



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE INSECTA A NIVEL  
EPIGEO EN EL BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO  
DE SANTIAGO DOMINGUILLO, OAXACA, MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A:**

**ERICK ANTONIO ZAVALA LEÓN**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. MARTÍN LEONEL ZURITA GARCÍA**

**Ciudad Universitaria, Cd. de México. 2017**



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.

1. Datos del alumno

Zavala

León

Erick Antonio

57 11 02 21

Universidad Nacional Autónoma de

México

Facultad de Ciencias

Biología

309333014

2. Datos del tutor

Dr

Martin Leonel

Zurita

García

3. Datos del sinodal 1

Dra

Nancy

Contreras

Moreno

4. Datos del sinodal 2

Dra

Paulina

Cifuentes

Ruiz

5. Datos del sinodal 3

Dr

Arturo

García

Gómez

6. Datos del sinodal 4

M en C

Enrique

González

Soriano

7. Datos del trabajo escrito

Distribución temporal de Insecta a nivel epigeo en el bosque tropical caducifolio de Santiago Domingullo, Oaxaca, México

80 p

2017

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme formado como profesionista y dejarme ser parte de ella.

Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero por abrirme las puertas de su laboratorio.

Al Dr. Martín Leonel Zurita García por dirigir el presente trabajo, por su apoyo y todas sus enseñanzas.

A los integrantes del jurado por sus comentarios para enriquecer este trabajo:

Dra. Nancy Contreras Moreno

Dra. Paulina Cifuentes Ruiz

Dr. Arturo García Gómez

M. en C. Enrique González Soriano

Por su ayuda en la identificación de ejemplares o análisis de datos y revisiones previas del presente trabajo:

Dr. Juan Márquez Luna

M. en C. Sara López Pérez

M. en C. Geovanni Miguel Rodríguez Mirón

M. en C. Viridiana Vega Badillo

Biól. Daniel Edwin Domínguez León

Ishwari Gutiérrez Carranza

## **DEDICATORIA**

A mi papá y mis abuelos "Don José" y "Don Cata" (q.e.p.d.), por darme la lección de vida más grande: ¡Nunca rendirme hasta el último suspiro!

A mi mamá por ser una amiga, mi ejemplo a seguir y sacarnos adelante a mi hermano y a mí, ¡MIL GRACIAS POR TODO, TE QUIERO!

A mi hermano Oscar, por ser mi amigo, mi socio dentro de la cancha y darme siempre tu apoyo. Eres el mejor.

A mi abuelita Tere, por ser una segunda madre, por todo tu cariño y siempre cuidarme y enseñarme a ser un hombre de bien.

A mis tías Martha, Paty y Verónica por su apoyo y estar con nosotros en los momentos más difíciles.

A mis amigos Alan, Dan, Mauricio y Joaquín por estar siempre en las buenas, en las malas y en las peores.

A Emilia, Paulina y Gera por ser los mejores, la carrera sin ustedes hubiera sido muy distinta chicos. ¡Gracias por todo!

A mi maestra Laura, por ser la persona que me ayudó a dar el primer paso en esta aventura llamada biología.

Al Dr. Santiago por permitirme formar parte de su equipo de trabajo.

A Martín, por ser más que un asesor, un gran amigo, gracias por las pláticas, los consejos, por compartir siempre un poco de tu conocimiento.

A mis "tíos" Sara y Geo, por sus consejos, jalones de orejas y por siempre mantenerme con los pies sobre la tierra.

A mi "jefa" Viri, por su paciencia y asesoramiento para realizar este trabajo.

A Pau, Ishwari, Edwin, Mireya, Nayeli y Enya por toda su ayuda y ser parte de mi segunda familia.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 <i>Diversidad de insectos</i> .....	2
1.2 <i>Bosque tropical caducifolio</i> .....	3
1.3 <i>Biodiversidad a nivel del suelo en el BTC</i> .....	4
1.4 <i>Trampas pitfall como método de captura</i> .....	5
<b>4. OBJETIVO .....</b>	<b>9</b>
4.1 <i>Objetivos particulares</i> .....	9
<b>5. MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
5.1 <i>Área de estudio</i> .....	10
5.2 <i>Trabajo de campo: diseño de muestreo</i> .....	11
5.3 <i>Trabajo de laboratorio: determinación taxonómica y preservación de material entomológico</i> 12	
5.4 <i>Análisis de datos</i> .....	12
5.4.1 <i>Cobertura de muestra</i> .....	12
5.4.2 <i>Curvas de acumulación</i> .....	13
5.4.3 <i>Evaluación de la diversidad</i> .....	14
5.4.4 <i>Diversidad Beta</i> .....	16
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
6.1 <i>Abundancia de Insecta</i> .....	17
6.1.1 <i>Distribución Temporal y riqueza de Insecta</i> .....	18
6.1.2 <i>Abundancia y riqueza de Insecta por sitio</i> .....	21
6.2 <i>Abundancia y riqueza de Coleoptera</i> .....	24
6.2.1 <i>Distribución Temporal de Coleoptera</i> .....	26
6.2.2 <i>Abundancia y riqueza de Coleoptera por sitios</i> .....	28
6.2.3 <i>Distribución Temporal de Coleoptera por sitio</i> .....	32
6.3 <i>Análisis de diversidad</i> .....	35
6.3.1 <i>Cobertura de la muestra</i> .....	35
6.3.2 <i>Curvas de acumulación de Coleoptera</i> .....	35

6.3.4 Diversidad Beta.....	39
6.4 <i>Análisis de diversidad por sitio</i> .....	40
6.4.1 Cobertura de la muestra por sitio.....	40
6.4.2 Curvas de acumulación.....	40
6.4.3 Diversidad de Coleoptera por sitio.....	44
6.4.4 Diversidad Beta por sitio.....	48
<b>7. DISCUSIÓN</b> .....	<b>51</b>
7.1 <i>Abundancia, riqueza y distribución temporal de Insecta</i> .....	51
7.2 <i>Abundancia, riqueza y distribución temporal de Coleoptera</i> .....	55
7.3 <i>Análisis de diversidad</i> .....	58
7.3.1 Cobertura de la muestra.....	58
7.3.2 Curvas de acumulación.....	58
7.3.3 Índices de diversidad.....	59
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	<b>62</b>
<b>9. LITERATURA CITADA</b> .....	<b>63</b>
<b>ANEXO I. Listado de familias, géneros y especies recolectadas en trampas <i>pitfall</i> de Santiago Domingullo, Oaxaca</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO II. Abundancia mensual de las familias registradas en Santiago Domingullo, Oaxaca por el periodo de recolecta</b> .....	<b>80</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Total de individuos capturados en trampas <i>pitfall</i> de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998.....	17
Cuadro 2. Total de individuos por mes en el sitio <i>A</i> de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998.....	22
Cuadro 3. Total de individuos por mes en el sitio <i>B</i> de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998.....	22
Cuadro 4. Valores de diversidad de Coleoptera en Santiago Dominguillo, Oaxaca por temporada de recolecta.....	37
Cuadro 5. Valores de diversidad de Coleoptera en Santiago Dominguillo, Oaxaca durante los meses de recolecta.....	38
Cuadro 6. Valores de diversidad de Coleoptera por temporada de recolecta en el sitio <i>A</i> .....	45
Cuadro 7. Valores de diversidad de Coleoptera en el sitio <i>A</i> durante los meses de recolecta.....	46
Cuadro 8. Valores de diversidad de Coleoptera por temporada de recolecta en el sitio <i>B</i> .....	47
Cuadro 9. Valores de diversidad de Coleoptera en el sitio <i>B</i> durante los meses de recolecta.....	48



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los sitios donde se colocaron las trampas <i>pitfall</i> en la localidad de Santiago Dominguillo, Oaxaca.....	11
Figura 2. Abundancia relativa anual de los órdenes capturados en trampas <i>pitfall</i> .....	18
Figura 3. Abundancia relativa por temporada en los órdenes de insectos capturados en trampas <i>pitfall</i> .....	19
Figura 4. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados en trampas <i>pitfall</i> .....	20
Figura 5. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados mensualmente en el sitio <i>A</i> .....	23
Figura 6. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados mensualmente en el sitio <i>B</i> .....	24
Figura 7. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en trampas <i>pitfall</i> .....	25
Figura 8. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera recolectadas en trampas <i>pitfall</i> .....	27
Figura 9. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio <i>A</i> .....	30
Figura 10. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio <i>B</i> .....	31

Figura 11. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio <i>A</i> .....	33
Figura 12. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio <i>B</i> .....	34
Figura 13. Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca.....	36
Figura 14. Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias.....	36
Figura 15. Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta..	39
Figura 16. Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca en el sitio <i>A</i> ...	41
Figura 17. Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias en el sitio <i>A</i> .....	42
Figura 18. Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca en el sitio <i>B</i> .	43
Figura 19. Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias en el sitio <i>B</i> .....	44
Figura 20. Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta en el sitio <i>A</i> .....	49
Figura 21. Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta en el sitio <i>B</i> .....	51

## RESUMEN

Se realizó un estudio para documentar la distribución temporal de los insectos epigeos del bosque tropical caducifolio (BTC) de Santiago Dominguillo, Oaxaca, así como de las familias de Coleoptera, que se obtuvieron por medio de trampas de caída (*pitfall*).

Se recolectaron 15,772 ejemplares de insectos concentrados en 14 órdenes; del número total, 358 individuos fueron larvas (sin distinción) (Cuadro 1). El grupo más abundante fue Hymenoptera que representa el 72% de los individuos seguido de Coleoptera con 8%, Diptera 7% y Hemiptera 4% (Figura 2). En la temporada de lluvias se recolectaron 6,257 individuos y en la temporada seca 8,762 individuos, Hymenoptera fue el orden más abundante con el 82% de la abundancia total de la temporada seca y el 61% para la época de lluvias (Figura 3).

Para Coleoptera se recolectaron 1,299 escarabajos pertenecientes a 33 familias y 99 especies (Anexo I Y II). Las familias con mayor abundancia fueron Scarabeidae (24.94%) y Tenebrionidae (21.78%). La familia más diversa fue Tenebrionidae con diez especies, seguida de Carabidae y Staphylinidae con ocho especies cada una, Chrysomelidae, Curculionidae y Scarabeidae con siete especies (Figura 7). Para la temporada seca se recolectaron 476 individuos donde la familia Tenebrionidae fue la más abundante representando el 41.1% del total y en la temporada de lluvias se recolectaron 621 individuos donde Scarabaeidae fue la familia más abundante con el 23.7% (Figura 8). La mayor riqueza y abundancia de especies se registró en la temporada de lluvias. Los índices de diversidad utilizados sugieren que la diversidad de coleópteros en Santiago Dominguillo es alta a nivel epigeo, sin embargo, cuenta con especies que son dominantes en abundancia para cada temporada.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los insectos son miembros importantes de las comunidades bióticas por su número de especies y abundancia. El promedio de abundancia de cualquier especie es simplemente una función de qué tan pequeña es, qué tan vastos son sus recursos y cuantos organismos compiten por ellos. Pero los insectos son inusuales entre los organismos por su abundancia de especies. De acuerdo con la teoría ecológica convencional, cada especie ocupa un nicho único, que se define por el lugar donde viven y por lo que consumen (Triplehorn y Johnson, 2005).

En algunas comunidades de insectos existe sobrelapamiento de nichos, resultando en la competencia; sin embargo, la partición e inestabilidad ambiental evitan la exclusión de un competidor por otro. Por ejemplo, algunas especies utilizan el mismo recurso pero lo hacen de una forma ligeramente distinta (Triplehorn y Johnson, 2005).

### ***1.1 Diversidad de insectos***

Actualmente hay cerca de un millón de especies descritas, y se cree que el número total de especies es de alrededor de cinco millones (Grimaldi y Engel, 2005). Se reconocen 31 órdenes de insectos (Grimaldi y Engel, 2005), de estos, Coleoptera contribuye con un gran porcentaje al número de especies a escala mundial, el cual se ha estimado entre 290-370 mil especies, seguido de Diptera (120 mil), Lepidoptera (150 mil) e Hymenoptera (125 mil) (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009a).

Para México se registran 36,779 especies de insectos terrestres agrupados en 26 órdenes (Morrone y Márquez, 2008); sin embargo, en este artículo no se incluyen todos los taxones

de cada orden, por ejemplo, para Coleoptera solo se consideran 29 familias (14,412 spp) de las 114 que se reconocen para el país (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001).

### ***1.2 Bosque tropical caducifolio***

El Bosque Tropical Caducifolio (BTC) tiene una amplia distribución y cobertura global, cerca del 42% de los bosques tropicales del mundo son bosques tropicales secos (Trejo y Dirzo, 2000). Los bosques tropicales son una de las comunidades vegetales más ricas que incluye un alto grado de endemismo; en el caso de la vegetación cerca del 60% de las especies que son exclusivas de este bosque aparecen en México, que es el equivalente al 20% de la flora mexicana. En cuanto a la fauna, cerca del 19% de vertebrados endémicos de Mesoamérica habitan este ecosistema (Trejo y Dirzo, 2000, Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009a).

En México, el Bosque Tropical Caducifolio se encuentra distribuido geográficamente en la vertiente pacífica del país desde Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas continuando en Centroamérica. En la vertiente atlántica existen, además, cuando menos tres manchones aislados: 1) en el sur de Tamaulipas, sureste de San Luis Potosí, extremo norte de Veracruz y extremo noreste de Querétaro; 2) en el centro de Veracruz, en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca; 3) en la parte norte de la Península de Yucatán, ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una fracción del de Campeche.

El BTC dentro del territorio nacional se desarrolla en una altitud de 0 a 1900 msnm, más frecuentemente por debajo de la cota de 1500 msnm. La temperatura media anual es de 20 a 29° C, siendo más alta en algunas depresiones interiores y no necesariamente a nivel del mar (Rzedowski, 2006).

Presenta dos estaciones marcadas, la de lluvias y secas. La temporada seca tiene una duración de 5 a 8 meses acentuándose la sequía entre diciembre y mayo. La precipitación anual varía entre 300 y 1800 mm. De acuerdo con la clasificación de Köppen el clima más común para este ecosistema es el tropical con invierno seco (Aw), aunque hay algunos sitios con clima semiárido (BS) y templado con invierno seco (Cw) (Rzedowski, 2006).

Además en los bosques tropicales donde existe una alternancia de estaciones secas y húmedas, se han documentado cambios temporales en la abundancia de varios órdenes de insectos (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2009).

### ***1.3 Biodiversidad a nivel del suelo en el BTC***

Debido a la alta diversidad biológica y la importancia funcional de la fauna del suelo en las comunidades y los ecosistemas, muchos estudios sobre interacciones entre planta-animal se han enfocado principalmente en la relación que ocurren en las raíces de la planta. Sin embargo, para incrementar el conocimiento de lo que sucede en las comunidades de plantas se requiere considerar también a la fauna del suelo y sus efectos sobre las interacciones que toman lugar en la superficie de la tierra (Callejas-Chavero *et al.*, 2015).

En los BTC, la información sobre la fauna del suelo es escasa (Wall *et al.*, 2011). Comparado con los bosques tropicales húmedos son pocos los estudios para estos bosques, debido a que los bosques caducifolios tienen un área de distribución menor que la de los bosques húmedos y por último está el pobre reconocimiento de los servicios ecosistémicos que ofrece la biota del suelo a los humanos (Wall *et al.*, 2011). Por ejemplo, Meave *et al.* (2012) mencionan que la explotación de recursos del BTC de Oaxaca se limita a la

extracción de madera, en particular del género *Bursera*, y al cambio de uso del suelo para la ganadería o la agricultura.

Muchos factores, como la estacionalidad, heterogeneidad del suelo, plantas, contenido de materia orgánica, temperatura, humedad, pH, compactación e interacciones con otros habitantes del suelo pueden afectar la composición y abundancia de las especies del suelo (Wall *et al.*, 2011; Callejas-Chavero *et al.*, 2015).

La fauna del suelo juega un papel importante en los procesos de degradación de la materia orgánica, productividad primaria, composición y dinámica de las comunidades de plantas, teniendo gran influencia en los diferentes niveles tróficos como herbívoros foliares, polinizadores, depredadores, parasitoides e hiperparasitoides (Callejas-Chavero *et al.*, 2015).

#### ***1.4 Trampas pitfall como método de captura***

El empleo de trampas de caída colocadas en la superficie del suelo (*pitfall trap*) es un método utilizado en los estudios faunísticos y ecológicos sobre invertebrados epigeos, principalmente en grupos como arácnidos, coleópteros o himenópteros (Luque-García y Reyes-López, 2001). Sin embargo, existen factores que influyen en la eficiencia de captura de este tipo de trampas. Mommertz *et al.* (1996) agrupan tres factores principales:

- a) Técnica de trampeo, que depende de la distancia que existe entre trampas, así como el diámetro y material del recipiente que se utilice, y si estos se encuentran cubiertos o no, o cuentan con algún tipo de atrayente.
- b) La estructura del hábitat influye de acuerdo a las propiedades que la vegetación y el suelo tengan.

- c) Características específicas de los animales que son capturados, tales como el tamaño del organismo, actividad, y el comportamiento que tienen ante la misma trampa.

Se han ofrecido algunas recomendaciones en la técnica de trampeo y que esta no tenga influencia sobre la abundancia, riqueza y composición de los invertebrados que pudieran ser capturados. En primera instancia se menciona que el colocar las trampas en una distancia corta permite que los animales caigan en ellas más fácil incrementando la tasa de captura y muestreo de la población más rápido que si se utilizan las trampas en un área grande, siendo un espacio no menor a 25 m (Ward *et al.*, 2001).

En segundo lugar, este tipo de trampas pueden ser manipuladas para obtener resultados con tendencia a uno o ciertos grupos, por lo que es necesaria una estandarización del método que se vaya a emplear para realizar comparaciones válidas entre sitios, temporadas y reducir así la confusión que pueda existir entre tratamientos (Ward *et al.*, 2001).

Siewers *et al.* (2014), realizaron un estudio en un bosque de encino en Alemania donde se probó la eficiencia de cuatro tipos de trampas *pitfall*. No se encontraron diferencias significativas en cuando al número de especies de artrópodos capturados pero si en el número de individuos de especies de tamaños grandes como carábidos y arañas, que fueron capturados con mayor frecuencia en aquellas trampas que tenían una cobertura sólida. Por tanto, se recomienda que para el uso de las trampas *pitfall* en un ambiente con una cobertura importante de hojarasca no es necesario el uso de coberturas sólidas o mallas ya que no afectan la eficiencia en la captura de artrópodos. Sin embargo, sí recomiendan el uso de un tipo de jaula para evitar que pequeños vertebrados sean capturados.



## 2. ANTECEDENTES

Como parte del Proyecto “Los Insectos del Bosque Seco” (LINBOS), los trabajos realizados en el bosque tropical caducifolio de México se han enfocado en la distribución temporal de artrópodos principalmente del orden Coleoptera, Odonata y Vespidae (Hymenoptera) (LINBOS, 2016).

Hay trabajos en donde se utilizaron trampas *pitfall* junto con recolectas directas para documentar la distribución temporal de algunas familias de Coleoptera, como Carabidae (Pérez-Hernández, 2009) y Tenenbrionidae (Cifuentes-Ruiz, 2009) en el BTC de Quilamula, Morelos. También existe un listado sobre la composición de los artrópodos y las familias de coleópteros presentes en el BTC de la Sierra de Huautla, Morelos utilizando sólo trampas *pitfall*. (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2009). Por último Pérez-Hernández (2012) presentó un análisis de la diversidad alfa y beta de los escarabajos Cantharidae (Coleoptera) asociados al BTC de siete localidades de la Vertiente del Pacífico Mexicano.

Dentro de la localidad de Santiago Dominguillo, Zaragoza-Caballero *et al.* (2009b) realizaron un análisis de la diversidad y abundancia de insectos atraídos por trampa de luz. Noguera *et al.* (2012) realizó un estudio de diversidad en la localidad de Santiago Dominguillo, Oaxaca, para la familia Cerambycidae (Coleoptera).

### 3. JUSTIFICACIÓN

Entre los principales retos que enfrentan los países considerados megadiversos están, en primera instancia, reconocer las especies existentes dentro de sus límites geográficos y, en segundo lugar, conservar dicha megadiversidad (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009a). Aunque este concepto se sustenta principalmente en el conocimiento de plantas y vertebrados, en varios de estos países se hacen grandes esfuerzos para conocer la diversidad de otros grupos también importantes, como los insectos.

El BTC, ha sido señalado como una de las comunidades vegetales más ricas y con un alto grado de endemismo (Toledo y Ordóñez, 1998; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009a). Considerando que la mayoría de los animales en hábitats terrestres son invertebrados, descomponedores de materia orgánica y que el suelo es uno de los hábitats menos estudiados (Wolters, 2001), este trabajo ofrece un listado de los órdenes de insectos que se encuentran presentes en la región del bosque tropical caducifolio de Santiago Domingillo, Oaxaca, en un ambiente epigeo. Además se describe la distribución temporal en la comunidad de insectos a lo largo de un año.

#### **4. OBJETIVO**

Describir la distribución temporal de la comunidad epigea de Insecta, haciendo énfasis en el orden Coleoptera, que se presenta en la región del bosque tropical caducifolio de Santiago Dominguillo, Oaxaca, México.

##### ***4.1 Objetivos particulares***

- a) Estimar la riqueza de coleópteros de la localidad.
- b) Conocer la composición de la comunidad de insectos.
- c) Comparar la composición de la comunidad de insectos entre las temporadas de secas y lluvias de la localidad.

## 5. MÉTODOS

### 5.1 Área de estudio

Santiago Domingullo, forma parte de la región de la Cañada, Distrito de Cuicatlán, en el municipio de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca (INAFED, 2016). La localidad se ubica al sur de la provincia fisiográfica del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, al noroeste del estado de Oaxaca, en la vertiente oeste de la Sierra de Juárez (Rzedowski, 2006).

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el clima de la región es semiárido cálido, tipo Bso (h') w' (w) (e) g. La precipitación promedio anual es de 521.5 mm y la temperatura promedio de 25.2 °C, además cuenta con una expresión muy marcada en dos épocas de año; la temporada seca que comprende de noviembre a mayo, y la temporada de lluvias que va de junio a octubre (Noguera *et al.*, 2012; Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009b).

El BTC es el tipo de vegetación dominante en el área de estudio. Las especies de árboles dominantes son *Lysiloma microphyllum* Benth. (Leguminosae), *Bursera aptera* Ramírez, *B. morelensis* Ramírez, *B. schlechtendalii* Engl. (Burseraceae), *Cyrtocarpa procera* H.B.K. (Anacardiaceae), *Stenocerus weberi* (Coulter) Buxbaum, *Escontria chiotilla* (Weber) Rose (Cactaceae) y *Ceiba parvifolia* Rose (Cactaceae) (Jaramillo-Luque, 1982). Además Rzedowski (2006) señala que a veces se encuentran con cierta abundancia especies xerófilas sobre taludes rocosos.

A lo largo de los arroyos y cañones estrechos se presenta un bosque de galería, caracterizado por árboles de mayor talla que aquellos del BTC. Las áreas planas en estos

últimos sitios han sido abiertas a la agricultura, removiéndose gran parte de la vegetación original (Noguera *et al.*, 2012).

### **5.2 Trabajo de campo: diseño de muestreo**

Se colocaron trampas de caída en dos cuadrantes, las cuales permanecieron activas cinco días de cada mes, entre noviembre de 1997 a octubre de 1998. En cada sitio se colocaron nueve trampas dispuestas en tres columnas por tres filas. Las trampas consistieron en recipientes de plástico de 15 cm de altura, 18 cm de diámetro superior y 10 de diámetro basal, protegidas por una cubierta circular de plástico. Entre cada trampa había una distancia de 1.5 m. Los cuadrantes fueron trazados cerca del río Las Juntas. En la coordenada  $17^{\circ} 37'53.27''N$   $96^{\circ}54'14.08''O$  se ubicó el sitio *A*, donde predomina la vegetación del BTC, mientras que el sitio *B* fue colocada en un sustrato de matorral xerófilo a 100 m de altitud del primer cuadrante en la coordenada  $17^{\circ} 38'58.87'' N$   $96^{\circ} 54'47.10''O$ .



**Figura 1. Ubicación de los sitios donde se colocaron las trampas pitfall en la localidad de Santiago Dominguillo, Oaxaca. Imagen tomada de Google Earth 2016.**

### ***5.3 Trabajo de laboratorio: determinación taxonómica y preservación de material entomológico***

Los ejemplares recolectados fueron trasladados a la Colección Nacional de Insectos (CNIN). Una vez separado hasta subphylum se realizó una segunda revisión de Insecta donde los organismos fueron contados y separados a nivel de orden con la clave taxonómica de Triplehorn y Johnson (2005).

En el caso particular de Coleoptera, una parte representativa del material se montó con alfileres entomológicos, el resto permanece preservado en alcohol al 70%, los ejemplares fueron separados a morfoespecie, posteriormente se identificaron a familia, género o especie. Se montaron de uno a dos ejemplares por morfoespecie. Los ejemplares fueron revisados en un microscopio estereoscópico, con ayuda de literatura especializada (White, 1998, Maes, 1995, Delgado *et al.*, 2000, Burke *et al.*, 2011, De la Cruz *et al.*, 2013).

Se consultaron especialistas para la determinación a género, y en algunos casos especie. Una vez montados y determinados se colocaron las etiquetas taxonómicas y de localidad para su incorporación a la CNIN.

### ***5.4 Análisis de datos***

#### **5.4.1 Cobertura de muestra**

La medición de la riqueza de especies se relaciona directamente con el esfuerzo de muestreo aplicado durante un estudio. El concepto de “cobertura de la muestra” adecuado por Chao y Jost (2012) para analizar datos de diversidad biológica, considera una medida de la completitud de la muestra indicando la proporción del número total de individuos de un ensamblaje que pertenecen a las especies representadas en la muestra. El cálculo de la

cobertura se basa en la integración de tres elementos fundamentales: el tamaño de la muestra, esto es, el número total de individuos registrados ( $n$ ), el número de *singletons* (especies representadas por solo un individuo en la muestra, cuya notación es  $f_1$ ) y el número de *doubletons* (especies representadas por dos individuos en la muestra, denotado como  $f_2$ ), los cuales se relacionan de la siguiente manera (Pineda y Moreno, 2015):

$$C_2 = 1 - \left( \frac{f_1}{n} \left[ \frac{(n-1)f_1}{((n-1)f_1) + 2f_2} \right] \right)$$

#### 5.4.2 Curvas de acumulación

En una curva de acumulación la incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente y a medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

Se realizaron curvas de acumulación para comparar la riqueza que se presentó en los meses correspondientes a cada temporada en los que fue realizado el muestreo. Para realizar este tipo de comparaciones se sugiere que todos los ensamblajes que se van a comparar tengan el mismo esfuerzo de muestreo. Se utilizó la propuesta de Colwell *et al.* (2012) la cual permite extrapolar las curvas de acumulación tomando como referencia el ensamblaje con el mayor esfuerzo de muestreo, en este caso se utilizó el mayor número de individuos. Las curvas fueron extrapoladas con ayuda del programa EstimatesS 9.1 (Colwell, 2013).

### 5.4.3 Evaluación de la diversidad

La diversidad de especies en la comunidad se analizó mediante el índice de Shannon ( $H'$ ), que asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de  $S$ , donde  $S$  es el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

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

Donde  $H'$  es la incertidumbre promedio por especie en una comunidad infinita formada por  $S^*$  especies con abundancias proporcionales conocidas  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_s^*$ .

La equidad se evaluó a través del índice de Pielou, donde se mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2001; Magurran, 2004).

$$J' = H'/H'_{\max}$$

Donde  $H'_{\max} = \ln(S)$ .

También se utilizó el índice de dominancia de Simpson, el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sea de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1-\lambda$  (Moreno,



2001; Magurran, 2004). Los valores de los índices se obtuvieron a través de la aplicación PAST (Hammer, 2015).

La diversidad local se calculó mediante el método propuesto por Jost (2006) en el cual se utilizan números efectivos como unidades de medición, que utiliza el término de diversidad verdadera cuya ecuación general es:

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

donde  ${}^qD$  es la diversidad. Para una conversión sencilla del índice de Shannon, que mide la entropía, se convierte fácilmente en una medida de diversidad al expresarlo como  ${}^1D = \exp(H')$  (Jost, 2006). El exponente  $q$  determina la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies; es decir, la influencia que pueden tener las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad. Para este estudio, se utilizó la diversidad de orden uno ( $q=1$ ), donde todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad (Moreno *et al.*, 2011).

#### 5.4.4 Diversidad Beta

Para el cálculo de la diversidad beta se utilizó el método de Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS), calculado mediante el programa PAST, este método se basa en resumir en dos o tres dimensiones la configuración espacial de las entidades comparadas en un espacio matemático multidimensional (Clarke, 1993). El índice empleado fue el de Jaccard, este utiliza datos de presencia-ausencia, el intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies (Moreno, 2001); cuya ecuación es:

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

Donde

$a$ = número de especies presentes en el sitio A

$b$ = número de especies presentes en el sitio B

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

## 6. RESULTADOS

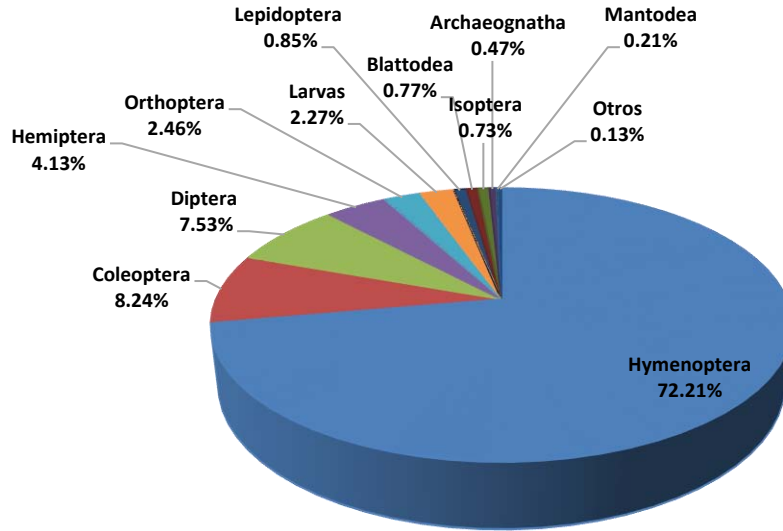
### 6.1 Abundancia de Insecta

Se recolectaron 15,772 ejemplares de insectos concentrados en 14 órdenes, del número total 358 individuos fueron larvas (sin distinción). El grupo más abundante fue Hymenoptera que representa el 72% de los individuos, seguido de Coleoptera con 8%, Diptera 7% y Hemiptera 4%, los órdenes Odonata, Embioptera, Neuroptera y Thysanura en conjunto representan el 0.13% del total de individuos, siendo los grupos de menor abundancia. Cabe señalar que en el mes de noviembre, cuando se inició el muestreo, no se obtuvieron registros (Cuadro 1 y Figura 2).

**Cuadro 1. Total de individuos capturados en trampas *pitfall* de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998.**

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	SF**	Total
Hym	0	5,594	157	219	256	548	458	760	801	1,426	588	248	334	11,389
Col	0	45	0	56	119	149	107	309	107	93	103	9	202	1,299
Dip	0	251	13	222	7	20	3	174	87	172	48	96	95	1,188
Hem	0	130	9	34	7	10	8	58	82	152	40	79	42	651
Orth	0	47	28	8	2	11	8	30	21	90	65	48	30	388
Larv	0	0	0	0	0	0	9	108	34	95	18	82	12	358
Lep	0	16	2	13	24	16	6	8	7	10	14	9	9	134
Blat	0	27	0	3	8	23	5	25	7	9	5	7	3	122
Iso	0	0	0	4	3	20	13	12	24	5	2	15	17	115
Arch	0	5	0	3	2	0	0	0	0	30	13	21	0	74
Mant	0	6	1	4	6	7	0	2	0	0	1	2	4	33
Otros*	0	0	0	5	0	1	4	5	1	0	0	0	5	21
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>6,121</b>	<b>210</b>	<b>571</b>	<b>434</b>	<b>805</b>	<b>621</b>	<b>1,491</b>	<b>1,171</b>	<b>2,082</b>	<b>897</b>	<b>616</b>	<b>753</b>	<b>15,772</b>

Hymenoptera (Hym), Coleoptera (Col), Diptera (Dip), Hemiptera (Hem), Orthoptera (Orth), Larvas (Larv), Lepidoptera (Lep), Blattodea (Blat), Isoptera (Iso), Archaeognatha (Arch), Mantodea (Mant). \*En "Otros" se incluyen aquellos grupos cuya abundancia total fue menor o igual a diez individuos (Odonata, Embioptera, Neuroptera y Thysanura); \*\*SF= Individuos recolectados sin fecha en la etiqueta.

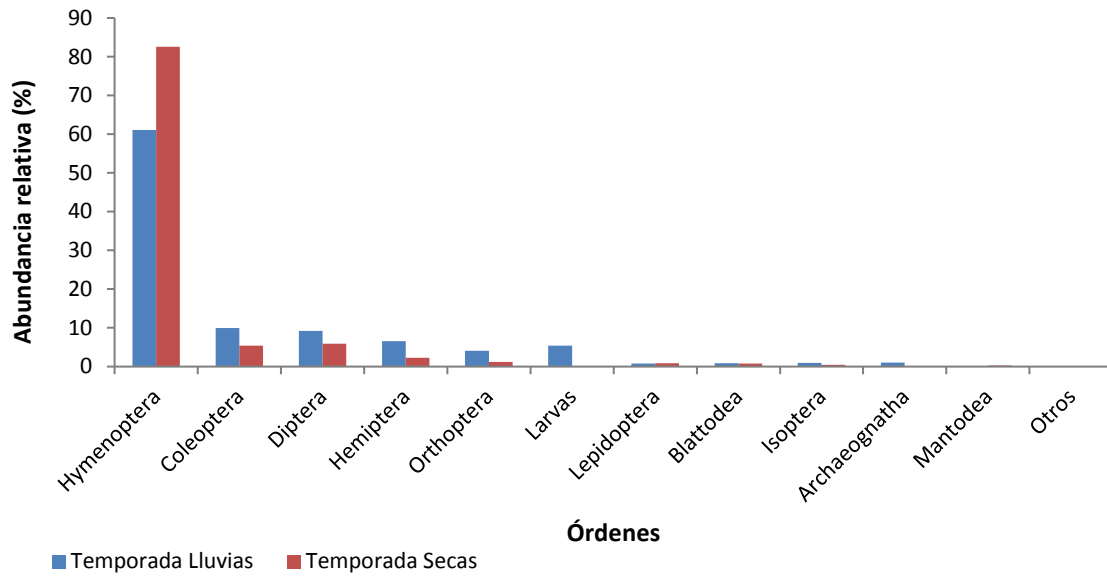


**Figura 2. Abundancia relativa anual de los órdenes capturados en trampas *pitfall***

### 6.1.1 Distribución Temporal y riqueza de Insecta

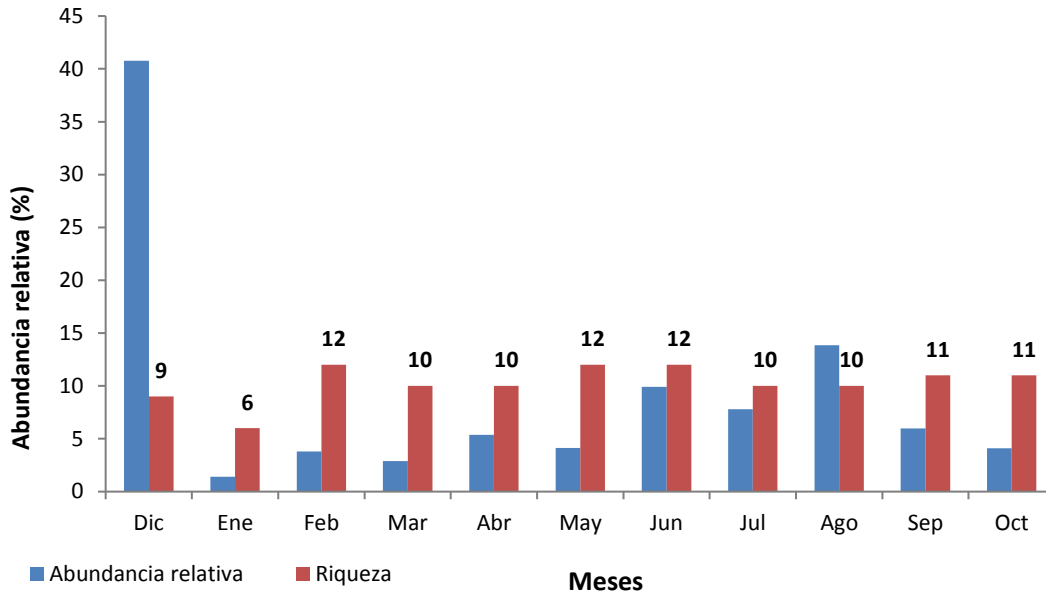
Sin contar el mes de noviembre, los órdenes Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Orthoptera y Lepidoptera estuvieron presentes en todos los meses durante los cuales se realizó la recolecta. Coleoptera y Blattodea no cuentan con registros en el mes de enero. En la temporada seca se recolectaron 8,762 individuos y en la temporada de lluvias 6,257.

Hymenoptera fue el orden dominante con el 82.5% de individuos de la temporada seca y el 61% en la época de lluvias. Mientras que Coleoptera (9.92%), Diptera (9.22%), Hemiptera (6.56%), Orthoptera (4.05%) y las larvas (5.38%) presentaron una mayor abundancia en la temporada de lluvias que en la temporada seca. Lepidoptera fue el único grupo que presentó una mayor abundancia en la temporada seca que en periodo de lluvias después de Hymenoptera, con el 0.87% respectivamente de la abundancia total en la temporada seca (Figura 3).



**Figura 3. Abundancia relativa por temporada en los órdenes de insectos capturados en trampas *pitfall***

En temporada seca respecto a la abundancia el mes de diciembre tuvo el mayor registro con 6,121 individuos y enero con 210 individuos es el de menor abundancia. Para la misma temporada pero en cuanto a la riqueza, ésta fue mayor en febrero y mayo que registraron 12 órdenes para cada mes y enero fue el menos rico con seis (Cuadro 1 y Figura 4).



**Figura 4. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados en trampas *pitfall***

En la temporada de lluvias agosto fue el mes con mayor abundancia con 2,082 individuos mientras que octubre fue el mes de menor abundancia con 616 individuos. En cuanto a riqueza, junio fue el mes más rico al registrar 12 órdenes y julio y agosto fueron los de menor riqueza con solo 10 órdenes (Cuadro 1 y Figura 4).

De los 14 órdenes que se registraron en este trabajo, 12 aparecen en ambas temporadas, Thysanura y Odonata solo contaron con registros en la temporada seca (Cuadro 1).

### **6.1.2 Abundancia y riqueza de Insecta por sitio**

El sitio *A* tuvo una abundancia total de 10,374, de los cuales Hymenoptera representa el 77.5% sin embargo; hay que señalar que de este grupo solo en el mes de diciembre se capturaron 5,569 individuos (Cuadro 2). Para la temporada de secas diciembre fue el mes con mayor abundancia con 55.43% y enero el de menor (2%). Para lluvias, junio (9.72%) y octubre (2.16%) fueron los meses con mayor y menor abundancia (Figura 5).

Respecto a la riqueza, febrero registró un total de 12 órdenes y marzo con cinco órdenes fueron los meses con mayor y menor riqueza respectivamente para la temporada seca. Para lluvias, junio fue el mes más rico con 12 órdenes y el mes con menor número de órdenes fue octubre con ocho (Figura 5).

**Cuadro 2. Total de individuos por mes en el sitio A de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998**

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	SF**	Total
Hym	0	5,569	157	157	146	300	211	516	262	118	206	130	266	8,038
Col	0	35	0	41	60	84	20	216	64	5	79	0	199	803
Dip	0	65	13	120	0	0	2	67	80	76	43	29	33	528
Hem	0	82	9	22	0	6	2	46	25	41	30	5	35	303
Larv	0	0	0	0	0	0	9	108	25	47	0	30	1	220
Orth	0	26	28	3	0	2	3	22	6	25	34	14	20	183
Blat	0	25	0	3	3	7	3	23	3	3	1	5	2	78
Lep	0	10	2	7	12	11	5	7	4	4	6	2	6	76
Isop	0	0	0	4	0	7	5	11	21	2	2	12	0	64
Arch	0	4	0	3	1	0	0	0	0	26	13	0	0	47
Man	0	4	1	3	0	6	0	2	0	0	0	0	4	20
Otros*	0	0	0	5	0	0	1	3	0	0	0	0	5	14
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>5,820</b>	<b>210</b>	<b>368</b>	<b>222</b>	<b>423</b>	<b>261</b>	<b>1,021</b>	<b>490</b>	<b>347</b>	<b>414</b>	<b>227</b>	<b>571</b>	<b>10,374</b>

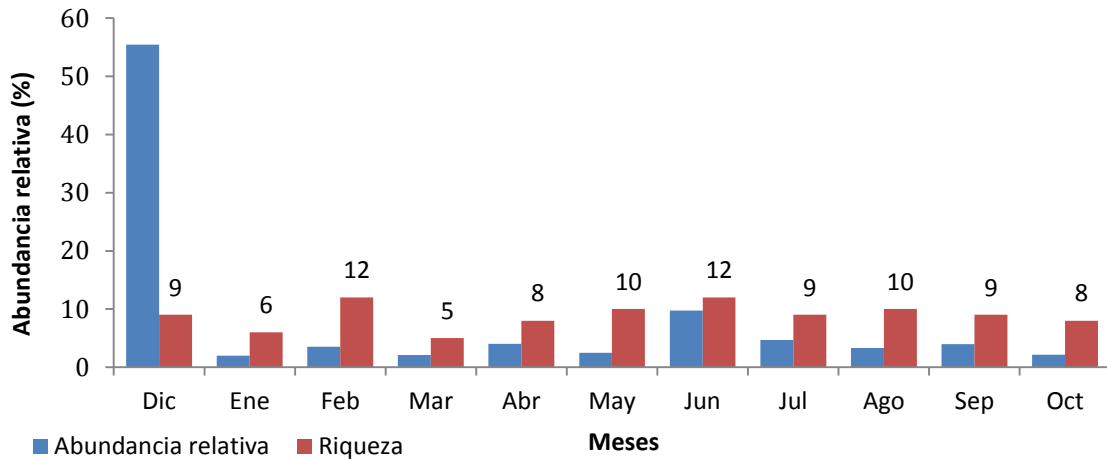
Hymenoptera (Hym), Coleoptera (Col), Diptera (Dip), Hemiptera (Hem), Orthoptera (Orth), Larvas (Larv), Lepidoptera (Lep), Blattodea (Blat), Isoptera (Iso), Archaeognatha (Arch), Mantodea (Mant). \*En "Otros" se incluyen aquellos grupos cuya abundancia total fue menor o igual a diez individuos (Odonata, Embioptera, Neuroptera y Thysanura); \*\*SF= Individuos recolectados sin fecha en la etiqueta.

**Cuadro 3. Total de individuos por mes en el sitio B de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998**

	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	SF**	Total
Hym	0	25	0	62	110	248	247	244	539	1,308	382	118	68	3,351
Dip	0	186	0	102	7	20	1	107	7	96	5	67	62	660
Col	0	10	0	15	59	65	87	93	43	88	24	9	3	496
Hem	0	48	0	12	7	4	6	12	57	111	10	74	7	348
Orth	0	21	0	5	2	9	5	8	15	65	31	34	10	205
Larv	0	0	0	0	0	0	0	0	9	48	18	52	11	138
Lep	0	6	0	6	12	5	1	1	3	6	8	7	3	58
Iso	0	0	0	0	3	13	8	1	3	3	0	3	17	51
Blatt	0	2	0	0	5	16	2	2	4	6	4	2	1	44
Arch	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	0	21	0	27
Man	0	2	0	1	6	1	0	0	0	0	1	2	0	13
Otros*	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	7
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>301</b>	<b>0</b>	<b>203</b>	<b>212</b>	<b>382</b>	<b>360</b>	<b>470</b>	<b>681</b>	<b>1,735</b>	<b>483</b>	<b>389</b>	<b>182</b>	<b>5,398</b>

Hymenoptera (Hym), Coleoptera (Col), Diptera (Dip), Hemiptera (Hem), Orthoptera (Orth), Larvas (Larv), Lepidoptera (Lep), Blattodea (Blat), Isoptera (Iso), Archaeognatha (Arch), Mantodea (Mant). \*En "Otros" se incluyen aquellos grupos cuya abundancia total fue menor o igual a diez individuos (Odonata, Embioptera, Neuroptera y Thysanura); \*\*SF= Individuos recolectados sin fecha en la etiqueta.



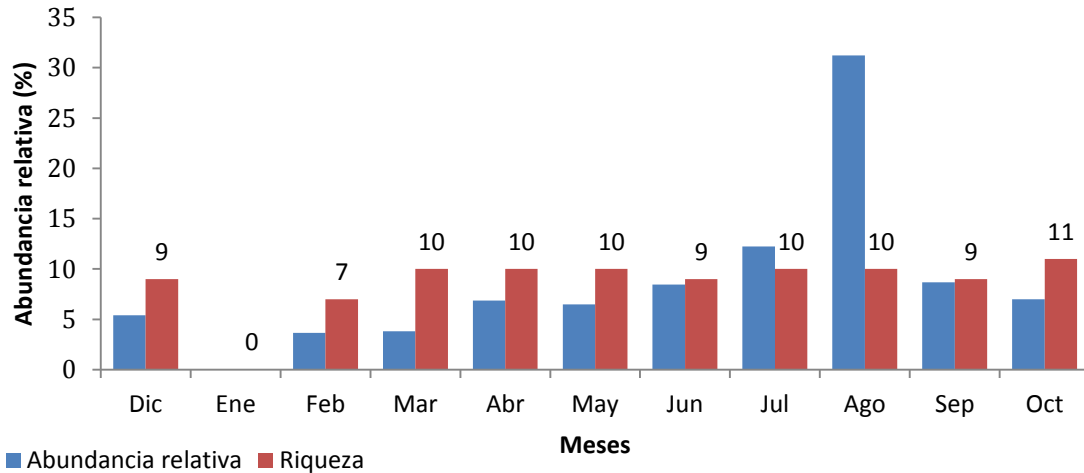


**Figura 5. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados mensualmente en el sitio A**

En el sitio B se capturaron 5,398 individuos siendo de igual manera Hymenoptera (60%) el grupo dominante. Los meses que tuvieron mayor y menor abundancia en temporada seca fueron abril con el 6.87% y febrero con 3.67% respectivamente. En la temporada de lluvias agosto fue el mes más abundante con el 31.21% de los individuos y octubre el de menor abundancia (7%) (Cuadro 3 y Figura 6).

En cuanto a riqueza en la temporada seca los meses de marzo, abril y mayo fueron los más ricos con 10 órdenes cada uno y febrero con siete fue el de menor número de órdenes. En cuanto a la temporada de lluvias octubre presentó mayor riqueza con 11 órdenes y septiembre con nueve el menor (Figura 6).

El resto de los grupos dominantes para ambos sitios en cuanto a abundancia se compone de Coleoptera, Diptera y Hemiptera (Cuadros 2 y 3). Los grupos menos abundantes son Odonata, Embioptera, Neuroptera y Thysanura, hay que señalar que los registros de Odonata se dieron en el sitio A.



**Figura 6. Abundancia relativa y riqueza de órdenes registrados mensualmente en el sitio B**

### **6.2 Abundancia y riqueza de Coleoptera**

Se recolectaron 1,299 escarabajos pertenecientes a 33 familias y 99 especies. Las familias que presentaron una mayor abundancia fueron Scarabeidae (24.94%), Tenebrionidae (21.78%), Cleridae (7.54%), Nitidulidae (7.54%) y Carabidae (7%). Con menos representantes (solo un individuo) fueron: Cerambycidae, Cucujidae, Euglenidae, Latridiidae y Oedemeridae.

La familia más rica fue Tenebrionidae con diez especies, seguida de Carabidae y Staphylinidae con ocho especies cada una, Chrysomelidae, Curculionidae y Scarabeidae con siete especies. En cuanto a riqueza también son varias las familias que están representadas por solo una especie, teniendo así a las familias: Cerambycidae, Cerylonidae, Colydiidae, Cucujidae, Eucinitidae, Euglenidae, Eucnemidae, Latridiidae, Meloidae, Mordellidae, Oedemeridae, Pyrochroidae, Scolytidae, Trogidae y Zopheridae (Figura 7).

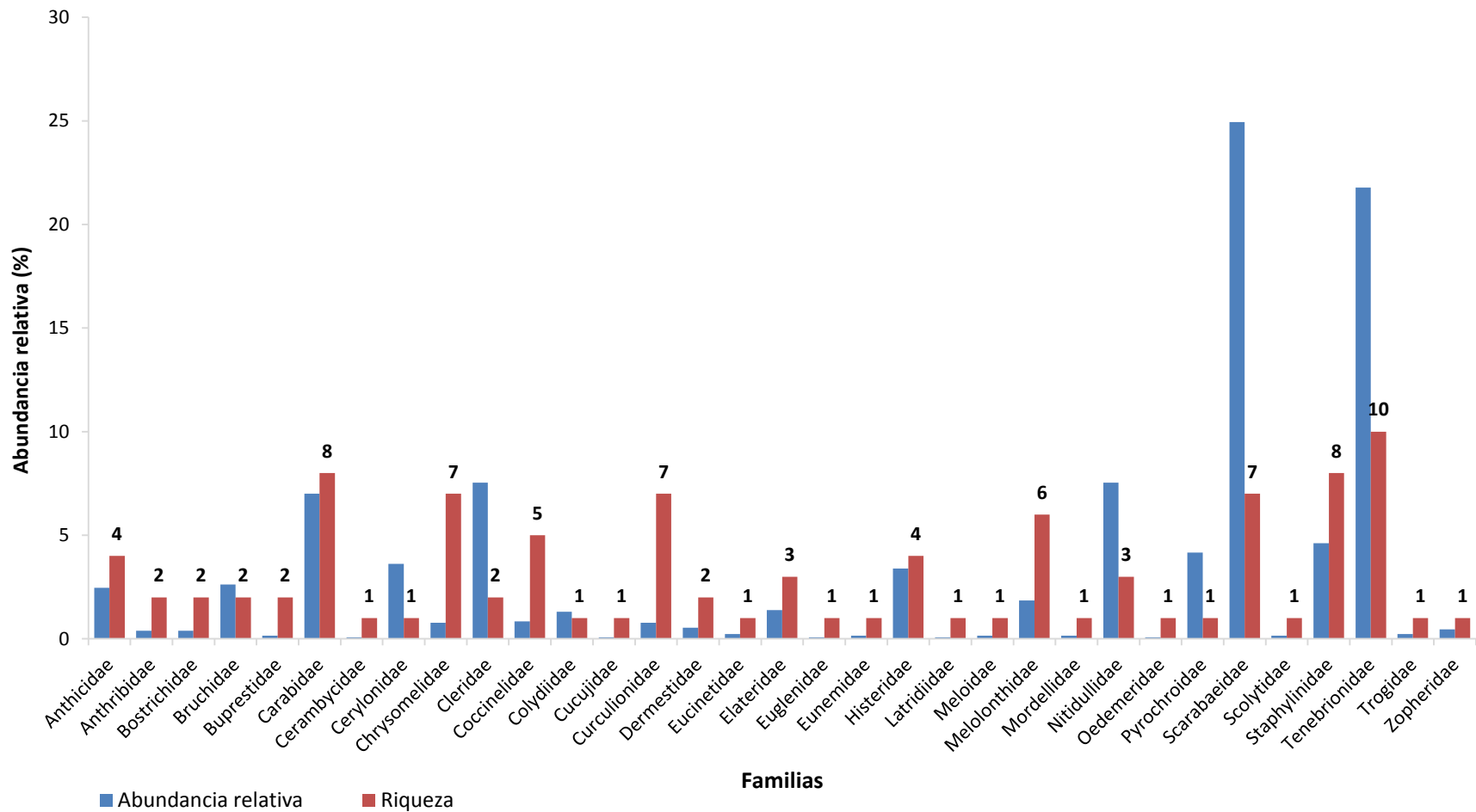


Figura 7. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en trampas *pitfall*.

### **6.2.1 Distribución temporal de Coleoptera**

Para la temporada seca se recolectaron 476 individuos. La familia Tenebrionidae fue la más abundante representando el 41.09% del total de escarabajos recolectados en esta temporada, las otras familias más abundantes en este periodo fueron: Cleridae (18.86%), Pyrochroidae (9.85%) y Anthicidae (5.66%) (Figura 8).

En la temporada de lluvias se recolectaron 621 escarabajos de los cuales la familia Scarabaeidae fue la familia más abundante con el 23.67% seguida por Tenebrionidae (12.88%), Nitidulidae (14.49%) y Carabidae (12.56) (Figura 8).

Abril fue el mes de la temporada seca donde se registró una mayor abundancia para Coleoptera, noviembre y enero los de menor, al no registrarse ningún individuo. Junio como el mes con mayor abundancia y octubre como el de menor para la temporada de lluvias. (Cuadro 1).

Entre las dos temporadas se comparten 32 especies, 20 especies son exclusivas de la temporada seca y 39 lo son de la temporada de lluvias. Ninguna de las 33 familias de Coleoptera estuvo representada en todos los meses que se realizó la recolecta. Cerambycidae, Cucujidae y Oedemeridae solo se registraron en meses de secas y Anthribidae, Buprestidae, Eucinetidae, Euglenidae, Latridiidae, Meloidae, Mordellidae, Scolytidae solo se registraron en meses de lluvias (Figura 8 y Anexo II).

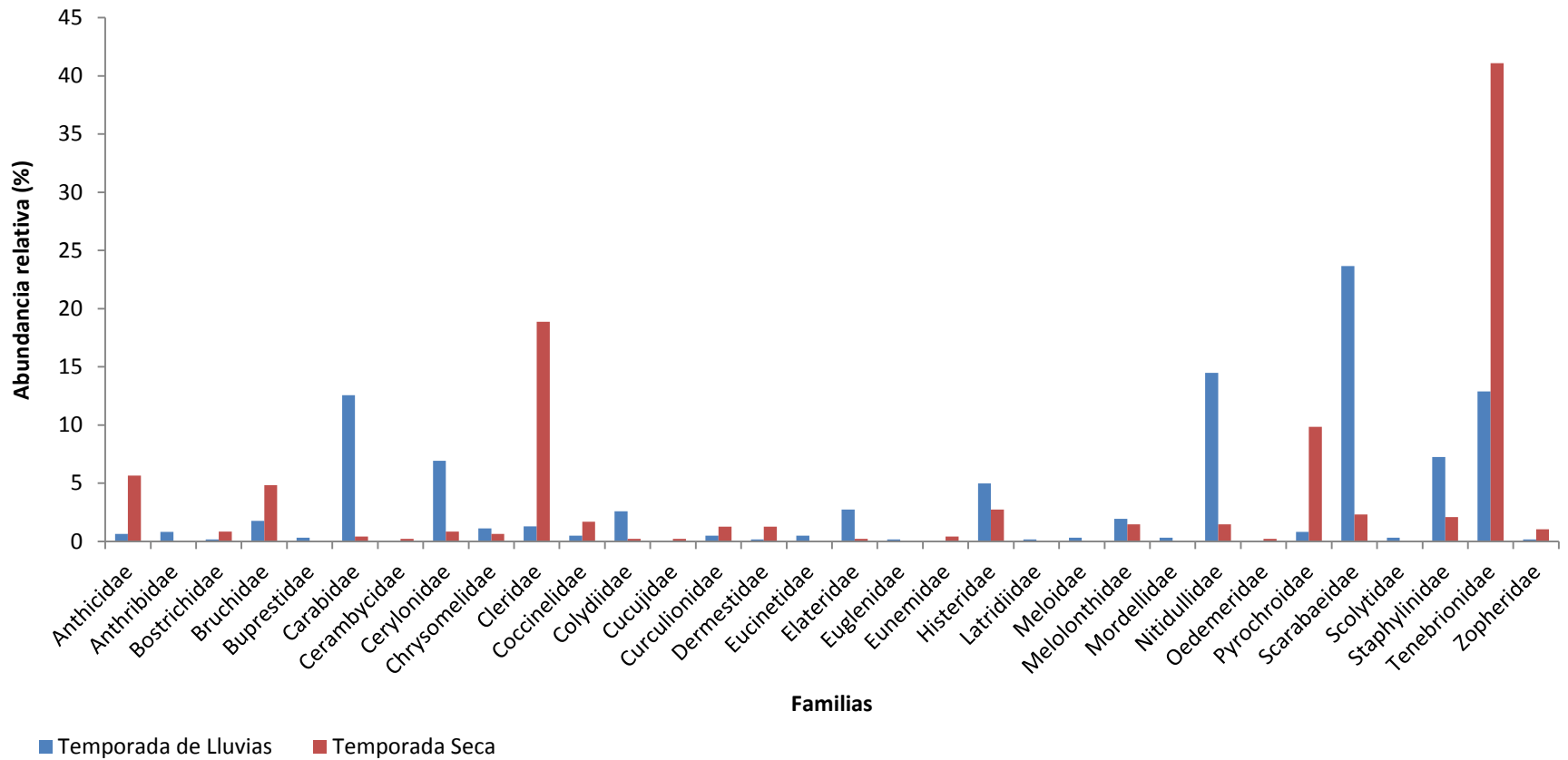


Figura 8. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera recolectadas en trampas *pitfall*.

### 6.2.2 Abundancia y riqueza de Coleoptera por sitios

La abundancia y riqueza entre sitios fueron distintas, siendo ambas mayores en el sitio *A* al tener un total de 803 individuos pertenecientes a 29 familias y 84 especies (Figura 9), mientras que los 496 individuos recolectados en el sitio *B* representan un total de 26 familias y 62 especies (Figura 10).

Para el sitio *A* la familia Scarabaeidae fue la que tuvo una mayor abundancia al representar el 36.61% del total de individuos registrados. Respecto a las familias que presentaron una menor abundancia fueron: Buprestidae, Cerambycidae, Cucujidae, Eucinetidae, Latridiidae, Meloidae y Scolytidae que fueron las familias cuya abundancia relativa es igual a 0.12% cada una, por estar representada por solo un individuo. En cuanto a riqueza la familia Tenebrionidae fue la más rica al estar representada por nueve especies y las familias que tuvieron una menor riqueza fueron las mismas que tuvieron menor abundancia.

La riqueza para este sitio fue mayor en la temporada de lluvias en el mes de junio al registrarse un total de 37 especies y el mes de menor riqueza fue octubre. Para la temporada seca el mes más rico fue abril con 18 especies y los de menor fueron noviembre y enero con cero especies.

En el sitio *B* los tenebriónidos fueron la familia más rica con nueve especies y más abundante al representar el 29.37% del total de los escarabajos colectados en esta trampa. Las familias que estuvieron representadas por un solo individuo fueron: Buprestidae, Curculionidae, Eucinetidae, Meloidae, Oedemeridae y Scolytidae (Figuras 9 y 10).

Los meses con mayor riqueza para este sitio en temporada de lluvias fue el mes de junio que presentó 25 especies mientras que octubre, fue el de menor riqueza, contó con 6 especies. En temporada seca, abril tuvo un registro de 15 especies y noviembre y enero no tuvieron especies.

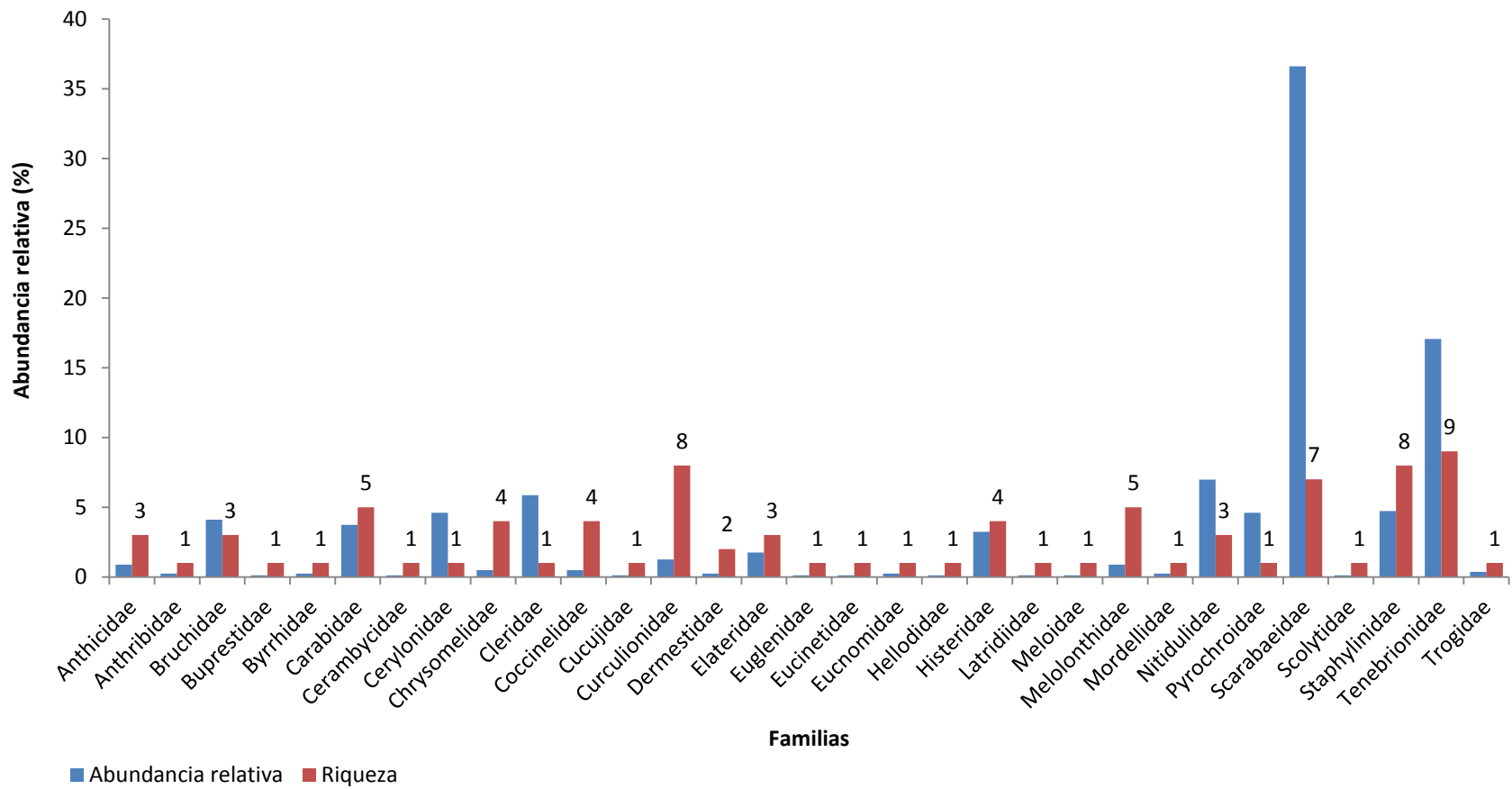
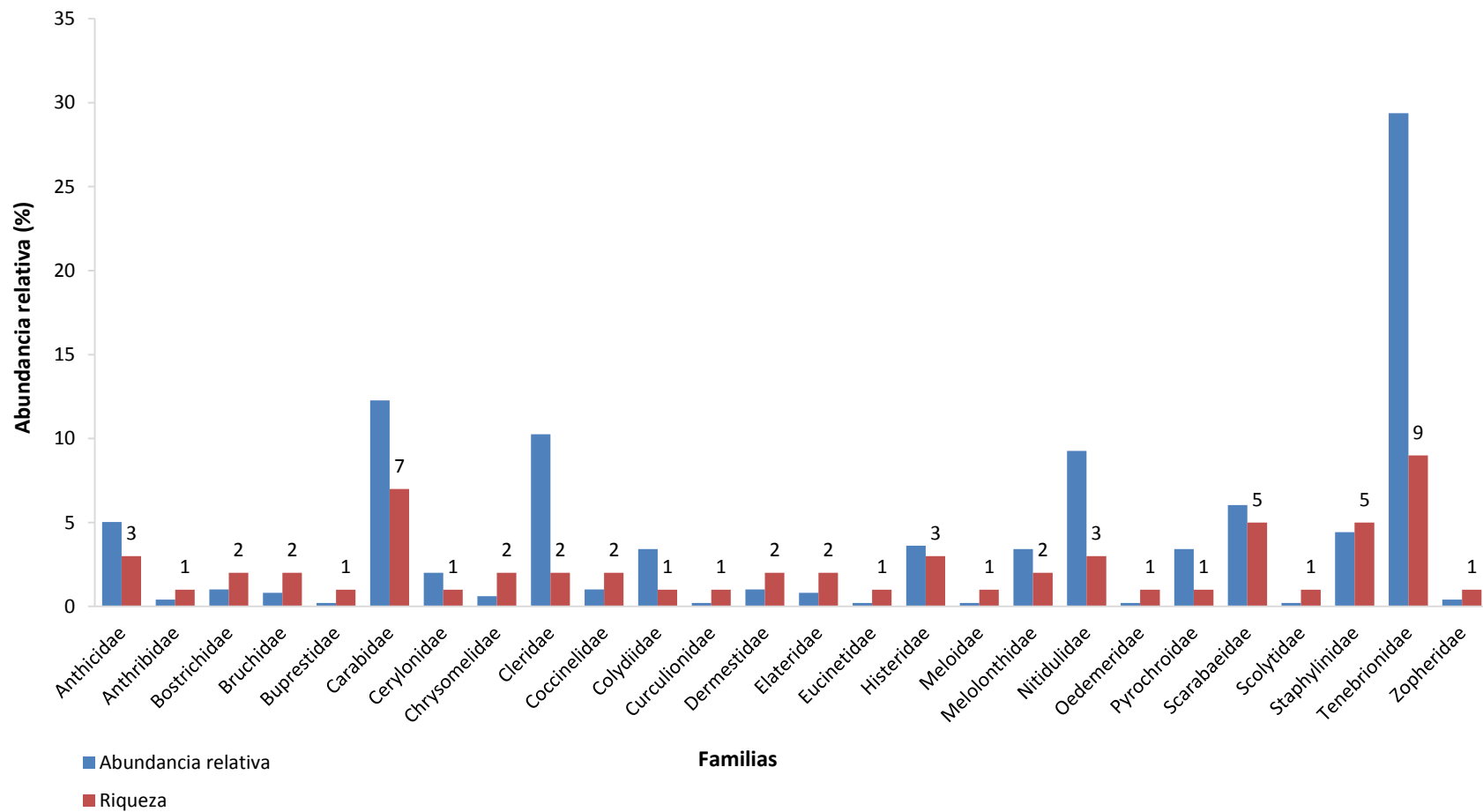


Figura 9. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio A.





**Figura 10. Abundancia y riqueza de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio B.**

### **6.2.3 Distribución temporal de Coleoptera por sitio**

Para el sitio *A*, el mes de abril fue el que tuvo la mayor abundancia para la época seca en cambio los meses con menor abundancia para secas fueron noviembre y enero. La familia Tenebrionidae fue la más abundante en la temporada de secas con el 36.25% de la abundancia total para esta temporada (Figura 11). Para la temporada de lluvias, junio fue el de mayor abundancia, y octubre fue el de menor abundancia. Scarabaeidae fue la familia más abundante en lluvias con el 32.96% de la abundancia total de la temporada de lluvias.

En el sitio *B*, los meses de abril y junio fueron los meses de mayor abundancia para la temporada seca y de lluvias respectivamente, la menor abundancia se presentó en noviembre y enero para la temporada seca con cero individuos y el mes de octubre para lluvias con solo nueve individuos registrados. Tenebrionidae con el 45.99% fue la familia más abundante para la temporada seca y Carabidae con el 23.34% para la temporada de lluvias (Figura 12).

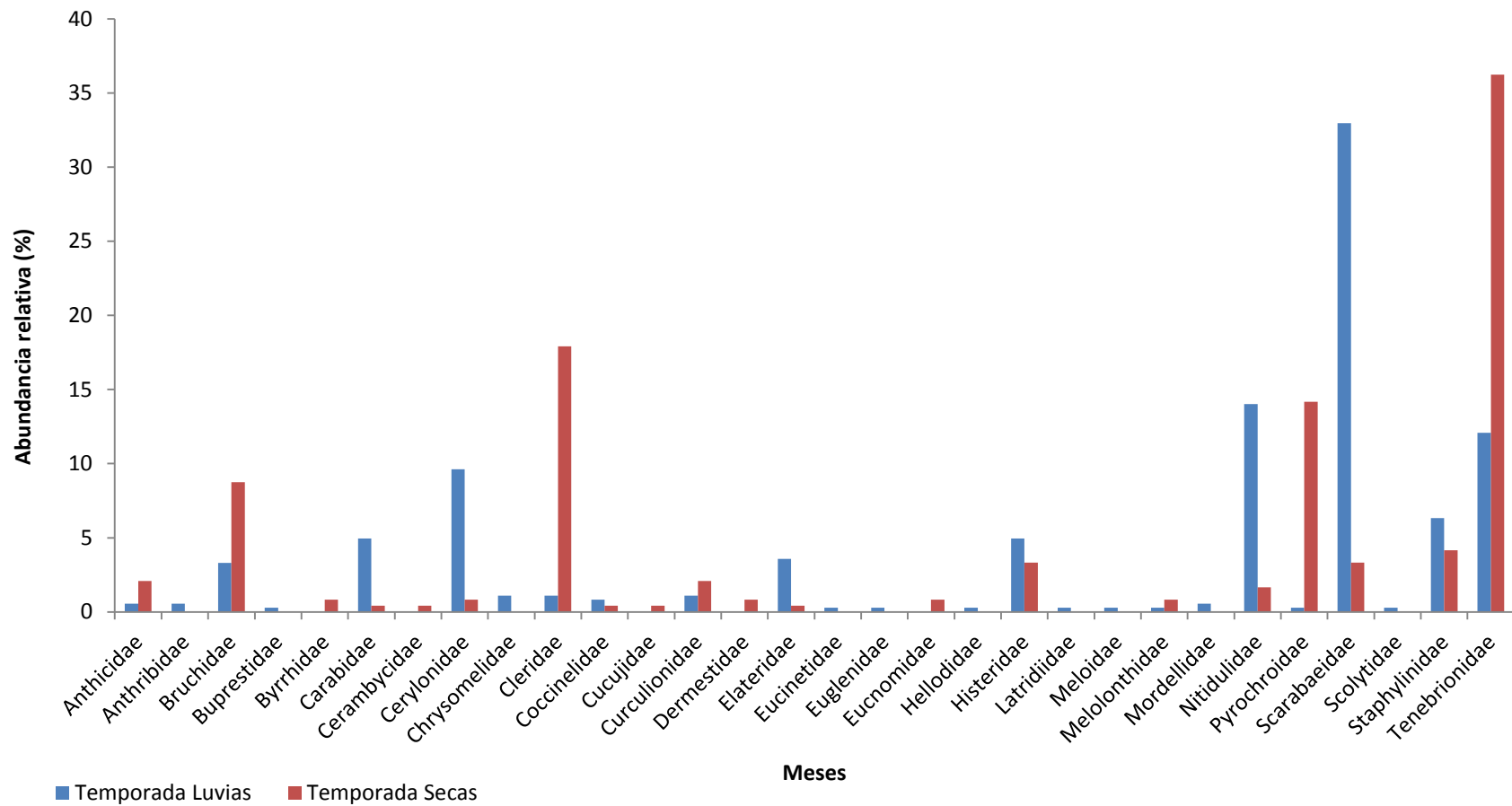


Figura 11. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera colectadas en el sitio A.

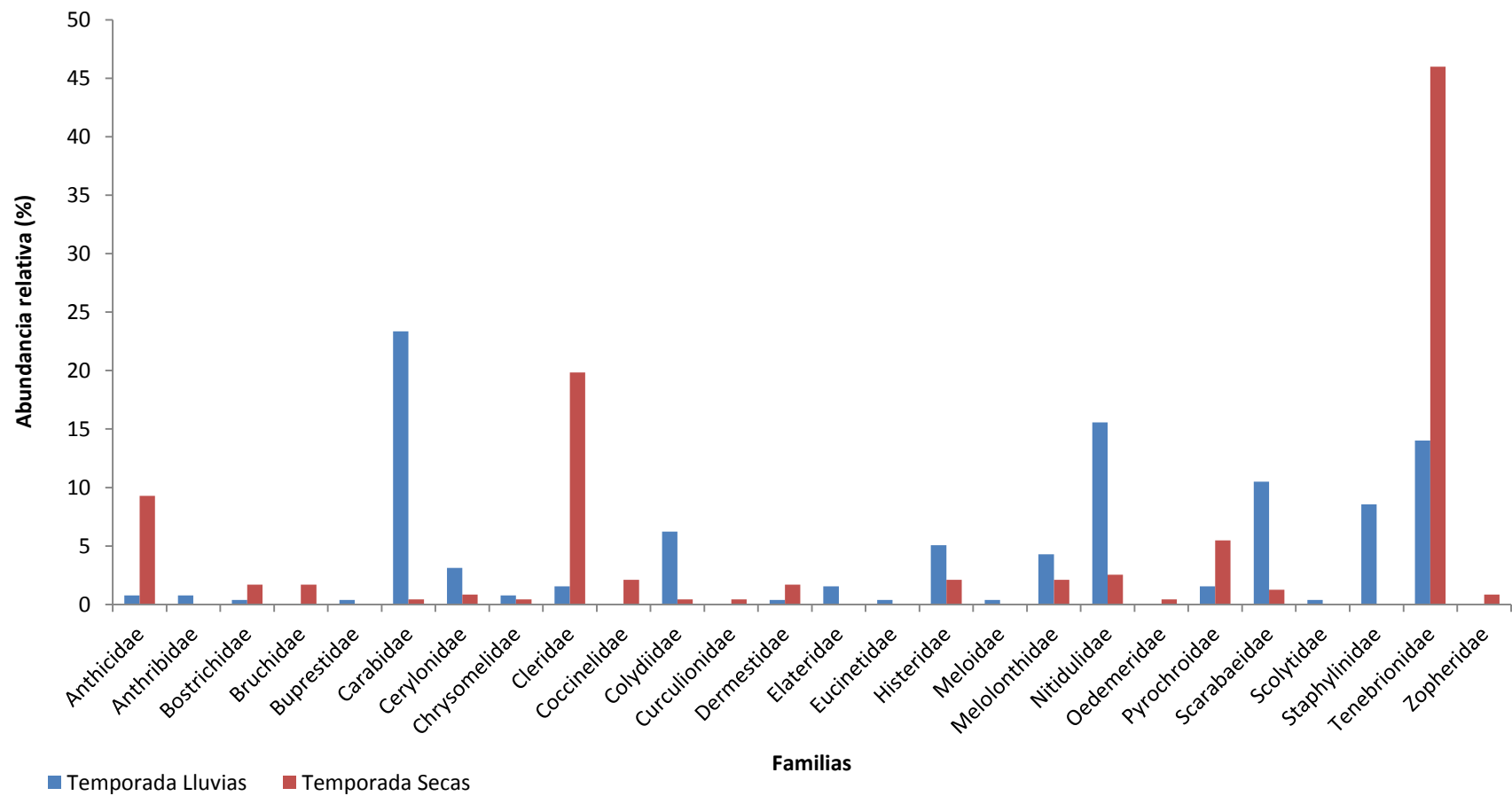


Figura 12. Abundancia relativa por temporada de las familias de Coleoptera recolectadas en el sitio B.

### **6.3 Análisis de diversidad**

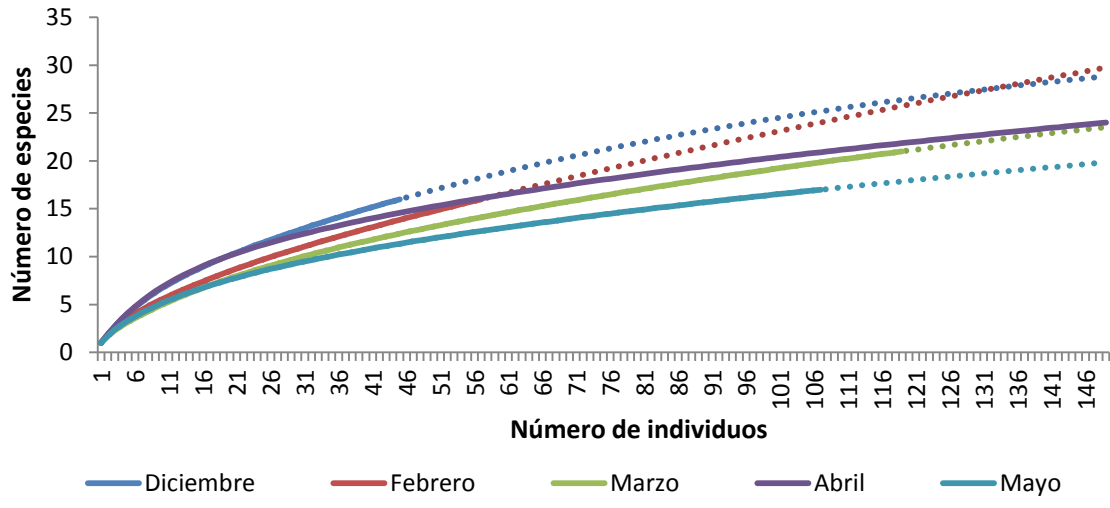
#### **6.3.1 Cobertura de la muestra**

Para la localidad de Santiago Domingullo, Oaxaca se registraron 1,299 individuos de 99 especies, de las cuales 33 fueron *singletons* y 14 fueron *doubletons*, la cobertura de la muestra fue del 97% y el déficit de la cobertura del 3%.

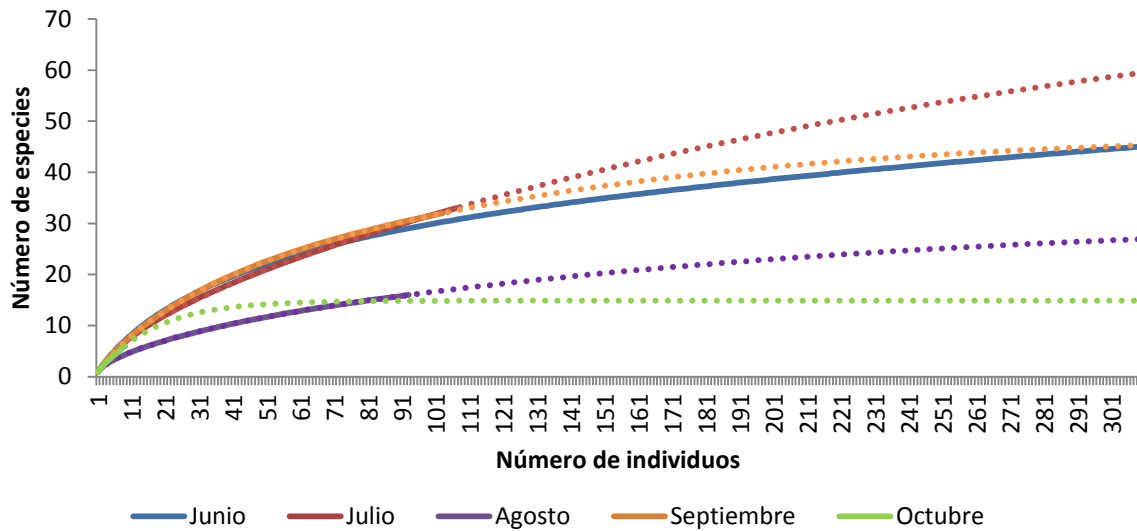
#### **6.3.2 Curvas de acumulación de Coleoptera**

Se realizaron curvas de acumulación para cada temporada (seca y de lluvias) contemplando cinco meses para ambas temporadas, para realizar la extrapolación se tomaron en cuenta los meses de abril (149 individuos) y junio (309 individuos) para la temporada seca y de lluvias respectivamente, al ser los meses que presentaron una mayor abundancia en cada estación. Diciembre (45 individuos) y octubre (9 individuos) fueron los meses con menor abundancia en ambas temporadas.

Respecto a las curvas de la temporada seca todas comienzan a tener un comportamiento asintótico a partir de los 45 individuos y muestran una riqueza arriba de las 20 especies (Figura 13). Para la temporada de lluvias las curvas comienza a presentar un comportamiento asintótico a partir de los 91 individuos, a excepción de octubre por ser el mes de menor abundancia. Las riquezas también difieren ya que solo junio, julio y septiembre tienen una riqueza alrededor de las 30 especies, agosto tiene una riqueza cercana a las 20 especies y octubre a las 10 especies (Figura 14).



**Figura 13.** Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolecta y la línea punteada representa la extrapolación a 149 individuos.



**Figura 14.** Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolecta y la línea punteada representa la extrapolación a 309 individuos.

### 6.3.3 Diversidad de Coleoptera

Se obtuvo un valor de 3.474 *nats* para el índice de Shannon para el periodo de recolecta, para el índice de Simpson fue de 0.946 y para el de Pielou fue de 0.756. En relación a las temporadas todos los índices obtuvieron sus valores más altos en la temporada de lluvias con 3.354 para el índice de Shannon y 0.786 para el de Pielou mientras que el valor del índice de Simpson fue de 0.938 (Cuadro 4).

Con la diversidad verdadera de orden uno, se tuvieron 32.265 especies efectivas para el periodo de recolecta, así también, el valor más alto de esta diversidad fue de 28.61 en la temporada de lluvias mientras que en la temporada seca fue de 15.44 (Cuadro 4). Para la localidad la diversidad de escarabajos es 1.85 veces mayor en la temporada de lluvias que en la temporada de secas.

**Cuadro 4. Valores de diversidad de Coleoptera en Santiago Domingullo, Oaxaca por temporada de recolecta. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). \*En el total se incluyen las especies que no contaron con fecha de colecta. En negritas se muestrab los valores más altos.**

	Temporada Seca	Temporada de Lluvias	Total*
Abundancia	476	621	1299
Riqueza	52	71	99
1-D	0.883	<b>0.938</b>	0.946
H'	2.737	<b>3.354</b>	3.474
J'	0.692	<b>0.786</b>	0.756
<sup>1</sup> D	15.44	<b>28.61</b>	32.265

El valor más alto para el índice de Shannon durante los meses de recolecta fue de 3.138 *nats* en el mes de junio, en el mismo mes, el índice de Simpson obtuvo el valor de 0.931, el índice de Pielou tuvo su valor más alto en el mes de diciembre de 0.856 y la diversidad de orden uno tuvo 23.05 especies efectivas en el mes de junio. Para la temporada seca, los índices de Shannon, Simpson y la diversidad de orden uno, tuvieron sus valores más altos en el mes de abril siendo estos 2.577 *nats*, 0.899 y 13.15 especies efectivas respectivamente, mientras que el índice de Pielou tuvo su valor más alto en el mes de diciembre con 0.856 (Cuadro 5).

Para la temporada de lluvias los valores más altos de los cuatro índices se concentran en el mes de junio siendo sus valores los siguientes 3.138 *nats* para Shannon, 0.931 para Simpson, 0.824 en el índice de Pielou y la diversidad de orden uno obtuvo un valor de 23.05 especies efectivas (Cuadro 5).

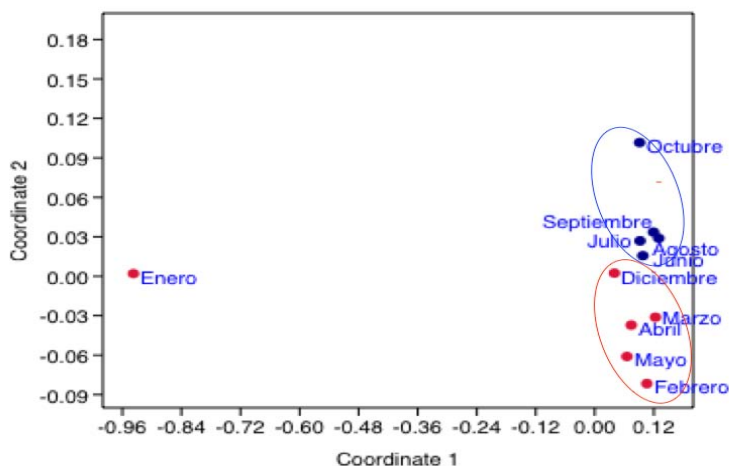
**Cuadro 5. Valores de diversidad de Coleoptera en Santiago Domingullo, Oaxaca durante los meses de recolecta. Los meses de noviembre y enero no se incluyeron por no haber registros. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). En negritas se muestran los valores más altos.**

Temporada	Seca					Lluvias				
	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Abundancia	45	56	119	149	107	309	107	93	103	9
Riqueza	16	15	21	24	16	45	33	16	32	6
1-D	0.877	0.792	0.703	<b>0.899</b>	0.749	<b>0.931</b>	0.907	0.684	0.908	0.259
H'	2.375	2.014	1.914	<b>2.577</b>	1.916	<b>3.138</b>	2.851	1.73	2.936	1.581
J'	<b>0.856</b>	0.743	0.628	0.81	0.691	<b>0.824</b>	0.815	0.624	0.847	0.882
<sup>1</sup> D	10.75	7.49	6.78	<b>13.15</b>	6.79	<b>23.05</b>	17.3	5.64	18.84	4.85



### 6.3.4 Diversidad Beta

El índice de Jaccard utilizado en un análisis NMDS para comparar la composición de especies por mes de recolecta dio la formación de dos grupos. El primero está formado por los meses que corresponden a la temporada de lluvias (junio, julio, agosto, septiembre y octubre); el segundo grupo lo integran los meses de la temporada seca (diciembre, febrero, marzo, abril y mayo) (Figura 15). En el gráfico se aprecia disperso al mes de enero, ya que fue el mes en donde no hubo recolecta de coleópteros. Otro punto a destacar con este análisis es que diciembre es el mes de recolecta de la temporada seca que está más cerca del grupo de la temporada de lluvias, principalmente con los meses de junio y julio, donde comparte 12 especies entre ambos meses. Para la temporada de lluvias el mes de junio es el más cercano al grupo de la temporada seca donde junio comparte 28 especies con toda la temporada seca.



**Figura 15.** Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta. Valor de estrés= 0.1954. Los puntos azules representan a los meses de la temporada de lluvias y los rojos los meses de la temporada seca.

## **6.4 Análisis de diversidad por sitio**

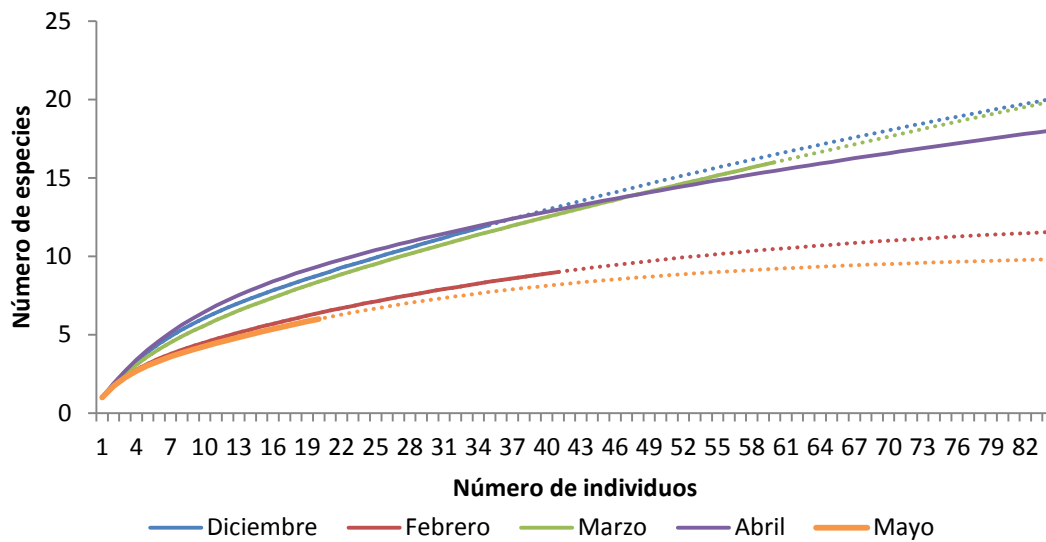
### **6.4.1 Cobertura de la muestra por sitio**

Para el sitio *A* se registraron 803 individuos de 85 especies de las cuales 37 fueron *singletons* y 7 *doubletons* y la cobertura de la muestra fue del 95% y el déficit de cobertura del 5%. Para el sitio *B* se registraron 497 individuos de 62 especies de las cuales 21 fueron *singletons* y 11 *doubletons* y la cobertura de la muestra fue del 95% y el déficit de cobertura del 5%.

### **6.4.2 Curvas de acumulación**

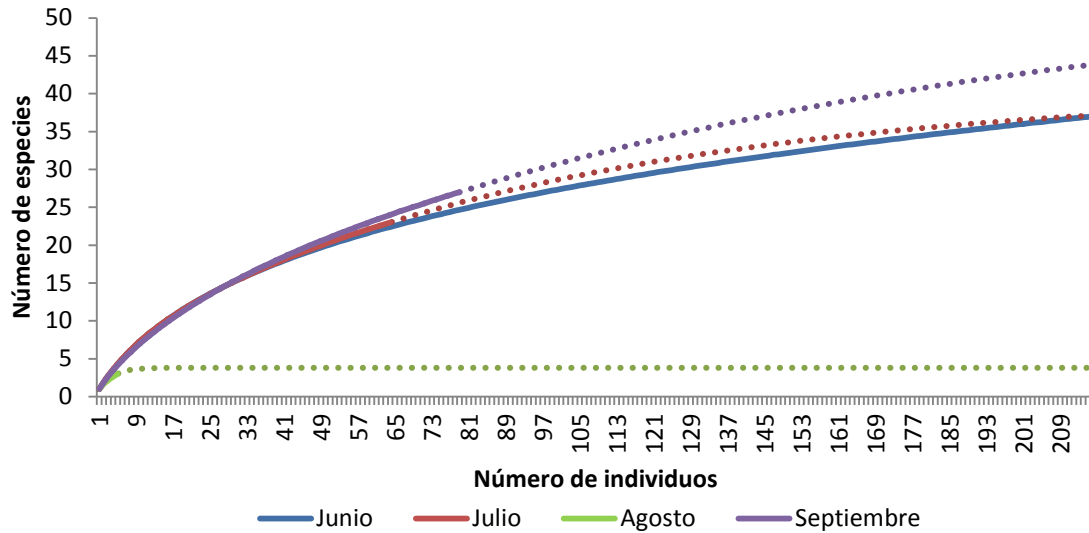
Las curvas de acumulación para los sitios se realizaron con los meses de cada temporada. Para el sitio *A* se consideraron cinco meses para la temporada seca, siendo abril el mes que presentó una mayor abundancia (85 individuos), y se consideraron cuatro meses para temporada de lluvias con junio como el mes más abundante (216 individuos). Los valores de los meses con mayor abundancia fueron los que se tomaron en cuenta para hacer la extrapolación.

Las curvas de los meses de febrero y mayo muestran un comportamiento más asintótico que el resto de los meses de la temporada seca a partir de los 19 individuos de Coleoptera con una riqueza mayor a cinco para mayo y cercana a 10 para febrero. Respecto a los otros meses, muestran un comportamiento creciente. En cuanto a riqueza las tres curvas superan las diez especies de Coleoptera (Figura 16).



**Figura 16. Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca en el sitio A. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolecta y la línea punteada representa la extrapolación a 85 individuos de Coleoptera.**

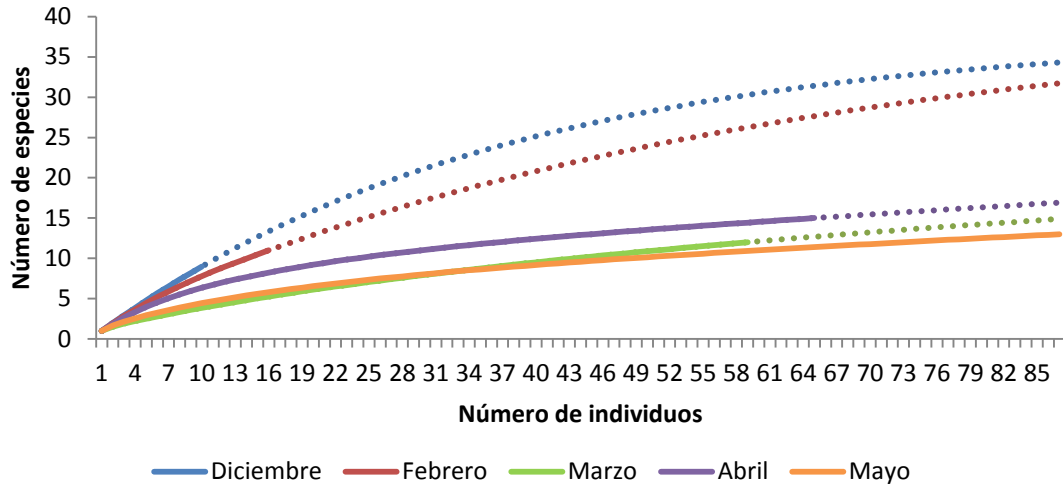
En la temporada de lluvias, a excepción de agosto, las curvas también muestran un comportamiento creciente. En cuanto a riqueza estas curvas superan las 20 especies de coleópteros. El mes de agosto fue el de menor abundancia en la temporada de lluvias así como también el de menor riqueza, los datos obtenidos para este mes fueron muy bajos por lo que fue difícil generar una curva con el modelo de extrapolación (Figura 17).



**Figura 17. Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias en el sitio A. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolecta y la línea punteada representa la extrapolación a 216 individuos de Coleoptera.**

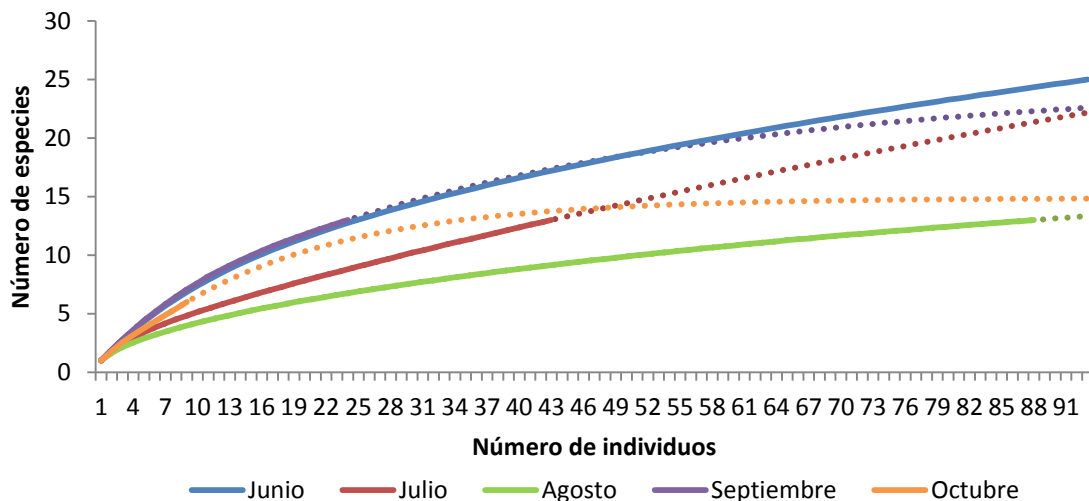
Para el sitio B, la extrapolación se hizo con los meses de mayo (87 individuos) para la temporada seca donde se consideraron cinco meses y para la temporada de lluvias se utilizó el mes de junio (93 individuos) para la extrapolación también se consideraron cinco meses.

Para la temporada seca las curvas de acumulación de marzo, abril y mayo comienzan a acercarse a la asíntota después de los diez individuos y tienen una riqueza por arriba de las diez especies. Con los meses de diciembre y febrero, fueron los que menor abundancia tuvieron por lo que sus gráficos son más parecidos a una recta, sin embargo, su riqueza alcanza valores similares a los meses que tuvieron abundancias mayores (Figura 18).



**Figura 18. Curvas de acumulación para los meses de la temporada seca en el sitio B. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolecta y la línea punteada representa la extrapolación a 87 individuos de Coleoptera.**

Para la temporada de lluvias las curvas de julio y agosto muestran un comportamiento asintótico, la curva de octubre parece que es una recta debido a que fue el mes con menor abundancia y sólo se puede observar cuando está cerca de la asintota con la extrapolación. El resto de las curvas muestran un comportamiento creciente. En cuanto a riqueza, junio fue el mes más rico al tener más de 25 especies, el resto de los meses se mantienen en un intervalo de cinco y 15 especies (Figura 19).



**Figura 19.** Curvas de acumulación para los meses de la temporada de lluvias en el sitio B. La línea continua representa las abundancias obtenidas durante la recolección y la línea punteada representa la extrapolación a 93 individuos de Coleoptera.

### 6.4.3 Diversidad de Coleoptera por sitio

Para el sitio A, el índice de Shannon obtuvo un valor de 3.269 *nats* por el año de recolección, mientras que el índice de Simpson tuvo un valor de 0.927 y el índice de Pielou de 0.737. Los tres índices obtuvieron su valor más alto en la temporada de lluvias, el índice Shannon tuvo un valor de 3.117, el de Simpson fue de 0.917 y el índice de Pielou fue de 0.774.

Con la diversidad del orden uno, se tuvieron 26.28 especies efectivas por el total de individuos, mientras que por temporada, la temporada de lluvias presentó 22.57 especies efectivas por 15.1 especies de la temporada seca (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Valores de diversidad de Coleoptera por temporada de recolecta en el sitio A. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). \*En el total se incluyen las especies que no contaron con fecha de colecta. En negritas se muestran los valores más altos.**

	Temporada Seca	Temporada de Lluvias	Total Sitio A*
Abundancia	240	364	803
Riqueza	39	56	84
1-D	0.896	<b>0.917</b>	0.927
H'	2.715	<b>3.117</b>	3.269
J'	0.741	<b>0.774</b>	0.737
<sup>1</sup> D	15.1	<b>22.57</b>	26.28

Dentro de la temporada seca en el sitio A, el índice de Shannon y el de Simpson tuvieron sus valores más altos en el mes de abril siendo 2.378 y 0.879 respectivamente, el índice de Pielou tuvo su valor más alto en diciembre con 0.847; la diversidad de orden uno fue más alta en el mes de abril con 10.78 especies efectivas. Para la temporada de lluvias el valor más alto del índice de Shannon fue de 2.937 en junio, en el mismo mes el índice de Simpson tuvo un valor de 0.916 mientras que el índice de Pielou fue más alto en el mes de agosto con 0.865 y la diversidad de orden uno tuvo 18.85 especies efectivas para la temporada de lluvias en el mes de junio (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Valores de diversidad de Coleoptera en el sitio A durante los meses de recolecta. Los meses de noviembre, enero y octubre no se incluyeron por no haber registros. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). En negritas se muestran los valores más altos.**

Temporada	Seca					Lluvias			
	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Abundancia	35	41	60	84	20	216	64	5	79
Riqueza	12	9	16	18	6	37	22	3	27
1-D	0.845	0.725	0.803	<b>0.879</b>	0.69	<b>0.916</b>	0.909	0.56	0.884
H'	2.105	1.609	2.074	<b>2.378</b>	1.4	<b>2.937</b>	2.707	0.95	2.714
J'	<b>0.847</b>	0.732	0.747	0.822	0.781	0.813	0.857	<b>0.865</b>	0.823
<sup>1</sup> D	8.2	4.99	7.95	<b>10.78</b>	4.05	<b>18.85</b>	14.98	2.58	15.08

En el sitio B los valores por el periodo de recolecta para los índices fueron de 3.2 *nats* para el índice de Shannon, 0.93 para el de Simpson y 0.77 para el índice de Pielou mientras que el valor de especies efectivas fue de 24.7. Por temporada todos los índices tuvieron sus valores más altos en la temporada de lluvias el índice de Shannon fue de 3.053, el de Simpson de 0.919 y el de Pielou fue de 0.793. La diversidad de orden uno también fue más alta en la temporada de lluvias con 21.17 especies efectivas por 11.81 especies efectivas en la temporada seca (Cuadro 8).



**Cuadro 8. Valores de diversidad de Coleoptera por temporada de recolecta en el sitio B. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). \*En el total se incluyen las especies que no contaron con fecha de colecta. En negritas se muestran los valores más altos.**

	Temporada seca	Temporada de lluvias	Total Sitio B*
Abundancia	236	257	496
Riqueza	32	47	62
1-D	0.85	<b>0.919</b>	0.93
H'	2.469	<b>3.053</b>	3.2
J'	0.712	<b>0.793</b>	0.77
<sup>1</sup> D	11.81	<b>21.17</b>	24.7

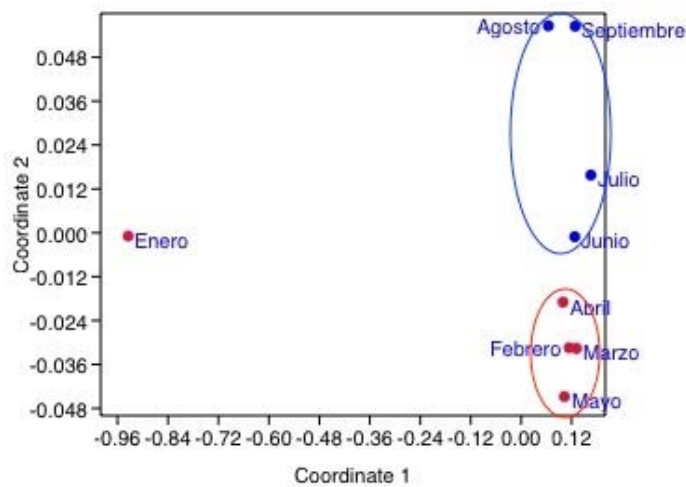
En la temporada seca el índice de Shannon tuvo un valor de 2.285 en abril, como el valor más alto; el índice de Simpson fue de 0.88 en el mes de diciembre y el de Pielou de 0.984 en diciembre, mientras que la diversidad de orden uno tuvo 9.82 especies efectivas en el mes de abril. Durante la temporada de lluvias el índice de Shannon tuvo un valor de 2.759 *nats* en junio, en el mismo mes el índice de Simpson tuvo un valor de 0.915 y el valor más alto para el índice de Pielou fue de 0.943 en el mes de septiembre. La diversidad de orden uno fue más alta en junio con 15.78 especies efectivas (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Valores de diversidad de Coleoptera en el sitio B durante los meses de recolecta. Los meses de noviembre y enero no se incluyeron por no haber registros. Simpson (1-D), Shannon (H'), Pielou (J'), Diversidad de orden uno (<sup>1</sup>D). En negritas se muestran los valores más altos.**

Temporada	Seca					Lluvias				
	Dic	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct
Abundancia	10	15	59	65	87	93	43	88	24	9
Riqueza	9	10	12	15	13	25	13	13	13	6
1-D	<b>0.88</b>	0.871	0.526	0.867	0.653	<b>0.915</b>	0.768	0.648	0.899	0.74
H'	2.164	2.176	1.337	<b>2.285</b>	1.608	<b>2.759</b>	1.875	1.553	2.42	1.581
J'	<b>0.984</b>	0.945	0.538	0.843	0.626	0.857	0.731	0.605	<b>0.943</b>	0.882
<sup>1</sup> D	8.7	8.81	3.8	<b>9.82</b>	4.99	<b>15.78</b>	6.52	4.72	11.24	4.85

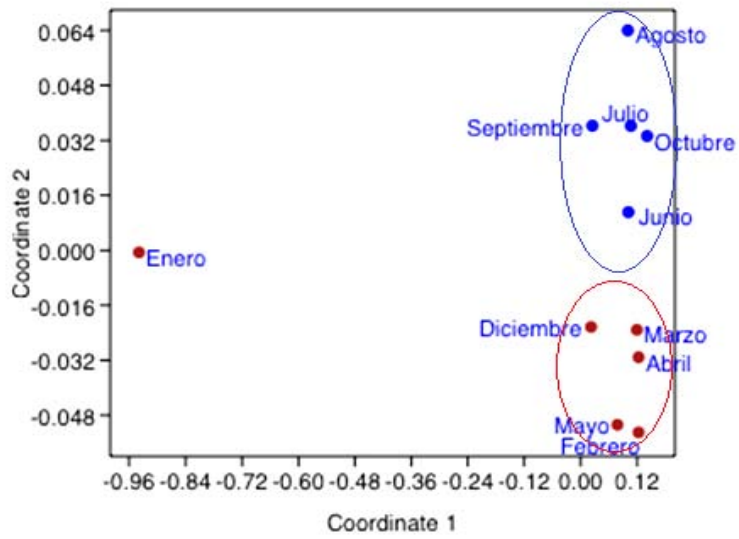
#### 6.4.4 Diversidad Beta por sitio

El índice de Jaccard utilizado en un análisis NMDS para comparar los meses de recolecta por cada una de las trampas. Para ambas trampas se formaron dos grupos que componen las temporadas de lluvias y seca. En el sitio A los meses que corresponden a la temporada seca (diciembre, febrero, marzo, abril, mayo), se encuentran más agrupados que los que se encuentran en la temporada de lluvia (junio, julio, agosto y septiembre). El mes de junio se encuentra más cerca al grupo de puntos de la temporada seca, debido a que son 17 especies las que se comparten entre el primer mes de lluvias con toda la temporada seca (Figura 20).



**Figura 20.** Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta en el sitio *A* de Santiago Dominguillo, Oaxaca. Valor de estrés= 0.2089. Los puntos azules representan a los meses de la temporada de lluvias y los rojos a los meses de la temporada seca.

Para el sitio *B* el índice de Jaccard utilizando el análisis NMDS forma dos grupos que separan los meses que corresponden a los meses de la época de lluvias de la de secas, sin embargo, los puntos en ambos grupos se encuentran más dispersos en comparación con el sitio *A*. Cabe señalar que el mes de junio vuelve a ser el mes que más se acerca a los meses de la temporada seca en especial a diciembre y marzo, donde junio comparte 11 especies con los dos meses y 14 con toda la temporada seca (Figura 21).



**Figura 21. Análisis NMDS con el índice de Jaccard para las temporadas de recolecta en el sitio B. Valor de estrés= 0.2326. . Los puntos azules representan a los meses de la temporada de lluvias y los rojos a los meses de la temporada seca.**

## 7. DISCUSIÓN

### *7.1 Abundancia, riqueza y distribución temporal de Insecta*

Los patrones de abundancia de Santiago Dominguillo en trampa *pitfall* difieren con los patrones que se presentan con trampa de luz en la misma localidad. Zaragoza-Caballero *et al.* (2009b) registraron 18 órdenes donde los grupos más abundantes fueron Lepidoptera, Diptera, Coleoptera y Hemiptera mientras que en este trabajo se registran 14 órdenes de insectos donde dominan Hymenoptera, Coleoptera y Diptera. Para Zaragoza-Caballero *et al.* (2009b) la temporada de lluvia registra el mayor porcentaje de la abundancia total de insectos (74.46%), y alcanza su mayor abundancia en los meses de julio y agosto para sus grupos dominantes, mientras que para este estudio la temporada seca representa el mayor porcentaje de abundancia (56.28%); para los grupos dominantes su mayor abundancia es en diciembre para Hymenoptera y Diptera y junio para Coleoptera.

Comparando con trabajos donde se utilizó el mismo método de muestreo (trampas *pitfall*) en el BTC de Huautla, Morelos, los grupos dominantes en abundancia fueron Hymenoptera y Coleoptera, donde Hymenoptera tuvo su mayor expresión de abundancia en la temporada seca (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2009), siendo un resultado similar al de este trabajo ya que, Hymenoptera fue más abundante en el periodo de secas. Coleoptera se concentra en la temporada seca, y el resto de los órdenes se concentra principalmente en julio y agosto, meses que corresponden a la temporada de lluvias; algo similar sucede en los registros de este trabajo ya que al menos un grupo de insectos presenta una mayor abundancia en una temporada que en otra.

Estos cambios tan marcados en la distribución temporal de los insectos están relacionados con la época del año (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2009) y otros factores como la calidad del suelo, pH, interacciones con otros organismos, etc. (Zaragoza-Caballero *et al.*, 2009; Wall *et al.*, 2011; Callejas-Chavero *et al.*, 2015) los cuales ocasionan patrones tan distintos en diferentes ambientes de una misma localidad o en un mismo ecosistema ubicado en otra localidad, como se ha podido observar en este caso. Cifuentes-Ruiz (2009) sugiere que el estudio de fenología por especie, podría revelar, por ejemplo, que la distribución de la abundancia observada para cada familia y cada orden, corresponde, en realidad, a la distribución de pocas especies dominantes.

Asimismo, no se puede entender la distribución temporal observada sin considerar el grupo ecológico o trófico al que pertenecen (Cifuentes-Ruiz, 2009), por ejemplo en nuestro estudio Hymenoptera representa cerca de la mitad de su abundancia total en diciembre (Cuadro 1), principalmente formícidos, siendo algo que destaca en este trabajo. Cabe mencionar que las hormigas viven en casi todos los ambientes, desde el subsuelo hasta las copas de los árboles; pero son habitantes del suelo por excelencia ya que la mayoría de las especies viven en hormigueros subterráneos, la hojarasca o en madera en descomposición depositada en el suelo (Rojas-Fernández, 2001), siendo uno de los grupos más abundantes y diversos, en ecosistemas naturales y agroecosistemas donde desempeñan un papel importante como depredadoras, herbívoras o detritívoras, y participan en los procesos fisicoquímicos del suelo, incluyendo la descomposición y el reciclaje de nutrientes (Lobry de Bruyn y Conacher, 1990; Brusaard *et al.*, 1997).

En lugares donde las hormigas dominan, pueden mover la misma cantidad de suelo que las lombrices de tierra debido a que transportan restos de animales y plantas dentro de sus

nidos bajo el suelo, mezclan estos materiales con la tierra escavada y el área del nido es cargada con altos niveles de carbono, nitrógeno y fósforo (Castro-Delgado *et al.*, 2008).

Un aspecto a considerar es la incidencia de captura que las hormigas tienen en las trampas *pitfall*, Luque-García y Reyes-López (2001) evalúan este factor con hormigas obreras, donde la tasa de captura depende de la abundancia de la especie; además mencionan que la temperatura del suelo juega un papel importante debido al carácter poiquilotermo de los insectos donde si la temperatura media es más baja con respecto de la temperatura óptima de la especie, la tasa de captura es mayor. Sin embargo, se debe considerar que a más altas temperaturas las hormigas también tienen más actividad y por lo tanto sería más alta su incidencia de captura (Pérez-Toledo *comen. pers.*).

Otros factores a considerar en la incidencia de captura son la altitud en la que las trampas son colocadas. Se evaluó la distribución de la riqueza, composición taxonómica de hormigas del suelo a lo largo de un gradiente altitudinal, donde se reporta que la riqueza de especies disminuye con la altura debido a que parece estar relacionada a la disminución de temperatura y el aumento de la humedad (Castro-Delgado *et al.*, 2008).

Considerando los factores de la altitud y la temperatura para este estudio es posible que la abundancia tan alta de formícidos registrada en diciembre haya coincidido con la incorporación de materia orgánica, algún cambio de temperatura que influyera en la actividad o la presencia de algún hormiguero cerca de la trampa. No se puede considerar el grupo funcional debido a que la identificación a nivel de familia y/o género solo se realizó con el orden Coleoptera.

Así como Hymenoptera, Diptera también es un orden que suele ser atraído en trampas *pitfall* (Goñi *et al.*, 2012). En este trabajo los dípteros fueron el tercer grupo más abundante, con el 7.53% de la abundancia total (Figura 2), con mayor presencia en la temporada de lluvias que en el periodo de secas (Figura 3). Otros trabajos que han estudiado la diversidad y abundancia de Diptera a nivel de familia han registrado que es de los órdenes con mayor abundancia en trampas *pitfall*.

Por ejemplo, Morón y Terrón (1984) reportan abundancias de 727 y 94 individuos para la familia Drosophilidae (Diptera) en bosque tropical perturbado a 650 y 1,120 m de altitud en Otongo y Tlanchinol, Hidalgo, México. Morón y López-Mendéz (1985) también registraron abundancias altas para la familia Drosophilidae de 1,706 individuos y 2,074 para la familia Phoridae en un cafetal de Chiapas, México. Sin embargo, estos trabajos utilizaron trampas *pitfall* con materia orgánica o trozos de carne como atrayente y en otros trabajos (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2009; Callejas-Chavero *et al.*, 2015; Mourglia *et al.*, 2015) donde se utilizaron trampas sin cebo se han obtenidos abundancias relativas entre 2-7% de dípteros.

Respecto a la distribución temporal de familias de dípteros se ha observado que la familia Syrphidae en el BTC de Chamela, Jalisco, está relacionada a los picos de floración que se dan en la temporada de lluvias a principios de julio y octubre (Sarmiento-Cordero *et al.*, 2010). En este trabajo Diptera en la temporada de lluvias fueron en los meses de junio y agosto cuando se registraron las mayores abundancias (Cuadro 1). Sin embargo, es difícil hacer comparaciones más precisas ya que los individuos recolectados en Santiago Domingullo no fueron identificados a nivel de familia y complica observar si la familia Syrphidae tiene el mismo o patrón similar de distribución temporal.



## ***7.2 Abundancia, riqueza y distribución temporal de Coleoptera***

Santiago Domingullo posee una riqueza de coleópteros alta al registrarse 99 especies, siendo la familia Tenebrionidae la más rica con diez especies seguida de Carabidae y Staphylinidae con ocho especies cada una y con siete especies las familias Chrysomelidae, Curculionidae, y Scarabaeidae; sin embargo, Curculionidae y Staphylinidae no fueron de las familias más abundantes. Scarabaeidae representando el 24.94% de la abundancia total fue la familia más abundante seguida de Tenebrionidae (21.978%), Cleridae y Nitidulidae (7.54% c/u) y Carabidae (7%) por todo el periodo de recolecta (Anexo II).

En el BTC de Huautla, Morelos durante la temporada seca Tenebrionidae fue la familia más rica y abundante recolectada con *pitfall*. Cifuentes-Ruiz (2009) reporta en este trabajo un patrón similar al de Santiago Domingullo, donde el 67.88% de la abundancia total se encuentra en la temporada seca para Huautla.

De igual forma, Cifuentes-Ruiz (2009) utilizó dos sitios de recolecta en Huautla, Morelos; donde el sitio que denominó como preservado registró un total de diez especies de las cuales siete estuvieron en la temporada seca y nueve fueron recolectadas en la temporada de lluvias, en el caso de la abundancia febrero y mayo fueron los meses más abundantes con cinco individuos cada uno. En el sitio alterado ambas temporadas tuvieron la misma riqueza con diez especies, sin embargo la temporada seca fue la más abundante al registrar 62 individuos.

En Santiago Domingullo, en ambos sitios Tenebrionidae fue más abundante. Durante la temporada seca en el sitio *A*, que tuvo vegetación dominante del BTC, se recolectaron 87 individuos, mientras que en el sitio *B*, que tuvo como vegetación

predominante el matorral xerófilo, se recolectaron 109 individuos. En ambos sitios la especie dominante fue *Araeoschizus* sp. LeConte 1851. En cuanto a riqueza por todo el periodo de recolecta se registraron nueve especies para el sitio *A* y nueve para el sitio *B*. La riqueza fue mayor en la temporada seca con ocho especies para el sitio *A* y siete especies para el sitio *B*.

El patrón de abundancia y riqueza de Tenebrionidae en la temporada seca puede deberse a que es una familia que está adaptada a ambientes áridos debido a ciertas características morfológicas, fisiológicas y conductuales que les permiten reducir la pérdida de agua y evitar las temperaturas letales (Sánchez-Piñero y Aalbu, 2002), siendo estas adaptaciones hábitos como: la omnivoría, hábitos fosoriales y patrones de actividad en las horas de menor radiación solar (Cifuentes-Ruiz y Zaragoza-Caballero, 2014). Sánchez-Piñero y Aalbu (2002) señalan a la subfamilia Pimeliinae como altamente adaptados a condiciones áridas; *Araeoschizus* LeConte 1851 es un género de esta subfamilia y debido a la distribución temporal que se registró en este trabajo se puede deducir que es un género adaptado a climas áridos por lo que su actividad se concentra en la temporada seca.

Para la temporada de lluvias la familia Scarabaeidae fue la más abundante pero no la más rica ya que solo se registraron cinco especies para esta temporada. Medina y Lopes (2014) citan trabajos en los cuales la riqueza de esta familia en bosques tropicales húmedos es alta donde se registran de 29 a 59 especies, mientras que en bosques tropicales secos se han registrado de 4 a 32 especies. Los patrones de actividad de esta familia están asociados a la temporada de lluvias (Hanski, 1989). Cuando ocupan ambientes áridos están influenciados por altas temperaturas y a la insolación (Halffter y Matthews, 1966).

En BTC se han documentado cambios notables en la composición de comunidades de escarabeidos entre temporadas de lluvias y secas al haber un reducción de la riqueza y abundancia en esta última temporada (Andresen, 2005; Hernández, 2007; Neves *et al.*, 2010; Liberal *et al.*, 2011). Estos cambios en la composición de la comunidad de Scarabeidae también ocurren en Santiago Domingullo. Durante la temporada seca la abundancia total de la familia fue de 11 individuos de dos especies mientras que en la temporada de lluvias se recolectaron 147 individuos de cinco especies (Anexo II). A nivel de trampas la mayor abundancia se dio en el sitio *A*, con 120 individuos por 27 del sitio *B* en temporada de lluvias; hay que considerar que la primera trampa fue colocada en vegetación típica del BTC, mientras que la otra fue colocada en matorral xerófilo. Por lo tanto hay una mayor cobertura vegetal en el primer caso, además de la cercanía con el río y el poblado de Santiago Domingullo donde cabe la posibilidad de que el sitio *A* haya sido utilizado o se encontró próximo a un lugar utilizado para la ganadería, por lo cual, la cantidad de materia orgánica habría sido un recurso muy accesible y fácil de explotar para los escarabajos.

Por último, hay que considerar que Coleoptera es un grupo que puede ser encontrado en distintos hábitats terrestres y acuáticos y pueden alimentarse de materia vegetal y animal (Lima *et al.*, 2010) y de acuerdo a Didham *et al.* (1998) la composición de las especies no es aleatoria por los grupos tróficos, sino que la fragmentación del ambiente es la que afecta significativamente la estructura trófica viéndose reflejada en la abundancia y riqueza de las especies.

Otro aspecto a considerar para este tipo de estudios es la técnica de recolecta que se vaya a utilizar, por ejemplo la facilidad con la cual se pueden manipular las trampas *pitfall*

para tener una tendencia hacia ciertos grupos (Siewers *et al.*, 2014) puede ser un factor que influya en los resultados de estudios donde se pretenda observar la composición y distribución temporal de artrópodos de una localidad.

### **7.3 *Análisis de diversidad***

#### **7.3.1 Cobertura de la muestra**

Teóricamente, es imposible estimar la riqueza a partir de muestras pequeñas; sin embargo, la riqueza de las especies, a una muestra dada, es un número bien definido que puede ser estimado con la precisión que se desee. Es decir, entre más completa se tenga la muestra, es menos probable que un individuo colectado en el siguiente muestreo sea de una especie no registrada (Moreno *et al.*, 2011).

En este estudio, se tuvo una cobertura de muestra del 97% entre los dos sitios y cada sitio tuvo una cobertura del 95%, lo que indica que para este trabajo se registraron un gran número de especies que están presentes en esta localidad. Una razón para utilizar la cobertura de la muestra es que la representatividad de una muestra depende no solo del número de especies que faltan, sino también de sus abundancias promedio (Moreno *et al.*, 2011). Además, hay grupos que están presentes sólo al inicio o al final de la temporada de lluvias o secas, pero no en ambos periodos (Noguera *et al.*, 2012) y es posible que dentro de estos grupos se encuentren las especies faltantes y sus presencias no hayan coincidido con las fechas de recolecta.

#### **7.3.2 Curvas de acumulación**

Una curva de acumulación puede definirse como un modelo que relaciona el número acumulado de especies registradas en función de alguna medida del esfuerzo aplicado a lo

largo del muestreo. Su uso facilita la comparación entre ensambles pues siempre tiene como referencia el esfuerzo de muestreo, elemento que influye de manera determinante en los valores de riqueza de especies observados (Pineda y Moreno, 2015).

En este trabajo, la mayoría de las curvas de acumulación muestran un comportamiento creciente, salvo aquellas en donde las abundancias fueron muy pequeñas, sugiriendo que hay especies que hacen falta por ser recolectadas en la localidad de Santiago Domingullo debido a que determinadas especies pueden variar su fenología en función, por ejemplo, de las condiciones de un año determinado, pudiendo llegar a no emerger o ser detectables todos los años (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

### **7.3.3 Índices de diversidad**

Entre temporadas se registró una mayor abundancia y riqueza en la temporada de lluvias que en la temporada seca. Los valores más altos para los índices utilizados fueron en la temporada de lluvias, en el caso de la diversidad verdadera de orden uno, la temporada de lluvias resultó ser 1.85 veces más diversa que la temporada seca (Cuadro 4). Esto se debe a que 39 especies aparecen solo en la temporada de lluvias y 20 especies solo en la temporada seca y entre ambas temporadas se comparten 32 especies.

Entre sitios, los valores del índice de Shannon son casi iguales, en el sitio *A* fue de 3.269 *nats* y en el sitio *B* de 3.2 *nats*, los índices de equidad y de dominancia son más altos en el sitio *B* debido a que la abundancia y riqueza en el sitio *A* fueron más grandes. El índice de diversidad de Shannon suele mostrar valores altos cuando la abundancia es mayor mientras que los índices de Simpson y de Pielou suelen hacerlo cuando se tienen pocas especies pero estas son más abundantes. Los valores de especies efectivas entre los sitios

son casi iguales (sitio  $A=26.28$ , sitio  $B=24.7$ ), con estos últimos valores se puede deducir que la diversidad de ambos sitios es buena ya que el número de especies que comparten tienen abundancias similares, pese a que el tipo de vegetación sea distinto.

Teóricamente, si en una comunidad todas las especies tienen exactamente la misma abundancia, entonces la diversidad debe ser proporcional al número de especies (Moreno *et al.*, 2011). Una ventaja importante del número de especies efectivas es que puede evaluar directamente la magnitud de cambio entre comunidades (García-Morales *et al.*, 2011). En cambio con los índices tradicionales, como el de Shannon y Simpson, se mide la entropía la cual se entiende como el grado de incertidumbre en la identidad de la especie a la cual pertenece un individuo seleccionado al azar de la 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).

Jost (2006) argumenta que la entropía es la incertidumbre en la identidad de las especies en una muestra y no el número de especies en una comunidad, en cambio el número de especies efectivas es el número de especies que tendría una comunidad virtual en la que todas las especies fueran igualmente comunes, conservando la abundancia relativa promedio de la comunidad estudiada. Para este trabajo la comparación realizada con los valores de los índices tradicionales y los valores diversidad verdadera, fue más fácil de interpretar con los valores de diversidad verdadera debido a que dan la posibilidad de hacer comparaciones directas de cuánta diversidad se gana o se pierde de una comunidad a otra, independientemente de que hay diferencias estadísticamente significativas (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011).

#### **7.3.4 Diversidad Beta**

El gráfico obtenido por el análisis NMDS con el índice de Jaccard muestra la formación de grupos bien definidos para cada temporada y dentro de estos grupos la separación de los meses indica un decaimiento en la similitud de especies, el cual aumenta con el cambio de las condiciones ambientales. La similitud entre los meses de recolecta es mayor en aquellos que corresponden a la temporada de lluvias, ya que se observan más agrupados que los que corresponden a la temporada seca, lo que sugiere que las condiciones ambientales dentro de la temporada de lluvias son más estables que las que se presentan en la temporada seca.

Cabe señalar que en los tres análisis el mes de junio, que es el primero de la temporada de lluvias, es el que más especies comparte entre ambas temporadas tanto para la localidad como para las temporadas por cada sitio, lo que nos indica que en este mes es donde puede darse el recambio de especies entre temporadas.

## **8. CONCLUSIONES**

La distribución temporal de los insectos epigeos difiere entre cada grupo, ya que algunos fueron más abundantes en la temporada seca y otros en la temporada de lluvias. Lo mismo sucede en el caso particular de Coleoptera en donde una familia distinta fue dominante en abundancia para cada temporada.

Se registraron 14 órdenes de insectos en Santiago Domingullo, Oaxaca. Se registraron 12 órdenes en ambas temporadas, solo Thysanura y Odonata tuvieron registros en la temporada seca. La riqueza a nivel de orden no es muy distinta entre las temporadas, sin embargo, en abundancia las diferencias son notables, ya que la mayoría de los órdenes tiene una abundancia mayor en la temporada de lluvias.

Los valores de riqueza y abundancia de especies de Coleoptera son altos para la localidad, sin embargo, estos se concentran en la temporada de lluvias. El conocimiento sobre la abundancia y la distribución temporal de los insectos epigeos es bueno, pero es recomendable que este tipo de estudios se hagan a niveles taxonómicos inferiores del nivel de orden para obtener mayor información sobre los órdenes que sean de interés, como se hizo para Coleoptera en este trabajo.



## 9. LITERATURA CITADA

- Andresen, E. 2005. *Effects of season and vegetation on community organization of dung beetles in a tropical dry forest*. Biotropica. 37: 291-300.
- Brusaard, L., V. Behan-Pelletier, D. Bignell, V. Brown, W. Didden, P. Folgarait, C. Fragoso, D. Freckman, V.S.R. Gupta, S.T. Hattori, D.L. Hawksworth, C. Klopatek, P. Lavelle, D. Malloch, J. Rusek, B. Söderström, J. Tiedje y R. Virginia. 1997. *Biodiversity and Ecosystem functioning in Soil*. Ambio. 26: 563-570.
- Burke, A.F., D. Cibrián-Tovar, C. Llanderal-Cázares, A. Plascencia-González y I. López-Pérez. 2011. *Adiciones y aportaciones para el género Enoclerus Gahan (Coleoptera: Cleridae) en bosques de climas t emplado de México*. Acta Zoológica Mexicana. 27 (1): 145-167.
- Callejas-Chavero, A., G. Castaño-Meneses, M. Razo-González, D. Pérez-Velázquez, J. Palacios-Vargas y A. Flores-Martínez. 2015. *Soil Microarthropods and their relationship to higher trophic levels in the Pedregal de San Angel Ecological Reserve, Mexico*. Journal of Insect Science. 15 (1): 1-9.
- Castro-Delgado, S., C. Vergara C. y C. Arellano U. 2008. *Distribución de la riqueza, composición taxonómica y grupos funcionales de hormigas del suelo a lo largo de un gradiente altitudinal en el refugio de vida silvestre Laquipampa, Lambayeque-Perú*. Ecología aplicada. 7 (1,2): 89-103.
- Chao, A. y L. Jost. 2012. *Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size*. Ecology. 93: 2533-2547.
- Cifuentes-Ruiz, P. 2009. *Distribución temporal de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) en una localidad de Bosque Tropical Caducifolio en la reserva de la biosfera Sierra de Huautla, Morelos*. Tesis de maestría. Instituto de Biología de la UNAM. 95 pp.
- Cifuentes-Ruiz, P. y S. Zaragoza-Caballero. 2009. *Distribución temporal de Arthropoda y Coleoptera capturados en trampas pitfall en un sitio alterado y un sitio conservado de un bosque tropical caducifolio (Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos,*

- México). Pp. 321-325. En: Estrada Venegas, E., A. Equihua Martínez, M.P. Chaires Grijalva, J.A. Acuña Soto, J.R. Padilla Ramírez y A. Mendoza Estrada (eds.). Entomología mexicana. Vol.8. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Cifuentes-Ruiz, P. y S. Zaragoza-Caballero. 2014. *Diversidad de Tenebrionidae (Insecta: Coleoptera) en México*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 85: 325-331.
- Clarke, K.R. 1993. *Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure*. Australian Journal of Ecology. 18: 117-143.
- Colwell, R.K., A. Chao, N.J. Gotelli, S.Y. Lin, C.X. Mao, R.L. Chazdon y J.T Longino. 2012. *Models and estimators linking individual-based and simple-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages*. Journal of Plant Ecology. 5(1): 3-21.
- Colwell, R.K. 2013. *EstimateS 9.1 Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Guía de usuario y aplicaciones en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/EstimateSUsersGuide.htm> Consultado el 5 de mayo del 2016.
- De la Cruz, A., J. Romero-Nápoles, J.L. Carrillo-Sánchez, E. García-López, R. Grether-González, S. Sánchez-Soto y M. Pérez-de la Cruz. 2013. *Brúquidos (Coleoptera: Bruchidae) del estado de Tabasco, México*. Acta Zoológica Mexicana. 29(1): 1-95.
- Delgado, L., A. Pérez y J. Blackaller. 2000. *Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenericos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Coleoptera) de México*. Folia Entomológica Mexicana. 110: 33-87.
- Didham, R.K., J.H. Lawton, P.M. Hammond y P. Eggleton. 1998. *Trophic structure stability extinction dynamics of beetles (Coleoptera) in tropical forest fragments*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 353:437-451.
- García, E. 2004. *Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen. 5a edición*, Instituto de Geografía, UNAM, México. 98 pp.

- García-Morales, R., C.E. Moreno y J.Bello-Gutiérrez. 2011. *Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México*. *Therya*. 2(3): 205-215.
- Goñi, B., M. Remedios, P. González-Vainer, M. Martínez y C.R. Vilela. 2012. *Species of Drosophila (Diptera: Drosophilidae) attracted to dung and carrion baited pitfall traps in Uruguayan Eastern Serranías*. *Zoología*. 29 (4): 308-317.
- Grimaldi, D. y M.S. Engel. 2005. *Evolution of the insects*. Cambridge University Press, Cambridge. 733 pp.
- Halfpter, G. y E.G. Matthews. 1966. *The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae)*. *Folia Entomológica Mexicana*. 12 (14):1-312.
- Hammer, Ø. 2015. *PAST: Paleontological Statistics Version 3.11, Reference Manual*. Disponible en: <http://folk.uio.no/ohammer/past/past3manual.pdf> Consultado el 11 de abril de 2016.
- Hanski, I.1989. *Dung beetles*. Pp. 489-511 En: Lieth, H. y M.J.A. Werger (eds). *Tropical Rain Forest Ecosystems*. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, Holanda.
- Hernández, M.I.M. 2007. *Besouros escarabeíños (Coleoptera: Scarabaeidae) da Caatinga paraibana, Brasil*. *Oecologia Brasiliensis*. 11: 356-364.
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2016. *Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Oaxaca*. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/index.html> Consultado el 30 de mayo del 2016.
- Jaramillo-Luque, V.J. 1982. *Ordenación y clasificación de la provincia florística de Tehuacán-Cuicatlán*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM. 92 pp.
- 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.

- Liberal, C.N., A.M. Isidro de Farias, M. V. Meiado, B.K.C. Filgueiras y L. Iannuzzi. 2011. *How habitat change and rainfall affect dung beetle diversity in Caatinga, a Brazilian semi-arid ecosystem*. Journal of Insect Science. 11:114
- Lima, R.L. de, R. Andreazze, H.T. de Almeida-Andrade y M.P. Gomes Pinheiro. 2010. *Riqueza de familias e Hábitos alimentares em Coleoptera capturados na Fazenda da EMPARN-Jiqui, Parnamirim/RN*. EntomoBrasilis. 3(1): 11-15.
- LINBOS. 2016. *Los insectos del bosque seco*. Disponible en: <http://1.linbos.net/>  
Consultado el 22 de Enero del 2016.
- Lobry de Bruyn, L.A. y A.J. Conacher. 1990. *The role of termites and ants in soil modification: a review*. Australian Journal of Soil Research. 28: 55-93.
- Jost, L. 2006. *Entropy and diversity*. Oikos. 113 (2): 363-375.
- Luque-García, G. y J. Reyes-López. 2001. *Muestreos de hormigas con trampas de caída: Tasa de captura diferencial según las especies*. Boletín de la Asociación Española de Entomología. 25 (1-2): 43-51.
- Maes, J.M. 1995. *Los Bostrichidae (Coleoptera) de Nicaragua*. Revista Nicaragüense de Entomología. 32: 5-17.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing. 215 pp.
- Meave, J.A., M.A. Romero-Romero, S.H. Salas-Morales, E.A. Pérez-García y J.A. Gallardo-Cruz. 2012. *Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca*. Ecosistemas. 1(2): 85-100.
- Medina, A.M. y Lopes P.P. 2014. *Seasonality in the dung beetle community in a Brazilian tropical dry forest: Do small changes make a difference?* Journal of Insect Science. 14 (123): 1-11.
- Mommertz, S., C. Schauer, N. Kösters, A. Lang y J. Filser. 1996. *A comparison of D-Vac suction, fenced and unfenced pitfall trap sampling of epigeal arthropods in agroecosystems*. Annales Zoologici Fennici. 33(1): 117-124.

- Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España, 84 pp.
- Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N.P. Pavón. 2011. *Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 83: 1249-1261.
- Morón, M.A. y J.A. López-Méndez. 1985. *Análisis de la entomofauna necrófila de un cafetal en el Soconusco, Chiapas, México*. Folia Entomológica Mexicana. 63: 47-59.
- Morón, M.A y R. Terrón. 1984. *Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México*. Acta Zoológica Mexicana. 3: 1-47.
- Morrone, J.J. y J. Márquez. 2008. *Biodiversity of mexican terrestrial arthropods (Arachnida y Hexapoda): A biogeographical puzzle*. Acta Zoológica Mexicana. 24(1): 15-41.
- Mourgliia, V., P. González-Vainer y O. Defeo. 2015. *Distributional patterns in an insect community inhabiting a sandy beach of Uruguay*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 1-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2015.05.011> Consultado el 16 de enero del 2017.
- Navarrete-Heredia, J.L. y H.E. Fierros-López. 2001. *Coleoptera de México: situación actual y perspectivas de estudio*. pp. 1-21. En: Navarrete-Heredia, J.L., H.E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (eds.). Tópicos sobre Coleoptera de México. Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara.
- Neves, F.S., V.H.F. Oliveira, M.M. Espírito-Santo, F.Z, Vaz-de-Mello, J. Louzada, A. Sanchez-Azofeifa, y G.W. Fernandes. 2010. *Successional and seasonal changes in a community of dung beetles (Coleoptera: Scarabaeinae) in a Brazilian tropical dry forest*. Natureza & Conservação. 8: 160–164.
- Noguera, F.A., S. Zaragoza-Caballero, A. Rodríguez-Palafox, E. González-Soriano, E. Ramírez-García, R. Ayala y M.A. Ortega-Huerta. 2012. *Cerambycidos (Coleoptera:*

- Cerambycidae*) del bosque tropical caducifolio en Santiago Domingullo, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 83 (3): 611-622.
- Pineda, E. y C. E. Moreno. 2015. *Evaluación de la diversidad de especies en ensamblajes de vertebrados: un primer acercamiento midiendo y comparando la riqueza de especies*. 115-134 pp. En: Gallina, S. (ed.). *Manual de técnicas de estudio de la fauna*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- 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, UNAM. 82 pp.
- Pérez-Hernández, C.X. 2012. *Diversidad alfa y beta de Cantharidae (Coleoptera) en el Bosque Tropical Caducifolio en la vertiente del Pacífico*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología, UNAM. 97 pp.
- Rojas-Fernández, P. 2001. *Las hormigas del suelo en México: Diversidad, distribución e importancia (Hymenoptera: Formicidae)*. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) Número especial 1:189-238.
- Rzedowski, J. 2006. *Bosque tropical caducifolio*. Pp. 200-214. En: Rzedowski, J. *Vegetación de México*. 1ª edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf) Consultado el 19 de Octubre del 2015.
- Sánchez-Piñero, F. y R.L. Aalbu. 2002. *Tenebrionid Beetles*. Pp. 129-154. En: M.L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *The new island biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford.
- Sarmiento-Cordero, M.A., E. Ramírez-García y A. Contreras-Ramos. 2010. *Diversidad de la familia Syrphidae (Diptera) en la Estación de Biología "Chamela", Jalisco, México*. *Dugesiana* 17 (2): 197-207.

- Siewers, J., J. Schirmel y S. Buchholz. 2014. *The efficiency of pitfall traps as a method of sampling epigeal arthropods in litter rich forest habitats*. European Journal of Entomology. 111(1): 69-74.
- Toledo, M. V. y M. Ordóñez. 1998. *El panorama de la biodiversidad de México: una revisión de los hábitats terrestres*. pp. 739-757. En: Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. (compiladores). La diversidad biológica de México. Orígenes y distribución. Instituto de Biología. UNAM. México.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. *Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico*. Biological Conservation. 94: 133-142.
- Triplehorn, C.A. y N.F. Johnson. 2005. *Borror and DeLong's Introduction to the study of insects*. 7a edición, Thomson Brooks/Cole, Estados Unidos. 805 pp.
- Wall, D.H., G. González y B.L. Simmons. 2011. *Seasonally dry tropical forest soil diversity and functioning*. Pp. 61-70. En: Dirzo, R., H.S. Young, H.A. Mooney, y G. Ceballos (eds.). *Seasonally Dry Tropical Forest: Ecology and Conservation*. Island press, Estados Unidos.
- Ward, D.F., T.R. New y A.L. Yen. 2001. *Effects of pitfall trap spacing on the abundance, richness and composition of invertebrate catches*. Journal of Insect Conservation. 5: 47-53.
- White, R. 1998. *Beetles: A Field Guide to the Beetles of North America*. Houghton Mifflin, Estados Unidos. 384 pp.
- Wolters, V. 2001. *Biodiversity of soil animals and its function*. European Journal of Soil Biology, 37: 221-227.
- Zaragoza-Caballero, S., F.A. Noguera, E. González-Soriano, E. Ramírez-García y A. Rodríguez-Palafox. 2009a. *Insectos*. pp 187-206. En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (eds.). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las Selvas Secas del Pacífico de México. Fondo de Cultura Económica. D.F., México.

Zaragoza-Caballero, S., M. Sarmiento, F. Noguera-Martínez, E. González-Soriano y E. Ramírez-García. 2009b. *Diversidad y abundancia temporal y espacial de insectos atraídos a la luz en un bosque tropical caducifolio en Santiago Domingullo, Oaxaca, México*. pp.361-364. En: Estrada Venegas, E., A. Equihua Martínez, M.P. Chaires Grijalva, J.A. Acuña Soto, J.R. Padilla Ramírez y A. Mendoza Estrada (eds). *Entomología mexicana*. Vol.8. Sociedad Mexicana de Entomología.



**ANEXO I. Listado de familias, géneros y especies recolectadas en trampas *pitfall* de Santiago Domingullo, Oaxaca en 1998**

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Anthicidae					
		sp.1	7	Abril y Junio	A y B
		sp.2	22	Abril y Mayo	A y B
		sp.3	2	Junio	B
		sp.4	1	Junio	A
Anthribidae					
		sp.1	1	Septiembre	A y B
		sp.2	4	Junio y Julio	A
Bostrichidae					
	<i>Rhyzopertha</i>	sp.	3	Febrero y Abril	B
	<i>Amphicerus</i>	sp.	2	Mayo y Junio	B
Bruchidae					
	<i>Zabrotes</i>	<i>Zabrotes subfsciatus</i>	8	Febrero, Marzo y Abril	A y B
	<i>Amblycerus</i>	sp.	26	Febrero, Marzo, Mayo, Junio y Julio	A
Buprestidae					
	<i>Acmaeodera</i>	sp.	1	Julio	B
	<i>Chrysobothris</i>	sp.	1	Julio	A
Carabidae					
	<i>Calosoma</i>	<i>Calosoma angulatum</i>	49	Agosto	B

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Carabidae					
	<i>Platinus</i>	sp.	6	Junio, Agosto y Septiembre	A y B
	<i>Disconerus</i>	sp.	3	Marzo y Agosto	A y B
	<i>Pasimachus</i>	sp.	3	Agosto	B
	<i>Helluomorphoides</i>	sp.	7	Junio y Septiembre	A
	<i>Galerita</i>	sp.	1	Agosto	B
		sp.1	11	Agosto	A y B
		sp.2	11	Diciembre (1997), Junio, Julio Septiembre	A y B
Cerambycidae					
		sp.1	1	Mayo	A
Cerylonidae					
		sp.1	47	Diciembre (1997), Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre	A y B
Chrysomelidae					
	<i>Longitarsus</i>	sp.	2	Diciembre (1997) y Septiembre	A
	<i>Phaedon</i>	sp.	1	Julio	A
	<i>Pachybrachis</i>	sp.	1	Febrero	B
		sp.1	2	Febrero y Junio	B

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Chrysomelidae					
		sp.2	2	Septiembre	A y B
		sp.3	1	Septiembre	A
		sp.4	1	Junio	A
Cleridae					
	<i>Perylipus</i>	sp.	97	Diciembre (1997), Febrero, Marzo, Abril, Junio, Julio, Agosto, Septiembre (1998)	A y B
	<i>Enoclerus</i>	<i>Enoclerus aethops</i>	1	Marzo	B
Coccinellidae					
	<i>Nephaspis</i>	sp.	1	Julio	A
		sp.1	5	Febrero y Marzo	A y B
		sp.2	3	Febrero, Abril y Junio	A y B
		sp.3	1	Diciembre (1997)	A
		sp. 4	1	Julio	A
Colydiidae					
		sp.1	17	Abril y Julio	B
Cucujidae					
		sp.1	1	Febrero	A
Curculionidae					
		sp.1	3	Abril, Junio y Julio	A

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Curculionidae					
		sp.2	1	Sin fecha de colecta	A
		sp.3	1	Septiembre	A
		sp.4	1	Marzo	A
		sp.5	1	Marzo	A
		sp.6	1	Marzo	A
		sp.7	2	Diciembre (1997) y Abril	A y B
Dermestidae					
		sp.1	5	Abril y Mayo	A y B
		sp.2	2	Diciembre (1997) y Junio	A y B
Elateridae					
	<i>Melanotus</i>	sp.	1	Junio	A
	<i>Aptopus</i>	sp.	13	Marzo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre	A y B
	<i>Horistonotus</i>	sp.	4	Junio, Julio, Septiembre	A y B
Eucinitidae					
		sp.1	3	Junio, Julio, Septiembre	A y B

Familia	Género	Morfoespecie/Especie	Total de individuos	Mes y año de recolecta	Sitio de recolecta
Euglenidae					
		sp.1	1	Julio	A
Eucnemidae					
		sp.1	2	Marzo	A
Histeridae					
		sp.1	13	Junio, Septiembre	A y B
		sp.2	22	Diciembre (1997) Mayo, Junio	A y B
		sp.3	1	Junio	A
		sp.4	8	Junio, Julio, Octubre	A y B
Latridiidae					
		sp.1	1	Julio	A
Meloidae					
	<i>Epicauta</i>	sp.	2	Septiembre	A y B
Melolonthidae					
	<i>Diplotaxis</i>	sp.1	4	Diciembre (1997), Junio, Julio	A y B
		sp.2	1	Sin fecha de colecta	A
	<i>Paranomala</i>	sp.	1	Abril	B
	<i>Phyllophaga</i>	sp.1	1	Sin fecha de colecta	A
		sp.2	1	Sin fecha de colecta	A

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Melolonthidae					
		sp.1	16	Febrero, Marzo, Mayo, Junio, Julio	B
Mordellidae					
		sp.1	2	Junio, Septiembre	A
Nitidulidae					
		sp.1	88	Marzo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre	A y B
		sp.2	1	Julio	B
		sp.3	9	Junio, Julio	A
Oedemeridae					
		sp.1	1	Abril	B
Pyrochroidae					
		sp.1	54	Diciembre (1997), Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Octubre	A y B
Scarabaeidae					
	<i>Canthon</i>	<i>Canthon indigaceus</i>	161	Junio, Julio, Septiembre	A y B
	<i>Deltochilum</i>	sp.	7	Sin fecha de recolecta	A
	<i>Phaneus</i>	<i>Phaneus nimrod</i>	12	Sin fecha de recolecta	A
	<i>Pseudocanthon</i>	<i>Pseudocanthon perplexus</i>	3	Junio, Julio	A y B

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Scarabaeidae					
	<i>Scybalocanthon</i>	<i>Scybalocanthon</i> sp.	98	Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre	A y B
	<i>Ataenius</i>	<i>Ataenius</i> sp.1	26	Mayo, Junio, Julio, Septiembre	A y B
		<i>Ataenius</i> sp.2	17	Junio, Julio, Septiembre	A y B
Scolytidae					
		sp.1	2	Julio, Octubre	A y B
Staphylinidae					
	<i>Anotylus</i>	sp.	3	Sin fecha de recolecta	A
	<i>Belonochus</i>	<i>Belonochus rufipennis</i>	2	Septiembre	A y B
	<i>Bryoporus</i>	sp.	5	Agosto, Septiembre	A y B
	<i>Neohypnus</i>	sp.	5	Agosto, Septiembre, Octubre	A y B
	<i>Osorius</i>	sp.	2	Septiembre	A y B
	<i>Platydracus</i>	sp.	8	Abril	A
		sp.1	28	Abril, Junio, Julio, Agosto, Septiembre	A y B
		sp.2	7	Diciembre (1997), Julio, Septiembre	A

<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Tenebrionidae					
	<i>Anaedus</i>	sp.	1	Diciembre (1997)	B
	<i>Araeoschizus</i>	sp.	138	Diciembre (1997), Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio Julio	A y B
	<i>Blapstinus</i>	sp.	1	Abril	A
	<i>Conibius</i>	<i>Conibius brunipa</i>	62	Diciembre (1997), Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Septiembre	A y B
	<i>Cryptoglossa</i>	<i>Cryptoglossa bicostata</i>	7	Diciembre (1997), Abril, Mayo, Junio	A y B
	<i>Helops</i>	sp.	7	Febrero, Marzo, Mayo, Junio	A y B
	<i>Hymenorus</i>	sp.	5	Marzo, Abril, Junio	A y B
	<i>Pelecyporus</i>	<i>Pelecyporus seticornis</i> ( <i>Astrotus</i> )	9	Junio, Septiembre	A y B
	<i>Stibia</i>	sp.	9	Marzo, Junio, Agosto, Septiembre	A y B
		sp.1	44	Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Agosto, Septiembre	A y B



<b>Familia</b>	<b>Género</b>	<b>Morfoespecie/Especie</b>	<b>Total de individuos</b>	<b>Mes y año de recolecta</b>	<b>Sitio de recolecta</b>
Trogidae					
	<i>Omorgus</i>	sp.	3	Sin fecha de recolecta	A
Zopheridae					
	<i>Hyporhagus</i>	sp.	6	Abril, Mayo, Junio	B

**ANEXO II. Abundancia mensual de las familias registradas en Santiago Domingullo, Oaxaca de Noviembre de 1997 a Octubre de 1998**

Familia	Diciembre	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Sin fecha	Total	Total especies
Anthicidae	0	0	0	19	8	4	0	0	0	0	1	32	4
Anthribidae	0	0	0	0	0	3	1	0	1	0	0	5	2
Bostrichidae	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	5	2
Bruchidae	0	4	10	3	6	9	2	0	0	0	0	34	2
Buprestidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	2
Carabidae	1	0	1	0	0	13	2	59	4	0	11	91	8
Cerambycidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Cerylonidae	3	0	0	1	0	19	12	1	10	1	0	47	1
Chrysomelidae	1	2	0	0	0	2	1	0	4	0	0	10	7
Cleridae	1	14	63	12	0	5	1	1	1	0	0	98	2
Coccinellidae	1	5	1	1	0	1	2	0	0	0	0	11	5
Colydiidae	0	0	0	1	0	0	16	0	0	0	0	17	1
Cucujidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Curculionidae	1	0	3	2	0	1	1	0	1	0	1	10	7
Dermestidae	1	0	0	4	1	1	0	0	0	0	0	7	2
Elateridae	0	0	1	0	0	9	2	1	5	0	0	18	3
Eucinetidae	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	3	1
Euglenidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Eucnemidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
Histeridae	9	0	0	0	4	24	2	0	4	1	0	44	4
Latridiidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
Meloidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1
Melolonthidae	1	1	1	1	3	10	2	0	0	0	5	24	6
Mordellidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1
Nitidullidae	0	0	3	4	0	45	23	8	10	4	1	98	3
Oedemeridae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pyrochroidae	5	1	6	21	14	4	0	0	0	1	2	54	1
Scarabaeidae	9	0	0	0	2	92	19	3	33	0	166	324	7
Scolytidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	1
Staphylinidae	1	0	0	9	0	5	5	17	17	1	5	60	8
Tenebrionidae	11	27	28	66	64	58	10	3	9	0	7	283	10
Trogidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1
Zopheridae	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	6	1
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>56</b>	<b>119</b>	<b>149</b>	<b>107</b>	<b>309</b>	<b>107</b>	<b>93</b>	<b>103</b>	<b>9</b>	<b>202</b>	<b>1299</b>	<b>99</b>