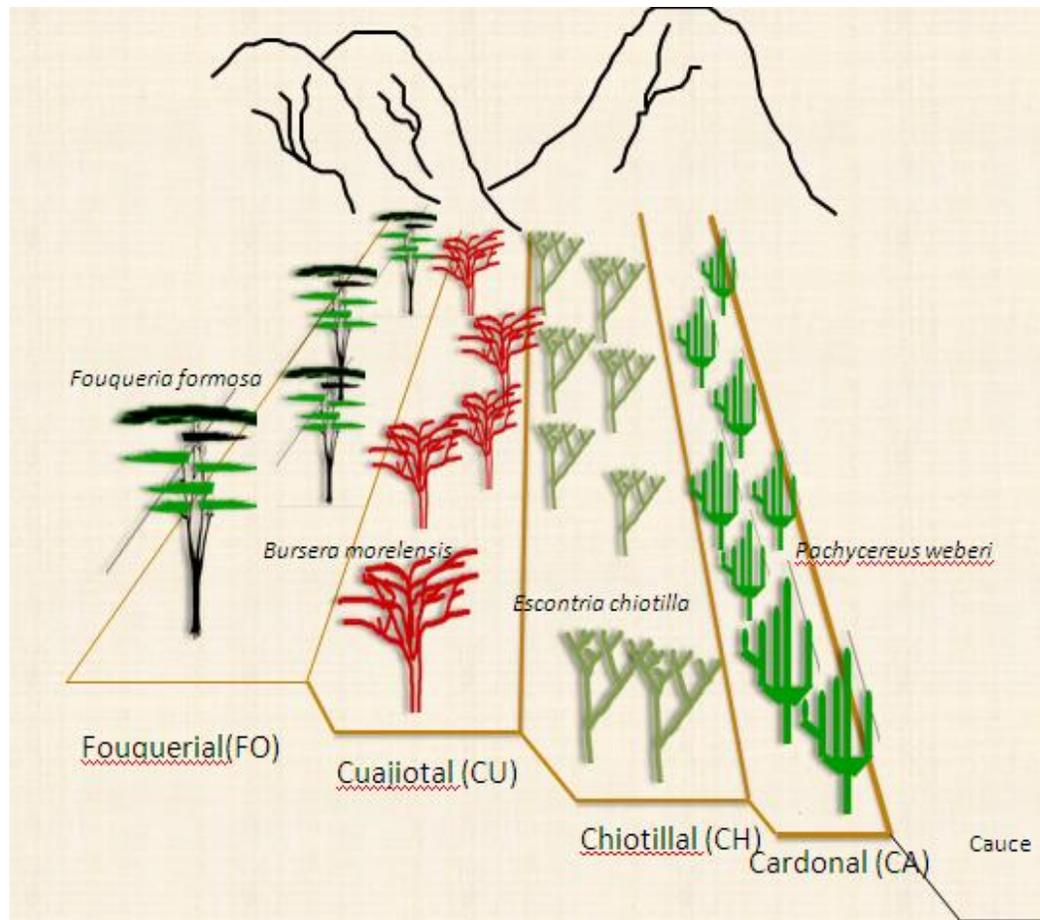


Figura 2. Abanico aluvial de la Barranca Muchil en San Rafael Coxcatlán. Puebla. Se señalan los cuatro sitios con su respectiva vegetación basados en la especie de planta dominante en cada sitio.

En un estudio previo realizado en este sitio (Ríos-Casanova *et al.*, 2006), se caracterizó la estructura vertical de la vegetación con la finalidad de conocer la complejidad vegetal de cada uno de estos sitios. Dicha estructura se obtuvo contando el número de veces que la vegetación tocó a una pértiga de fibra de vidrio de 6 m de altura, en cada uno de los sitios. La frecuencia de las alturas en las que la vegetación tocó a la pértiga fueron agrupadas de la siguiente manera: hierbas, las plantas que producen toques entre 0.01 y 0.50 m, arbustos, toques

entre 0.50 m y 1.0 m y especies arbóreas, toques mayores a 1 m. Los resultados de dicho estudio indicaron que el Cardonal es el sitio que presenta la estructura vertical de la vegetación más compleja dado que la frecuencia de hierbas, arbustos y árboles es la mayor, al compararla con la de los otros sitios. El siguiente sitio en complejidad fue el Chiotillal, mientras que tanto el Cuajital como el Fouquerial tienen estructuras de la vegetación menos complejas (Figura 3).

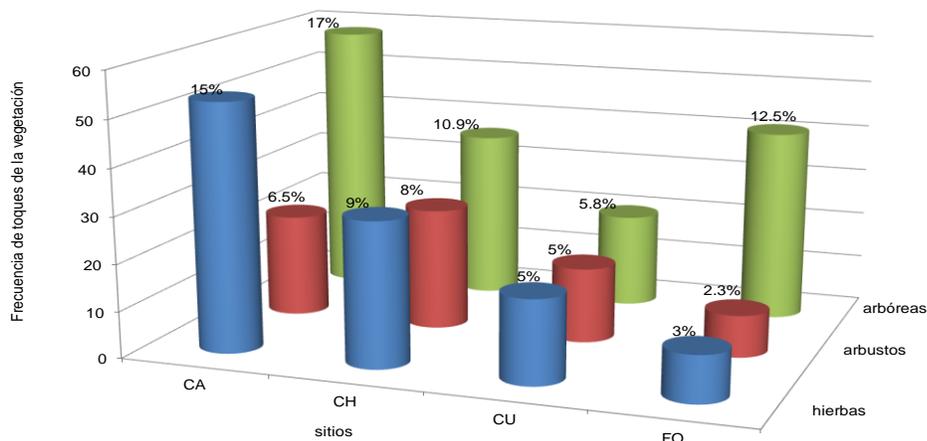


Figura 3. Estructura vertical de la vegetación para cada sitio del abanico aluvial de la Barranca Muchil en San Rafael Coxcatlán, Puebla.

#### Colecta de artrópodos

Este estudio se realizó con material que fue colectado entre abril de 2000 y enero de 2001 por Dra. Leticia Ríos Casanova (tutora de este trabajo). El principal objetivo de esa colecta fue la captura de ejemplares de la Familia Formicidae, sin

embargo muchos otros artrópodos fueron colectados al utilizar estas trampas de caída (pitfall) y todos esos ejemplares son los que se examinaron en este estudio, además de los formícidos previamente analizados. Las colectas se realizaron de la siguiente manera.

Para analizar los patrones espaciales y temporales de la abundancia de los artrópodos, se realizaron cuatro colectas, en cada uno de los tipos de vegetación en primavera (abril de 2000), en verano (julio de 2000), en otoño (octubre de 2000), y en invierno (enero de 2001). Los artrópodos fueron capturados usando 20 trampas de caída que se colocaron en un cuadrícula de 5 × 4 trampas separadas entre sí por 10 m. Estas trampas consistieron en recipientes de plástico de 6 cm de diámetro y 10 cm de profundidad con una mezcla de etanol (70%), agua (27%) y glicerina (3%) (Samways, 1983; Andersen, 1991). Las trampas se enterraron y permanecieron cerradas durante 24 horas para evitar que la excavación tuviera algún efecto sobre los organismos (Greenslade, 1973). Posteriormente las trampas se abrieron por 48 h al final de las cuales se cerraron y recogieron para ser llevadas al laboratorio y separar a los artrópodos colectados. Este proceso se repitió en cada tipo de vegetación durante las cuatro estaciones.

Posteriormente, se separaron a todos los artrópodos colectados en las 320 trampas (20 trampas × 4 sitios × 4 estaciones del año) utilizadas y se agruparon en Clases. Los organismos de la clase Insecta fueron separados en órdenes utilizando guías y claves especializadas (Borror y White, 1970; Gullan y Cranston, 1995). Todos los organismos fueron contados según el taxón en el que fueron clasificados. Para el caso de los himenópteros, (incluyendo la base de datos de los

formícidos de la Dra. Leticia Ríos Casanova) la abundancia fue corregida calculando su logaritmo natural para reducir la varianza asociada con altas tasas de captura. Esto se hizo ya que la mayoría de los himenópteros colectados son sociales y las trampas se pudieron encontrar cerca de los nidos o de las hileras que muchas especies hacen para ir a forrajear (Bestelmeyer y Schooley, 1999).

### Análisis estadísticos

Para evaluar las diferencias en la abundancia de los grupos de artrópodos, entre los cuatro tipos de vegetación, se realizaron pruebas de Kruskal-Wallis para cada estación del año. En los casos en que hubo pérdida de trampas y el número de trampas analizadas en cada sitio quedara desbalanceado, se eliminaron al azar tantas trampas como fuera necesario hasta que el número fuera el mismo para todos los sitios. En los casos en que las pruebas de Kruskal-Wallis fueron significativas, se realizaron comparaciones múltiples con la prueba de  $U$  de Mann-Whitney. Debido a que la  $U$  de M-W hace comparaciones pareadas, los resultados de esta última prueba fueron sometidos a la corrección de Bonferroni ( $\alpha/k$ , donde  $\alpha = 0.05$  y  $k =$  número de comparaciones; Magurran, 1988).

## RESULTADOS

Se obtuvieron 4361 ejemplares los cuales se agruparon en Clase Insecta, Clase Arachnida y un tercer grupo llamado “otros” en el cual se incluyeron la Clase Acari, la Clase Collembola y el orden Archaeognata debido a la poca abundancia de estos grupos.

### Clase Insecta

La abundancia de insectos fue diferente significativamente entre sitios en primavera e invierno ( $X^2 = 23.33$ ,  $P = 0.0003$ ;  $X^2 = 14.67$ ,  $P = 0.002$  respectivamente, Figura 4). Durante la primavera la abundancia de insectos fue diferente entre la mayoría de los sitios: CA fue diferente de CU, CA de FO, CH de CU y CH de FO (Figura 4). En invierno los sitios con diferencias fueron: CA de CH, CA de FO, y CU de FO (Figura 4). En verano y otoño, la abundancia de insectos no fue diferente entre sitios ( $X^2 = 3.99$ ,  $P = 0.27$  y  $X^2 = 0.806$ ,  $P = 0.84$ ) (Figura 4). Durante todo el año el cardonal fue el sitio que presentó los mayores valores de abundancias de insectos (Figura 4).

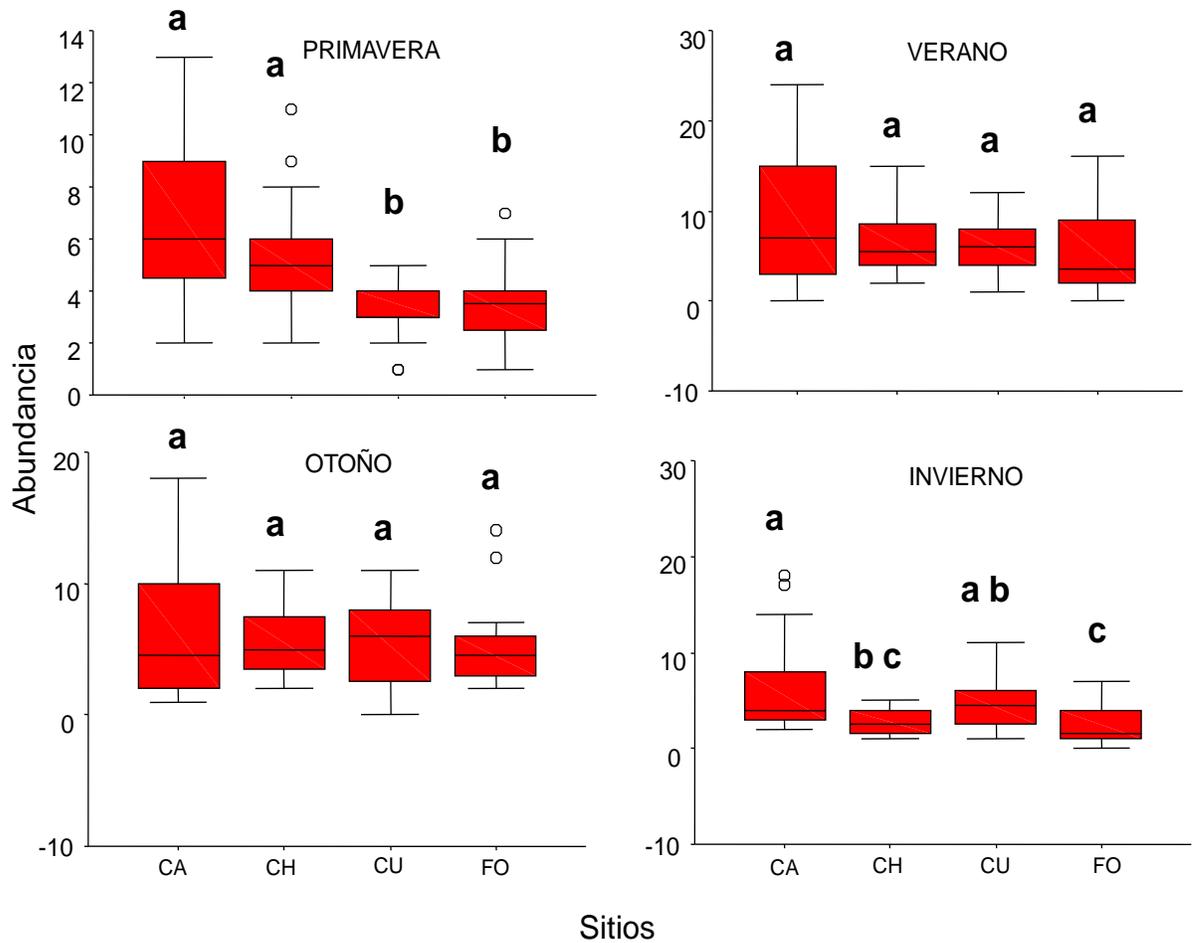


Figura 4. Abundancia de insectos en cuatro sitios y en cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

## Clase Arachnida

La mayor abundancia de arácnidos se presentó durante el verano y únicamente en el verano, la abundancia fue diferente significativamente entre sitios ( $X^2 = 12.47$ ,  $P = 0.005$ ; Figura 5). Los sitios cuya abundancia de arácnidos fue diferente entre sí fueron CA de CU y CU de FO ya que el CU tiene una abundancia ligeramente mayor. En primavera, otoño e invierno no hubo diferencias significativas entre sitios para la abundancia de arácnidos ( $X^2 = 1.86$ ,  $P = 0.60$ ;  $X^2 = 1,30$   $P = 0.728$ ;  $X^2 = 4.43$ ,  $P = 0.21$  respectivamente: Figura 5).

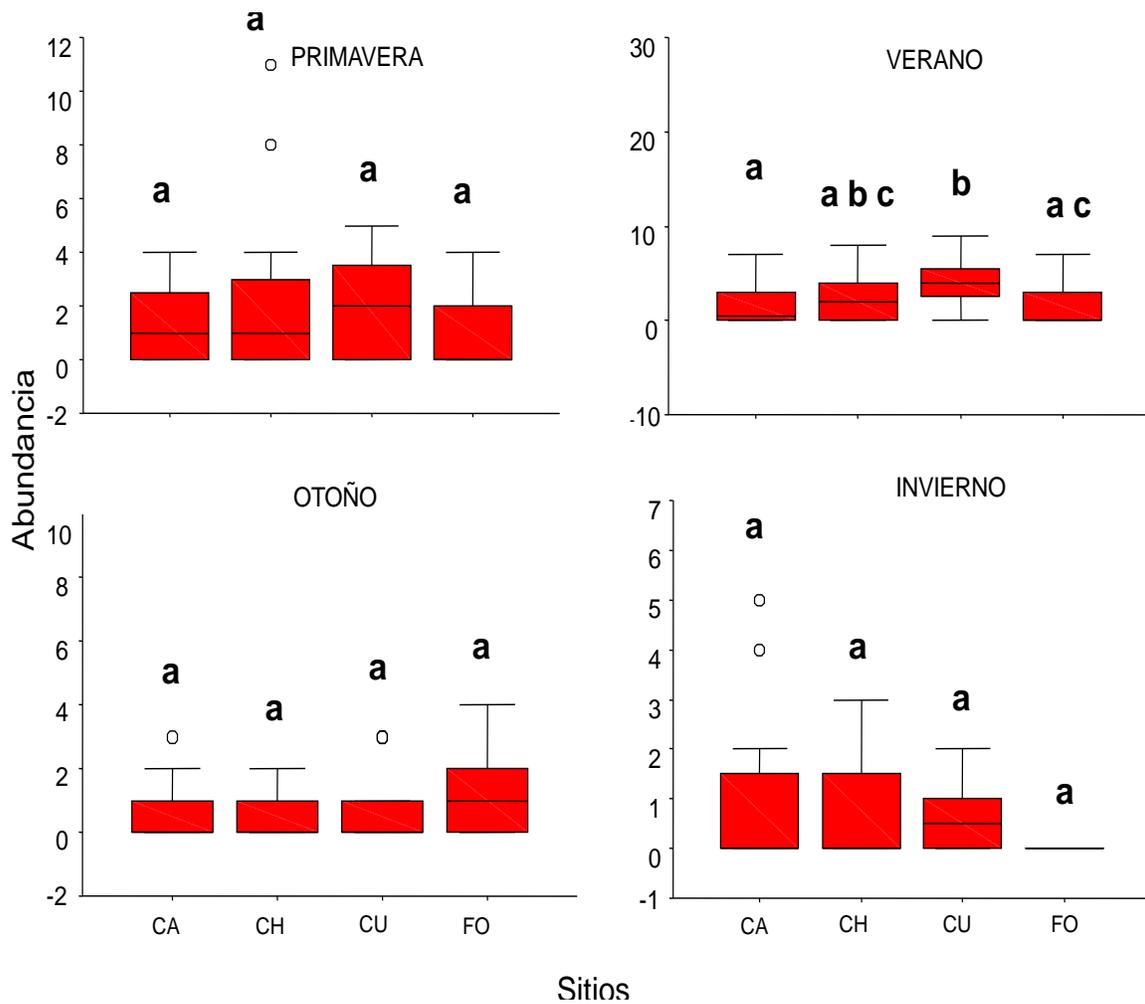


Figura 5. Abundancia de la Clase Arachnida, para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

#### Otros artrópodos

Los análisis estadísticos realizados para el grupo “otros” indican que la abundancia fue diferente significativamente entre sitios en primavera ( $X^2 = 10.47$ ,  $P = 0.015$ ), verano ( $X^2 = 15.24$ ,  $P = 0.0009$ ) e invierno ( $X^2 = 10.57$ ,  $P = 0.01$ ), pero no en el otoño ( $X^2 = 5.61$ ,  $P = 0.13$ ; Figura 6). En primavera los sitios que resultaron diferente entre sí fueron: CA de CU y CA de FO (Figura 6) debido a que CA tiene una abundancia mucho mayor. En cuanto al verano, fueron diferentes CA de CU y CU de FO, en este caso el CU es el que presenta las abundancia más altas (Figura 6), mientras que en el invierno los sitios con abundancia diferente fueron: CA de CH y CA de FO debido a que CA presenta abundancias mayores que los otros sitios (Figura 6).

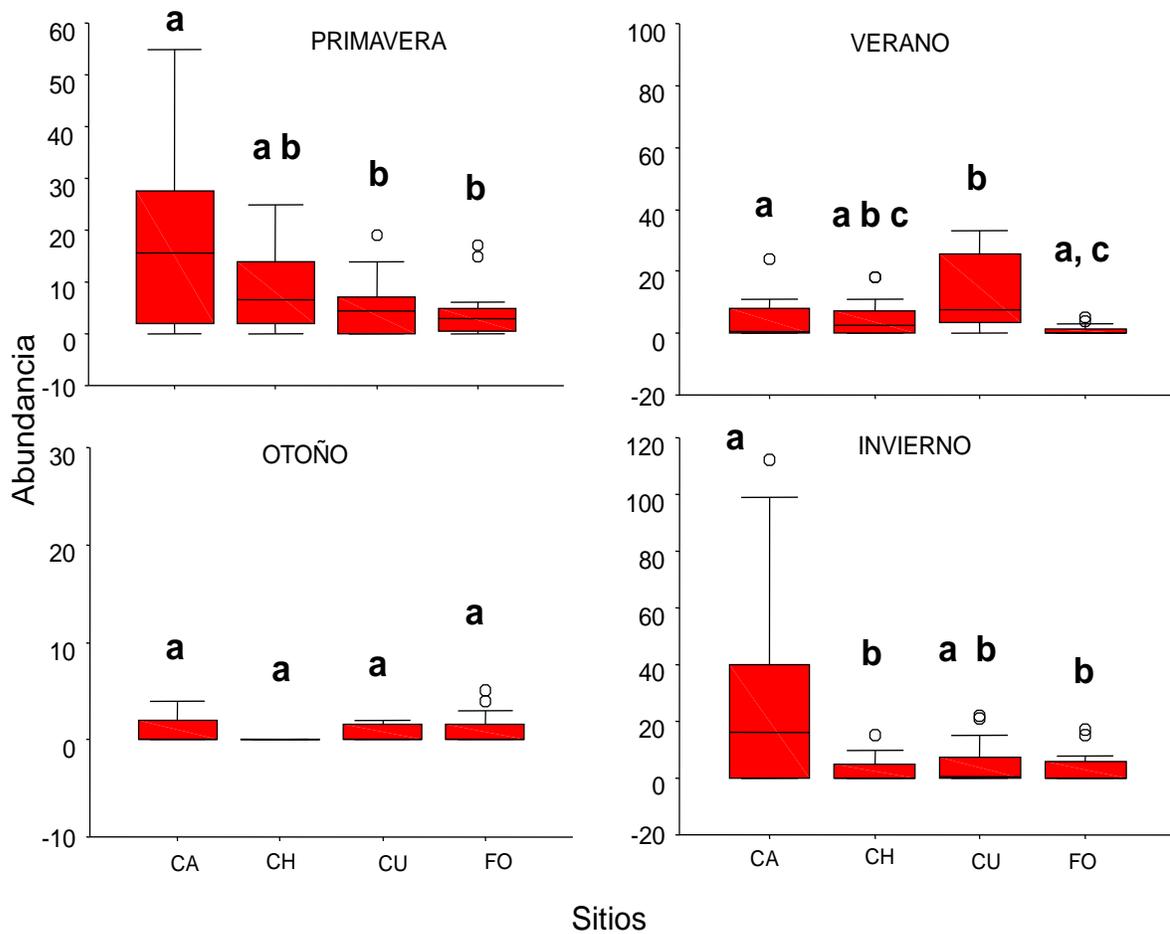


Figura 6. Abundancia de “otros” artrópodos para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

## Abundancia de Ordenes de Insecta

En la clase Insecta se encontraron ocho órdenes de los cuales los más abundantes fueron, Hymenoptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera. El CA fue el sitio donde todos los órdenes presentaron la mayor abundancia, excepto para el orden Hemiptera para el cual la mayor abundancia se encontró en el sitio CU aunque solo en invierno. En el Anexo 1 se muestra Porcentaje de la abundancia de los órdenes de insectos, por estación durante las cuatro estaciones

## Orden Hymenoptera

La abundancia del Orden Hymenoptera fue diferente significativamente entre sitios en verano ( $X^2 = 8.6$ ,  $P = 0.044$ ), otoño ( $X^2 = 14.32$ ,  $P = 0.002$ ) e invierno ( $X^2 = 13.94$ ,  $P = 0.002$ ; Figura 7), pero no en primavera ( $X^2 = 31.79$ ,  $P = 0.5$  Figura 7). Durante el verano la abundancia fue diferente entre CA de FO, así como entre CU de FO siendo el FO un sitio con abundancias muy bajas. En el otoño difirieron significativamente en abundancia CA de CH, CH de CU y CH de FO, debido a que CH fue el sitio con las mayores abundancias. (Figura 7) Durante el invierno solo hubo diferencias entre CA de FO, siendo el CA el sitio con la mayor abundancia.

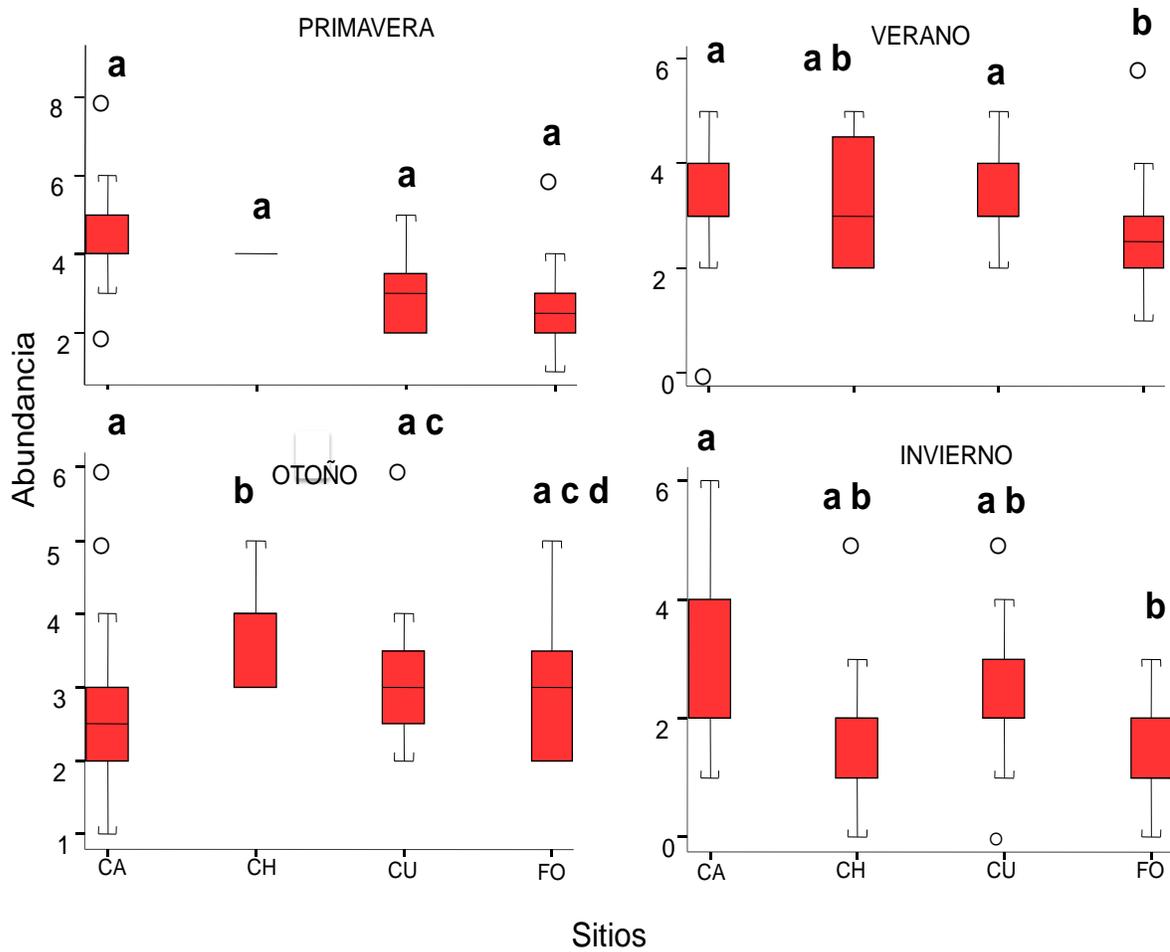


Figura 7. Abundancia del Orden Hymenoptera, para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

## Orden Diptera

La abundancia del Orden Díptera fue diferente significativamente entre sitios solo en primavera ( $X^2 = 8.6$ ,  $P = 0.044$ : Figura 8). Los sitios cuya abundancia de dípteros fue diferente entre sí fueron CA de CU ya que CU presentó una abundancia muy baja (Figura 8) En verano, otoño e invierno no hubo diferencias significativas entre sitios para la abundancia ( $X^2 = 0.6$ ,  $P = 0.89$ ;  $X^2 = 1.56$ ,  $P = 0.66$ ;  $X^2 = 2.78$ ,  $P = 0.42$ : Figura 8)

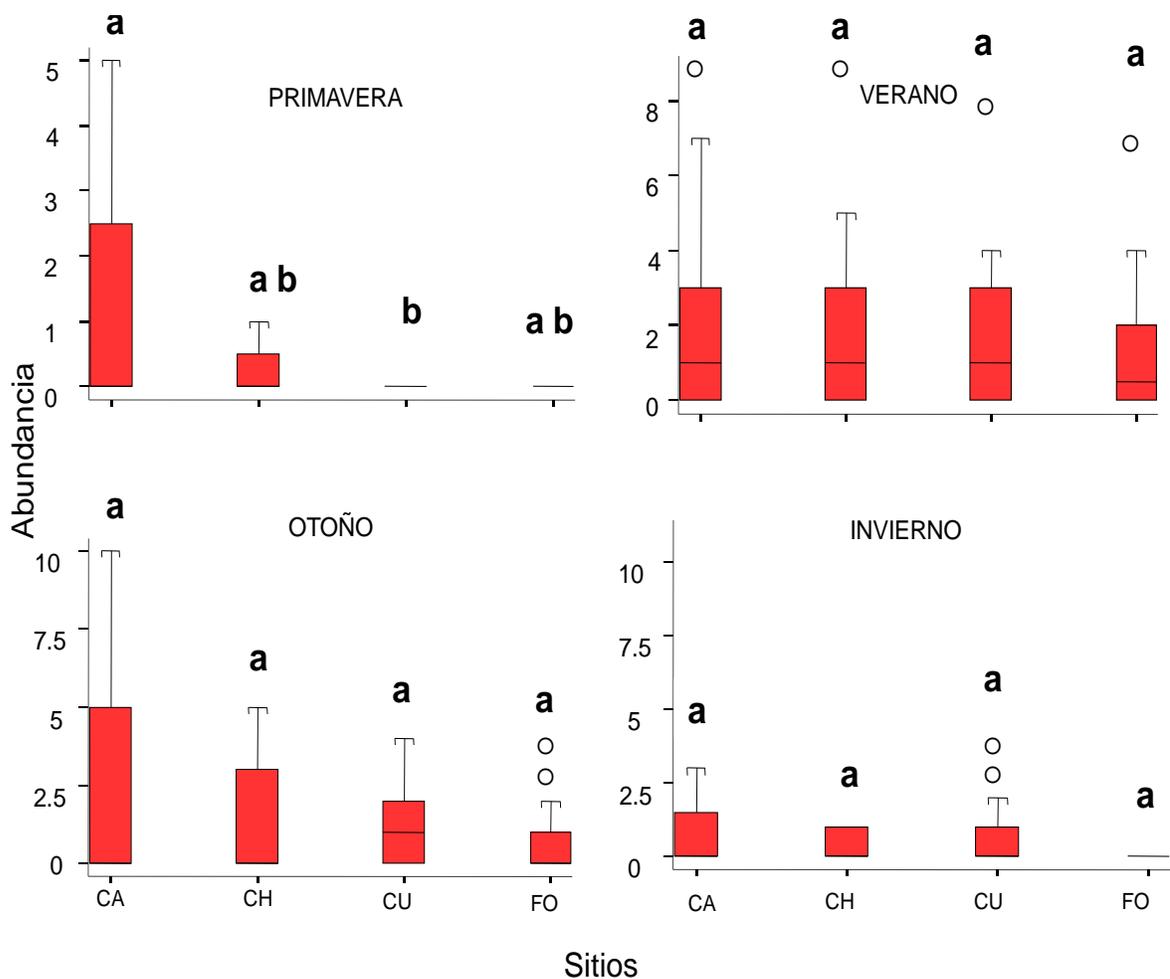


Figura 8. Abundancia del Orden Diptera para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

### Orden Coleoptera

La abundancia del Orden Coleoptera fue diferente significativamente entre sitios: en primavera ( $X^2 = 8.6$ ,  $P = 0.044$ ), verano ( $X^2 = 14.32$ ,  $P = 0.002$ ) e invierno ( $X^2 = 13.94$ ,  $P = 0.002$ ; Figura 9, respectivamente), pero no hubo diferencias significativas en otoño ( $X^2 = 4.85$ ,  $P = 0.18$ ) (Figura 9). En primavera la abundancia solo fue diferente entre CU de FO en donde la mayor abundancia de coleópteros se presentó en FO (Figura 9). Mientras que en el verano los tipos de vegetación con diferencias significativas en la abundancia fueron CA de CU y CA de FO puesto que en CA se presentó una abundancia más alta (Figura 9). En cuanto a la abundancia de coleópteros en invierno, ésta fue diferente entre CA y CH, CA y CU así como entre CA y FO, siendo CA el sitio que presentó la mayor abundancia de estos insectos (Figura 9).

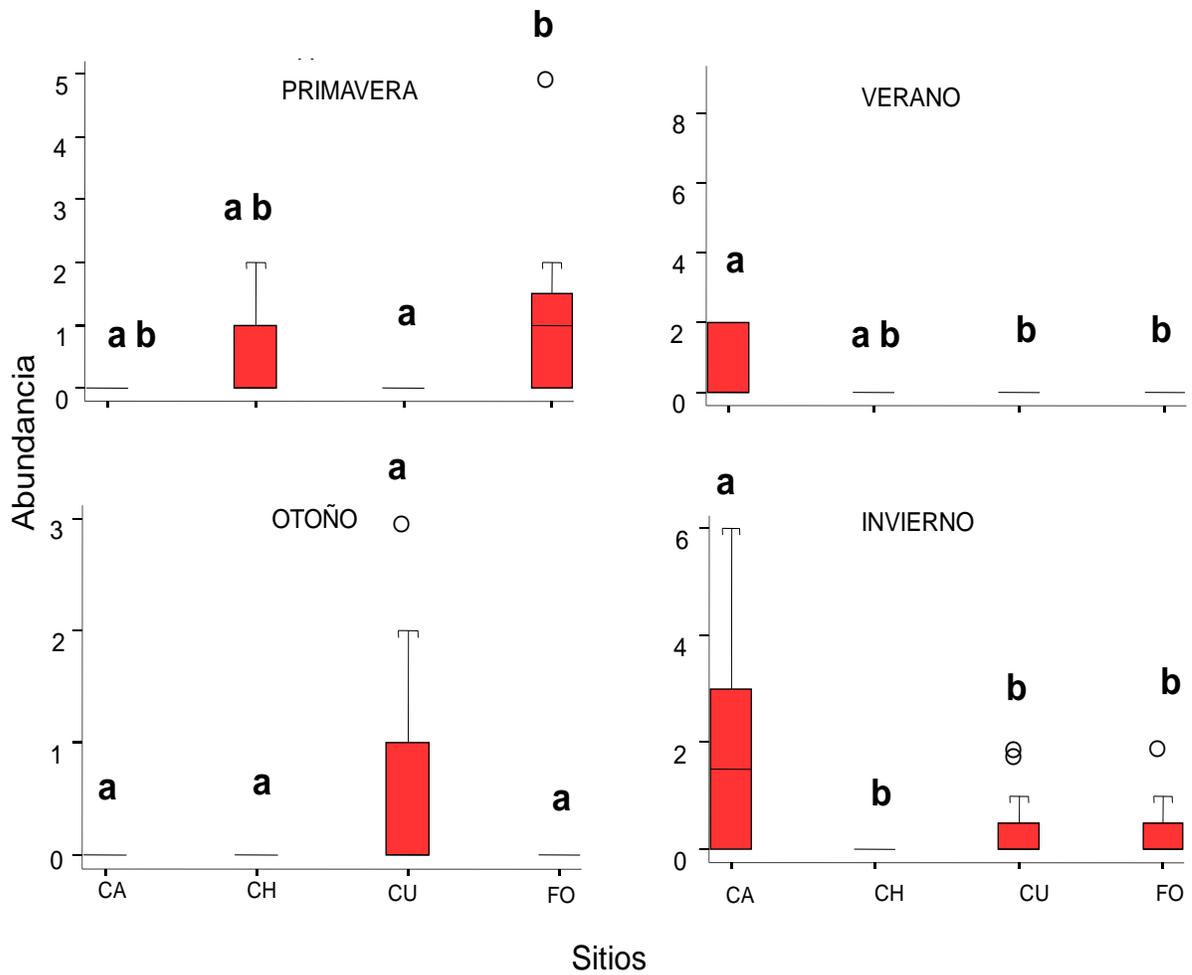


Figura 9. Abundancia del Orden Coleoptera para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni)

## Orden Hemiptera

La abundancia del orden Hemiptera fue diferente significativamente entre los sitios solo en invierno siendo el CU el sitio con la abundancia más alta ( $X^2 = 8.6$ ,  $P = 0.044$ ; Figura 10), los sitios que fueron diferentes entre sí son: CA de CU, CH de CU y CU de FO (Figura 10). Mientras que en primavera, ( $X^2 = 2.93$ ,  $P = 0.4$  Figura 10), verano ( $X^2 = .91$ ,  $P = 0.82$  Figura 10) y otoño ( $X^2 = 1.73$ ,  $P = 0.62$ ; Figura 10) no hubo diferencias.

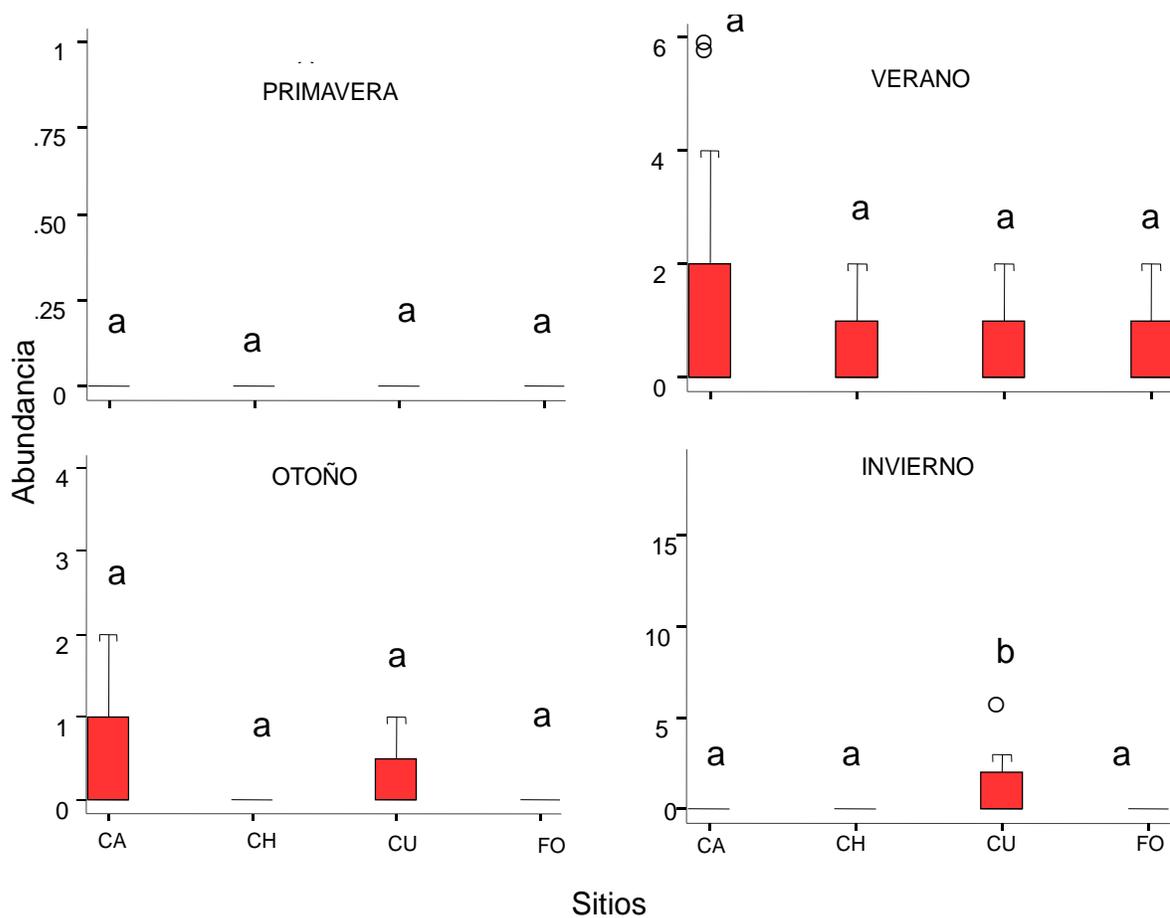


Figura 10. Abundancia del orden Hemiptera para cuatro sitios en las cuatro estaciones del año en San Rafael Coxcatlán, Puebla. Explicación de la gráfica como en la Figura 2. Las cajas rojas representan el 50% de los datos y dentro de ellas la línea representa la mediana. Las líneas verticales representan el valor mínimo y el máximo. Los puntos alejados representan valores extremos. Las letras diferentes denotan diferencias significativas con  $P < 0.05$  (prueba de  $U$  de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni).

## DISCUSIÓN

### Patrones generales

Los resultados indican que existen diferencias espaciales y temporales en la abundancia de los artrópodos que habitan en el abanico aluvial de la Barranca Muchil de San Rafael Coxcatlán, Puebla, aunque estas diferencias varían dependiendo del grupo de artrópodos del que se trate.

Como sucede en la mayoría de las comunidades de artrópodos de casi todos los ecosistemas, la comunidad estudiada estuvo compuesta principalmente por insectos (Strong *et al.*, 1984). Para las zonas áridas y semiáridas, los insectos también se han reportado como el grupo más diverso y abundante de la comunidad de artrópodos (Molina *et al.*, 1999; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005). La Clase Arachnida estuvo representada por menos individuos que la Clase Insecta sin embargo, este es un patrón que se observa en la mayoría de las comunidades de artrópodos, donde se ha encontrado que los arácnidos representan entre el 10 y 5 % de la abundancia total de artrópodos (Ríos-Casanova *et al.*, 2010).

El grupo denominado “Otros artrópodos” presenta abundancias muy elevadas, pero es importante mencionar que este es un grupo representado en mayor parte por colémbolos y ácaros que son grupos de organismos muy pequeños (250  $\mu\text{m}$  a 10 mm) y muy numerosos. Un patrón similar se ha reportado para los desiertos del sur de los Estados Unidos y para un matorral xerófilo del centro de México donde los colémbolos y los ácaros se han encontrado como artrópodos muy abundantes (McIntyre *et al.*, 2001; Ríos-Casanova *et al.*, 2010).

En cuanto a las diferencias espaciales, el CA tuvo las abundancias más altas la mayor parte del tiempo. Por el contrario, el CU y FO fueron los sitios que presentaron las abundancias más bajas en casi todas las estaciones del año.

El CA es el sitio que presenta la mayor riqueza de especies vegetales (40), las cuales comprenden tanto hierbas como arbustos y árboles (Fernández, 1999; Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Se ha calculado que la estructura vertical de la vegetación es más compleja en los sitios con suelos jóvenes ya que tiene una mayor heterogeneidad lo cual resulta en mayor diversidad de microhabitats que promueve el establecimiento de una gran diversidad de especie con diferentes necesidades (Begon *et al.*, 2006). El CA y CH presentaron una proporción de hierbas, arbustos y árboles mayor (38.5 % y 27.9 % respectivamente), en contraste con la estructura reportada para el CU (15.8 %) y el FO (17.8 %) (Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Esta condición podría estar favoreciendo a los artrópodos del CA, ya que este sitio les proveería de mayores recursos tanto alimentarios como de hábitats y refugio (Strong *et al.*, 1984; Saiz *et al.*, 2000; Ríos-Casanova *et al.*, 2006).

En cuanto a la variación temporal, el verano es la época en la que encontramos las abundancias más altas de artrópodos y en el otoño e invierno se encontraron las menores abundancias, Sin embargo, existen algunas excepciones en el invierno dadas por la presencia de colémbolos que, como ya se indicó anteriormente, es un grupo de artrópodos que son muy numerosos.

La mayor abundancia de artrópodos encontrada en el verano podría estar relacionada con que, en esta estación, se presenta la mayor cantidad de precipitación la cual promueve el crecimiento y reproducción de muchas plantas. Como una consecuencia, es muy probable que en esta estación se encuentre la mayor cantidad de recursos, en contraste con el invierno que es una estación en la que frecuentemente no se registra ninguna lluvia y por lo tanto el crecimiento de las plantas es menor o nulo. Durante el año de estudio (2000-2001) se registró una precipitación de 453.5 mm, la cual se concentró de abril hasta octubre. Los meses de verano (aproximadamente de finales de junio a finales de septiembre), fueron en los que se registró la mayor cantidad de precipitación que fue de 269 mm. Esta condición pudo haber aumentado la complejidad de toda la vegetación del área de estudio en general, y la de los sitios CA y CH en particular, ya que en éstos el agua es aprovechada de mejor manera por las plantas (Fernández, 1999; Ríos-Casanova *et al.*, 2006). De esta manera se podría pensar en una relación indirecta pero positiva entre la cantidad de lluvia y la abundancia de artrópodos, ya que se sabe que la precipitación es fundamental para el desarrollo de la vegetación y la vegetación es vital para el desarrollo de la mayoría de los artrópodos (Strong *et al.* 1984). Por otro lado, durante el invierno no se registró ningún evento de precipitación, lo que puede ser la causa de la menor abundancia registrada en la mayoría de los artrópodos (datos del Ingenio Calipam; Calipam, Puebla).

Variación espacial de la abundancia de artrópodos

Los tres grupos de artrópodos analizados en este trabajo presentaron diferencias significativas entre los sitios de vegetación estudiados. Para la Clase Insecta y el grupo “Otros artrópodos” el cardonal fue el sitio que presentó las mayores abundancias. Este hecho puede asociarse a la presencia de mayores recursos para varios grupos de artrópodos ya que como se dijo anteriormente, el CA es el sitio con la mayor riqueza (40 especies), así como con la estructura de la vegetación más compleja (38.5%) donde están bien representadas las plantas herbáceas, los arbustos y las plantas arborescentes (Ríos-Casanova *et al.*, 2006 Figura 3).

En un estudio previo llevado a cabo en San Rafael Coxcatlán, se encontró que la abundancia de hormigas que habita en este abanico aluvial es mayor en el CA y en el CH, durante todas las estaciones del año lo cual se asoció con el alto contenido de arena en sus suelos y a la mayor complejidad de su vegetación en comparación con el CU y el FO (Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Estas dos características se asocian por lo tanto, con bajas tasas de radiación solar, menores temperaturas y menor evaporación de agua, lo que permite a los artrópodos tolerar mejor las condiciones asociadas a las altas temperaturas, típicas de las zonas áridas y semiáridas (Edney, 1977). Esto también concuerda con estudios realizados al norte de Chile en donde se encontró que mayores recursos sustentan mayor diversidad de artrópodos (Saiz *et al.*, 2000). Este hallazgo se relacionó con que aquellos sitios donde existen mayores recursos hídricos para las plantas y que pueden sostener comunidades de artrópodos más abundantes. En nuestro sitio de estudio, tanto el CA como el CH se consideran

sitios con los mayores recursos hídricos para las plantas, ya que al ser depósitos aluviales jóvenes, tienen un escaso desarrollo de los horizontes de textura fina lo que mejora la infiltración del agua y la disponibilidad de agua para las plantas (Burges, 1995, Hamerlynkc *et al.*, 2000). En contraste, el suelo de sitios como el CU y el FO cuentan con un horizonte petrocálcico el cual tiene importantes efectos negativos sobre las propiedades hídricas del suelo, ya que al no permitir la infiltración rápida del agua, pierden gran parte de la humedad por evaporación, resultando en una menor disponibilidad de agua para las plantas y una consiguiente disminución de recursos vegetales para los artrópodos, ya sean herbívoros o los depredadores de éstos (Hamerlynck *et al.*, 2000).

Para la Clase Arachnida se encontró la mayor abundancia en el CH, para el cual se han determinado 24 especies de plantas perennes y se sabe que tiene un menor número de plantas herbáceas anuales al compararlo con el CA (Fernández, 1999; Ríos-Casanova *et al.*, 2006). Este hecho podría estar favoreciendo las condiciones que permiten al grupo de los arácnidos tener el espacio suficiente para la construcción de telarañas o para desplazarse con mayor facilidad durante la búsqueda y captura de presas (Escorcía *et al.*, 2012), Los sitios como CU y FO también cumplirían con esta característica de facilidad de desplazamiento por ser sitios más abiertos, sin embargo, al haber menos insectos en estos sitios, la disponibilidad de presas para los arácnidos es menor. Sin embargo, hasta ahora no se cuenta con este tipo de datos por lo que será necesario corroborar esta idea con trabajos posteriores.

## Variación temporal en la abundancia de artrópodos

En San Rafael Coxcatlán se encontró que existe un efecto de la estacionalidad sobre la abundancia de artrópodos, tal como ya se ha encontrado en otros ecosistemas (Wolda, 1988; Abraham, 1983; Ríos-Casanova *et al.*, 2010).

En el presente estudio se encontró que en verano se presentan los mayores valores de abundancias. Las clases Insecta y Arachnida fueron las que presentaron la mayor abundancia en esta estación. Lo anterior puede deberse a que, como se discutió previamente, es posible que haya una relación positiva entre la abundancia y la precipitación (Valiente, 1991). Se ha documentado que durante la época de lluvia los artrópodos que habitan en ambientes áridos pueden alcanzar mayores abundancias ya que son capaces de entrar en un estado de “alerta fisiológica” en la época de mayor probabilidad de lluvias que los alerta para una fácil respuesta en caso de hacerse efectivo el pulso de humedad, lo cual parecería estar ocurriendo en San Rafael Coxcatlán (Carpaneto y Fattorini, 2001, Deslippe *et al.*, 2001, Giraldo y Arellano, 2003; Giraldo *et al.*, 2004). Esta condición permitiría que, al aumentar la abundancia de insectos aumentara también la de los arácnidos, ya que los insectos son sus presas potenciales (Foelix, 1982).

En el mismo sentido, durante el invierno se encontró una baja abundancia de insectos muchos de los cuales pueden estar en estado de latencia (como huevos o pupas) para pasar así la época en la que ocurren las temperaturas más bajas y la escases de alimento y sitios en los que refugiarse. Por esta razón, es

posible que se haya encontrado una baja abundancia de insectos, y por lo tanto, de arácnidos. Para otros artrópodos depredadores, se ha encontrado un patrón similar, ya que al haber disminución de presas, también ha disminuido la de depredadores (Pérez-Hernández, 2009).

Para la mayoría de los artrópodos estudiados en este trabajo, se encontró que el invierno, y en general al terminar la época de lluvia, las abundancias disminuyeron. Lo anterior puede deberse a que al finalizar la época de lluvias, muchas plantas pierden sus hojas por lo cual existe una menor cantidad de recursos para los artrópodos (Dorado, 1998; Trejo, 2005). En contraste, para el grupo "Otros artrópodos" fue el invierno la estación en donde se encontró la mayor abundancia. Esto se pudo deber a que durante esta época, existe mayor concentración de hojarasca en el suelo lo que podría haber beneficiado a estos organismos. El grupo llamado "Otros artrópodos" estuvo compuesto casi en su totalidad por colémbolos y se sabe que estos organismos tienen afinidad por sitios húmedos y con alto contenido de materia orgánica en el suelo como lo es la hojarasca (Wiwatwitaya y Takeda, 2005; Cepeda-Pizarro, 2005).

### Órdenes de la Clase Insecta

Los ocho órdenes encontrados contrastan con los 10 encontrados en El Chaco, Argentina y Parque Nacional Llanos de Challe en Chile, las cuales son dos zonas árida y semiárida respectivamente donde, por ejemplo, el Orden Psocoptera si estuvo representado. Sin embargo, al igual que en estos dos zonas, los coleópteros y los dípteros se encuentran entre los ordenes más abundantes

(Molina *et al.*, 1999; Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005). En el presente estudio, de la misma manera que en las zonas áridas del norte de Chile y en la Cordillera de los Andes, Hymenoptera fue el orden de insectos con una de las mayores abundancias (Saiz *et al.*, 2000).

En cuanto a dípteros y hemípteros, se encontró que sus mayores abundancias ocurrieron durante el verano al igual que en la mayoría de los órdenes, mientras que en la primavera se encontró la menor abundancia. Esto podría deberse a que en el verano se registra la época de precipitación y de mayor humedad en San Rafael Coxcatlán. Esto concuerda con el estudio realizado en Llanos de Challe en Chile donde se observa que la precipitación es fundamental para el desarrollo de estos dos grupos de insectos debido que el agua es fundamental para su reproducción, ya que muchos de ellos depositan sus huevecillos en ella (Cepeda-Pizarro *et al.*, 2005).

Para los himenópteros, el hecho de encontrar abundancias muy altas durante casi todo el año, excepto en invierno puede asociarse con el cambio de temperatura ya que en invierno la temperatura disminuye y se ha visto que la regulación de las poblaciones de muchos insectos está dada por los cambios de temperatura, ya que a diferentes temperaturas serán diferentes las especies dominantes (Retana y Cerda, 2000) y junto con la disponibilidad de los recursos, que en esta época es menor (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2010). Sin embargo, en el invierno no todos los grupos de artrópodos disminuyen su abundancia, por ejemplo, los coleópteros presentaron las mayores abundancias en el invierno lo cual puede deberse a que ciertas especies podrían tener las repuestas

adaptativas requeridas para obtener provecho de los recursos disponibles presentes en la fase seca y más fría del año (Shmida *et al.* 1985).

### Consideraciones finales

Al observar los resultados de los organismos colectados cabe cuestionar la trampa de caída. Esta trampa es una de las más utilizadas para la captura de artrópodos sin embargo, permite capturar principalmente a los artrópodos que caminan por el suelo. Para las especies fuertemente asociadas a la vegetación, es decir epifitas, que nunca bajan a caminar por el suelo, así como las especies voladoras y minadoras, no resulta una trampa eficiente ya que éstos no son susceptibles de ser capturadas mediante el uso de este tipo de trampas. (Adis,1979; Weeks y McIntyre, 1997).

Debido a que originalmente el estudio estuvo diseñado para la captura de hormigas, se decidió el uso de la trampa de caída y en el presente estudio se analizaron a los artrópodos que junto con las hormigas fueron colectados en estas trampas.

El estudio de la comunidad completa de artrópodos que habitan en los diferentes tipos de vegetación asociados al abanico de la Barranca Muchil de San Rafael Coxcatlán requerirá de un análisis más completo que incluya el uso simultáneo de varios métodos de colecta que pueden incluir, golpeo sistemático del follaje, colecta con paraguas entomológicos, colecta manual, uso de trampa de luz, así como de otras trampas especializadas (Márquez, 2005).

Con base en los resultados obtenidos, se formulan las siguientes conclusiones:

1. La dinámica de las comunidades de artrópodos estudiados varía espacial y temporalmente, debido a que existe una heterogeneidad entre sitios y a lo largo del tiempo, afectando los recursos utilizados por estos organismos
2. En los suelos jóvenes fue donde se encontró la mayor abundancia de artrópodos durante todo el año. debido a que en estos suelos mejora la infiltración del agua y la disponibilidad de esta para las plantas, uno de los principales recursos para ellos.
3. La mayor abundancia de las Clases Insecta y Arachnida ocurrió en el verano y la menor en el invierno como se esperaba, sugiriendo que la época de lluvia favorece a la mayoría de los artrópodos.
4. El grupo "Otros artrópodos" fue más abundante en el invierno ya que probablemente la hojarasca, que es uno de sus principales recursos, prolifera en esta estación.
5. Se registraron ocho órdenes de clase insecta siendo los más abundantes, Hymenoptera, Coleoptera, Diptera y Hemiptera.

## LITERATURA CITADA

- Abraham, B. J. 1983. Spatial and Temporal patterns in sagebrush steppe spider community (Arachnida, Araneae). *Journal of Arachnology* 11: 31-50.
- Adis, J. 1979. Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps *Zoologischer Anzeiger* 200: 177-184.
- Ahearn, G. A. 1971. Ecological factors affecting populations sampling of desert tenebrionid beetles. *American Midland Naturalist* 86: 385-406.
- Andersen, A.N. 1991. Sampling communities of ground-foraging ants: Pitfall catches compared with quadrat counts in an Australian tropical savanna. *Australia. Journal of Ecology* 16: 273-279.
- Arizmendi, M. C. y Espinosa de los Monteros. A. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacán, Puebla. *Acta Zoológica Mexicana* 67: 25-46.
- Basset, Y., Kitching, R., Miller, S. y Novotny, V. 2003. Arthropods of tropical forest. Spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy. Cambridge University Press, Cambridge, M. A.
- Begon, M., Townsend, C. R. y Harper, J. L. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell publishing, Oxford.
- Bestelmeyer, B. y Schooley, R. 1999. The ants of the southern Sonora desert: community structure and the role of trees. *Biodiversity and Conservation* 8: 643–657.
- Bestelmeyer, B. y Wiens, J. 1996. The effects of land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentine Chaco. *Ecology* 6: 1225-1240.
- Borror, D. J. y White, R.E. 1970. *A Field Guide to Insects: America North of Mexico*. Houghton Mifflin Company, Boston.

- Brailovsky, H., Barrera E., Mayorga, C. y Ortega-León, G. 1994. Estudios ninfales de los coreidos del Valle de Tehuacán, Puebla. (Hemiptera-Heteroptera) 1. *Chelinidea staffilesi*, *C. tabulata* y *Narinia femorata*. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, *Serie Zoología* 66: 57–80.
- Burges, T. 1995. *Desert grssland, mixed shrub savanna, shrub steppe, or semidesert scrub? The dilemma of coexisting growth forms*, In: McClaran, M.P., T.R. Van Devender (eds.) *The desert grassland*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Canseco, L.M. 1996. *Estudio preliminar de la herpetofauna en la cañada de Cuicatlán y Cerro Piedra Larga, Oaxaca*. Bachelor Thesis, Universidad Autónoma de Puebla, Mexico
- Carpenato, G. M. y Fattorini, S. 2001. Spatial and seasonal organization of a darkling beetle (Coleoptera, *Tenebrionidae*) community inhabiting a Mediterranean coastal dune system. *Italian Journal of Zoology* 68: 207-214.
- Cepeda-Pizarro, J. 1989. Actividad temporal de tenebriónidos epígeos (Coleoptera) y su relación con la vegetación arbustiva en un ecosistema árido de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 62: 115-125.
- Cepeda-Pizarro, J., Pizarro-Araya, J. y Vázquez, H., 2005. Composición y abundancia de artrópodos epigeos del Parque Nacional Llanos de Challe: impactos del ENOS de 1997 y efectos del hábitat pedológico *Revista Chilena de Historia Natural* 78: 651-663
- Dávila, P., Arizmendi, M.C., Valiente-Banuet, A., Villaseñor, J.L., Casas, A. y Lira, R. 2002. Biological Diversity in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Biodiversity and Conservation* 11: 421-422.
- Deslippe, R. J., Salazar, J. R. y Guo, Y. L. 2001. A darkling beetle population in West Texas during the 1997-1998 El Niño. *Journal of Arid Environments* 49: 711-721.

- Dorado, O., 1998. *Sierra de Huautla-Cerro Frío Morelos; proyecto de reserva de la biosfera*. Reporte final Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, *Conservación y Manejo Reserva de la Sierra de Huautla*, Q025, 189pp
- Edney, E. B., 1997. *Water balance in land arthropods*. Springer Berlin, Nueva York.
- Escorcía, G. Y.S., Martínez, H. N. J. y Silva. T. P. J. 2012 Estudio de la diversidad de arañas de un bosque seco tropical (BS-T) en Sabanalarga, Atlántico, Colombia. *Boletín Científico Museo de Historia Natural* 16: 247- 260.
- Fernández, B. N., 1999. *Análisis de la dinámica de comunidades vegetales con relación a la evolución del paisaje en la zona semiárida de Coxcatlán, Puebla. Caso: Abanico aluvial de la Barranca del Muchil*. Tesis de Maestría en Ciencias Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.pp
- Flores, E. G., Lagos. S. J. y Roig- Juñent, S. 2004. Artrópodos epigeos que viven bajo la copa del Algarrobo (*Prosopis flexusa*) en la Reserva Telteca (Mendoza, Argentina). Instituto Argentino de Investigaciones de la Zonas Áridas. *MULTEQUINA* 13: 71-90
- Foelix, R. F. 1983. *Biology of spiders*. Harvard University Press, Londres.
- Gardner, S. M., Cabido, M. R., Valladares, G. R. y Diaz, S. 1995. The Influence of Habitat Structure on Arthropod Diversity in Argentine Semi-Arid Chaco Forest. *Journal of Vegetation Science* 6: 349-356
- Giraldo, A. y Arellano, G. 2003. Resiliencia de la comunidad epígea de Coleoptera en las Lomas de Lachay después del evento el Niño 1997-98. *Ecología Aplicada* 2: 59-68.

- Giraldo, A., Pérez, D. y Arellano, G. 2004. Respuesta de la comunidad de arañas epígeas (Araneae) en las "Lomas de Lachay", Perú, ante la ocurrencia del Evento El Niño 1997-98. *Ecología Aplicada* 3: 45-58.
- Greensalde, P.J.M., 1973. Sampling ants with pitfall traps: digging-in effects. *Insectes Sociaux* 20: 343-353.
- Gullan, P. J. y Cranston, P. S., 1995. *The insects. An Outline of Entomology*. Chapman and Hall, Londres.
- Gut, L. J., Liss, W. J. y Westigard, P. H. 1991. Arthropod community organization and development in pear. *Environmental Management* 15: 83-104.
- Guzmán-Mendoza, R., Castaño-Meneses, G. y Herrera-Fuentes, M. C. 2010. Variación espacial y temporal de la diversidad de hormigas en el Jardín Botánico del valle de Zapotitlán de las Salinas. Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 81: 427-435.
- Hansen, R. A. 2000. Effects of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage. *Ecology* 81: 1120-1132.
- Hamerlynck, E. P., McAuliffe, R.J., y Smith, D. S. 2000. Effects of surface and sub-surface soil horizons on the seasonal performance of *Larrea tridentate* (creosotebush). *Functional Ecology* 14: 596-606.
- Luna-Reyes, M., Llorente-Bousquets, J. y Luis-Martinez, A. 2008. Papilionoidea de la Sierra de Huautla, Morelos y Puebla, México (Insecta: Lepidoptera). *Revista de Biología Tropical* 56: 1677-1716.
- López-Gómez, V., Jiménez-Cedillo, L., Blanco-Becerril M. A. y Cano-Santana. Z. 2009. Ecología de la comunidad de artrópodos asociada a *Muhlenbergia robusta* (Poaceae). Pp. 441-451. In: Lot, A. y Cano-Santana, Z. (eds.) *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel*. Universidad Nacional Autónoma de México, México. DF.

- Machette, M. N. 1985. Calcic soils of the southwestern United States, IN: Soils and Quaternary Geology of the Southwestern United States. *Geological Society of America, Special Paper 203* Pp 1-20.
- MacArthur, R. A. 1972. Geographical ecology. Harper y Row, Nueva York,
- MacKay, W.P. 1991. The role of ants and termites in desert communities. In: Polis, G.A. (ed.). *The ecology of desert communities*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton, N. J.
- Márquez, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37:385–408.
- McIntyre, N. E., Rango, J., Fagan, W. F. y Faeth, S. H. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landscape and Urban Plan* 52: 257-274.
- Molina, S. I., Valladers, G. R. y Cabido, M. R. 1999. The effect of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid Chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29-42.
- Morón, M.A. y Valenzuela, J. 1993. Estimación de la biodiversidad de insectos en México: análisis de un caso. En: Gio-Argáez, R. y E. López-Ochoterena (eds.). *Diversidad Biológica en México*. Sociedad Mexicana de Historia Natural. México, D.F.
- Pérez-Hernández, C.X. 2009. *La Familia Carabidae (Insecta: Coleóptera) en Quilamula, Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos México*. Tesis profesional Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de

México. D.F.

Pianka, E. R. 1974. *Evolutionary Ecology*. Harper y Row, Nueva York. Pp □ 2141-2145

Price, P. W. 1984. *Insect Ecology*. John Wiley y Sons. Nueva York. Pp 10-25

Retana, J. y Cerdá, X. 2000. Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia* 123: 436-444.

Rico-Gray, V., Palacios-Rios, M., Garcia-Franco, J. G. y Mackay, W. P. 1988. Richness and seasonal variation of ant-plant associations mediated by plant-derived food resources in the semiarid Zapotitlan Valley. Mexico. *American Midland Naturalist* 140: 21-26.

Ríos-Casanova, L., Valiente-Banuet, A. y Rico-Gray, V. 2006. Ant diversity and its relationship with vegetation and soil factors in an alluvial fan of the Tehuacán Valley, Mexico. *Oecologia* 29: 316-323.

Ríos-Casanova, L., Cano-Santana, Z. y Godínez-Álvarez. H. 2010. Patter of arthropod diversity in contrasting habitats of El Pedregal de San Angel, a preserve in México City *Southwestern Entomologist* 35:165-175.

Rojas-Martínez, A.E., y Valiente-Banuet. A. 1996. Análisis comparativo de la quiropterofauna del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla-Oaxaca. *Acta Zoológica Mexicana* 67: 1-23.

Romig, D., Garlynd, M., Harris. R. y McSweeney. K. 1995. How farmers assess soil health and quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 50: 229-236.

- Rzedowski, J. 1973. Geographical relationships of the flora of Mexican dry regions. Pp. 61-72. In: A. Graham (ed). *Vegetation and Vegetational History of Northern Latin America*. Elsevier Scientific Publishing Company. Nueva York.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa México. Pp 432
- Saiz, F., Yates, L., Nuñez, C., Daza, M., Varas, M. y Vivar, C. 2000 Biodiversidad del complejo de artrópodos asociados al follaje de la vegetación del norte de Chile, región II. *Revista Chilena de Historia Natural* 73: 677-692.
- Samways, M.J. 1983. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. *Journal of Applied Ecology* 20: 833-847.
- Scoonhoven, L.M., Loon, J. J. A. y Dicke, M. 2005. *Insect-Plant Biology*. Oxford University Press, Oxford.
- Shmida, A., Evenari, M. y Meir, I. N. 1985. Hot deserts ecosystems: an integrated view. En: Evenari M, I Noy-Meir y DW Goodall (eds) *Hot Deserts and Arid Shrublands*: 379-387. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Holanda..
- Strong, D.R., Lawton, J. H. y Southwood, R. 1984. *Insects on Plants. Community Patterns and Mechanisms*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.PP
- Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. In Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma, G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Monografías tercer milenio, Zaragoza. Pp. 111–122.
- .
- Valiente, B.L. 1991. *Patrones de precipitación en el Valle semiárido de Tehuacán, Puebla, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

- Verbist, K., Santibáñez, F., Gabriel, D. y Soto, G. 2010. *Atlas de Zonas Áridas de América Latina y El Caribe*. CAZALAC. Documentos Técnicos del Programa Hidrológico Internacional Latino América y el Caribe .
- Villaseñor, J.L., Dávila, P. y Chiang, F. 1990. Fitogeografía del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 50: 135-149.
- Weeks, R. D. y Mclatyre, N. E. 1997. A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 82: 267-273
- Wiwatwitaya, D. y takeda, H. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. *The Ecological Society of Japan* 20: 59-70
- Whitford, W.G. 2002. *Ecology of Desert Systems*. Academic Press, San Diego.
- Whitford, W.G. y Ettershank, G. 1975. Factors affecting foraging activity in Chihuahuan desert harvester ants. *Environmental Entomology*. 4: 689-696.
- .Wolda, H. 1987. *Seasonality and the community*. En : *Organization of communities Past and present*. (JH Gee y PS Giller.eds.) Pp 69-95. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? *Annual Review of Ecology and Systematic*. 19: 1-18

Anexo 1. Porcentaje de la abundancia de los Órdenes de la clase Insecta. Por sitio en el abanico aluvial en cada una de las cuatro estaciones del año, en San Rafael Coxcatlán.Puebla.

Orden	Primavera				Total
	CA	CH	CU	FO	
<b>Ortoptera</b>	1,04%	1,04%	0,26%	0,26%	2,60%
<b>Isoptera</b>	1,04%	0,26%	0,26%	0	1,56%
<b>Thysanoptera</b>	0	0	0,26%	0	0,26%
<b>Hemiptera</b>	0,78%	0,52%	0,52%	0	1,82%
<b>Coleoptera</b>	2,86%	1,82%	0,78%	5,20%	10,66%
<b>Hymenoptera</b>	23,70%	21,35%	15,62%	13,28%	73,95%
<b>Lepidoptera</b>	0	0,78%	0,26%	0	1,04%
<b>Diptera</b>	5,73%	1,30%	0,52%	0,52%	8,07%
Orden	Verano				Total
	CA	CH	CU	FO	
<b>Ortoptera</b>	1,14%	1,71%	0,95%	0,95%	4,75%
<b>Isoptera</b>	0,95%	0,38%	0,95%	0	2,28%
<b>Thysanoptera</b>	0,19%	0,19%	0,38%	0	0,76%
<b>Hemiptera</b>	4,40%	1,71%	1,33%	1,90%	9,34%
<b>Coleoptera</b>	4,19%	0,95%	0,57%	0,19%	5,90%
<b>Hymenoptera</b>	12,38%	12,76%	12,57%	9,71%	47,42%
<b>Lepidoptera</b>	1,14%	0,38%	1,14%	1,14%	3,80%
<b>Diptera</b>	7,24%	7,05%	6,10%	5,33%	25,72%
Orden	Otoño				Total
	CA	CH	CU	FO	
<b>Ortoptera</b>	0	1,58%	0,68%	0,90%	3,16%
<b>Isoptera</b>	0,45%	0,22%	0	0,22%	0,89%
<b>Thysanoptera</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>Hemiptera</b>	1,58%	0,68%	1,13%	2,03%	5,42%
<b>Coleoptera</b>	1,13%	0,45%	2,71%	1,13%	5,42%
<b>Hymenoptera</b>	12,19%	16,93%	14%	13,54%	56,66%
<b>Lepidoptera</b>	0,22%	0,45%	0	0,22%	0,89%
<b>Diptera</b>	11,74%	5,87%	5,42%	4,51%	27,54%

Orden	Invierno				Total
	CA	CH	CU	FO	
<b>Ortoptera</b>	1,14%	0,57%	0,85%	0	2,56%
<b>Isoptera</b>	0,57%	0	0	0	0,57%
<b>Thysanoptera</b>	0	0	0	0	0,00%
<b>Hemiptera</b>	0	0	10,23%	0,28%	10,51%
<b>Coleoptera</b>	10,51%	1,70%	1,99%	2,84%	17,04%
<b>Hymenoptera</b>	16,48%	10,79%	11,93%	8,52%	47,72%
<b>Lepidoptera</b>	1,70%	1,14%	0,28%	0,28%	3,40%
<b>Diptera</b>	8,80%	3,12%	3,98%	2,27%	18,17%