



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

Sistemática

**DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE MELOLONTHIDAE (COLEOPTERA) DEL  
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA RESERVA DE HUAUTLA MORELOS,  
MÉXICO**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

DANIEL EDWIN DOMÍNGUEZ LEÓN

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Santiago Zaragoza Caballero**  
Instituto de Biología, UNAM

**COMITÉ TUTOR: Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez**  
Instituto de Geografía, UNAM  
**Dra. David Nahum Espinosa Organista**  
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

MÉXICO, Cd. Mex. , Noviembre, 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

INSTITUTO DE BIOLOGÍA

Sistemática

**DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE MELOLONTHIDAE (COLEOPTERA) DEL  
BOSQUE TROPICAL CADUCIFOLIO DE LA RESERVA DE HUAUTLA MORELOS,  
MÉXICO**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

DANIEL EDWIN DOMÍNGUEZ LEÓN

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: Dr. Santiago Zaragoza Caballero**  
Instituto de Biología, UNAM

**COMITÉ TUTOR: Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez**  
Instituto de Geografía, UNAM  
**Dra. David Nahum Espinosa Organista**  
Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

MÉXICO, Cd. Mex. , Noviembre, 2017



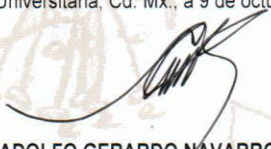
Lic. Ivonne Ramírez Wence  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión del Subcomité por Campo de Conocimiento de Ecología y Manejo Integral de Ecosistemas del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 28 de agosto de 2017, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **DOMÍNGUEZ LEÓN DANIEL EDWIN** con número de cuenta **410016169** con la tesis titulada "**Diversidad alfa y beta de Melolonthidae (Coleoptera) del bosque tropical caducifolio de la reserva de Huautla, Morelos, México**", realizada bajo la dirección del **DR. SANTIAGO ZARAGOZA CABALLERO**:

Presidente: DRA. ROSA GABRIELA CASTAÑO MENESES  
Vocal: DRA. CLAUDIA ELIZABETH MORENO ORTEGA  
Secretario: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA  
Suplente: DRA. PAULINA CIFUENTES RUIZ  
Suplente: DRA. ROSA IRMA TREJO VÁZQUEZ

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

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 9 de octubre de 2017.

  
**DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA**  
**COORDINADOR DEL PROGRAMA**



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

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo que recibí para realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo recibido a través del Programa de Apoyos de estudio de Posgrado (PAEP).

Agradezco a la Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez y al Dr. David Nahum Espinosa Organista, por ser parte del Comité Tutoral. Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero por aceptar ser el tutor principal.

## **AGRADECIMIENTOS TÉCNICOS**

A los miembros del jurado: Dra. Paulina Cifuentes Ruíz, Dra. Rosa Irma Trejo Vázquez, Dra. Rosa Gabriela Castaño Meneses, Dra. Claudia Elizabeth Moreno Ortega y al Dr. David Nahum Espinosa Organista por la constante revisión y los valiosos comentarios que ayudaron a mejorar este trabajo.

Al Dr. Miguel Ángel Morón Ríos y al Dr. Andrés Ramírez Ponce por la ayuda prestada en la revisión y determinación de ejemplares.

Al Dr. Martín Leonel Zurita García y al M. en C. Geovanni M. Rodríguez Mirón por la revisión, comentarios y sugerencias que ayudaron a mejorar en gran medida este escrito.

A la M. en C. Viridiana Vega Badillo por su ayuda en la elaboración del mapa.

## AGRADECIMIENTOS A TÍTULO PERSONAL

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ayudarme a mejorar a nivel personal y académico.

Al Dr. Santiago Zaragoza Caballero por permitirme ser su alumno y apoyarme durante la realización del trabajo, por el esfuerzo y entusiasmo que muestra a diario con todos sus alumnos haciendo del laboratorio un segundo hogar.

Un agradecimiento especial a mis amigos del laboratorio Sara, Mireya, Viri, Cisteil, Enya, Nayeli, Carlos, Geovanni, Martín, Ishwari y Erick que siempre me han demostrado su apoyo, ayudándome y motivándome, pero sobre todo por ofrecerme su amistad y tener la paciencia para enseñarme.

A toda mi familia por su incomparable apoyo en la realización de mi sueño. En particular a mi abuela, madre, padre y hermano porque siempre han estado para mí en las buenas y malas ofreciéndome su cariño.

Gracias a mi tío Eduardo que es como un segundo padre para mí, por ofrecerme sus consejos, motivarme a seguir estudiando, orientarme en la lectura, permitirme aprender con él mil cosas y sobre todo por su enorme cariño que siempre me ha demostrado.

A mis mejores amigos Isaak y Daniel que son como hermanos para mí, con los que siempre la he pasado de maravilla, riendo en las situaciones buenas y en las malas. Apoyándome en todas las locuras que he realizado en estos 11 grandiosos años de amistad, gracias.

A mis amigos y amigas de la universidad Lalo, Alejandro, Manuel, Edgar, Daniel, Liliana y Dulce por todos esos buenos momentos que hemos pasado juntos.

A Rosa por ser amiga, alumna y consejera, siempre te recordaré y te prometo que seguiré esforzándome.

A los bboys en especial a Christian por ser un increíble amigo, por todas esas batallas en las que hemos participado.

Con cariño para Anel que inicia con esmero su camino en la biología.



## **Dedicatoria**

*A mis padres por su inalcanzable esfuerzo y paciencia que me han mostrado día con día, motivándome a buscar con disciplina mis metas.*

*El aspecto general de los coleópteros me desilusionó mucho. Hay aquí escarabajos pequeños, de color oscuro, en grandísimo número. Las colecciones europeas no poseen hasta ahora, sino ejemplares de las especies tropicales más grandes: una simple ojeada a lo que ha de ser el futuro catálogo completo bastaría para destruir por siempre el descanso de un entomólogo...*

**Charles R. Darwin, 1839.**



## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVOS.....	6
MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
Área de estudio.....	7
Trabajo de campo: diseño de muestreo.....	9
Trabajo de laboratorio: preservación del material entomológico y determinación taxonómica .....	10
Análisis de datos.....	10
Complejidad de la muestra.....	10
Estimación de la riqueza.....	11
Diversidad alfa.....	11
Diversidad beta.....	13
Diversidad alfa estacional .....	14
Estimación de la riqueza estacional.....	14
Diversidad beta estacional.....	14
RESULTADOS.....	16
Abundancia y riqueza.....	16
Complejidad de muestreo.....	18
Rango- abundancia.....	19
Diversidad alfa por trampa de luz.....	20
Diversidad beta por trampa de luz.....	21



Estacionalidad.....	22
Abundancia y riqueza.....	22
Complejidad del muestreo.....	24
Diversidad alfa por estacionalidad.....	25
Diversidad beta temporal.....	26
Diversidad por estacionalidad.....	26
Fenología.....	27
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	36
LITERATURA CITADA.....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH).

Figura 2. Trampa de atracción luminosa tipo Minnesota (modificada) utilizada en la recolecta de melolóntidos en la Sierra de Huautla, Morelos.

Figura 3. Especies con más de 10 individuos registrados en las trampas de luz.

Figura 4. Curvas de acumulación de las especies de melolóntidos recolectados en las trampas de luz en función de los individuos registrados. Se grafican los estimados (líneas continuas) y la extrapolación a 1641 individuos (líneas discontinuas).

Figura 5. Comparación de la riqueza acumulada (extrapolación a 1641 individuos) de las trampas de luz. Se observan los valores calculados de riqueza (rombos) y sus intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

Figura 6. Comparación de las curvas rango- abundancia de las trampas de luz. Las especies se encuentran ordenadas de mayor a menor abundancia, el resultado del cálculo de la proporción ( $\pi = n_i/N$ ) se observa en logaritmo (base 10).

Figura 7. Comparación de los perfiles de diversidad alfa de las trampas de luz. Se observan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

Figura 8. Dendogramas de disimilitud generados a partir del análisis de agrupamiento entre las TL y dos coeficientes distintos: a)  $1-S_{\text{clásico}}$  y b)  $1-S_{\text{mod}}$ .

Figura 9. Especies con más de 10 individuos registrados durante la época de lluvias y secas.

Figura 10. Curvas de acumulación de las especies de melolóntidos recolectados en dos épocas del año (lluvias y secas). Se grafican los estimados (líneas continuas) y la extrapolación a 2392 individuos (líneas discontinuas).

Figura 11. Comparación de la riqueza acumulada (extrapolación a 2392 individuos) de las estaciones del año. Se observan los valores calculados de riqueza (rombos) y sus intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

Figura 12. Comparación de los perfiles de diversidad alfa de las épocas del año. Se observan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).



Figura 13. Análisis NMDS de estacionalidad. a) Índice de Jaccard, b) Índice de Bray- Curtis. El polígono con líneas azules agrupa a los meses de época de lluvias y el polígono de líneas rojas agrupa a los meses época de secas.

Figura 14. Abundancia de los melolóntidos (barras verdes) en relación con el mes de recolecta y precipitación mensual (línea azul) del BTC de la Sierra de Huautla, Morelos, México

Figura 15. Riqueza de los melolóntidos (eje de la izquierda, barras verdes) en relación con el mes de recolecta, precipitación (línea azul) y temperatura mensual (línea roja) del BTC de la Sierra de Huautla, Morelos, México.

Figura 16. Distribución temporal de las especies más representativas de la estación de secas.

Figura 17. Distribución temporal de las especies más representativas de la estación de lluvias.

Figura 18. Análisis de correlación realizado para la riqueza y abundancia con las variables precipitación y temperatura. Las líneas azules representan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (error estándar).



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de las trampas de luz en CEAMISH, Sierra de Huautla, Morelos.

Cuadro 2. Abundancia de las especies de Melolonthidae en las trampas de luz recolectados del BTC de Sierra de Huautla (CEAMISH), Morelos, México.

Cuadro 3. Cobertura de la muestra ( $C_n$ ), se muestran el número de singletons ( $f_1$ ), número de doubletons ( $f_2$ ) y número de individuos registrados para cada una de las trampas de luz.

Cuadro 4. Valores de diversidad observada y estimada para las trampas de luz, de orden 0 ( $^0D$ ) orden 1 ( $^1D$ ) y orden 2 ( $^2D$ ).

Cuadro 5. Abundancia de las especies de Melolonthidae en las estaciones de lluvias y secas, recolectados en el BTC de Sierra de Huautla (CEAMISH), Morelos, México.

Cuadro 6. Cobertura de la muestra ( $C_n$ ), se muestran el número de singletons ( $f_1$ ), número de doubletons ( $f_2$ ) y número de individuos registrados para cada estación.

Cuadro 7. Valores de diversidad observada y estimada para las épocas (Lluvias y Secas), de orden 0 ( $^0D$ ) orden 1 ( $^1D$ ) y orden 2 ( $^2D$ ).



## RESUMEN

Se evalúa la diversidad alfa y beta de los escarabajos pertenecientes a la familia Melolonthidae procedente del Centro de Educación Ambiental Sierra de Huautla, Morelos (CEAMISH) recuperados de tres trampas de atracción luminosa (TL). Se analiza el efecto que tiene la estacionalidad sobre los mismos. Se utilizaron trampas tipo Minnesota modificadas, activas de abril-octubre cuatro horas de las 20:00 a 24:00 y 19:00 a 23:00 de noviembre-marzo, durante cinco días de cada mes, entre 1995 y 1996. Se recolectaron 2816 individuos distribuidos en nueve géneros y 27 especies. Se observó que no existen diferencias en la riqueza específica entre los sitios, sin embargo, la TL3 tiene un mayor número de especies efectivas ( $8.47 \pm 0.4$ ) en comparación con la TL2 ( $7.06 \pm 0.9$ ). El valor de los coeficientes  $1-S_{\text{clásico}}$  y  $1-S_{\text{mod}}$  ( $\beta < 0.25$  y  $\beta < 0.15$ , respectivamente) sugiere un bajo recambio de especies entre los sitios. La diversidad alfa es significativamente mayor en la época de lluvias en comparación con la época secas; durante los meses de mayo, junio y julio se observó un incremento en la riqueza y abundancia de especies. El análisis de Escalamiento Multidimensional no Métrico (NMDS) con el índice de Jaccard muestra una agrupación asociada a la estacionalidad. El análisis de correlación entre la riqueza y la abundancia con la temperatura es positivo ( $r = 0.649$ ,  $p = 0.0171$  y  $r = 0.627$ ,  $p = 0.0187$ ; respectivamente), al igual que la riqueza y precipitación ( $r = 0.627$ ,  $p = 0.0182$ ).

**Palabras clave:** Trampa de luz, riqueza de especies, abundancia, estacionalidad.





## ABSTRACT

The alpha and beta diversity of beetles of the family Melolonthidae from the Centro de Educación Sierra de Huautla, Morelos (CEAMISH) recovered from three traps of light attraction is evaluated. The influence of seasonality on them is analyzed. Modified Minnesota-type traps were active four hours from 8:00 p.m. to 12:00 p.m. between April 1996 and October 1996 and from 7:00 p.m. to 11:00 p.m. between November 1995 and March 1996, during five days of every month, between 1995 and 1996. Two thousand eight hundred sixteen individuals distributed in nine genera and 27 species were collected. There were no differences in richness between sites, however, TL3 has a higher number of effective species ( $8.47 \pm 0.4$ ) compared to TL2 ( $7.06 \pm 0.9$ ). The value of the coefficients  $1-S_{\text{classic}}$  and  $1-S_{\text{mod}}$  ( $\beta < 0.25$  and  $\beta < 0.15$ , respectively) suggests a low turnover of species between sites. The alpha diversity is significant higher in the rainy season compared to the dry season; during the months of May, June and July an increase in the richness and abundance of species was observed. The Non-Metric Multidimensional Scaling (NMDS) analysis with the Jaccard index shows a cluster associated with the type of season. Positive correlations between richness and abundance with the temperature ( $r= 0.649$ ,  $p= 0.0171$  and  $r= 0.627$ ,  $p=0.0187$ ; respectively) and between richness and precipitation ( $r=0.627$ ,  $p= 0.0182$ ) were detected.

**Keywords:** Light trap; species richness; abundance; seasonality.



## INTRODUCCIÓN

Los estudios de diversidad de insectos en el Bosque Tropical Caducifolio (BTC) (Rzedowski, 1978) de México siguen siendo escasos (Castaño-Meneses, 2014; Cuevas-Reyes et al., 2004; González-Soriano et al., 2009) y se han centrado principalmente en grupos como Coleoptera e Hymenoptera (González-Ramírez et al., 2017; Jiménez-Sánchez et al., 2009; Noguera et al., 2002, 2007; Pérez-Hernández y Zaragoza-Caballero, 2015; Rodríguez et al., 2010; Rodríguez-Velez y Woolley, 2005; Rodríguez-Velez et al., 2009; Zaragoza-Caballero y Ramírez-García, 2009; Zaragoza-Caballero et al., 2003, 2010). En el caso particular de los coleópteros, estos cumplen un rol fundamental en la dinámica ecológica debido a la amplia variedad de gremios tróficos que presentan, afectando de manera directa o indirecta el flujo de nutrientes (Lassau et al., 2005). Un ejemplo son los escarabajos de la familia Melolonthidae donde los adultos se alimentan de hojas, flores, tallos, frutos, polen, néctar, savia, corteza y detritus vegetal (Endrödi, 1985; Morón, 1986, 1990, 1991, 1994; Ritcher, 1966); mientras las larvas consumen raíces, humus o xilema, encontrándose asociadas con más de 50 familias de Angiospermas y Gimnospermas (Morón, 2001, Morón, et al., 2014). Además, éstos participan en el proceso de polinización, favorecen la evolución de los biomas terrestres siendo reguladores del crecimiento de las poblaciones vegetales, limitando el desarrollo de raíces y follaje (Castillo y Morón 1992; Morón y Terrón, 1984; Morón 1985, 1997, 2001; Morón y Aragón, 2003; Morón et al., 1996). Sin embargo, en diversos cultivos agrícolas y viveros forestales, un crecimiento desproporcionado de algunas poblaciones de melolóntidos puede ocasionar importantes pérdidas económicas (Cuate-Mozo et al., 2016; Morón, 1999; Pérez-Agis et al., 2014; Ríos y Romero, 1982; Rodríguez del Bosque y Morón, 2010).

Las poblaciones de melolóntidos son susceptibles a los cambios producidos por las actividades antrópicas en los ecosistemas, por lo que se han propuesto como indicadores biológicos o parámetros ecológicos (Favila y Halffter, 1997; Halffter et al., 1992; Márquez, et al., 2013; Morón, 1997; Morón y Terrón, 1984; Otavo et al., 2013; Pardo-Locarno, 2011). Por lo anterior, se considera que tienen un valor para evaluar el estado de equilibrio y conservación, determinando la importancia de una región como un área natural protegida (Morón y Aragón, 2003).

En nuestro país los melolóntidos tienen una amplia distribución y una gran diversidad genérica y específica, siendo mayor en la región del Pacífico que en el Golfo de México y el altiplano (Morón, 1994). A pesar del incremento de estudios enfocados a



conocer la diversidad de esta familia en el BTC en los últimos años (Delgado, 1989; Deloya et al., 1993,1995; Morón, 2006c; Morón et al., 1988,1998; Reyes-Novelo y Morón 2005; Yanes- Gómez y Morón, 2010) es necesario ampliar el conocimiento de este grupo; ya que además de su importancia biológica, ecológica y económica, se calcula que en el BTC habita cerca del 32% de las especies de melolóntidos conocidas para México (Morón et al., 2014).

El BTC puede ser definido por su estacionalidad, fisionomía y afinidad climática, exhibiendo diversas variaciones en su composición de especies y estructura (Trejo y Dirzo, 2000). Este tipo de vegetación presenta un estrato arbóreo de baja altura con un promedio entre 8 y 12 metros con excepciones que no sobrepasan los 15 metros (Miranda y Hernández- Xocolotzi, 1963; Pennington y Sarukhan, 1968; Rzedowski, 1978; Trejo, 1998). Se caracteriza por tener dos aspectos estacionales diferentes: una época de lluvias y una época de estiaje o secas que dura entre 5 y 8 meses donde pierde del 50 al 100% de su follaje (Bezaury, 2010; Trejo 2010).

La importancia del BTC ha sido señalada por varios autores, que lo llegan a considerar como una de las comunidades vegetales más ricas y con alto grado de endemismo en comparación con otros ecosistemas similares (Arias et al., 2001; Bullock et al., 1995; Ceballos y García, 1995; Flores- Villela y Geréz, 1994; Rzedowski, 1991; Toledo y Ordoñez, 1993).

El BTC representaba originalmente el 42% de la cobertura vegetal a nivel mundial (Holdridge, 1967; Pennington et al., 2000) siendo considerado uno de los ecosistemas más vulnerables del mundo (Janzen, 1988; Lerdau et al., 1991). En México, este tipo de vegetación, abarcaba aproximadamente el 8% del total de la superficie (Rzedowski, 1978). Sin embargo, se estima que actualmente se ha reducido más del 70% de la cobertura que originalmente tenía el país (Trejo y Dirzo, 2000). El BTC se distribuye a lo largo de la vertiente del Pacífico, con entrantes importantes en las cuencas del Balsas y el Lerma, y también se encuentra en algunas zonas en la Vertiente del Golfo de México y la península de Yucatán, distinguiéndose por su afinidad con la estación de lluvias (Trejo, 2010).

Actualmente solo una pequeña proporción de la cobertura original está ubicada en áreas protegidas y permanece relativamente intacta (Gentry, 1995; Janzen, 1988; Murphy y Lugo, 1995). De acuerdo a Ceballos et al., (2010), las áreas protegidas con mejor representación de BTC en México son las reservas de la Biosfera Chamela- Cuixmala



(Jalisco), Sierra de Manantlán (Jalisco y Colima) y Sierra de Huautla (Morelos), En particular, el 57.3% de la superficie del estado de Morelos estaba cubierta por este tipo de vegetación, sin embargo, para 1989 se redujo a tan solo el 22% (Trejo y Dirzo, 2000), por lo que su conservación en la Reserva de Huautla es relevante.



## OBJETIVOS

### **General:**

Analizar la diversidad alfa y beta de Melolonthidae (Coleoptera) asociada al Bosque Tropical Caducifolio en la Reserva de Huautla, Morelos.

### **Particulares:**

- Analizar la diversidad alfa de Melolonthidae de cada una de las trampas de luz en la Reserva de Huautla, Morelos.
- Comparar el recambio en la composición de especies entre las trampas de luz.
- Analizar la diversidad alfa de Melolonthidae para cada una de las estaciones (seca/húmeda) presentes en el bosque tropical caducifolio.
- Comparar el recambio en la composición de especies entre las estaciones (seca/húmeda).



## MATERIAL Y MÉTODOS

### Área de estudio

La Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla fue decretada como tal en 1993, se encuentra ubicada en tres estados: Morelos, Guerrero y Puebla. En Morelos abarca parte de los municipios de Amacuzac, Puente de Ixtla, Jojutla, Ciudad de Ayala, Tlalquitenango y Tepalcingo (Dorado et al., 2005). En Guerrero abarca la zona montañosa en los municipios de Buenavista de Cuellar y Huitzuc de los Figueroa. Para el estado de Puebla comprende la zona montañosa en los municipios de Teotlaco y Jolalpan (Dorado y De la Maza, 1998) (Fig. 1).

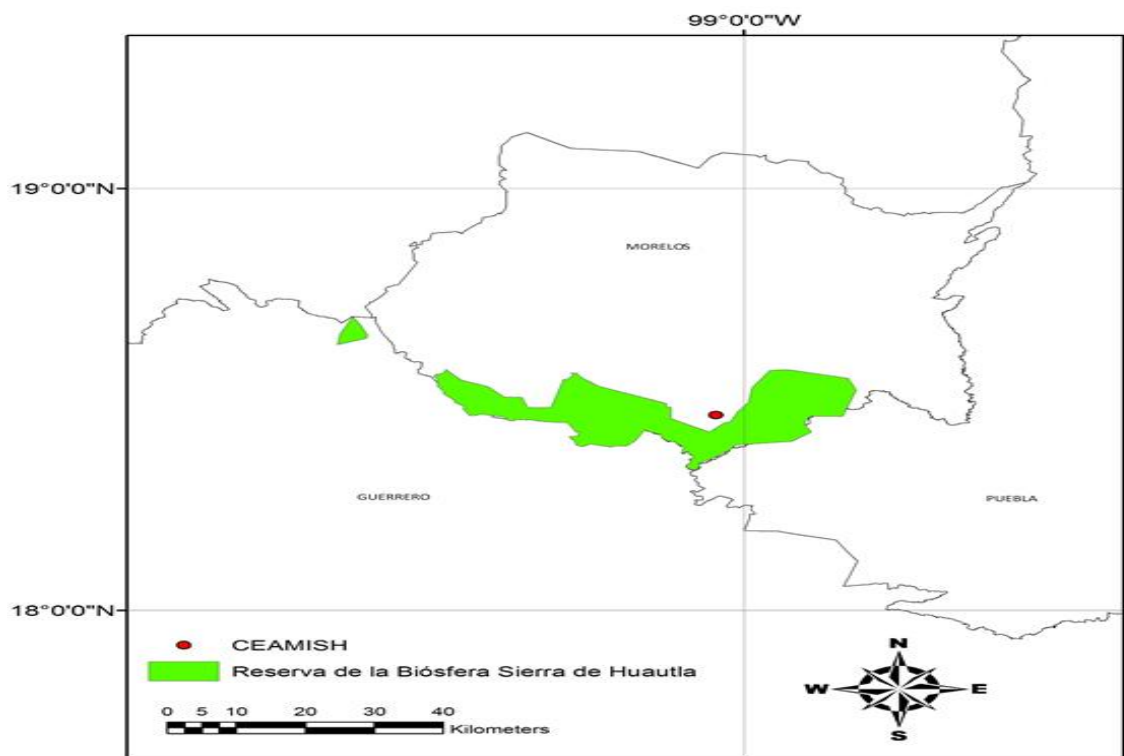


Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla y del Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH).

De manera particular, el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla (CEAMISH), se encuentra ubicado al sureste del estado, a 2.5 km al norte y 4 km al oeste del poblado de Huautla ( $18^{\circ} 27'47.30''$  N,  $-99^{\circ} 02'10.58''$  O), en altitudes de 940 y 1060 msnm frente la presa Lorenzo Vázquez, que se ubica en el cauce del río Quilamula (Fig.1). Este arroyo es temporal; sin embargo, el cauce del arroyo mantiene el flujo de agua



constante durante todo el año, debido al drenado resultante del reservorio (Valenzuela et al., 2010).

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988), el clima de la región es el cálido subhúmedo ( $Aw_0$ ) (w) (i) g con lluvias durante el verano, concentradas de mayo a octubre. De acuerdo a los datos de las normales climatológicas (1951-2010) de la Estación Huautla (17008) del Servicio Meteorológico Nacional (2016), la temperatura media anual es de 24.3 °C con la temperatura media más baja en enero con 22.3 °C y la más cálida en mayo con 26.4°C. El promedio de temperaturas máximas asciende a 31.9 °C a nivel anual, con promedio de 30.8 °C en enero y 34 °C en mayo. En el promedio de mínimas la temperatura es de 16.7 °C anual con registros promedio de 13.8 °C en enero y 26.4 °C en mayo. La precipitación promedio acumulada en el año alcanza los 923.7 mm, con registros mayores a los 50 mm de mayo a octubre y el valor más alto en junio con un promedio de 218 mm en el período de análisis.

La vegetación dominante en más del 90% de la zona es el bosque tropical caducifolio (Dorado, 1997), además se encuentran algunas áreas de selva mediana subcaducifolia en los sitios con arroyos temporales y en las zonas con mayor altitud encinares y pinos (Ceballos et al., 2010). Se tienen registros de 937 plantas vasculares incluidas en 130 familias y 449 géneros (Dorado et al., 2005). Las familias más abundantes son Fabaceae, Poaceae, Asteraceae y Burseraceae (Dorado et al., 2005). Donde predominan las especies de los géneros *Bursera* (Burseraceae), *Ceiba* (Bombacaceae), *Cyrtocarpa* (Anarcadiaceae), *Lonchocarpus* (Fabaceae) e *Ipomoea* (Convolvulaceae). También las cactáceas columnares suelen ser comunes con representantes de los géneros: *Cephalocereus*, *Lemaireocerus*, *Myrtillocactus*, *Neobuxbaumia*, *Pachycereus* y *Steneocereus* (Dorado, 1997).

En los ríos y cañadas se presenta un bosque de galería con árboles más altos que los que comúnmente representan al BTC, donde predominan las siguientes especies: *Licania arborea* Seem. (Chrysobalanaceae), *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae), *Guazuma ulmifolia* (Lam.) (Sterculiaceae), *Ficus petiolaris* Kunth, *F. tecolutensis* (Mig.) (Moraceae), *Daphnopsis americana* (Mill.) J. Johnston (Thymelaeaceae), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb., *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Leguminosae), *Astianthus viminalis* Baillon (Bignoniaceae), *Bursera grandifolia* Engl. (Burseraceae), *Euphorbia fulva* Stapf. (Euphorbiaceae) y *Salix humboldtiana* Willd. (Salicaceae) (Pérez-Jiménez et al., 1992).



En áreas alteradas existen asociaciones secundarias formadas por leguminosas espinosas, tales como *Acacia farnesiana* (L.) Willd., *Pithecellobium acatlense* Benth., *Mimosa polyantha* Benth., *M. benthamii* J. F. Macbr. y *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg. (Pérez-Jiménez et al., 1992).

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

El muestreo se realizó entre noviembre de 1995 a octubre de 1996, fue mensual y se llevó a cabo durante 5 días cada mes coincidiendo con la fase lunar cuarto menguante.

Se utilizaron tres trampas de atracción luminosa como método de recolecta. Las trampas tipo Minnesota (Southwood, 1966) modificada, con una combinación de dos fuentes de luz: un foco de vapor de mercurio y dos tubos de luz ultravioleta (con y sin filtro), colocadas frente a una sábana blanca de 1.80 x 1.50m (LINBOS, 2011) (Fig. 2). El material recolectado se conservó en alcohol al 70%.



Figura 2. Trampa de atracción luminosa tipo Minnesota (modificada) utilizada en la recolecta de melolóntidos en la Sierra de Huautla, Morelos.

Las trampas fueron colocadas en tres sitios, con una distancia de 300m entre las mismas, donde permanecieron durante 4 horas diarias (de las 20:00 a las 24:00 horas en el horario de verano y de 19:00 a 23:00 hrs el resto del año). En total se realizaron 240 horas de trabajo de recolecta (Cuadro 1).





Cuadro 1. Ubicación de las trampas de luz en CEAMISH, Sierra de Huautla, Morelos.

Trampa de Luz	Ubicación Geográfica (Grados sexagesimales)		Descripción de la ubicación
1	18°27' 47.51"N, - 99°2'7.90"O		Costado sur de las instalaciones CEAMISH orientada al sur.
2	18°27' 49.28"N, - 99°2'15.05"O		Margen de la presa Lorenzo Vázquez orientada al oeste.
3	18°27' 53.59"N, - 99°2'21.32"O		Margen de la presa Lorenzo Vázquez orientada al noroeste.

### Trabajo de gabinete: preservación del material entomológico y determinación taxonómica

Una parte representativa del material recolectado se montó en el laboratorio con alfileres entomológicos, el resto permanece preservado en alcohol al 70%. Todo el material recolectado se depositó en la Colección Nacional de Insectos, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (CNIN-IBUNAM).

La determinación taxonómica a nivel específico se realizó con la ayuda de un estereoscopio marca Zeiss (Discovery V.8) y con las claves realizadas por: Delgado et al., (2000); Deloya et al., (1995); Hernández- Cruz (2015); Morón (1986, 2006a); Orozco (2012); Ramírez-Ponce y Morón, (2009); Ratcliffe et al., (2013) y Vaurie (1958, 1960). Las determinaciones de las especies fueron verificadas por especialistas.

## ANÁLISIS DE DATOS

### Complejidad de la muestra

El análisis de complejidad se realizó mediante la cobertura de las muestras, que representa la proporción que constituyen los individuos de las especies encontradas en la muestra con respecto al total. La comparación de comunidades mediante la riqueza de especies estimada a través de la cobertura de la muestra, en contraste con el método tradicional de rarefacción, permite realizar comparaciones justas con un sesgo menor; ya que, la comparación se hace a una misma proporción de la comunidad (misma cobertura) y no con un tamaño de muestra igual (Moreno et al., 2011). Cuando las comunidades que se comparan tienen un valor de cobertura cercano a 1 es posible realizar comparaciones directas de su diversidad (Chao y Jost, 2012).



El cálculo de la cobertura se basa en tres elementos: el tamaño de la muestra o número total de individuos registrados ( $n$ ), el número de singletons ( $f_1$ ) y el número de doubletons ( $f_2$ ) (Pineda y Moreno, 2015), como se puede observar en la siguiente expresión matemática:

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

### Estimación de la riqueza

Los valores de riqueza y abundancia corresponden respectivamente al número de especies observados y al número total de individuos recolectados por especie para cada una de las trampas. El análisis de la riqueza total por trampas se realizó construyendo curvas de acumulación de especies por rarefacción y extrapolación con 100 aleatorizaciones e intervalos de confianza del 95% para comparar la diversidad entre comunidades, utilizando como unidad de muestreo el número de individuos recolectados (Chao y Jost, 2012). Para extrapolar la curva de acumulación se tomó como referencia el ensamble con el mayor número de individuos y las comparaciones se realizaron con este nivel de esfuerzo (Pineda y Moreno, 2015). Para generar las curvas de acumulación de especies y el cálculo de la cobertura de la muestra se realizó en el programa iNEXT (Hsieh et al., 2013).

Se realizaron curvas de rango-abundancia para comparar la estructura entre los sitios estudiados. Tales curvas son útiles ya que permiten comparar la abundancia, riqueza y equitatividad de las especies, tomando en cuenta su identidad y secuencia (Feinsinger, 2001). Para graficar las curvas se ordenaron las especies de acuerdo a su abundancia de mayor a menor y posteriormente se calculó el logaritmo (base 10) de la proporción de cada especie ( $\pi_i = n_i/N$ ).

### Diversidad alfa

El análisis de diversidad alfa se realizó mediante el uso del número de especies efectivas, que miden la diversidad que tendría una comunidad integrada por  $i$  especies igualmente comunes (Jost, 2006). El número efectivo de especies se calcula mediante la siguiente ecuación:



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

Dónde:

${}^qD$  = Diversidad

$q$  = Constante que determina cuanto influyen las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad verdadera

$p_i$  = Proporción de individuos en el total de la muestra que pertenecen a la especie  $i$ .

Es importante mencionar que  $q$  puede tomar diversos valores. El exponente  $q=0$  indica que no existe sensibilidad a las abundancias de las especies, por lo tanto, equivale a la riqueza de especies, mientras los valores de  $q < 1$  sobrevaloran las especie raras. Cuando  $q=1$  todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad, los valores de  $q > 1$  toman mayoritariamente en cuenta a las especies comunes (Moreno et al., 2011).

Para la diversidad estimada de orden 0 ( ${}^0D$  = riqueza de especies) se utilizó el estimador no paramétrico ACE (Chao y Lee, 1992); en cuanto a la diversidad de orden 1 ( ${}^1D$  = exponencial del índice de Shannon) se utilizó el estimador propuesto por Chao y Shen (2003) (Bias-corrected Shannon Diversity estimator) y para la diversidad de orden 2 ( ${}^2D$  = inverso del índice de Simpson) se utilizó el estimador MVUE (Minimum-variance unbiased estimator). Éstos valores se realizaron mediante en el programa SPADE (Chao y Shen, 2010).

Para la comparación de la diversidad alfa observada, se realizaron perfiles de diversidad. Éstas son representaciones gráficas de la diversidad que facilitan la ordenación y comparación de las comunidades que tienen la ventaja de considerar la naturaleza multidimensional de las comunidades, lo que permite analizar la comunidad en distintas escalas independientes (Tóthmérész, 1995). Los cálculos para la diversidad alfa se realizaron mediante el programa SPADE (Chao y Shen, 2010).



### Diversidad beta

El concepto de diversidad beta adoptado en este estudio se expresa en términos de recambio de las especies entre sitios y también como el recambio a lo largo de un gradiente ambiental con respecto a diferentes parámetros ambientales, de acuerdo con el concepto propuesto por Whittaker (1960).

Para evaluar la diversidad beta o reemplazo de especies entre cada una de las trampas de luz se midió el valor inverso del coeficiente de similitud Sørensen clásico ( $1 - S_{\text{clásico}}$ ) y el inverso del coeficiente de Sorensen modificado por Chao et al., (2005) ( $1 - S_{\text{mod}}$ ).

El inverso del coeficiente de similitud Sorensen clásico ( $1 - S_{\text{clásico}}$ ) está basado en el número de especies compartidas por dos ensamblajes y el número de especies únicas (Magurran, 1988):

$$1 - L_{\text{clas}} = \frac{2A}{2A + B + C}$$

Dónde:

**L**= Coeficiente de Sorensen (se utiliza la L para evitar la confusión con la S para especies).

**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).

El inverso del coeficiente de Sorensen modificado por Chao et al., (2005) ( $1 - S_{\text{mod}}$ ) disminuye el sesgo debido a la diferencia entre muestras de distintos tamaños, ya que considera la posibilidad de que existan especies no recolectadas debido a su rareza local intrínseca, por lo tanto, no fueron registradas debido a un posible error en el muestreo.

$$1 - \hat{L}_{abd} = \frac{2\hat{U}\hat{V}}{\hat{U} + \hat{V}}$$



Los valores para los coeficientes de disimilitud fueron calculados en el programa EstimateS, versión 9.1.0 (Colwell, 2013). A partir de los valores de los coeficientes anteriormente mencionados, se construyeron dendogramas de disimilitud con el programa Stata (StataCorp L.P., 2012) mediante el algoritmo de ligamiento promedio ponderado (weighted-average).

#### **Diversidad alfa estacional**

La diversidad entre las estaciones se analizó considerando que generalmente la época de lluvias (Llv) incluye a los meses de mayo a octubre; y la época de secas (Scs) inicia a partir de noviembre, donde se presenta un descenso drástico de las lluvias, terminando en abril (Trejo, 2005).

#### **Estimación de la riqueza estacional**

El análisis de diversidad alfa para las estaciones se realizó mediante el uso del número de especies efectivas (Jost, 2006). Para la comparación entre las estaciones, se construyeron perfiles de diversidad. Los cálculos para la diversidad alfa se realizaron en el programa SPADE (Chao y Shen, 2010).

#### **Diversidad beta estacional**

El análisis de recambio de especies entre las estaciones se realizó mediante los índices de Jaccard y de Bray-Curtis.

El índice de Jaccard expresa la semejanza entre dos comunidades (Jaccard, 1912).

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

Dónde:

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).



El índice de Bray- Curtis es una modificación del índice de Sorensen que toma en cuenta la abundancia de las especies (Badii et al., 2008).

$$I_{B\&C} = 2jN / (aN + bN)$$

Dónde:

aN= Número total de individuos en la comunidad A.

bN= Número total de individuos en la comunidad B.

jN= Suma de las abundancias menores de las especies encontradas en ambas comunidades.

Los valores de los coeficientes fueron calculados en el programa EstimateS, versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Para comparar las diferencias estacionales en la composición de especies se utilizó el método de Escalamiento Multi-Dimensional No Métrico (NMDS). Éste método permite representar en un espacio geométrico de pocas dimensiones las proximidades existentes entre un conjunto de objetos (muestras, especies y variables). A diferencia de otras técnicas de ordenación que dependen de distancias, el NMDS utiliza órdenes de rango, por lo tanto, es una técnica flexible que puede acomodar una variedad de diferentes tipos de datos (Borg y Groenen, 2005). Para verificar si existían diferencias estadísticas entre los grupos se realizaron análisis de similitud (ANOSIM) (Clarke y Warwick 2001). Esta prueba tipo ANOVA, utiliza una matriz de disimilitud de un conjunto de muestras, que permite rechazar la hipótesis nula de que la similitud entre grupos es mayor o igual a la que existe dentro de los grupos (Clarke, 1993). Estos análisis se realizaron en el programa PAST (Hammer et al., 2016).

Para definir si existe un parámetro ambiental (variables explícitas) que tenga relación con la riqueza y la abundancia (variables de respuesta) de la comunidad se realizó un análisis de correlación de Pearson, con un valor de  $p \leq 0.05$  de nivel de significancia.



## RESULTADOS

### Abundancia y riqueza

Se recolectaron 2816 ejemplares pertenecientes a la familia Melolonthidae, distribuidos en 9 géneros y 27 especies. Del total de individuos, 898 se recolectaron en la TL1, 277 en la TL2 y 1641 en la TL3 (Cuadro 2). Las especies con mayor abundancia relativa fueron: *Diplotaxis megapleura* Vaurie con 524 individuos (18.6 %), *Diplotaxis cribriceps* Bates con 447 (15.8%), *Diplotaxis hallei* Vaurie con 399 (14.1 %), *Phyllophaga porodera* (Bates) con 396 (14%) y *Paranomala inconstans* (Burmeister) con 379 (13.4%). Por otro lado, 11 especies fueron representadas por menos de 10 individuos (Fig. 3).

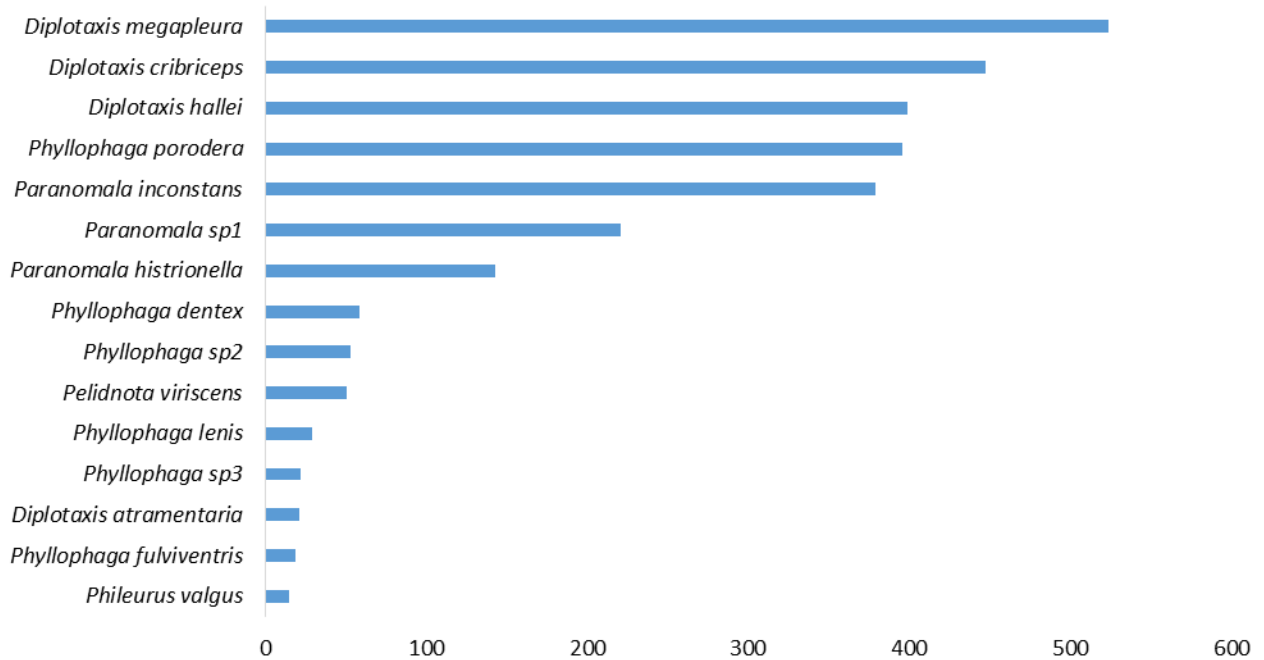


Figura 3. Especies con más de 10 individuos registrados en las trampas de luz.



Cuadro 2. Abundancia de las especies de Melolonthidae en las trampas de luz recolectados del BTC de Sierra de Huautla (CEAMISH), Morelos, México.

Especie	TL1	TL2	TL3	Total
<i>Cyclocephala lunulata</i> Burmeister, 1847	2	2	0	4
<i>C. melanocephala</i> (Fabricius, 1775)	0	1	0	1
<i>Diplotaxis atramentaria</i> Bates, 1888	7	2	12	21
<i>D. cribriceps</i> Bates, 1889	157	27	263	447
<i>D. denigrata</i> Bates, 1889	4	1	1	6
<i>D. hallei</i> Vaurie, 1958	284	45	70	399
<i>D. megapleura</i> Vaurie, 1959	197	115	212	524
<i>Euphoria leucographa</i> (Gory and Percheron, 1833)	0	1	0	1
<i>Orizabus cuernavacensis</i> (Delgado & Deloya, 1990)	0	1	0	1
<i>Paranomala cincta</i> (Say, 1835)	1	1	1	3
<i>P. histrionella</i> (Bates, 1888)	48	15	80	143
<i>P. inconstans</i> (Burmeister, 1847)	48	31	300	379
<i>P. sp 1</i>	29	10	182	221
<i>Pelidnota viriscens</i> Burmeister, 1844	26	6	19	51
<i>Phileurus valgus</i> (Olivier, 1789)	3	8	4	15
<i>Phyllophaga dentex</i> (Bates, 1888)	25	4	30	59
<i>P. dieteriana</i> Deloya & Morón, 1998	1	0	0	1
<i>P. fulviventris</i> (Moser, 1918)	1	2	16	19
<i>P. hoogstraali</i> Saylor, 1943	2	0	2	4
<i>P. ilhuicaminai</i> Morón, 1998	4	1	5	10
<i>P. jorgevaldezi</i> Hernández-Cruz, Morón & Sánchez-García, 2015	1	0	3	4
<i>P. lenis</i> Horn, 1887	16	1	12	29
<i>P. porodera</i> (Bates, 1888)	1	0	395	396
<i>P. sp 1</i>	1	0	1	2
<i>P. sp 2</i>	34	0	19	53
<i>P. sp3</i>	5	3	14	22
<i>Strategus aloeus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0	1
Totales	898	277	1641	2816





### Complejidad del muestreo

El análisis de complejidad por el método de la cobertura de la muestra dió como resultado que las TL obtuvieron una complejidad mayor al 97% (Cuadro 3). La comparación de las curvas de extrapolación de las trampas de luz (TL1, TL2 y TL3) a 1641 individuos muestra que se alcanzó el 83.91%, y el 71.42% de las especies esperadas para la TL1 y TL2, respectivamente (Fig.4). La riqueza de las trampas de luz es similar, ya que los intervalos de confianza superior e inferior al 95% se traslapan (Fig. 5).

Cuadro 3. Cobertura de la muestra (Cn), se muestran el número de singletons ( $f_1$ ), número de doubletons ( $f_2$ ) y número de individuos registrados para cada una de las trampas de luz.

Comunidades	$f_1$	$f_2$	n	Cn
TL1	7	2	898	0.9922
TL2	7	3	277	0.9748
TL3	5	1	1641	0.9982

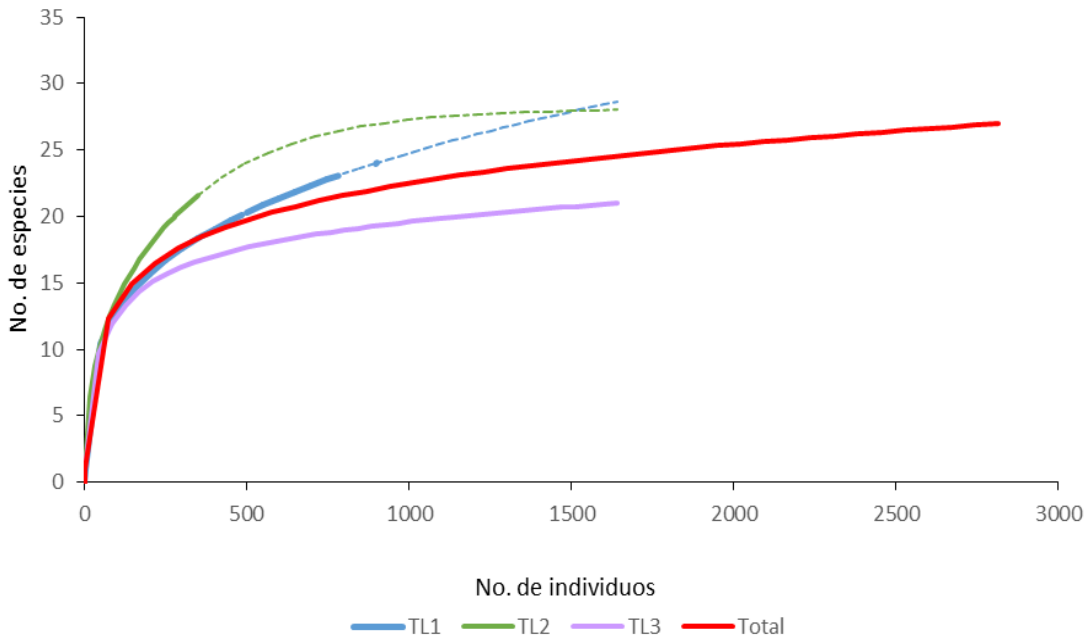


Figura 4. Curvas de acumulación de las especies de melolónidos recolectados en las trampas de luz en función de los individuos registrados. Se grafican los estimados (líneas continuas) y la extrapolación a 1641 individuos (líneas discontinuas).

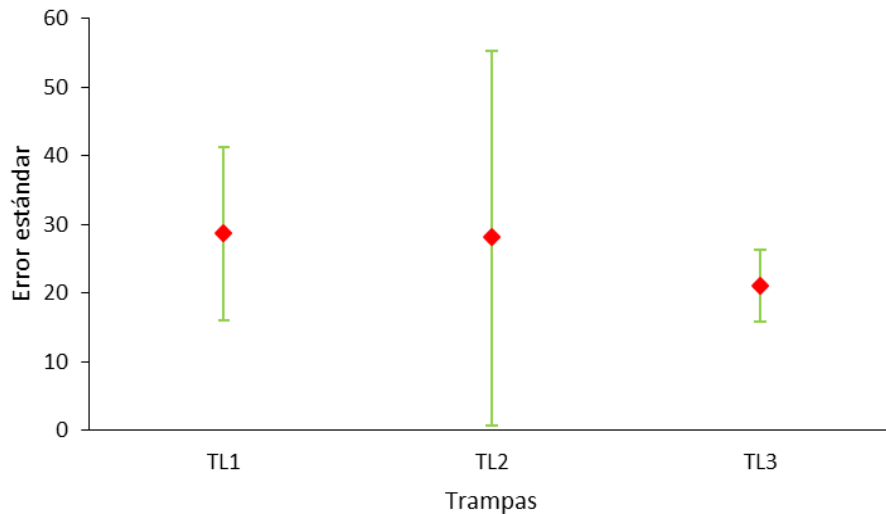


Figura 5. Comparación de la riqueza acumulada (extrapolación a 1641 individuos) de las trampas de luz. Se observan los valores calculados de riqueza (rombos) y sus intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

### Rango- abundancia

En las curvas rango- abundancia se observa que para la TL1 y TL3 no existe dominancia de alguna especie en particular. En la TL2 *Diplotaxis megapleura* concentra ~40% de los individuos recolectados. Es importante destacar que *Phyllophaga porodera* en la TL1 es una de las especies raras, mientras que para la TL3 es una especie abundante y en la TL2 no fue colectada. Aunque la proporción de especies raras fue similar en la TL1 y TL2, solo *Paranomala cincta* se encuentra en este nivel de la curva para las tres trampas (Fig. 6)

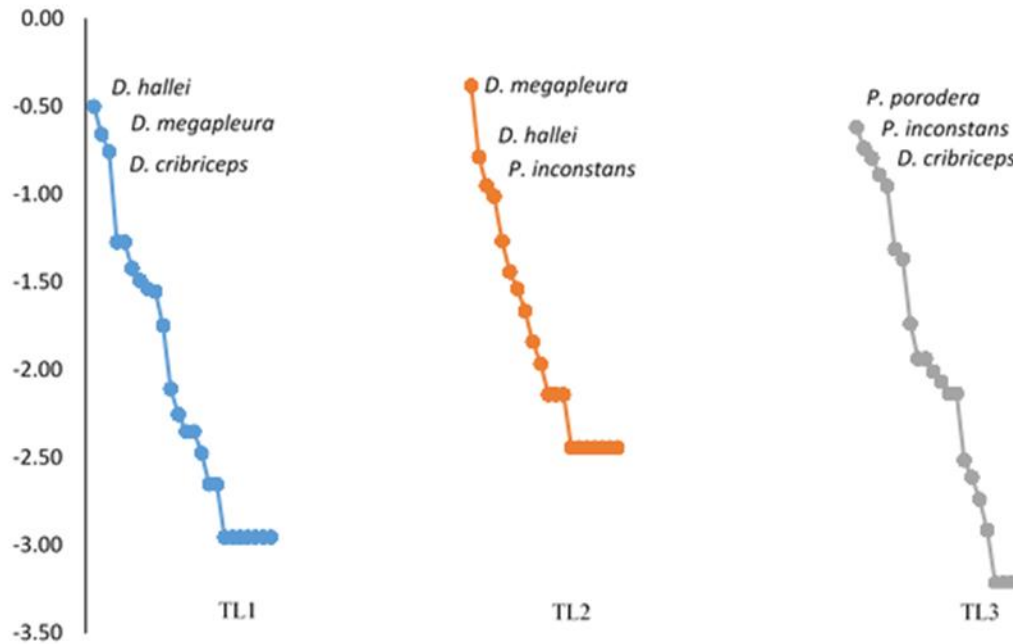


Figura 6. Comparación de las curvas rango- abundancia de las trampas de luz. Las especies se encuentran ordenadas de mayor a menor abundancia, el resultado del cálculo de la proporción ( $\pi = n_i/N$ ) se observa en logaritmo (base 10).

### Diversidad alfa por trampa de luz

En el perfil de diversidad se observa que los intervalos de confianza se traslapan en  $^0D$  (riqueza específica) en las tres trampas (TL1= 24, TL2=20 y TL3=21), en cuanto a  $^1D$  (exponencial del índice de Shannon) se presenta un menor número de especies efectivas en la TL2 ( $7.06 \pm 0.9$ ) en comparación con la TL3 ( $8.47 \pm 0.4$ ). Por último para  $^2D$  (inverso del índice de Simpson) en la TL3 ( $6.62 \pm 0.3$ ) se observa mayor diversidad en comparación con TL1 y TL2 ( $5.3 \pm 0.4$  y  $4.41 \pm 0.7$ , respectivamente) (Fig. 7, Cuadro 4).

Cuadro 4. Valores de diversidad observada y estimada para las trampas de luz, de orden 0 ( $^0D$ ) orden 1 ( $^1D$ ) y orden 2 ( $^2D$ ).

	Diversidad Observada			Diversidad Estimada		
	$^0D$	$^1D$	$^2D$	$^0D$	$^1D$	$^2D$
TL1	$24 \pm 3.9$	$7.68 \pm 0.6$	$5.3 \pm 0.4$	$32.1 \pm 6.8$	$7.9 \pm 0.3$	$5.32 \pm 0.2$
TL2	$20 \pm 3.6$	$7.06 \pm 0.9$	$4.41 \pm 0.7$	$30.2 \pm 8$	$7.66 \pm 0.6$	$4.46 \pm 0.4$
TL3	$21 \pm 2.8$	$8.47 \pm 0.4$	$6.62 \pm 0.3$	$23.4 \pm 3.1$	$8.54 \pm 0.2$	$6.64 \pm 0.1$

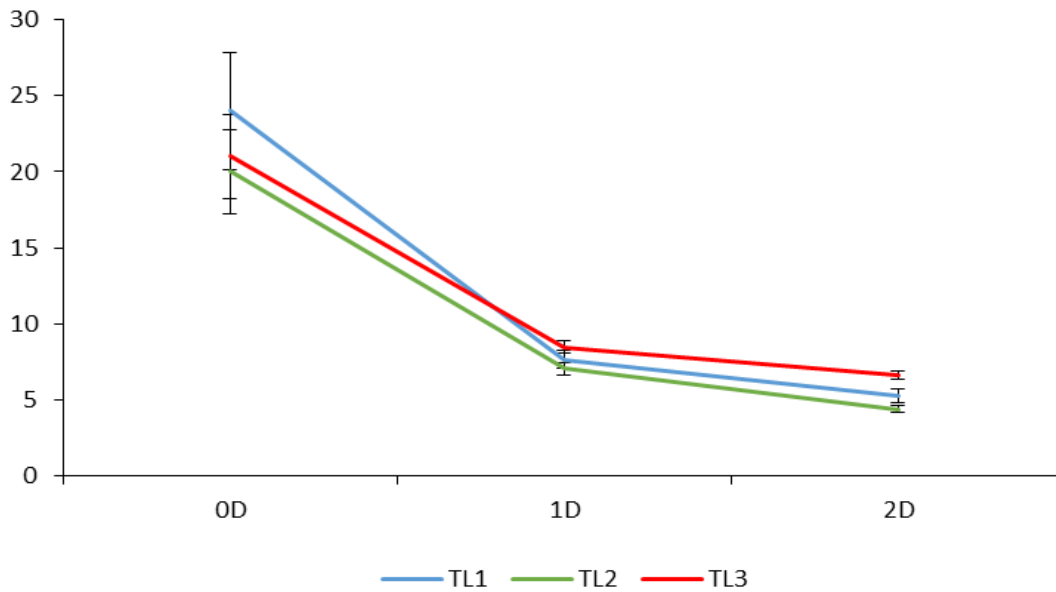


Figura 7. Comparación de los perfiles de diversidad alfa de las trampas de luz. Se observan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

### Diversidad beta por trampas de luz

El valor de disimilitud obtenido para los coeficientes  $1-S_{\text{clásico}}$  y  $1-S_{\text{mod}}$  sugiere un bajo recambio de especies entre las TL ( $\beta < 0.25$  y  $\beta < 0.15$ , respectivamente). Asimismo, para los 2 coeficientes se observa que siempre existe una agrupación entre la TL1 y la TL3 (Fig. 8).

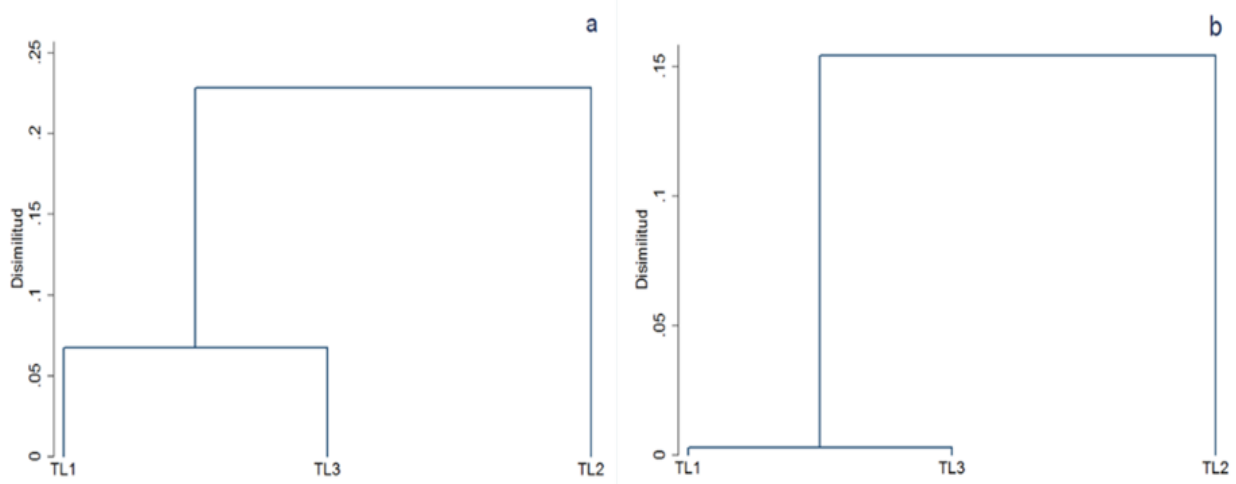


Figura 8. Dendrogramas de disimilitud generados a partir del análisis de agrupamiento entre las TL y dos coeficientes distintos: a)  $1-S_{\text{clásico}}$  y b)  $1-S_{\text{mod}}$ .



## Estacionalidad

### Abundancia y riqueza

La abundancia y riqueza variaron temporalmente, los valores más altos se presentaron durante la época de lluvias donde se recolectaron 2392 individuos distribuidos en 26 especies en comparación con la época de secas donde se obtuvieron 424 individuos pertenecientes a 8 especies (Cuadro 5). Las especies con mayor abundancia relativa durante la época de lluvias fueron: *Diplotaxis hallei* con 397 (16.6%), *Phyllophaga porodera* con 396 (16.55%) y *Paranomala inconstans* con 379 (15.84%). En la época de secas las especies con mayor abundancia relativa fueron: *Diplotaxis megapleura* con 260 (61.32%) y *Diplotaxis cribriceps* con 147 (34.66%) (Fig. 9).

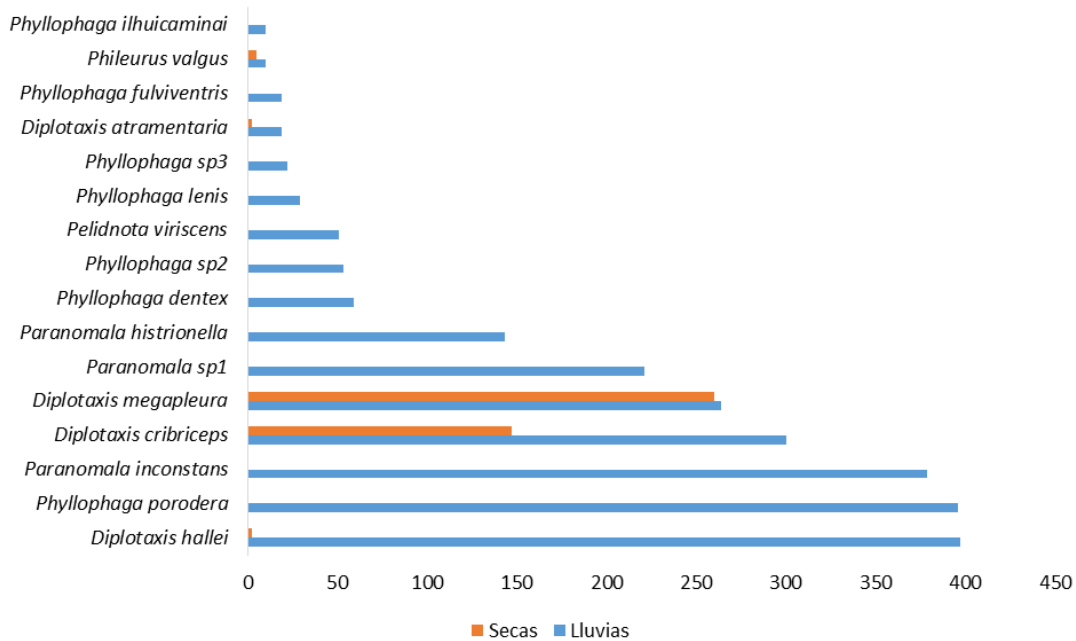


Figura 9. Especies con más de 10 individuos registrados durante la época de lluvias y secas.



Cuadro 5. Abundancia de las especies de Melolonthidae en las estaciones de lluvias y secas, recolectados en el BTC de Sierra de Huautla (CEAMISH), Morelos, México.

Especie	Lluvias	Secas	Total
<i>Cyclocephala lunulata</i> Burmeister, 1847	3	1	4
<i>C. melanocephala</i> (Fabricius, 1775)	1	0	1
<i>Diplotaxis atramentaria</i> Bates, 1888	19	2	21
<i>D. cribriceps</i> Bates, 1889	300	147	447
<i>D. denigrata</i> Bates, 1889	2	4	6
<i>D. hallei</i> Vaurie, 1958	397	2	399
<i>D. megapleura</i> Vaurie, 1959	264	260	524
<i>Euphoria leucographa</i> (Gory and Percheron, 1833)	1	0	1
<i>Orizabus cuernavacensis</i> (Delgado & Deloya, 1990)	1	0	1
<i>Paranomala cincta</i> (Say, 1835)	0	3	3
<i>P. histrionella</i> (Bates, 1888)	143	0	143
<i>P. inconstans</i> (Burmeister, 1847)	379	0	379
<i>P. sp1</i>	221	0	221
<i>Pelidnota viriscens</i> Burmeister, 1844	51	0	51
<i>Phileurus valgus</i> (Olivier, 1789)	10	5	15
<i>Phyllophaga dentex</i> (Bates, 1888)	59	0	59
<i>P. dieteriana</i> Deloya & Morón, 1998	1	0	1
<i>P. fulviventris</i> (Moser, 1918)	19	0	19
<i>P. hoogstraali</i> Saylor, 1943	4	0	4
<i>P. ilhuicaminai</i> Morón, 1998	10	0	10
<i>P. jorgevaldezi</i> Hernández-Cruz, Morón & Sánchez-García, 2015	4	0	4
<i>P. lenis</i> Horn, 1887	29	0	29
<i>P. porodera</i> (Bates, 1888)	396	0	396
<i>P. sp1</i>	2	0	2
<i>P. sp2</i>	53	0	53
<i>P. sp3</i>	22	0	22
<i>Strategus aloeus</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	1
Total	2392	424	2816



### Complejidad del muestreo

El análisis de completitud por el método de la cobertura de la muestra dio como resultado que ambas épocas obtuvieron una completitud mayor al 99% (Cuadro 6). La comparación de las curvas entre lluvias y secas a 2392 individuos muestra que la temporada de secas alcanzó el 97.56% de las especies esperadas (Fig.10). La riqueza entre las épocas es significativamente diferente, ya que los intervalos de confianza superior e inferior al 95% no se traslapan (Fig. 11).

Cuadro 6. Cobertura de la muestra (Cn), se muestran el número de singletons ( $f_1$ ), número de doubletons ( $f_2$ ) y número de individuos registrados para cada estación.

Comunidades	$f_1$	$f_2$	n	Cn
Lluvias	5	2	2392	0.998
Secas	1	1	424	0.998

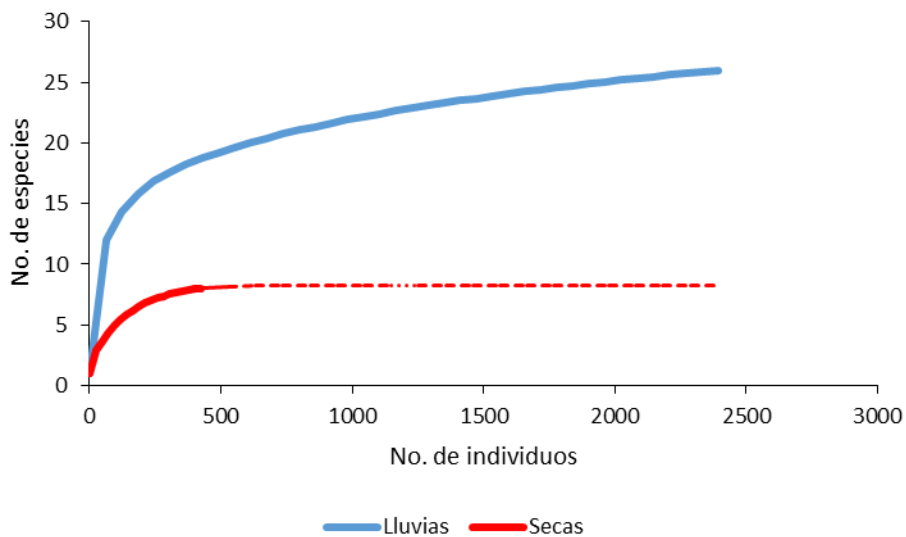


Figura 10. Curvas de acumulación de las especies de melolónidos recolectados en dos épocas del año (lluvias y secas). Se grafican los estimados (líneas continuas) y la extrapolación a 2392 individuos (líneas discontinuas).



Figura 11. Comparación de la riqueza acumulada (extrapolación a 2392 individuos) de las estaciones del año. Se observan los valores calculados de riqueza (rombos) y sus intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

### Diversidad alfa por estacionalidad

En el perfil de diversidad para la estacionalidad se observa que los intervalos de confianza no se traslapan en <sup>0</sup>D, <sup>1</sup>D y <sup>2</sup>D, siendo la época de lluvias la que tiene mayor diversidad con 10.12 especies más en comparación con la época de secas con 2.37 (Fig. 12, Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores de diversidad observada y estimada para las épocas (Lluvias y Secas), de orden 0 (<sup>0</sup>D) orden 1 (<sup>1</sup>D) y orden 2 (<sup>2</sup>D).

	Diversidad Observada			Diversidad Esperada		
	<sup>0</sup> D	<sup>1</sup> D	<sup>2</sup> D	<sup>0</sup> D	<sup>1</sup> D	<sup>2</sup> D
Llv	26±3.3	10.12±0.3	8.19±0.3	32.8±6	10.22±0.2	8.22±0.1
Scs	8±1.8	2.37±0.2	2.01±0.1	8.4±0.8	2.42±0.1	2.02±0.01



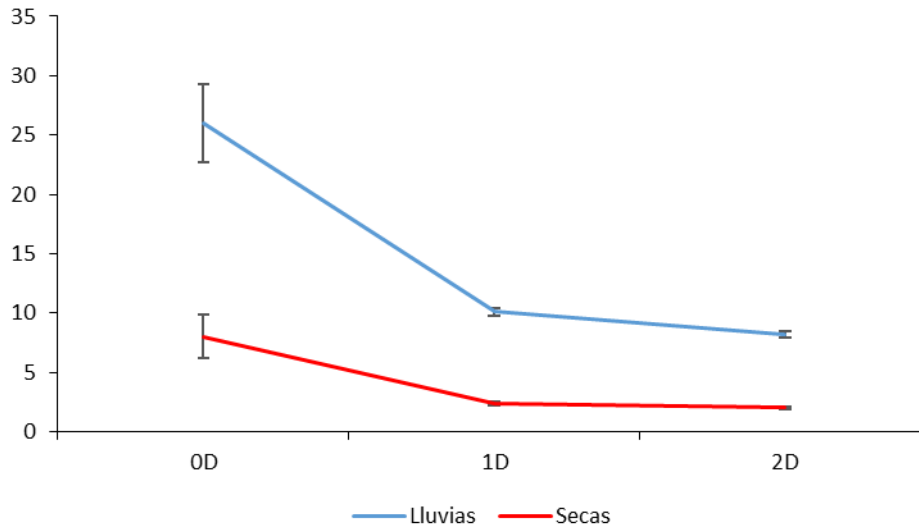


Figura 12. Comparación de los perfiles de diversidad alfa de las épocas del año. Se observan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (barras de error estándar).

### Diversidad beta temporal

#### Diversidad beta por estacionalidad

De acuerdo con los índices Jaccard y Bray-Curtis existe una baja similitud entre las estaciones (0.26 y 0.29, respectivamente). En el análisis NMDS con el índice de Jaccard se observan agrupamientos asociados a la estacionalidad, con un alto recambio de especies entre los meses de la misma estación (Fig. 13a). Mientras que en el análisis NMDS con Bray-Curtis se muestra un solapamiento de las dos estaciones (Fig. 13b). Sin embargo, de acuerdo a la prueba de ANOSIM para ambos índices la composición de especies entre estaciones es similar (Jaccard- $R_{ANOSIM} = 0.28$   $p > 0.05$ ) y (Bray-Curtis- $R = 0.008_{ANOSIM}$   $p > 0.05$ ), aunque este último análisis no fue significativo para ambos índices.

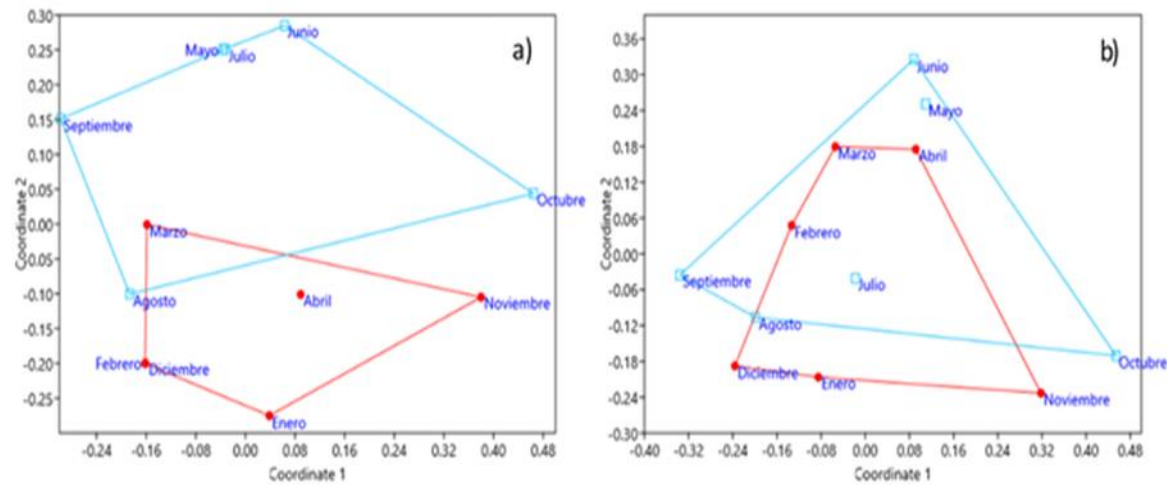


Figura 13. Análisis NMSA de estacionalidad. a) Índice de Jaccard, b) Índice de Bray- Curtis. El polígono con líneas azules agrupa a los meses de época de lluvias y el polígono de líneas rojas agrupa a los meses época de secas.

## Fenología

Durante la época de lluvias se presentó la mayor riqueza y abundancia con 2392 individuos correspondientes a 26 especies. Es importante destacar que en los meses de mayo y junio se colectó el 82.74% de los melolontidos (Fig. 14). Los meses con mayor riqueza fueron mayo, junio y julio (14, 23 y 14 especies, respectivamente) representando el 85.18% de la riqueza total, lo anterior coincide con los meses de mayor precipitación (Fig. 15). A partir del mes de agosto hasta febrero se observa una disminución de la abundancia y riqueza de especies.

En la época de secas se recolectaron 424 individuos correspondientes a 8 especies. Los meses con mayor abundancia durante esta época son febrero (27) y marzo (111) (Fig. 14), sin embargo, los meses con mayor riqueza son noviembre (3 spp) y marzo (5 spp) (Fig. 15).

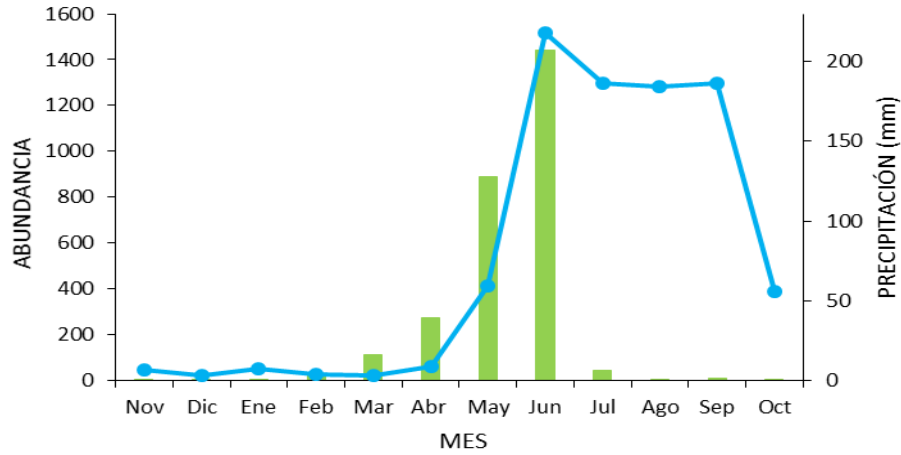


Figura 14. Abundancia de los melolóntidos (barras verdes) en relación con el mes de recolecta y precipitación mensual (línea azul) del BTC de la Sierra de Huautla, Morelos, México

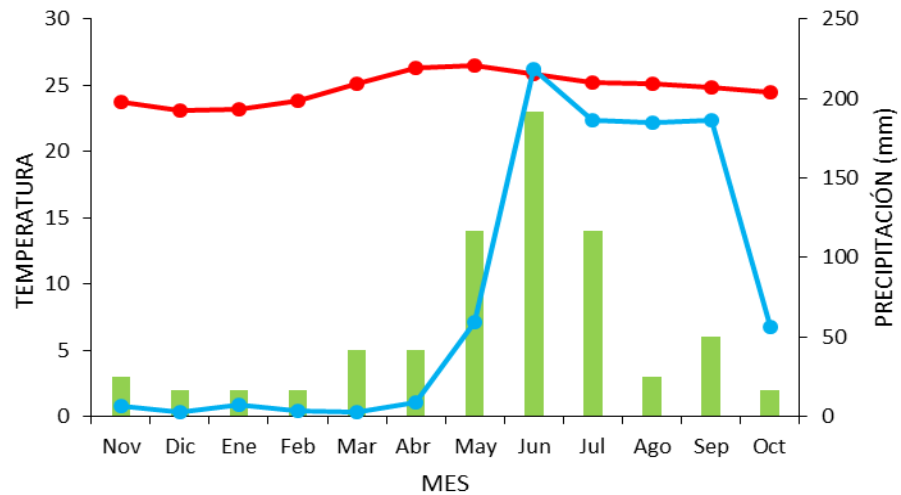


Figura 15. Riqueza de los melolóntidos (eje de la izquierda, barras verdes) en relación con el mes de recolecta, precipitación (línea azul) y temperatura mensual (línea roja) del BTC de la Sierra de Huautla, Morelos, México.

Las especies que se recolectaron de manera representativa durante la estación de secas fueron *Diplotaxis megapleura* (61.3%) y *Diplotaxis cribriceps* (34.7%) que tienen un incremento en los valores de abundancia durante los meses previos al inicio de la época de lluvias (febrero, marzo y abril) (Fig. 16). Se observa un incremento en la abundancia de todas las especies durante los primeros meses de la época de lluvias (mayo y junio). Las especies más representativas de esta estación fueron *D. hallei* (16.6%), *Phyllophaga*



*porodera* (16.5%) *Paranomala inconstans* (15.8%), *D. cribriceps* (12.5%) y *D. megapleura* (11.04%), (Fig. 17).

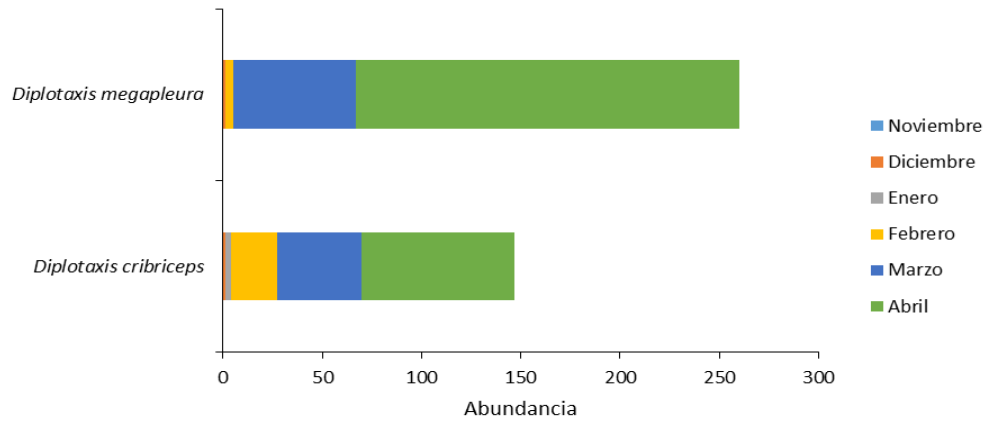


Figura 16. Distribución temporal de las especies más representativas de la estación de secas.

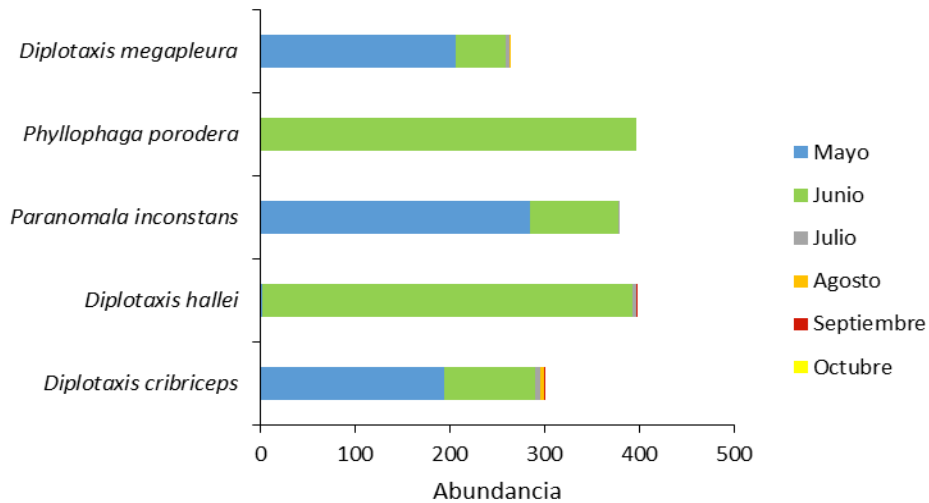


Figura 17. Distribución temporal de las especies más representativas de la estación de lluvias.

El análisis de correlación realizado para la abundancia y riqueza con las variables ambientales (Fig.18) indica que se presentó una correlación positiva entre la riqueza y temperatura con  $r = 0.649$  ( $p = 0.0171$ ), riqueza y precipitación con  $r = 0.627$  ( $p = 0.0182$ ), abundancia y temperatura con  $r = 0.627$  ( $p = 0.0187$ ). No existe correlación entre la abundancia con respecto a la precipitación con  $r = 0.36839$  ( $p = 0.2285$ ).

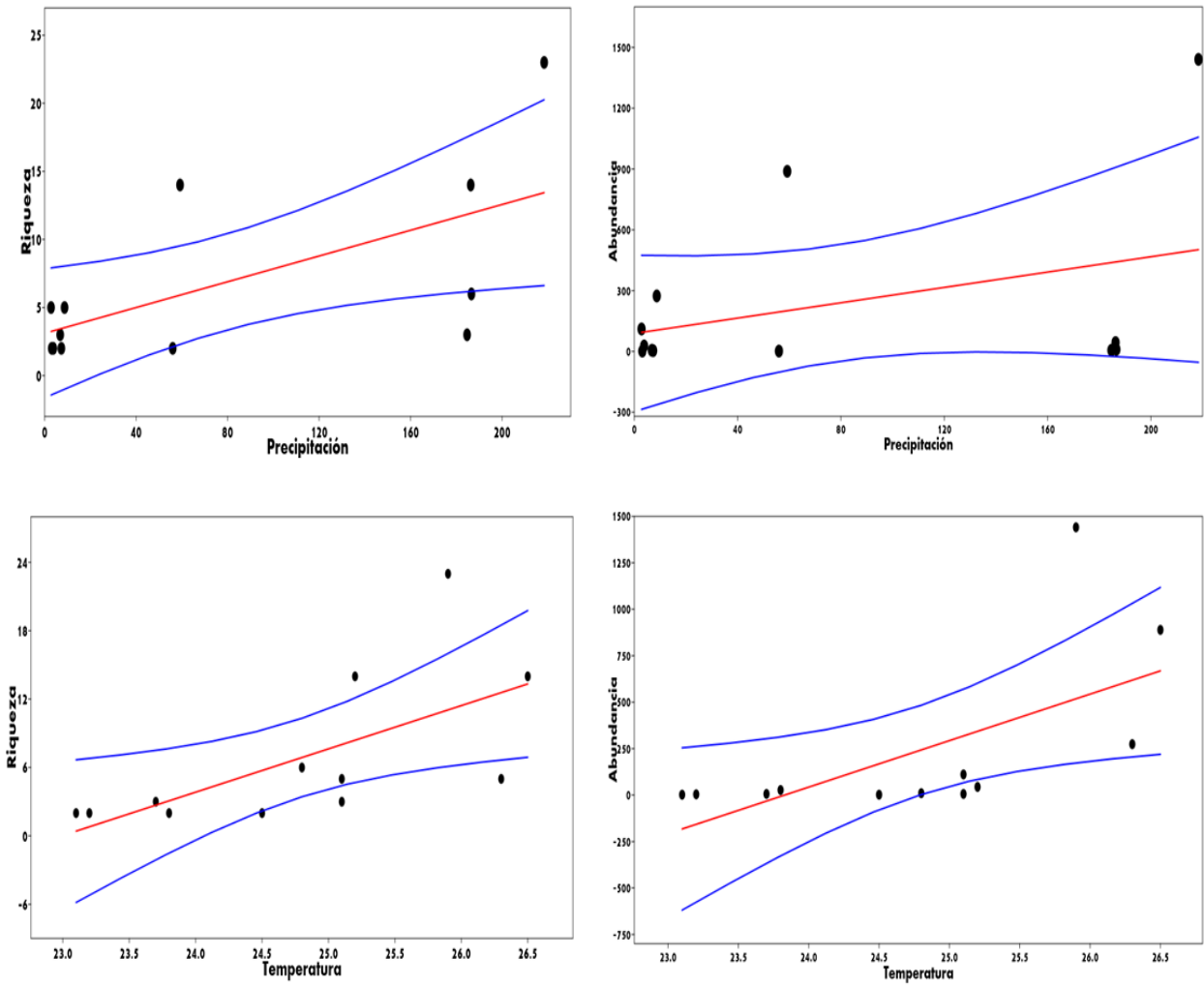


Figura 18. Análisis de correlación realizado para la riqueza y abundancia con las variables precipitación y temperatura. Las líneas azules representan los intervalos de confianza superior e inferior al 95% (error estándar).



## DISCUSIÓN

La riqueza total del presente estudio (27 especies) representa el 29% de la familia Melolonthidae registrada para Morelos (Burgos y Loyo, 2001). La eficiencia de la recolecta evaluada mediante las curvas de acumulación indica que no se recolectó el ~30% de las especies de los sitios pertenecientes a la TL1 y TL2. Es importante tomar en cuenta que el uso de un único método de recolecta no garantiza obtener el 100% de la riqueza local.

La mayoría de las especies comunes son pertenecientes a las subfamilias Melolonthinae y Rutelinae. La emergencia de éstos se produce en un periodo corto en forma homogénea y el 85% de las especies presenta hábitos nocturnos (Alcázar-Ruiz et al., 2003), siendo ampliamente atraídos a las trampas de luz (García-Atencia et al., 2015; Magaña-Cuevas y Rivera-Cervantes, 1998; López-Vieyra y Rivera-Cervantes, 1998). Sin embargo, no todas las especies presentan fototactismo positivo (Méndez-Aguilar et al., 2005). García-López et al., (2011) recomiendan el uso de trampas de luz ultravioleta ya que tienen mayor efectividad en estudios de diversidad de melolóntidos nocturnos en los bosques tropicales, en comparación con trampas de luz blanca y con luz de vapor de mercurio.

A pesar de que las TL se encontraban en una misma localidad se recolectaron especies exclusivas. Para la TL1 se capturó a la especie *S. aloeus* que se distribuye ampliamente en México, desde las zonas áridas hasta bosque de pino (Morón, 1990; Ratcliffe et al., 2013). Los individuos de esta especie capturados por TL en el BTC son escasos (Deloya et al., 1993; Lugo-García et al., 2014; Reyes-Novelo y Morón, 2005; Yanes-Gómez y Morón, 2010) o no son atraídos por TL (Méndez-Aguilar et al., 2005).

Las especies *E. leucographa* y *O. cuernavacensis* solo se presentaron en la TL2. La primera es una especie diurna cuyos adultos suelen capturarse en las flores debido a sus hábitos sapromelífagos (Morón et al., 1988), por lo anterior no es una especie con un número significativo de individuos en trampas de luz. A pesar de que *O. cuernavacensis* es de hábitos nocturnos, en este estudio solo se capturó un individuo. Para Morelos solo se tiene el registro de cuatro ejemplares capturados en trampa de luz en Cuernavaca (Delgado y Deloya, 1990). De acuerdo a Morón et al., (2003) no todas las especies del género *Orizabus* son atraídas hacia la luz, ya que *O. vulcanicus* y *O. rubricollis* son raramente recolectados con este método. La baja riqueza de especies pertenecientes a las subfamilias Dynastinae y Cetoniinae se atribuye a la falta de técnicas de muestreo específicas para



capturar a especies que presentan fototactismo negativo y que raramente son recolectadas en trampa de luz (García- Atencia et al., 2015).

La mayor cantidad de individuos recolectados en la TL3 en comparación con los dos restantes se debe a múltiples factores, como su ubicación cercana a la presa donde las condiciones de humedad permanecen estables, lo que facilita que los adultos emerjan en el inicio de la estación de lluvias (Marín- Jarillo, 2001). La irregularidad en el relieve de la zona de estudio ocasiona una modificación en las variables ambientales que dan lugar a un mosaico de microhábitats, con diferencias en estructura y composición de su flora (Jiménez-Sánchez et al., 2009). Para los melolóntidos, factores como la cobertura arbórea y herbácea, condicionan la riqueza y abundancia de especies debido a sus hábitos alimenticios, observándose un incremento conforme la estructura vegetal se hace más compleja (Deloya y Ordóñez-Reséndiz, 2008; Magaña-Cuevas y Rivera-Cervantes, 1998; Morón, 2006b). La escasa abundancia en la TL2 y TL1 podría indicar que la remoción a pequeña escala de los recursos vegetales contribuye a la disminución o desaparición de las poblaciones a escala local (Cutberto-Pacheco et al., 2006).

El bajo valor de reemplazo de especies entre trampas de luz puede ser el resultado de la distancia entre TL, y debido a la movilidad de las especies la diferencia es escasa o inexistente (Nowinszky y Puskás, 2010). Asimismo, es importante tomar en cuenta para este tipo de recolecta la medición de la longitud de onda y la intensidad luminosa, debido a que estos parámetros permiten considerar el radio de alcance de la misma (efectividad de la trampa) (Morón y Terrón, 1988).

Debido a las diferentes respuestas de las especies de melolóntidos nocturnos a las fuentes luminosas, es importante el uso de diferentes métodos de muestreo adecuados a la recolección específica de taxones, como la captura directa con lámparas sobre las plantas hospederas. La utilización de sistemas combinados de recolecta permite registrar con mayor certeza la riqueza, composición y abundancia de especies de un lugar (Magurran, 2004; Méndez- Aguilar et al., 2005).

El incremento de la riqueza y de la abundancia en relación con la precipitación es un patrón que ha sido ampliamente documentado (Jiménez-Sánchez et al., 2009; Noguera et al. 2002, 2007; Pérez-Hernández y Zaragoza- Caballero, 2015; Pescador- Rubio et al., 2002; Reyes- Novelo y Morón, 2005; Zaragoza-Caballero et al., 2003), lo que va de acuerdo con los resultados de este trabajo, ya que se recolectaron 96.3% especies en la época de



lluvias, mientras que en la época de secas se recolectó el 29.6%. Sin embargo, de acuerdo con el análisis NMDS con Bray-Curtis no se observan diferencias entre las temporadas. A pesar de que la diversidad se concentra en 3 meses de la estación de lluvias (mayo, junio y julio), los meses restantes (agosto, septiembre y octubre), tienen mayor similitud en riqueza y abundancia con la estación seca. Lo anterior se debe a que la actividad de la mayoría de los adultos de la familia Melolonthidae disminuye notoriamente durante los últimos meses de lluvia, se incrementa su mortalidad y coincide con la disminución de la cobertura vegetal (Martínez et al., 2009; Pinheiro et al., 2002).

En los meses de mayo a julio se observó un incremento importante del número de individuos de las especies del género *Phyllophaga*, *Paranomala* y *Diplotaxis*. Las especies de estos géneros permanecen en latencia o diapausa en troncos, hojarasca o suelo y su emergencia suele estar sincronizada con la abundancia de alimentos que generalmente se ve regulado por las lluvias, siendo también su época de reproducción (Morón, 1994; Murphy y Lugo, 1986; Reyes- Novelo y Morón, 2005).

Es importante enfatizar que después de la emergencia masiva de individuos durante los meses de mayo, junio y julio, lo que resta de la estación de lluvias y durante la estación de secas solo se recolectaron en su mayoría ejemplares del género *Diplotaxis*. A pesar de que la mayoría de los melolóntidos tienen un ciclo de vida anual o bianual, existen algunos pocos bivoltinos o trianuales (Endrödi, 1985; Morón, 1986, 1990, 1991, 1994, 2006c; Morón et al., 1997; Ritcher, 1966). Por ejemplo, las especies *D. cribriceps* y *D. megapleura* parecen tener un ciclo bianual, emergiendo primero durante los meses de febrero, marzo y abril, para posteriormente emerger durante los primeros meses de la estación de lluvias (mayo y junio).

Las especies de los géneros *Phyllophaga* y *Paranomala* presentan comúnmente un ciclo de vida anual, donde los adultos emergen en mayo o junio poco días después del periodo de lluvias (Morón, 1986; Aragón et al., 2005; Ramírez- Salinas y Castro-Ramírez, 2006), lo anterior va de acuerdo con lo obtenido en este estudio, donde el mayor número de especies e individuos se presentó durante estos meses. Por lo general, las larvas llegan al tercer estadio larvar en un breve periodo de tiempo para sincronizarse con la temporada de lluvias y de esta manera aprovechar la renovación de los recursos vegetales (Cutberto-Pacheco et al., 2006). Las especies de estos géneros emplean diversas estrategias para evitar la competencia entre los adultos como el horario en que realizan sus actividades de vuelo, alimentación y apareamiento e incluso existen diferencias en su comportamiento





dadas por la altitud (Morón, 1986). Sin embargo, actualmente sólo se tiene información de la biología y sus relaciones ecológicas de un 10% de las especies (Morón et al., 2014), y la mayoría de los estudios han sido enfocados a las especies consideradas plagas edafícolas (Morón, 1986).

El 40.74% de las especies recolectadas en este estudio son consideradas de importancia económica debido a que ocasionan daño a cultivos como: agave, maíz y sorgo (Deloya, 2010; Félix- Fregoso, 1991 y Pérez- Domínguez, 2006). Debido a los diversos hábitos alimentarios que pueden aprovechar las especies de melolontidos, se considera otro de los factores que condiciona la distribución temporal de éstos. Las larvas de los géneros *Cyclocephala*, *Diplotaxis*, *Paranomala* y *Phyllophaga* se alimentan de raíces y materia orgánica degradada (Deloya, 2010; Morón et al; 2010). Mientras los adultos explotan otro tipo de recursos: *Diplotaxis* y *Strategus* (follaje y tallo), *Phyllophaga* (follaje) estos recursos están disponibles después de las primera precipitaciones (mayo y junio). Mientras *Paranomala*, *Cyclocephala* y *Euphoria* consumen frutos y flores, éste último género relacionado principalmente con la floración de las Asteraceae durante el mes de noviembre (Deloya et al., 1993; Deloya, 2010).

Los análisis realizados entre la riqueza y los parámetros ambientales (precipitación y temperatura) indican una correlación positiva, estos resultados concuerdan con otros trabajos previos realizados en Morelos donde se observa un incremento del número de especies en mayo y junio, seguido de una disminución de la riqueza en julio, agosto y septiembre a pesar de que existen valores similares de precipitación (Deloya et al., 1993; 1995; Deloya y Morón, 1994). Mientras que para la abundancia sólo se obtuvo una correlación positiva con la temperatura, debido a que existen especies que son abundantes durante los meses previos a las estación de lluvias como las pertenecientes al género *Diplotaxis* o algunas especies de Cetoniinae que son abundantes en los meses posteriores debido a

La distribución temporal de las especies de la familia Melolonthidae se ve influido por la marcada estacionalidad que se registra en el BTC que está determinada por factores como la lluvia y la temperatura. Sin embargo, aunque la precipitación es uno de los principales factores que interviene en la composición florística y por lo tanto en el incremento en la disponibilidad de recursos en el ecosistema, existen otros que tienen influencia como: las características edáficas, la heterogeneidad ambiental por las variaciones topográficas (pendiente, exposición y microclima) (Trejo, 2010). Además de las



múltiples variables a escala local que están asociadas a la disponibilidad del agua (altitud, evotranspiración y capacidad de retención de agua del suelo) (Durán et al., 2002), que implicarían la presencia de recursos a lo largo del año, ofreciendo una división temporal de nichos y favoreciendo a diferentes especies con diversos hábitos alimentarios (Chase y Leibold, 2003; Chesson y Huntly, 1997; Deloya, 2010).



## CONCLUSIONES

La riqueza total de este trabajo representa el 29 % de las especies de la familia Melolonthidae registrada para el estado Morelos, donde cerca del 50% de la abundancia corresponde a las especies del género *Diplotaxis*.

El 40.74% de las especies recolectadas en este estudio son consideradas de importancia económica. Sin embargo, no existen actualmente datos publicados que cuantifiquen las pérdidas económicas.

La riqueza de melolóntidos entre trampas de luz en el BTC no es significativamente diferente, posiblemente debido a la escasa distancia que existía entre los sitios. Sin embargo, se recolectaron especies exclusivas para la TL1 y la TL2. La diversidad alfa se presenta con un mayor número de especies efectivas en la TL3 en comparación con la TL2.

Los coeficientes  $1 - S_{\text{clásico}}$  y  $1 - S_{\text{mod}}$  sugieren que existe un bajo valor de disimilitud entre los sitios.

La diversidad alfa de los melolóntidos entre estaciones es significativamente mayor en la época de lluvias con 10.12 especies efectivas, en comparación con la época de secas con tan solo 2.37 especies efectivas.

Los géneros *Paranomala* y *Phyllophaga* del BTC tienen mayor riqueza y abundancia durante la estación de lluvias. Mientras las especies *Diplotaxis megapleura* y *Diplotaxis cribriceps* parecen tener un ciclo bianual, siendo abundantes en los meses previos a la estación de lluvias y durante las primeras precipitaciones.

Existe una correlación positiva entre la riqueza y los parámetros ambientales, así como entre la abundancia y la temperatura. Sin embargo, existen otros factores que tienen influencia como la heterogeneidad ambiental, las características edáficas y la presencia de diversos recursos a lo largo del año, que favorecen a diferentes especies.



## LITERATURA CITADA

- Alcázar-Ruiz, J. A., Morón-Ríos, A. y Morón, M. Á. 2003. Fauna de Coleoptera Melolonthidae de Villa Las Rosas, Chiapas, México. *Acta zoológica mexicana*, 88, 59-86.
- Aragón- García, A., Morón, M. Á., López- Olgún, J. F. y Cervantes- Peredo, L. M. 2005. Ciclo de vida y conducta de adultos de cinco especies de *Phyllophaga* Harris, 1827 (Coleoptera: Melolonthidae). (pp 49- 62). En: Castro A. E., Morón M. Á. y Aragón A. (Eds), *Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. Publicación Especial de El Colegio de la Frontera Sur, La Fundación Produce Chiapas, A. C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Arias, D. M., Dorado, O. y Maldonado, B. 2001. Biodiversidad e importancia de la selva baja caducifolia: Reserva de la biosfera Sierra de Huautla. *Biodiversitas*, 7,7-10.
- Badii, M. H., Landeros, J. y Cerna E. 2008. Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *International Journal of Good Conscience*, 3(1), 632: 660.
- Bezaury, J. 2010. Las selvas secas del Pacífico Mexicano en el contexto mundial. (pp. 21-42). 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 México*. Fondo de Cultura Económica- CONANP, México.
- Borg, I. y Groenen, P. 2005. *Modern Multidimensional Scaling: theory and applications* (2nd ed.). New York: Springer-Verlag.
- Bullock, S., Mooney, H. y Medina, E. 1995. *Seasonally Dry Tropical Forest*. U.K: Cambridge, University Press.
- Burgos, S. A. y Loyo, A. T. 2001. Lista Preliminar de los Coleópteros Registrados para el estado de Morelos. (pp.69-95). En: J. L. Navarrete- Heredia, H. E. Fierros-López, A. Burgos Solorio (Eds.) *Tópicos sobre Coleoptera de México*. Universidad de Guadalajara y Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Castaño-Meneses, G. 2014. Trophic guild structure of a canopy ants community in a mexican tropical deciduous forest. *Sociobiology*, 61(1), 35-42.
- Castillo, M.L. y Morón, M. Á. 1992. Observaciones sobre la degradación de madera por algunas especies de pasálidos (Coleoptera: Lamellicornia). *Folia Entomológica Mexicana* 84, 35-44.



Ceballos, G. y García, A. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forest in western México. *Conservation Biology*, 9,1349-1356.

Ceballos, G., Martínez, L., García, A., Espinoza, E., Bezaury-Creel, J. 2010. Áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico mexicano. (pp. 387-392). En: G. Ceballos, A. García, L. Martínez, E. Espinosa, J. Bezaury, y R. Dirzo (Eds.). *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del oeste de México*. Fondo de Cultura Económica- CONANP, México.

Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K. y Shen, T. J. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8,148-159.

Chao, A. y Jost, L. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93, 2533-2547.

Chao, A. y Lee, S. M. 1992. Estimating the number of classes via sample coverage. *Journal of the American Statistical Association*, 87,210-217.

Chao, A. y Shen, T. J. 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*, 10, 429-433.

Chao, A. y Shen T. J. 2010. Programa SPADE (Species Prediction and Diversity Estimation). Programa y guía de uso. (Consultado 11 de enero 2016). Disponible en: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/blog/software-download/spade/>.

Chase, J. M. y Leibold, M. A. 2003. *Ecological niches: linking classical and contemporary approaches*. Chicago: University of Chicago Press.

Chesson, P. y Huntly, N. 1997. The roles of harsh and fluctuating conditions in the dynamics of ecological communities. *The American Naturalist*, 150(5), 519-553.

Clarke, K. R. 1993. "Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure". *Austral Ecology*. 18 (1), 117-143.

Clarke K. R. y Warwick R.M. 2001. *Changes in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom: PRIMER-E Ltd.



Colwell, R. K. 2013. Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from Samples. Versión 9.1.0., guía de usuario y aplicación pública. Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, USA. (Consultado 22 de diciembre, 2016). Disponible en: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>.

Cuate-Mozo, V. A., Aragón-García, A., Pérez-Torres, B. C., López-Olguín, J. F., Morón, M. Á. y Rojas-Martínez, R. I. 2016. Manejo del complejo gallina ciega (Coleoptera: Melolonthidae) asociado al cultivo de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L.) en Puebla, México. *Agrociencia*, 50(7), 889-900.

Cuevas-Reyes, P., Quesada, M., Hanson, P., Dirzo, R. y Oyama, K. 2004. Diversity of gall-inducing insects in a Mexican tropical dry forest: the importance of plant species richness, life-forms, host plant age and plant density. *Journal of Ecology*, 92(4), 707-716.

Cutberto-Pacheco, F., Deloya, C. y Cortés, G. P. 2006. Phytophagous scarab beetles from the Central Region of Guerrero, Mexico (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae, Rutelinae, Dynastinae, Cetoniinae). *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 191-199.

Delgado, L. 1989. *Fauna de coleopteros lamellicornios de Acahuizotla, Guerrero, México*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. México, D.F.

Delgado, L. y Deloya, C. 1990. Una especie nueva de *Orizabus* Fairmaire, 1878 de México (Coleoptera: Melolonthidae; Dynastinae). *Anales del Instituto de Biología (serie Zoología)*, 61, 301-306.

Delgado, L., Pérez, A. y Blackaller, J. 2000. Claves para determinar a los taxones genéricos y supragenéricos de Scarabaeoidea Latreille, 1802 de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 110, 33-87.

Deloya, C. 2010. "Gallinas Ciegas" en Morelos. (pp. 349-357). En: L.A. Rodríguez del Bosque y M. Á. Morón (Eds.). *Plagas del Suelo*. Grupo Mundi-Prensa, México.

Deloya, C. A., Burgos, A., Blackaller, J. y Lobo, J.M. 1993. Los coleópteros Lamellicornios de Cuernavaca, Morelos, México. (Passalidae, Trogidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Boletín Sociedad Veracruzana de Zoología*, 3(1), 15-55.



Deloya, C. A. y Morón, M. Á. 1994. *Coleópteros lamellicornios del Distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae)*. Listados faunísticos de México V Instituto de Biología, UNAM. México.

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

Deloya C. y Ordóñez–Resendiz, M. M. 2008. Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación. (pp. 123–134). En R. H. Manson, V. Hernández-Ortiz, S. Gallina y K. Mehlreter (Eds.), *Escarabajos (Insecta: Coleoptera)*. Instituto de Ecología (INECOL) e Instituto Nacional de Ecología (INE–SEMARNAT), México.

Dorado, O. 1997. Sustainable development in the tropical deciduous forest of Mexico: Myths and realities. (pp. 263-278). En K. E. Hoagland y A. Y. Rossman (Eds.). *Global genetic resources: access, ownership, and intellectual property rights*. Association of Systematics Collections, Estados Unidos.

Dorado, O. y De la Maza, R. 1998. *Documento técnico justificativo para la creación de la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla- Cerro Frío*. INE (Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP) y CEAMISH (Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla), UAEM.

Dorado, O., Maldonado, B., Arias, D. M., Sorani, V., Ramírez, R., Leyva, E. y Valenzuela, D. 2005. *Programa de conservación y manejo Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México.

Durán, E., Balvanera, P., Lot, E., Segura, G., Pérez-Jiménez, A., Islas, Á. y Franco, M. 2002. Estructura, composición y dinámica de la vegetación. (pp. 443-472). En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño (Eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Endrödi, S. 1985. *The Dynastinae of the World*. Dordrecht, The Netherlands: Dr. W. Junk Publishers.

Favila, M.E. y Halffter, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana*, 72, 1-25.

Feinsinger, P. 2001. *Designing field studies for biodiversity conservation*. Washington, D. C.: The Nature Conservancy, Island Press.



Félix- Fregoso, E. 1991. Determinación de la metodología de control químico de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) sobre cultivo de maíz (*Zea mays*) en Puebla, Morelos, México. (pp.121-130). En: M. Á. Morón y A. Aragón (Eds.). *Avances en el estudio de la Diversidad, Importancia y Manejo de los Coleópteros Edafícolas Americanos*. Publicación Especial de la Sociedad Mexicana de Entomología y BUAP, México.

Flores- Villela, O. y Geréz, P. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso de suelo*. México: CONABIO- UNAM.

García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. D. F, México: Instituto de Geografía, UNAM.

García-Atencia, S., Martínez-Hernández, N. y Pardo-Locarno, L. C. 2015. Escarabajos fitófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un fragmento de bosque seco tropical del departamento del Atlántico, Colombia. *Revista mexicana de biodiversidad*, 86(3), 754-763.

García-López, A., Micó, E., Zumbado, M. A. y Galante, E. 2011. Sampling scarab beetles in tropical forests: the effect of light source and night sampling periods. *Journal of Insect Science*, 11(95), 1-14.

Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of Neotropical dry forests. (pp 146-194). En: S.H. Bullock, H.A. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally dry forest*. Cambridge University Press, Nueva York.

González-Ramírez, M., Zaragoza-Caballero, S. y Pérez-Hernández, C.S. 2017. Análisis de la diversidad de Coleoptera en el bosque tropical caducifolio en Acahuizotla, Guerrero, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88 (2), 381-388.

González-Soriano, E., Noguera, F. A., Zaragoza-Caballero, S. y Ramírez-García, E. 2009. Odonata de un bosque tropical caducifolio: sierra de San Javier, Sonora, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(2), 341-348.

Halffter, G., Favila, M.E. y Halffter, V. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forest and derived ecosystems. *Folia Entomológica Mexicana*, 84, 131-156.





Hammer, O., Harper, D. A., Ryan P. D. 2016. PAST: Paleontological Statistic Software Package for Education and Data Analysis. (Consultado 17 agosto 2016). Disponible en: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).

Hernández-Cruz, J., Morón, M. Á., y Sánchez-García, J. A. 2015. Two New Species of Phyllophaga Harris (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) from Oaxaca, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 40(3), 503-510.

Holdridge, L. 1967. *Life zone ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.

Jaccard, P. 1912. The distribution of the flora of the alpine zone. *New phytologist*, 11, 37-50.

Janzen, D. 1988. Tropical dry forest, the most endangered major tropical ecosystem. (pp. 130-137). En: E. O. Wilson (Ed.). *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, D. C.

Jiménez-Sánchez, E., Zaragoza-Caballero, S. y Noguera, F. A. 2009. Variación temporal de la diversidad de estafilínidos (Coleoptera: Staphylinidae) nocturnos en un bosque tropical caducifolio de México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(1), 157-168.

Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113,363–375.

Lassau, S. A., Hochuli, D. F., Cassis, G., y Reid, C. A. 2005. Effects of habitat complexity on forest beetle diversity: do functional groups respond consistently?. *Diversity and Distributions*, 11(1), 73-82.

Lerdau, M., Whitbeck, J. y Holbrook, N. M. 1991. Tropical deciduous forest: death of a biome. *Trends in Ecology and Evolution*, 6(7), 201-202.

LINBOS. 2011. Los insectos del bosque seco. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. (Consultado 10 noviembre 2016). Responsable: Dr. Felipe A. Noguera Martinez. <http://linbos.net/>.

López-Vieyra, M. y Rivera-Cervantes, L. E. 1998. Abundancia estacional de los coleópteros Melolonthidae nocturnos asociados a un bosque mesófilo de montaña en la estación científica “Las Joyas”, Sierra de Manantlán, Jalisco, México. (pp. 61-70). En: M. Á. Morón y A. Aragón (Eds.), *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología, Puebla, México.



Lugo-García, G. A., Morón, M. Á., Aragón-García, A., Ortega-Arenas, L. D., Reyes-Olivas, Á., y Sánchez-Soto, B. H. 2014. Coleoptera Scarabaeoidea Collected with Light Trap in Deciduous Tropical Forest of Northern Sinaloa, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39(2), 355-365.

Magaña-Cuevas, B. y Rivera-Cervantes, L. E. 1998. Abundancia estacional de los coleópteros nocturnos de la familia Melolonthidae asociados a un bosque de pino-encino en el municipio de Atenguillo, Jalisco, México. (pp. 51 – 60). En: M. Á. Morón y A. Aragón (Eds.). *Avances en el estudio de la diversidad, importancia y manejo de los coleópteros edafícolas americanos*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Sociedad Mexicana de Entomología, Puebla, México.

Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, USA: Princeton University Press.

Magurran A. E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, U.K.: Blackwell Science LTD.

Marín-Jarillo, A. 2001. Abundancia del complejo "Gallina Ciega" (Coleóptera:Melolonthidae) asociado al cultivo de maíz en el centro de México. *Agricultura Técnica en México*, 27(2), 119–131.

Márquez, J., Asiain, J., Morón, M. Á. y Hornung-Leoni, C. T. 2013. Escarabajos gema (Insecta: Coleoptera, Melolonthidae) como indicadores del grado de conservación de los bosques del estado de Hidalgo, México. *Interciencia*, 38(6), 410-417.

Martínez, N. J., Franz, N. y Acosta, J. 2009. Structure of the beetle fauna (Insecta: Coleoptera) in forest remnants localized on the campus of the University of Puerto Rico at Mayagüez. *Entomotropica*, 93, 83–100.

Méndez-Aguilar, M. D. J., Castro-Ramírez, A. E., Alvarado Barrantes, R., Pacheco-Flores, C., y Ramírez-Salinas, C. 2005. Eficacia de dos tipos de recolecta para registrar la diversidad de melolontidos nocturnos (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Acta zoológica mexicana*, 21(3), 109-124.

Miranda, F., Hernández-Xolocotzi, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 28,29-179.



Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., y Pavón, N. P. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.

Morón, M. Á. 1985. Los insectos degradadores, un factor poco estudiado en los bosques de México. *Folia Entomológica Mexicana*, 65, 131-137.

Morón, M. Á. 1986. *El género Phyllophaga en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera)*. D. F., México: Instituto de Ecología, A.C.

Morón, M. Á. 1990. *The Beetles of the World. 10. Rutelini 1*. Venette, France: Sciences Nature

Morón, M. Á. 1991. Los escarabajos fitófagos, un ejemplo de la riqueza biótica de Mesoamérica (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Giornale italiano di Entomologia*, 5, 209-218.

Morón, M. Á. 1994. La diversidad genérica de los coleópteros Melolonthidae en México. *Acta Zoológica Mexicana*, 61, 7-19.

Morón, M. Á. 1997. Inventarios faunísticos de los Coleoptera: Melolonthidae neotropicales con potencial como bioindicadores. *Giornale Italiano di Entomologia*, 8, 265-274.

Morón, M. Á. 1999. Coleoptera Melolonthidae. (pp. 41-59). En: C. Deloya y J. Valenzuela. (Eds.). *Catálogo de Insectos y Ácaros Plaga de los cultivos agrícolas de México*. Publicación especial No. 1 de la Sociedad Mexicana de Entomología, Xalapa, Veracruz.

Morón, M. Á. 2001. Larvas de escarabajos del suelo en México (Coleoptera: Melolonthidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 1, 111-130.

Morón, M. Á. 2006a. Revisión de las especies de *Phyllophaga (Phytalus)* grupo obsoleta y pallida (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 45, 1-104.

Morón, M. Á. (2006b). Composición de comunidades de *Phyllophaga* en México (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae). (pp. 11–36). En: A.E. Castro–Ramírez, M. Á. Morón y A. Aragón. (Eds.). *Diversidad, importancia y manejo de escarabajos edafícolas*. Publicación especial de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Chiapas, A.C. y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.



Morón, M. Á. (2006c). Patrones de distribución de la familia Melolonthidae (Coleoptera). (pp. 295-331). En: J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana, Volumen I*. Facultad de Ciencias, UNAM, México:

Morón, M. Á. y Aragón, A. 2003. Importancia ecológica de las especies americanas de Coleoptera Scarabaeoidea. *Dugesiana*, 10(1), 13-29.

Moron, M. Á., Deloya, C. y Delgado, L. 1988. Fauna de Coleopteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 77, 313- 378.

Morón, M. Á., Deloya, C., Hernández, S. y Ramírez, A. 1998. Fauna de Coleoptera Lamellicornia de la región de Tepic, Nayarit, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 75, 73–116.

Morón, M. Á., Hernández-Rodríguez, S. y Ramírez-Campos, A. 1996. El complejo “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) asociado con la caña de azúcar en Nayarit, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 98, 1-44.

Morón, M. Á., Nogueira, G., Rojas, G., Arce- Pérez, R. 2014. Biodiversidad de Melolonthidae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 298- 302.

Morón, M. Á., Ratcliffe, B. y Deloya, C. 1997. *Atlas de los escarabajos de México: Coleoptera Lamellicornia. Vol. I. Familia Melolonthidae*. Xalapa, México: Sociedad Mexicana de Entomología, A.C.

Morón, M. Á., Rodríguez del Bosque, L. A., Aragón A. y Ramírez- Salinas, C. 2010. Biología y hábitos de Coleópteros Escarabaeoideos. (pp. 65- 79).En: M. Á. Morón y L.A. Rodríguez del Bosque (Eds.). *Plagas del suelo*. Grupo Mundi-Prensa, México.

Morón, M. Á., Tapia A. M. y Aragón A. 2003. Two new species of the genus *Orizabus* Fairmaire (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae) from southern and central Mexico. *Zootaxa*, 176, 1-8.

Morón, M. Á. y Terrón, R. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 3, 1-47.

Morón, M. Á. y Terrón R. 1988. *Entomología práctica*. México: Instituto de Ecología, A. C.

Murphy, P.G. y Lugo, A.E. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67–88.



Murphy, P.G. y Lugo, A. E. 1995. Dry forest of Central America and Caribbean. (pp. 9-34). En: S. Bullock, H. Mooney y E. Medina (Eds.). *Seasonally dry forests*. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.

Noguera, F. A., Chemsak, J. A., Zaragoza-Caballero, S., Rodríguez-Palafox, A., Ramírez-García, E., González-Soriano, E. y Ayala, R. 2007. A faunal study of Cerambycidae (Coleoptera) from one region with tropical dry forest in Mexico: San Buenaventura, Jalisco. *The Pan-Pacific Entomologist*, 83,296-314.

Noguera, F. A., Zaragoza-Caballero, S., Chemsak, J. A., Rodríguez-Palafox, A., Ramírez, E., González-Soriano E. y Ayala, R. 2002. Diversity of the family Cerambycidae (Coleoptera) of the tropical dry forest of Mexico, I. Sierra de Huautla, Morelos. *Annals of the Entomological Society of America*, 94, 1-11.

Nowinszky, L. y Puskás, J. 2010. Possible reasons for reduced light trap catches at a full moon: shorter collecting distance or reduced flight activity. *Advances in bio research*, 1, 205-220.

Orozco, J. 2012. Monographic Revision of the American Genus *Euphoria* Burmeister, 1842 (Coleoptera: Scarabaeidae: Cetoniinae). *The Coleopterists Bulletin*, 11, 1-182.

Otavo, S. E., Parrado-Rosselli, Á. y Noriega, J. A. 2013. Superfamilia Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) como elemento bioindicador de perturbación antropogénica en un parque nacional amazónico. *Revista de Biología Tropical*, 61(2), 735-752.

Pardo-Locarno, L. C., Ramírez-Pava, B., Villota, H., Villanueva, O. y Bahamón, W. 2011. Melolonthidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) assemblage associated to pastures in the Caquetá Department (Colombia) and its possible relationship with soil health. *Acta Agronómica*, 60(3), 273-284.

Pennington R.T., Prado, D.A. y Pendry, C. 2000. Neotropical seasonally dry forest and Pleistocene vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261–273.

Pennington, T. D. y Sarukhán, J. 1968. *Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México*. INIF. ONU.

Pérez-Agis, E., Morón, M. Á., Nájera-Rincón, M. B. y Castro-Ramírez, A. E. 2014. Factores que influyen en la abundancia de larvas de Coleoptera: Melolonthidae con importancia



agrícola en la región Purhépecha, Michoacán, México. *Acta zoológica mexicana*, 30(1), 161-173.

Pérez- Domínguez, J. F. 2006. Importancia del escarabajo rinoceronte, *Strategus aloeus* (L.) (Coleoptera: Scarabaeidae) como plaga en el cultivo del agave en Jalisco, México. (pp. 181-194). En: A. E. Castro, M.Á. Morón y A. Aragón (Eds.). *Diversidad, Importancia, y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. ECOSUR, Fundación PRODUCE Chiapas y BUAP, Puebla, México.

Pérez- Hernández, C. X. y Zaragoza-Caballero, S. 2015. Temporal variation in the diversity of Cantharidae (Coleoptera), in seven assemblages in tropical dry forest in Mexico. *Tropical Conservation Science*, 9(1), 439-464.

Pérez-Jiménez, L. A., Flores-Castorena A. y Soria-Rocha G. 1992. Clave para las familias de plantas con flores de la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 2,25-50.

Pescador-Rubio, A., Rodríguez-Palafox, A. y Noguera, F. A. 2002. Diversidad y estacionalidad de Arthropoda. (pp. 183-201). En: F. A. Noguera, J. H. Vega-Rivera, A. N. García-Aldrete y M. Quesada-Avenidaño (Eds.), *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pineda, E. y Moreno, C. E. 2015. Evaluación de la diversidad de especies en ensamblajes de vertebrados: un primer acercamiento midiendo y comparando la riqueza de especies. (pp. 115–133). En: Gallina- Tessaro, S. (Ed.). *Manual de técnicas del estudio de la fauna*.: Instituto de Ecología, A. C., Veracruz, México.

Pinheiro, F., Diniz, I. R., Coelho, D. y Bandeira, M. P. S. 2002. Seasonal pattern of insect abundance in the Brazilian Cerrado. *Austral Ecology*, 27, 132–136.

Ramírez-Ponce, A. y Morón, M. Á. 2009. Relaciones filogenéticas del género *Anomala* (Coleoptera: Melolonthidae: Rutelinae). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 357–394.

Ramírez- Salinas, C. y Castro- Ramírez, A. E. 2006. Ciclo de vida de dos especies rizófagas de “gallina ciega” (Coleoptera: Melolonthidae) de Los Altos de Chiapas. (pp.37- 48). En: A. E. Castros- Ramírez, M. Á Morón y A. Aragón- García (Eds.). *Diversidad, Importancia y Manejo de Escarabajos Edafícolas*. ECOSUR, Fundación PRODUCE Chiapas, BUAP. Puebla, México.



Ratcliffe, B. C., Cave, R., Cano, E. 2013. *The Dynastine scarab beetles of Mexico, Guatemala and Belize (Coleoptera: Scarabaeidae: Dynastinae)*. Lincoln, Nebraska: University of Nebraska State Museum.

Reyes-Novelo, E. y Morón, M. Á. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta zoológica mexicana*, 21(2), 15-49.

Ríos, F. y Romero, S. 1982. Importancia de los daños al maíz por insectos del suelo en el Estado de Jalisco, México. (Coleoptera). *Folia Entomológica Mexicana*, 52, 41-60.

Ritcher, P.O. 1966. *White grubs and their allies: A study of North American scarabaeoid larvae*. Corvallis, Oregon: State University Press, Oregon.

Rodríguez del Bosque, L. A. y Morón, M. Á. 2010. *Plagas del suelo*. D.F., México: Grupo Mundi- Prensa.

Rodríguez, J. M., Rodríguez-Velez, B., Zaragoza-Caballero, S., Noguera-Martínez, F. A., González-Soriano, E. y Ramírez-García, E. 2010. Diversity of Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) collected with Malaise traps in the tropical dry forest of San Javier, Sonora, Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 81, 813 – 822.

Rodríguez-Velez, B. y Woolley, J. B. 2005. La fauna de la familia Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) en el Bosque Tropical Caducifolio de la Sierra de Huautla, Morelos, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44, 147- 155.

Rodríguez-Velez, B., Zaragoza-Caballero, S. y Rodríguez, J. M. 2009. Diversidad de Encyrtidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) y otras familias de Hymenoptera obtenidas con trampas Malaise en el bosque tropical caducifolio de la región de Huatulco, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80, 709-719.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México: Limusa.

Rzedowski, J. 1991. El endemismo en la flora fanerogámica mexicana: una apreciación analítica preliminar. *Acta Botánica Mexicana*, 15, 47-64.

Southwood, T. R. E. 1966. *Ecological methods with special reference to the study of insects populations*. Londres: Methuen Publishing.



SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2016. Información Climatológica por Estado. México. Recuperado el 6 de diciembre, 2016 de: <http://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica>.

StataCorp. 2012. *Stata Statistical Software: Release 14*. College Station, TX: StataCorp LP.

Toledo, V. M. y Ordoñez, J. de M. 1993. The biodiversity scenario of Mexico: a review of terrestrial habitats. (pp. 757–777). En: T. P. Ramamoorth y R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.), *Biological diversity of Mexico: Origins and distribution*. Oxford University Press, New York.

Tóthmérész, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science*, 6, 283-290.

Trejo, I. 1998. *Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo*, Tesis de Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. México, D. F.

Trejo, I. 2005. Análisis de la diversidad de la selva baja caducifolia en México. (pp. 111-122). En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.). *Sobre biodiversidad: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. Sociedad Entomológica Aragonesa Vol. 4, Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España.

Trejo, I. 2010. Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México. (pp. 41- 52). En: G. Ceballos, L. Martínez, A. García, E. Espinoza, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds.). *Las selvas secas del Pacífico Mexicano*. Fondo de Cultura Económica- CONANP, México.

Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonality dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*, 94,133-142.

Trejo, I., Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation*, 11, 2063- 2084.

Vaurie, P. 1958. A revision of the genus *Diplotaxis* (Coleoptera: Scarabaeidae, Melolonthinae) Part I. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 115 (5), 263-396.

Vaurie, P. 1960. A revision of the genus *Diplotaxis* (Coleoptera: Scarabaeidae, Melolonthinae) Part II. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 120 (2), 161-434.





Valenzuela, D., Dorado, O., Ramírez, R. 2010. Sierra de Huautla, Guerrero y Puebla. (pp. 477- 481). En: G. Ceballos, J. Bezaury y E. Espinoza- Medinilla (Eds.). *Diversidad, amenazas y regiones prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica- CONANP, D. F. México.

Whittaker, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, 30, 279- 338.

Yanes- Gómez, G. y Morón, M. Á. 2010. Fauna de coleópteros Scarabaeoidea de Santo Domingo Huehuetlán, Puebla, México. Su potencial como indicadores ecológicos. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(1), 123-145.

Zaragoza-Caballero, S., Noguera, F. A., Chemsak, J. A., González-Soriano, E., Rodríguez-Palafox, A., Ramírez-García, E. y Ayala, R. 2003. Diversity of Lycidae, Phengodidae, Lampyridae, and Cantharidae (Coleoptera) in a tropical dry forest region in México: Sierra de Huautla, Morelos. *The Pan-Pacific Entomologist*, 7,3-37.

Zaragoza-Caballero, S., Noguera, F. A., González-Soriano, E., Ramírez-García, E. y Rodríguez-Palafox, A. 2010. Insectos del bosque tropical caducifolio del oeste de México. (pp. 195–214).En: G. Ceballos, J. Bezaury y E. Espinoza-Medinilla (Eds.). *Diversidad, amenazas y regiones prioritarias para la conservación de las selvas secas del Pacífico de México*. Fondo de Cultura Económica- CONANP, México.

Zaragoza-Caballero, S. y Ramírez-García, E. 2009. Diversidad de Cantharidae, Lampyridae, Lycidae, Phengodidae y Telegeusidae (Coleoptera: Elateroidea) en un bosque tropical caducifolio de la sierra de San Javier, Sonora, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 80(3), 675-686.