



Estructura y composición de los ensamblajes estacionales de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México, recolectados con trampas de intercepción de vuelo

Structure and composition of seasonal coleopterous assemblages (Insecta: Coleoptera) in the cloud forest of Tlanchinol, Hidalgo, Mexico collected with flight interception traps

Ma. del Carmen Pedraza¹, Juan Márquez^{2*} y José. A. Gómez-Anaya³

¹Calle 23 de Marzo 18, Col. Independencia, Tlanchinol 43150, Hidalgo, México.

²Laboratorio de Sistemática Animal, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Km. 4.5 carretera Pachuca-Tulancingo s/n, Ciudad Universitaria, 42184 Pachuca Hidalgo, México.

³Instituto de Ecología, A.C. Km. 2.5 carretera antigua a Coatepec 351, Congregación El Haya, 91070, Xalapa Veracruz, México.

*Correspondencia: jmarquez@uaeh.edu.mx

Resumen. Se describen y comparan los ensamblajes de coleópteros de las temporadas de lluvias y sequía del bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, Hidalgo, que se obtuvieron en 8 recolectas mensuales usando trampas de intercepción de vuelo. Para la descripción de los ensamblajes se tomó en cuenta su riqueza, composición, diversidad, equidad y dominancia y se compararon con base en los perfiles de diversidad de Renyi. El recambio de especies se evaluó usando el índice de similitud de Bray-Curtis. Se estimó la riqueza teórica del ensamblaje total y por temporada, se exploró la relación entre los taxa y los meses de recolecta, y las especies se ubicaron en grupos funcionales. Los 3 308 ejemplares recolectados pertenecen a 50 familias y 352 especies, siendo Staphylinidae, Curculionidae y Nitidulidae las familias con el mayor número de especies. La riqueza, abundancia y diversidad de la época de sequía fueron significativamente mayores que las de lluvias. La mayoría de las especies poseen abundancias inferiores a 1% conformando las especies raras. Teóricamente aún faltan taxa por recolectarse en Tlanchinol. La mayoría de las especies se ubicaron en la categoría de los depredadores (43%) y fitófagos (20%). Los resultados resaltan la gran biodiversidad de estos bosques y su urgente necesidad de protección.

Palabras clave: Tlanchinol, Hidalgo, bosque mesófilo de montaña, Coleoptera, diversidad, conservación.

Abstract. We described and compared Coleoptera assemblages in rainy and dry seasons in the cloud forest in Tlanchinol, Hidalgo, Mexico, based on 8 monthly samples using flight interception traps. Assemblages were described using richness and composition as well as some diversity measurements; we then used Renyi's diversity profiles to compare them. A Bray-Curtis similarity index was used to evaluate species turnover rate between seasons. The theoretical richness by parametric methods was estimated, the relationship between species and the collecting months were analyzed with a correspondence analysis, and species were placed into functional groups. The 3 308 specimens collected belong to 50 families and 352 species, with Staphylinidae, Curculionidae and Nitidulidae having the highest number of species. Richness, abundance and diversity were significantly higher in the dry season. Most species possess abundances lower than 1 % representing the rare species. According to the theoretical estimation of richness there are many species to add to the list. Predators (43%) and phytophagous (20%) comprised the highest number of species. The great diversity of surveyed coleopterous represents an important factor in the Tlanchinol cloud forest protection.

Key words: Tlanchinol, Hidalgo, cloud forest, Coleoptera, diversity, conservation.

Introducción

La diversidad biológica es actualmente un tema central de la teoría ecológica y ha sido objeto de amplios debates (Magurran, 1988); para conservarla, se requiere del

conocimiento de sus patrones y de su magnitud (Baselga y Novoa, 2008), donde el proceso de inventariar ensamblajes desconocidos y describir nuevas especies representa el primer paso en la ciencia taxonómica y es la base para cualquier investigación relacionada con la biodiversidad.

En grupos megadiversos, como Coleoptera, los inventarios distan mucho de ser completos, lo que en

parte se debe a la gran cantidad de especies que aún no están descritas (May, 1988; Erwin, 1991; Odegaard, 2000) y al relativamente poco valor que se le da a ese tipo de trabajo en las revistas internacionales de biodiversidad, propiciando su abandono por los investigadores (Wheeler, 2004; Wheeler et al., 2004; de Carvalho et al., 2005).

Con fines de conservación, manejo y monitoreo ambiental se han desarrollado métodos para medir la biodiversidad, como un indicador del estado de los ecosistemas (Spellerberg, 1991). El número de especies es la medida que más frecuentemente se utiliza (Mayr, 1992; Moreno y Halffter, 2000); sin embargo, la biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. En general, las especies se distribuyen según jerarquías de abundancia, desde muy abundantes hasta muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de ciertas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. La conservación de la biodiversidad es principalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies raras. De esta manera, medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar las que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno, 2001). Ante el actual empobrecimiento de la diversidad biológica es indispensable trabajar en líneas de investigación que se ocupen de la recolecta de organismos y con ello formar inventarios biológicos completos que representen mejor la biodiversidad y la distribución geográfica de cada grupo biológico, incluyendo en especial los menos conocidos (Sánchez-Cordero et al., 2001).

El bosque mesófilo de montaña (BMM) es un tipo de bosque derivado de los cambios climáticos del pleistoceno que posee una elevada diversidad biológica. Desafortunadamente en México sólo existen parches, ya que principalmente por la tala intensiva y la agricultura se ha visto reducido y fragmentado hasta llegar a representar menos del 1% del territorio nacional (Luna et al., 2004). A pesar de ello, en ese pequeño porcentaje está albergado cerca del 12% de la flora total del país. Estos bosques son santuarios de especies amenazadas y contienen un alto porcentaje de endemismos, pero es uno de los ecosistemas más seriamente amenazados y en peligro de extinción (Challenger, 1998; Luna et al., 2001). Hidalgo es el tercer estado de la República Mexicana con mayor superficie ocupada por BMM (Luna et al., 2004), contiene el 34% de la riqueza florística considerada para este tipo de vegetación en el país, y dentro del estado de Hidalgo, los bosques de Tlanchinol son los que se estiman como mejor conservados (Luna et al., 1994).

No existen estudios generales sobre coleópteros del municipio de Tlanchinol, aunque sí varios que analizan

los coleópteros Scarabaeoidea (Morón y Terrón, 1984, 1986; Delgado y Márquez, 2006) y Staphylinidae (Asiain y Márquez, 2003; Márquez, 2003, 2006; Fierros-López, 2005). Los objetivos de este estudio son describir y comparar los ensamblajes de coleópteros de las temporadas de lluvias y sequía recolectados mediante el uso de trampas de intercepción de vuelo (TIV), así como estimar la riqueza potencial de este grupo en el BMM de Tlanchinol, Hidalgo.

Se utilizaron trampas de intercepción de vuelo, también conocidas como trampas de ventana, debido a que son un sencillo y productivo método de muestreo con el que se recolecta una gran diversidad y número de insectos (Peck y Davies, 1980; Márquez, 2005). La mayoría de los trabajos publicados se han enfocado a la recolección de todo tipo de artrópodos, pero ha sido notable su eficiencia para la recolección de coleópteros (Juillet, 1963; Hosking, 1979; Basset, 1988; Basset y Arthington, 1992; Hill y Cermak 1997; McWilliam y Death, 1998; Leksono et al., 2005).

Materiales y métodos

Zona de estudio. El municipio de Tlanchinol se ubica en la parte norte del estado de Hidalgo, entre las coordenadas geográficas 19° 59' 21" N y 98° 40' 43" O. Se encuentra a una altitud promedio de 1 590 m y ocupa 380 km² (SEDESOL, 2002). La localidad de estudio se denomina La Cabaña, está ubicada a 2.5 km al NE de la cabecera municipal, entre los 21° 01.357' N y 98° 38.556' O, a una altitud de 1 485 m (Fig. 1). Predomina el clima semicálido-subhúmedo, con temperatura media anual de 18.9°C, precipitación pluvial anual de 2 601 mm (Luna et al., 1994; SEDESOL, 2002) y lluvias en los meses de mayo a septiembre. El municipio se encuentra ubicado sobre una superficie abrupta, lodosa, húmeda, con muchas barrancas, mesetas y valles, dentro de la región del río Pánuco y la cuenca del río Moctezuma. Por el municipio pasan los ríos Tehuetlán, Santa María, Xalpan, Amajac y Quetzaltongo (SEDESOL, 2002).

En el área de estudio se presenta el bosque mesófilo de montaña, con árboles que alcanzan alturas entre 30 y 35 m. Rzedowski (1991, en Luna et al., 1994) estimó que Tlanchinol representaba el 11.5% de la riqueza florística estimada para este tipo de vegetación en México.

Muestreo. Se instalaron 5 trampas de intercepción de vuelo (TIV), dispersas en una zona del bosque con un grado de deforestación bajo, separadas 50 m entre sí. Este tipo de trampas constan de una cortina que se coloca en posición vertical respecto a la vegetación. Las trampas se elaboraron con hule transparente con la finalidad de que no fueran visibles a los organismos que vuelan por

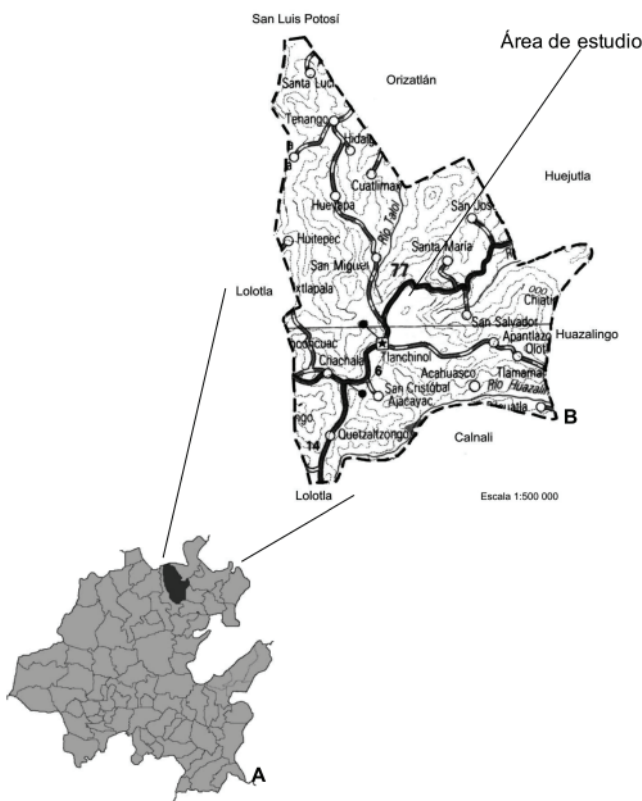


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio. A. Mapa estatal (tomado de SEDESOL, 2002); B. Mapa municipal (modificado de SCT 1995).

el lugar, propiciando su impacto contra el hule y su caída a recipientes recolectores que contenían una solución de agua y jabón para impedir que retomaran el vuelo (Márquez, 2005).

Los muestreos se efectuaron durante 2 periodos: época de lluvias (junio-septiembre de 2005) y época de sequía (febrero-mayo de 2006). Las trampas se colocaron la tercera semana de cada mes de recolección y permanecieron instaladas 8 días, pasados los cuales se vació el contenido de cada recipiente a un frasco con alcohol etílico al 70%, pasando antes por un colador de tela fina, para que los organismos más pequeños no cayeran al suelo. Se obtuvieron 40 muestras en total.

Trabajo de laboratorio. Los coleópteros fueron separados del resto de los insectos y se colocaron en viales con alcohol al 70%, con su etiqueta respectiva. Posteriormente, se separaron en morfoespecies y se cuantificaron. Se montaron como mínimo 2 organismos de cada morfoespecie (exceptuando las representadas por un solo individuo), para facilitar su observación al microscopio.

La identificación de los organismos se realizó al nivel

taxonómico más fino posible, con ayuda de la bibliografía (Arnett y Thomas, 2001; Arnett et al., 2002; Morón et al., 1997; Morón, 2003; Navarrete-Heredia et al., 2002 y White, 1983). Para el nivel de familia y subfamilia se utilizó el criterio de clasificación de Lawrence y Newton (1995). El trabajo de identificación se complementó con la ayuda de diferentes especialistas.

De los coleópteros recolectados, 11 organismos de las 3 morfoespecies de Phengodidae y 2 de la única morfoespecie de Telegeusidae quedaron depositados en la Colección Nacional de Insectos del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (CNIN). El resto se depositó en la colección de Coleoptera del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CC-UAEH).

Análisis de datos. Los ensamblajes de las épocas de lluvias y sequía fueron descritos en términos de su riqueza (número de morfoespecies) y composición; adicionalmente, se calcularon los siguientes índices: diversidad de Shannon (H'), diversidad de Simpson (D) como medida de dominancia, riqueza de Margalef (R_M) y equitatividad de Pielou (Moreno, 2001). Para comparar la diversidad de los ensamblajes se utilizaron los perfiles de diversidad de Renyi (Tóthmérész, 1998) generados en una hoja de cálculo de Excel. El cálculo se basó en la frecuencia relativa de presencia de las morfoespecies. Como caso especial, este índice incluye el logaritmo del número de especies ($\alpha=0$), el índice de diversidad de Shannon ($\alpha=1$), el índice de diversidad de Simpson ($\alpha=2$) y el índice de diversidad de Berger-Parker cuando α toma valores muy grandes (Tóthmérész, 1995).

Con el fin de estimar la riqueza potencial del área de estudio y evaluar la eficiencia del muestreo se utilizaron las funciones de acumulación de especies de Clench y dependencia lineal (Soberón y Llorente, 1993), las cuales fueron ajustadas en el programa Statistica v.7 (Statsoft, 1998) mediante el procedimiento de regresión no lineal definida por el usuario. Se utilizó el método de ajuste Simplex & Quasi-Newton que, de acuerdo con Jiménez-Valverde y Hortal (2003), es uno de los más robustos. Lo anterior se realizó a partir de la columna de número promedio de especies acumuladas, generada con el programa Estimates v 7.5. (Colwell, 2005).

Como criterio para evaluar la completitud del listado final se observó la magnitud de la pendiente de las curvas para el esfuerzo total de muestreo ($n=40$); dichas pendientes se calcularon mediante las primeras derivadas de las 2 funciones (Hortal y Lobo, 2005). Ambas han sido usadas para estimar la riqueza teórica de ensamblajes de coleópteros (Escobar, 2000; Morón-Ríos y Morón, 2001; Lobo y Piera, 2001; Reyes-Novelo y Morón, 2005; González y Basélgua, 2007; Reyes-Novelo et al., 2007;

Baselga y Novoa, 2008).

Para probar el efecto de la temporada (lluvias y sequía) sobre la abundancia de coleópteros, se utilizó un ANOVA no paramétrico o prueba de Kruskal Wallis después de encontrar que los datos no se distribúan normalmente (prueba de Shapiro-Wilk) y que las varianzas no eran homogéneas (Zar, 1996). De la misma forma, se aplicó esta prueba para probar el efecto del factor mes sobre la abundancia de coleópteros. En este caso, y de haber efecto significativo, se procedió a utilizar la prueba U de Mann-Whitney con el fin de discernir donde radicaban las diferencias.

La similitud faunística entre los meses de recolección (Cuadro 1) fue evaluada mediante el índice de similitud de Bray-Curtis (1-W), donde W= disimilitud de Bray-Curtis y se calcula como $W = 2pN/aN+bN$, pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas, aN = número total de individuos en el sitio A y bN = número de individuos en el sitio B (Moreno, 2001). Para este fin se utilizó el programa gratuito PAST. De igual forma, se aplicó un análisis de correspondencias simple (AC) a una tabla de contingencia que contenía las frecuencias de presencia de las morfoespecies para cada mes de recolección. El resultado fue un diagrama cartesiano basado en la asociación entre las variables analizadas (Manly, 1998) que permitió visualizar el grado de asociación de las morfoespecies con los meses de recolección.

Finalmente, las morfoespecies se ubicaron en grupos funcionales con base en sus hábitos alimenticios (White, 1983; Morón et al., 1997; Arnet y Thomas, 2001; Arnet et al., 2002; Navarrete-Heredia et al., 2002; Morón, 2003): fitófagos (FI), los organismos que se alimentan de cualquier parte de las plantas; micófagos (MI), los que se alimentan de cualquier parte de los hongos; depredadores (DE), los que cazan a sus presas para alimentarse de ellas; saprófagos (SA), los que se alimentan de cualquier tipo de materia orgánica en descomposición; necrófagos (NE),

los que se alimentan de animales muertos; coprófagos (CO), los que se alimentan de excremento de vertebrados; saprófagos/micófagos (SA/MI), los que se alimentan de materia orgánica en descomposición y/o de cualquier parte de los hongos; depredadores/micófagos (DE/MI), los que se alimentan cazando a sus presas o pueden alimentarse de hongos, sin que se considere que pueden alimentarse de los 2 recursos, pero que en la literatura consultada se incluyen ambas posibilidades para un grupo determinado; omnívoros (OM), los que pueden consumir una variedad amplia de alimentos. Se consideraron “desconocidos” o indeterminados (IN) los organismos de cuyos hábitos alimenticios no se encontró información alguna. La mayoría de las morfoespecies se ubicaron en alguno de los anteriores grupos.

Resultados

Se obtuvieron 3 308 ejemplares pertenecientes a 50 familias. Se determinaron 20 especies, 98 géneros, 6 tribus, 94 subfamilias y 134 familias, totalizando 352 morfoespecies (Cuadro 2). De manera general, la morfoespecie dominante del ensamblaje fue Aleocharinae sp. 8 (Staphylinidae) con el 12.18% de la abundancia total, mientras que *Thalycra* sp. 1 (Nitidulidae) y Scydmaenidae sp. 1 (Scydmaenidae) fueron especies codominantes. El número de especies con abundancias relativas inferiores a 1% fue elevado (93.18%).

La mayoría de las familias estuvieron representadas por pocas morfoespecies. Las familias con mayor número de morfoespecies fueron Staphylinidae con 123, Curculionidae con 30 y Nitidulidae con 20 (Fig. 2). Entre junio y septiembre se registraron menos morfoespecies, y a partir de febrero hubo un incremento notable (Fig. 3).

Los índices de diversidad indicaron una mayor riqueza de taxa durante la época de sequía ($R_M = 39.94$) que en lluvias ($R_M = 22.81$). Asimismo, durante las secas la abundancia fue poco más del doble (2 290 individuos) que durante las lluvias (1 018 individuos). La equidad mostró un reparto similar de la abundancia entre las morfoespecies (sequía, $J = 0.79$; lluvias, $J = 0.80$); por esta razón, la diversidad de Shannon fue apenas mayor durante las secas ($H' = 4.57$) que en lluvias ($H' = 4.01$) (Fig. 4).

Los perfiles de diversidad de Renyi (Fig. 5) mostraron que la diversidad de la época de sequía (2006) es superior a la de lluvias (2005), debido a que dichos perfiles no se cruzan en ningún punto en todo el rango de α . Los ensamblajes son principalmente diferentes en el nivel de su estructura básica, ésto es, en el número de especies ($\alpha=0$). Durante la época de lluvias, la estructura de la dominancia numérica mostró a *Thalycra* sp. 1 (Nitidulidae) como la

Cuadro 1. Similitud faunística pareada de Bray-Curtis entre los ensamblajes mensuales de coleópteros de Tlanchinol, Hidalgo

	jun	jul	ags	sep	feb	mar	abr	may
jun	1.00							
jul	0.50	1.00						
ags	0.40	0.45	1.00					
sep	0.31	0.37	0.40	1.00				
feb	0.16	0.18	0.31	0.25	1.00			
mar	0.13	0.21	0.20	0.22	0.31	1.00		
abr	0.18	0.24	0.31	0.21	0.32	0.33	1.00	
may	0.21	0.31	0.37	0.29	0.37	0.24	0.42	1.00

Cuadro 2. Ensamblajes estacionales de coleópteros capturados con trampas de intercepción de vuelo en Tlanchinol, Hidalgo, México

Clave - taxon	Hábitos aliment.	Lluvias			Secas			Total			
		Abd	%	Frec	Abd	%	Frec	Abd	%	Frec	
	Número de taxa	159			310			352			
	Abundancia	1018			2290			3308			
	ANOBIIDAE										
1	Anobiidae sp. 1	FI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
2	Anobiidae sp. 2	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
3	Anobiidae sp. 3	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
4	Anobiidae sp. 4	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	ANTHICIDAE										
5	Anthicidae sp.	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	BRENTIDAE										
6	Apioninae sp.	FI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
	BIPHYLLIDAE										
7	<i>Diplocoelus</i> sp.	MI	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
	CANTHARIDAE										
8	<i>Malthinus</i> sp.	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
9	<i>Discodon</i> sp. 1	OM	1	0.10	1	3	0.13	3	4	0.12	4
10	<i>Discodon</i> sp. 2	OM	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
11	<i>Silis</i> sp.	OM	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
	CARABIDAE										
12	Carabidae sp. 1	DE	4	0.39	2	-	-	-	4	0.12	2
13	Carabidae sp. 2	DE	4	0.39	3	7	0.31	6	11	0.33	9
14	Carabidae sp. 3	DE	8	0.79	4	37	1.62	11	45	1.36	15
15	Carabidae sp. 4	DE	4	0.39	3	8	0.35	5	12	0.36	8
16	Carabidae sp. 5	DE	14	1.38	7	18	0.79	6	32	0.97	13
17	Carabidae sp. 6	DE	3	0.29	2	-	-	-	3	0.09	2
18	Carabidae sp. 7	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
19	Carabidae sp. 8	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
20	Carabidae sp. 9	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
21	Carabidae sp. 10	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	CERAMBYCIDAE										
22	Cerambycidae sp. 1	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
23	Cerambycidae sp. 2	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	CERATHOCANTIDAE										
24	Cerathocantidae sp. 1	SA/MI	6	0.59	3	5	0.22	2	11	0.33	5
25	Cerathocantidae sp. 2	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	CERYLONIDAE										
26	Cerylonidae sp.	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
	CHRYSOMELIDAE										
27	Chrysomelinae sp. 1	FI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
28	Chrysomelinae sp. 2	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
29	Chrysomelinae sp. 3	FI	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
30	Chrysomelinae sp.4	FI	-	-	-	5	0.22	4	5	0.15	4
31	Chrysomelinae sp. 5	FI	-	-	-	6	0.26	5	6	0.18	5
32	Eumolpinae sp. 1	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
33	Eumolpinae sp. 2	FI	-	-	-	3	0.13	3	3	0.09	3
34	Eumolpinae sp. 3	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
35	Chrysomelidae sp. 1	FI	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
36	Chrysomelidae sp. 2	FI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
37	Chrysomelidae sp. 3	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1

Abd= abundancia, %= abundancia porcentual y Frec= frecuencia de captura en 20 muestras para cada estación y en 40 para el ensamblaje total. DE=depredadora, CO= coprófaga, FI= fitófaga, MI= micófaga, NE= necrófaga, OM= omnívora, SA=saprófaga, IN=indeterminada (desconocida), CO/NE=copro-necrófaga, DE/MI= depredadora/micófaga, SA/MI: saprófaga/micófaga.

<i>Clave - taxon</i>	<i>Hábitos aliment.</i>	<i>Lluvias</i>				<i>Secas</i>			<i>Total</i>	
38 Chrysomelidae sp. 4 CIIDAE	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
39 Ciidae sp. 1	MI	2	0.20	1	-	-	-	2	0.06	1
40 Ciidae sp. 2	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
41 Ciidae sp. 3	MI	-	-	-	8	0.35	4	8	0.24	4
42 Ciidae sp. 4	MI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
43 Ciidae sp. 5 CLERIDAE	MI	-	-	-	3	0.13	3	3	0.09	3
44 Cleridae sp. 1	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
45 Cleridae sp. 2 COLYDIIDAE	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
46 Colydiidae sp. 1	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
47 Colydiidae sp. 2	MI	-	-	-	6	0.26	4	6	0.18	4
48 Colydiidae sp. 3	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
49 Colydiidae sp. 4	MI	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2
50 Colydiidae sp. 5	MI	3	0.29	3	-	-	-	3	0.09	3
51 Colydiidae sp. 6	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
52 Colydiidae sp. 7	MI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
53 Colydiidae sp. 8 CORYLOPHIDAE	MI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
54 Corylophidae sp. 1	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
55 Corylophidae sp. 2 CRYPTOPHAGIDAE	MI	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
56 Cryptophagidae sp. 1	SA/MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
57 Cryptophagidae sp. 2 CUCUJIDAE	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
58 Cucujidae sp. 1	SA	-	-	-	12	0.52	7	12	0.36	7
59 Cucujidae sp. 2 CURCULIONIDAE	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
60 Platypodini sp.	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
61 Scolytinae sp. 1	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
62 Scolytinae sp. 2	FI	8	0.79	7	12	0.52	9	20	0.60	16
63 Scolytinae sp. 3	FI	1	0.10	1	2	0.09	2	3	0.09	3
64 Scolytinae sp. 4	FI	6	0.59	4	13	0.57	8	19	0.57	12
65 Scolytinae sp. 5	FI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
66 Scolytinae sp. 6	FI	3	0.29	3	10	0.44	7	13	0.39	10
67 Scolytinae sp. 7	FI	1	0.10	1	8	0.35	4	9	0.27	5
68 Scolytinae sp. 8	FI	-	-	-	5	0.22	3	5	0.15	3
69 Scolytinae sp. 9	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
70 Scolytinae sp. 10	FI	-	-	-	5	0.22	1	5	0.15	1
71 Scolytinae sp. 11	FI	2	0.20	1	2	0.09	2	4	0.12	3
72 Curculionidae sp. 1	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
73 Curculionidae sp. 2	FI	3	0.29	2	2	0.09	2	5	0.15	4
74 Curculionidae sp. 3	FI	19	1.87	9	6	0.26	6	25	0.76	15
75 Curculionidae sp. 4	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
76 Curculionidae sp. 5	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
77 Curculionidae sp. 6	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
78 Curculionidae sp. 7	FI	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
79 Curculionidae sp. 8	FI	2	0.20	2	7	0.31	5	9	0.27	7
80 Curculionidae sp. 9	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
81 Curculionidae sp. 10	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
82 Curculionidae sp. 11	FI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
83 Curculionidae sp. 12	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
84 Curculionidae sp. 13	FI	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
85 Curculionidae sp. 14	FI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
86 Curculionidae sp. 15	FI	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2

<i>Clave - taxon</i>	<i>Hábitos aliment.</i>	<i>Lluvias</i>				<i>Secas</i>			<i>Total</i>		
87	Curculionidae sp. 16	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
88	Curculionidae sp. 17	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
89	Curculionidae sp. 18	FI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
DYTISCIDAE											
90	<i>Copelatus</i> sp.	OM	12	1.18	8	1	0.04	1	13	0.39	9
91	Dytiscidae sp. 1	OM	3	0.29	2	-	-	-	3	0.09	2
92	Dytiscidae sp. 2	OM	2	0.20	1	2	0.09	2	4	0.12	3
93	Dytiscidae sp. 3	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
ELATERIDAE											
94	Cebrioninae sp.	OM	-	-	-	2	0.09	1	2	0.06	1
95	Elateridae sp. 1	OM	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
96	Elateridae sp. 2	OM	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
97	Elateridae sp. 3	OM	3	0.29	3	3	0.13	2	6	0.18	5
98	Elateridae sp. 4	OM	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
99	Elateridae sp. 5	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
100	Elateridae sp. 6	OM	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
101	Elateridae sp. 7	OM	1	0.10	1	3	0.13	2	4	0.12	3
102	Elateridae sp. 8	OM	1	0.10	1	2	0.09	2	3	0.09	3
103	Elateridae sp. 9	OM	7	0.69	3	47	2.05	6	54	1.63	9
104	Elateridae sp. 10	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
105	Elateridae sp. 11	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
106	Elateridae sp. 12	OM	3	0.29	3	-	-	-	3	0.09	3
107	Elateridae sp. 13	OM	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
108	Elateridae sp. 14	OM	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
109	Elateridae sp. 15	OM	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
110	Elateridae sp. 16	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
ENDOMYCHIDAE											
111	Endomychidae sp.	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
EROTYLIDAE											
112	Erotylidae sp. 1	MI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
113	Erotylidae sp. 2	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
114	Erotylidae sp. 3	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
HYDROPHILIDAE											
115	Sphaeridiinae sp. 1	OM	44	4.32	13	24	1.05	7	68	2.06	20
116	Sphaeridiinae sp. 2	OM	5	0.49	4	8	0.35	5	13	0.39	9
117	Sphaeridiinae sp. 3	OM	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
118	Hydrophilidae sp. 1	OM	5	0.49	2	-	-	-	5	0.15	2
119	Hydrophilidae sp. 2	OM	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
HISTERIDAE											
120	<i>Hololepta</i> sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
121	Histeridae sp. 1	DE	14	1.38	6	34	1.48	6	48	1.45	12
122	Histeridae sp. 2	DE	2	0.20	2	4	0.17	4	6	0.18	6
123	Histeridae sp. 3	DE	-	-	-	7	0.31	3	7	0.21	3
124	Histeridae sp. 4	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
125	Histeridae sp. 5	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
126	Histeridae sp. 6	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
127	Histeridae sp. 7	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
128	Histeridae sp. 8	DE	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
LAMPYRIDAE											
129	<i>Photinus cangruus</i>	DE	-	-	-	8	0.35	5	8	0.24	5
LATRIIDIDAE											
130	Latriiididae sp. 1	MI	-	-	-	3	0.13	3	3	0.09	3
131	Latriiididae sp. 2	MI	-	-	-	10	0.44	7	10	0.30	7
LEIODIDAE											
132	<i>Leiodes</i> sp. 1	MI	1	0.10	1	2	0.09	1	3	0.09	2
133	<i>Leiodes</i> sp. 2	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2

Clave - taxon	Hábitos aliment.	Lluvias	Secas	Total							
134	Leiodinae sp. 1	MI	2	0.20	2	12	0.52	9	14	0.42	11
135	Leiodinae sp. 2	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
136	<i>Ecarinoespherula</i> sp.	MI	6	0.59	5	29	1.27	14	35	1.06	19
137	<i>Agatidium</i> sp.	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
138	<i>Anisotoma</i> sp. 1	MI	1	0.10	1	12	0.52	6	13	0.39	7
139	<i>Anisotoma</i> sp. 2	MI	1	0.10	1	7	0.31	5	8	0.24	6
140	<i>Ptomophagus (Adelops)</i>	NE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
141	sp. 1 <i>Ptomophagus (Adelops)</i>	NE	1	0.10	1	4	0.17	4	5	0.15	5
142	sp. 2 <i>Ptomophagus (Adelops)</i>	NE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
143	sp. 3 <i>Dissochaetus</i> sp.	NE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
144	<i>Nemadus</i> sp.	NE	8	0.79	5	13	0.57	8	21	0.63	13
145	Cholevinae? sp.	NE	2	0.20	2	10	0.44	9	12	0.36	11
LUTROCHIDAE											
146	<i>Lutrochus?</i> sp.	FI	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
LYCIDAE											
147	Lycidae sp. 1	DE	-	-	-	4	0.17	4	4	0.12	4
148	Lycidae sp. 2	DE	3	0.29	3	-	-	-	3	0.09	3
149	Lycidae sp. 3	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
MELANDRYIDAE											
150	Melandryidae sp. 1	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
151	Melandryidae sp. 2	OM	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
152	Melandryidae sp. 3	OM	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
MORDELLIDAE											
153	Mordellidae sp. 1	FI	-	-	-	6	0.26	3	6	0.18	3
154	Mordellidae sp. 2	FI	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
MYCETOPHAGIDAE											
155	Mycetophagidae sp. 1	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
156	Mycetophagidae sp. 2	MI	-	-	-	9	0.39	2	9	0.27	2
NITIDULIDAE											
157	<i>Carpophilus</i> sp.	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
158	Carpophilinae sp. 1	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
159	Carpophilinae sp. 2	SA/MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
160	Carpophilinae sp. 3	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
161	<i>Nitidula</i> sp. 1	SA/MI	27	2.65	10	58	2.53	14	85	2.57	24
162	<i>Nitidula</i> sp. 2	SA/MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
163	<i>Nitidula</i> sp. 3	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
164	<i>Thalycra</i> sp. 1	SA/MI	142	13.95	18	25	1.09	5	167	5.05	23
165	<i>Thalycra</i> sp. 2	SA/MI	3	0.29	2	1	0.04	1	4	0.12	3
166	<i>Thalycra</i> sp. 3	SA/MI	11	1.08	5	32	1.40	7	43	1.30	12
167	<i>Thalycra</i> sp. 4	SA/MI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
168	Nitidulinae sp.	SA/MI	12	1.18	8	8	0.35	7	20	0.60	15
169	Nitidulidae sp. 1	SA/MI	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
170	Nitidulidae sp. 2	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
171	Nitidulidae sp. 3	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
172	Nitidulidae sp. 4	SA/MI	2	0.20	2	20	0.87	10	22	0.67	12
173	Nitidulidae sp. 5	SA/MI	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2
174	Nitidulidae sp. 6	SA/MI	2	0.20	2	4	0.17	3	6	0.18	5
175	Nitidulidae sp. 7	SA/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
176	Nitidulidae sp. 8	SA/MI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
NOSODENDRIDAE											
177	<i>Nosodendron</i> sp.	DE	7	0.69	5	1	0.04	1	8	0.24	6
178	Nosodendridae sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
NOTHERIDAE											
179	Notheridae sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
PHENGODIDAE											

Clave - taxon	Hábitos aliment.	Lluvias				Secas			Total		
180	<i>Cenophengus minizi</i>	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
181	<i>Phengodes</i> sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
182	<i>Taximastinocerus bruneus</i>	DE	-	-	-	22	0.96	8	22	0.67	8
PTIILIDAE											
183	Ptiilidae sp.	MI	-	-	-	21	0.92	6	21	0.63	6
PTILODACTYLIDAE											
184	<i>Ptilodactyla</i> sp. 1	IN	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
185	<i>Ptilodactyla</i> sp. 2	IN	2	0.20	2	4	0.17	4	6	0.18	6
186	<i>Ptilodactyla</i> sp. 3	IN	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
187	Ptilodactylidae sp.	IN	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
PYROCHROIDAE											
188	<i>Pedilus</i> sp.	IN	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
189	Pyrochroidae sp. 1	IN	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
190	Pyrochroidae sp. 2	IN	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
RHIPICERIDAE											
191	<i>Sandalus?</i> sp. 1	IN	3	0.29	3	-	-	-	3	0.09	3
192	<i>Sandalus?</i> sp. 2	IN	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
SCARABAEIDAE											
193	<i>Anomala</i> sp.	FI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
194	Aphodinae sp. 1	CO	25	2.46	10	5	0.22	5	30	0.91	15
195	Aphodinae sp. 2	CO	-	-	-	2	0.09	1	2	0.06	1
196	<i>Coprophanæus gilli</i>	CO/NE	3	0.29	1	-	-	-	3	0.09	1
197	<i>Deltochilum mexicanum</i>	NE	43	4.22	16	1	0.04	1	44	1.33	17
198	<i>Dichotomius satanas</i>	CO	29	2.85	11	1	0.04	1	30	0.91	12
199	<i>Ontherus mexicanus</i>	CO	56	5.50	14	4	0.17	3	60	1.81	17
200	<i>Onthophagus</i> sp.	CO	5	0.49	2	-	-	-	5	0.15	2
201	<i>Phanaeus amethystinus</i>	CO	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
202	<i>Phyllophaga (Ph.) atra</i>	FI	6	0.59	4	2	0.09	2	8	0.24	6
203	<i>Phyllophaga</i> nr. <i>scissa</i>	FI	7	0.69	6	4	0.17	3	11	0.33	9
204	<i>Phyllophaga</i> sp. 1	FI	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2
205	<i>Phyllophaga</i> sp. 2	FI	1	0.10	1	4	0.17	2	5	0.15	3
206	<i>Phyllophaga</i> sp. 3	FI	2	0.20	2	7	0.31	4	9	0.27	6
207	<i>Phyllophaga</i> sp. 4	FI	-	-	-	9	0.39	6	9	0.27	6
SCIRTIDAE											
208	Scirtidae sp.	IN	1	0.10	1	26	1.14	6	27	0.82	7
SILPHIDAE											
209	<i>Nicrophorus olidus</i>	NE	39	3.83	8	23	1.00	6	62	1.87	14
SPHINDIDAE											
210	<i>Eurysphindus</i> sp.	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
211	<i>Carinisphindus</i> sp.	MI	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
212	Sphindidae sp.	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
STAPHILINIDAE											
213	Aleocharinae sp. 1	DE	10	0.98	6	25	1.09	7	35	1.06	13
214	Aleocharinae sp. 2	DE	7	0.69	6	10	0.44	6	17	0.51	12
215	Aleocharinae sp. 3	DE	2	0.20	2	22	0.96	10	24	0.73	12
216	Aleocharinae sp. 4	DE	2	0.20	2	3	0.13	2	5	0.15	4
217	Aleocharinae sp. 5	DE	2	0.20	2	14	0.61	4	16	0.48	6
218	Aleocharinae sp. 6	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
219	Aleocharinae sp. 7	DE	17	1.67	5	4	0.17	3	21	0.63	8
220	Aleocharinae sp. 8	DE	96	9.43	13	307	13.41	19	403	12.18	32
221	Aleocharinae sp. 9	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
222	Aleocharinae sp. 10	DE	-	-	-	4	0.17	4	4	0.12	4
223	Aleocharinae sp. 11	DE	-	-	-	5	0.22	5	5	0.15	5
224	Aleocharinae sp. 12	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
225	Aleocharinae sp. 13	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
226	Aleocharinae sp. 14	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2

Clave - taxon		Hábitos aliment.	Lluvias			Secas			Total		
227	Aleocharinae sp. 15	DE	-	-	-	28	1.22	6	28	0.85	6
228	Aleocharinae sp. 16	DE	1	0.10	1	14	0.61	8	15	0.45	9
229	Aleocharinae sp. 17	DE	5	0.49	3	1	0.04	1	6	0.18	4
230	Aleocharinae sp. 18	DE	3	0.29	2	2	0.09	2	5	0.15	4
231	Aleocharinae sp. 19	DE	-	-	-	11	0.48	3	11	0.33	3
232	Aleocharinae sp. 20	DE	6	0.59	5	54	2.36	11	60	1.81	16
233	Aleocharinae sp. 21	DE	1	0.10	1	7	0.31	4	8	0.24	5
234	Aleocharinae sp. 22	DE	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
235	Aleocharinae sp. 23	DE	-	-	-	3	0.13	3	3	0.09	3
236	Aleocharinae sp. 24	DE	1	0.10	1	20	0.87	7	21	0.63	8
237	Aleocharinae sp. 25	DE	9	0.88	3	17	0.74	8	26	0.79	11
238	Aleocharinae sp. 26	DE	2	0.20	1	-	-	-	2	0.06	1
239	Aleocharinae sp. 27	DE	3	0.29	2	18	0.79	7	21	0.63	9
240	Aleocharinae sp. 28	DE	1	0.10	1	2	0.09	2	3	0.09	3
241	Aleocharinae sp. 29	DE	-	-	-	4	0.17	4	4	0.12	4
242	Aleocharinae sp. 30	DE	2	0.20	1	2	0.09	1	4	0.12	2
243	Aleocharinae sp. 31	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
244	Aleocharinae sp. 32	DE	1	0.10	1	2	0.09	2	3	0.09	3
245	Aleocharinae sp. 33	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
246	Aleocharinae sp. 34	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
247	Aleocharinae sp. 35	DE	1	0.10	1	2	0.09	2	3	0.09	3
248	Aleocharinae sp. 36	DE	1	0.10	1	3	0.13	3	4	0.12	4
249	Aleocharinae sp. 37	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
250	Aleocharinae sp. 38	DE	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
251	Aleocharinae sp. 39	DE	-	-	-	4	0.17	4	4	0.12	4
252	Aleocharinae sp. 40	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
253	Aleocharinae sp. 41	DE	-	-	-	3	0.13	3	3	0.09	3
254	Aleocharinae sp. 42	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
255	Aleocharinae sp. 43	DE	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
256	Aleocharinae sp. 44	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
257	Aleocharinae sp. 45	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
258	<i>Anotylus</i> sp. 1	SA	9	0.88	4	27	1.18	13	36	1.09	17
259	<i>Anotylus</i> sp. 2	SA	5	0.49	4	6	0.26	6	11	0.33	10
260	<i>Anotylus</i> sp. 3	SA	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
261	<i>Anotylus</i> sp. 4	SA	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2
262	<i>Anotylus</i> sp. 5	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
263	<i>Baeocera</i> sp. 1	MI	-	-	-	4	0.17	3	4	0.12	3
264	<i>Baeocera</i> sp. 2	MI	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
265	<i>Baeocera</i> sp. 3	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
266	<i>Belonuchus alternans</i>	DE	19	1.87	9	28	1.22	9	47	1.42	18
267	<i>Belonuchus colon</i>	DE	5	0.49	3	13	0.57	8	18	0.54	11
268	<i>Belonuchus</i> sp. 1	DE	-	-	-	22	0.96	3	22	0.67	3
269	<i>Belonuchus</i> sp. 2	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
270	<i>Belonuchus</i> sp. 3	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
271	<i>Bryoporus</i> sp.	MI	3	0.29	3	20	0.87	10	23	0.70	13
272	<i>Chroaptomus flagrans</i>	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
273	<i>Coproporus</i> sp.	SA	-	-	-	6	0.26	3	6	0.18	3
274	<i>Cyparium terminale</i>	MI	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
275	<i>Eleusis</i> sp. 1	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
276	<i>Eleusis</i> sp. 2	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
277	<i>Eustilicus</i> sp. 1	DE	-	-	-	9	0.39	5	9	0.27	5
278	<i>Gabrius</i> sp. 1	DE	-	-	-	6	0.26	6	6	0.18	6
279	<i>Heterothops</i> sp.	DE	-	-	-	41	1.79	15	41	1.24	15
280	<i>Hypotelus</i> sp.	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
281	<i>Ischnosoma</i> sp.	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
282	<i>Leptochirus</i> sp.	SA	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2

Clave - taxon	Hábitos aliment.	Lluvias		Secas			Total				
283	<i>Lispinus</i> sp.	SA	2	0.20	2	5	0.22	3	7	0.21	5
284	<i>Litocharodes</i> sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
285	<i>Lordithon antenatus</i>	MI	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
286	<i>Lordithon nubicola</i>	MI	4	0.39	2	21	0.92	8	25	0.76	10
287	<i>Megalopinus</i> sp	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
288	<i>Misanthius carinulatus</i>	DE	2	0.20	2	-	-	-	2	0.06	2
289	<i>Neohypnus</i> sp. 1	DE	8	0.79	5	32	1.40	10	40	1.21	15
290	<i>Neohypnus</i> sp. 2	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
291	<i>Oligotergus</i> sp.	DE	13	1.28	7	20	0.87	7	33	1.00	14
292	Omaliinae sp. 1	DE	-	-	-	4	0.17	2	4	0.12	2
293	Omaliinae sp. 2	DE	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
294	<i>Oxytelus</i> sp. 1	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
295	Oxytelinae sp. 1	SA	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
296	<i>Paederomimus</i> sp. 1	DE	1	0.10	1	3	0.13	3	4	0.12	4
297	<i>Paederomimus</i> sp. 2	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
298	<i>Palaminus</i> sp. 1	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
299	<i>Philonthus</i> sp. 1	DE	3	0.29	2	88	3.84	7	91	2.75	9
300	<i>Philonthus</i> sp. 2	DE	6	0.59	2	11	0.48	4	17	0.51	6
301	<i>Philonthus</i> sp. 3	DE	7	0.69	2	46	2.01	13	53	1.60	15
302	<i>Philonthus</i> sp. 4	DE	1	0.10	1	1	0.04	1	2	0.06	2
303	<i>Platydacus</i>	DE	3	0.29	1	31	1.35	10	34	1.03	11
304	<i>fuscoaculatus</i> <i>Priochirus</i> sp.	SA	-	-	-	6	0.26	4	6	0.18	4
305	Pselaphinae sp. 1	DE	3	0.29	2	3	0.13	3	6	0.18	5
306	Pselaphinae sp. 2	DE	1	0.10	1	3	0.13	3	4	0.12	4
307	Pselaphinae sp. 3	DE	5	0.49	5	11	0.48	6	16	0.48	11
308	Pselaphinae sp. 4	DE	4	0.39	3	1	0.04	1	5	0.15	4
309	Pselaphinae sp. 5	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
310	Pselaphinae sp. 6	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
311	Pselaphinae sp. 7	DE	3	0.29	3	-	-	-	3	0.09	3
312	Pselaphinae sp. 8	DE	1	0.10	1	-	-	-	1	0.03	1
313	Pselaphinae sp. 9	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
314	Pselaphinae sp. 10	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
315	Pselaphinae sp. 11	DE	1	0.10	1	3	0.13	3	4	0.12	4
316	Pselaphinae sp. 12	DE	-	-	-	3	0.13	2	3	0.09	2
317	Pselaphinae sp. 13	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
318	Pselaphinae sp. 14	DE	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
319	<i>Rugilus</i> sp. 1	DE	-	-	-	9	0.39	5	9	0.27	5
320	<i>Scaphidium flohri</i>	MI	2	0.20	2	1	0.04	1	3	0.09	3
321	<i>Scaphisoma</i> sp. 1	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
322	<i>Scaphisoma</i> sp. 2	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
323	<i>Scopaeus</i> sp.	DE	1	0.10	1	4	0.17	3	5	0.15	4
324	<i>Sepedophilus</i> sp. 1	MI	-	-	-	7	0.31	6	7	0.21	6
325	<i>Sepedophilus</i> sp. 2	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
326	<i>Sepedophilus</i> sp. 3	MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
327	<i>Somoleptus</i> sp.	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
328	Staphylinini sp. 1	DE	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
329	<i>Stenus</i> sp. 1	DE	-	-	-	29	1.27	8	29	0.88	8
330	<i>Styngetus deyrollei</i>	DE	4	0.39	2	32	1.40	7	36	1.09	9
331	<i>Tachinomorphus</i> sp.	SA	-	-	-	3	0.13	1	3	0.09	1
332	<i>Tachynus</i> sp.	DE/MI	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
333	Thoracophorini sp.	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
334	<i>Thoracophorus</i> sp.	SA	-	-	-	1	0.04	1	1	0.03	1
335	<i>Toxidium</i> sp. 1	MI	-	-	-	2	0.09	2	2	0.06	2
SYDMAENIDAE											
336	Sydmaenidae sp. 1	DE	16	1.57	7	128	5.59	17	144	4.35	24
337	Sydmaenidae sp. 2	DE	-	-	-	27	1.18	6	27	0.82	6

Clave - taxon	Hábitos aliment.	Lluvias	Secas	Total
338 Sydmaenidae sp. 3 TELEGEUSIDAE	DE	1 0.10	1 - -	1 0.03
339 <i>Pseudotelegeusis</i> sp. TENEBRIONIDAE	SA	- - -	4 0.17 4	4 0.12
340 Alleculini sp.	OM	- - -	2 0.09 2	2 0.06
341 <i>Statira</i> sp.	OM	- - -	1 0.04 1	1 0.03
342 Lagriini sp.	OM	- - -	1 0.04 1	1 0.03
343 Tenebrionidae sp. 1	OM	5 0.49	4 2 0.09	7 0.21
344 Tenebrionidae sp. 2	OM	1 0.10	1 - -	1 0.03
345 Tenebrionidae sp. 3 THROSCIDAE	OM	- - -	1 0.04 1	1 0.03
346 <i>Trixagus</i> sp.	DE	- - -	3 0.13 2	3 0.09
347 Throscidae sp. 1	DE	- - -	1 0.04 1	1 0.03
348 Throscidae sp. 2	DE	- - -	1 0.04 1	1 0.03
349 Throscidae sp. 3	DE	- - -	2 0.09 1	2 0.06
350 Throscidae sp. 4 TROGOSITIDAE	DE	- - -	1 0.04 1	1 0.03
351 Trogositidae sp. ZOPHERIDAE	DE	- - -	1 0.04 1	1 0.03
352 Monommatini sp.	SA/MI	- - -	1 0.04 1	1 0.03

especie dominante, cuya abundancia representó el 13.95% de la abundancia total. Otras especies importantes fueron *Aleocharinae* sp. 8 (Staphylinidae), *Ontherus mexicanus* (Scarabaeidae), *Sphaeridiinae* sp. 1, (Hydrophilidae) *Deltachilum mexicanum* (Scarabaeidae) y *Nicrophorus olidus* (Silphidae). El ensamblaje de lluvias contiene también un alto número de especies raras (88.05%).

Durante la época de secas, la estructura de la dominancia mostró a *Aleocharinae* sp. 8 (Staphylinidae) como la especie dominante, cuya abundancia representó el 13.41% de la abundancia total. Otras especies importantes fueron *Scydmaenidae* sp. 1 (Scydmaenidae), *Philonthus* sp. 1 (Staphylinidae) y *Nitidula* sp. 1 (Nitidulidae). El ensamblaje de la temporada seca contiene un elevado número de especies raras (91.94%).

En relación con la abundancia, se recolectaron 1 018 (30%) coleópteros de la época de lluvias y 2 290 (70%) de la época de sequía. La familia con mayor abundancia fue Staphylinidae con 1 521 ejemplares, seguida de Nitidulidae con 366 y Scarabaeidae con 220.

El ANOVA no paramétrico o prueba de Kruskal-Wallis mostró efecto significativo del factor temporada sobre la abundancia ($Chi^2 = 12.13$, $gl= 1$, $p < 0.01$), siendo el número promedio de coleópteros para la temporada de lluvias de 50.9 individuos/trampa y para la de sequía, de 114.5 individuos/trampa. De la misma forma, la prueba de Kruskal Wallis evidenció efecto significativo del factor mes sobre la abundancia de coleópteros ($Chi^2 = 22.35$, $gl=7$, $p < 0.01$). Los contrastes pareados mediante la prueba U de Mann-Whitney mostraron que la mayoría de

las diferencias radicaron entre los meses de marzo, abril y mayo con los restantes meses (Fig. 6).

La similitud entre los ensamblajes de secas y lluvias fue de 34.40%. (Bray-Curtis). Los mayores valores de similitud (y por ende las menores tasas de recambio) se encuentran entre los meses contiguos de junio, julio, agosto y septiembre que corresponden a la temporada de lluvias (Cuadro 2), y el menor grado de similitud (mayor tasa de recambio) entre los meses contiguos de febrero, marzo, abril y mayo que, a su vez, corresponden a la temporada de secas. Al parecer, los meses que conformaron la época de secas (2005) representan una fauna característica, mientras que aquellos de lluvias (2006) conforman otra fauna.

La estimación de la riqueza gamma mediante el modelo de dependencia lineal estimó 364 taxa (12 más), mientras que el modelo de Clench estimó 494 (142 más), lo cual arroja una eficiencia del muestreo de 96.44 y 71.26%, respectivamente (Fig. 7). De acuerdo con los coeficientes de determinación R^2 (Cuadro 3), el modelo de dependencia lineal explicó mejor el comportamiento de los datos. Las pendientes para ambas curvas fueron 1.67 (dependencia lineal) y 2.60 (Clench).

El análisis de correspondencias evidenció asociación de morfoespecies y meses (inercia total= 0.55, $Chi^2_{280} = 332.8$, $p= 0.02$). Las 2 primeras dimensiones resultaron significativas y explicaron en conjunto el 58.49% de la variación de los datos (Fig. 8). La primera dimensión separó (lado derecho del origen) los meses de junio, julio, agosto y septiembre que conforman la temporada de lluvias. Diversos taxa (véase clave numérica en el Cuadro 2)

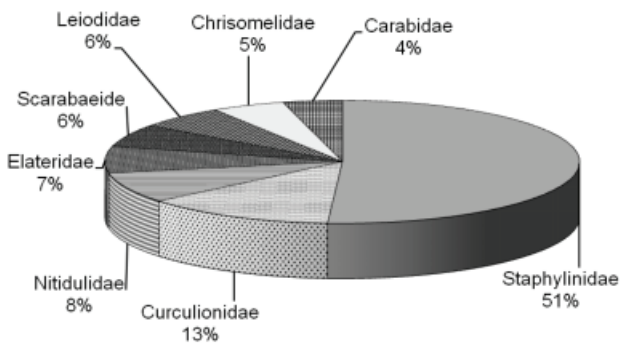


Figura 2. Familias con más de diez morfoespecies recolectadas.

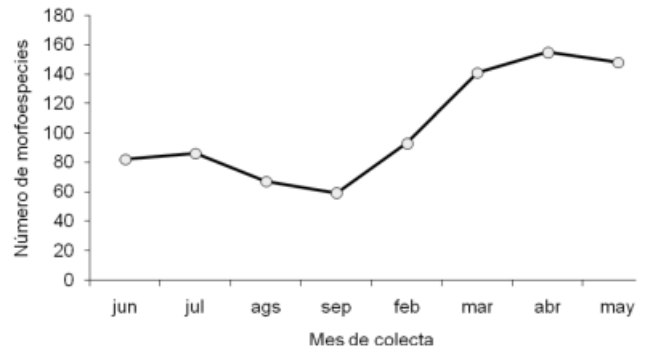


Figura 3. Variación del número de morfoespecies de Coleoptera de Tlanchinol, Hidalgo, recolectadas durante la época de lluvias y de sequía.

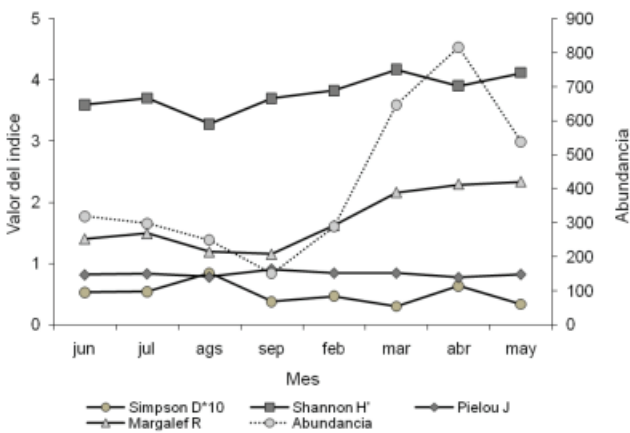


Figura 4. Variación de los índices de diversidad entre los meses de recolecta. La dominancia D está multiplicada por 10 y la riqueza dividida por 10 para hacer estos índices comparables en la gráfica, la abundancia está dividida entre 100.

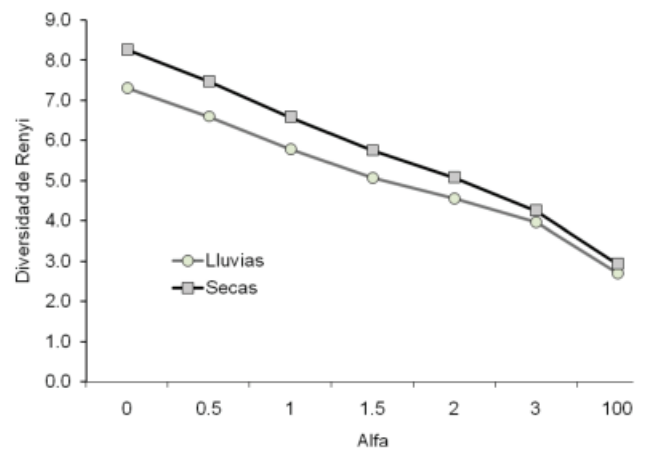


Figura 5. Perfiles de diversidad estacional de Renyi para los ensamblajes de coleópteros de Tlanchinol, Hidalgo.

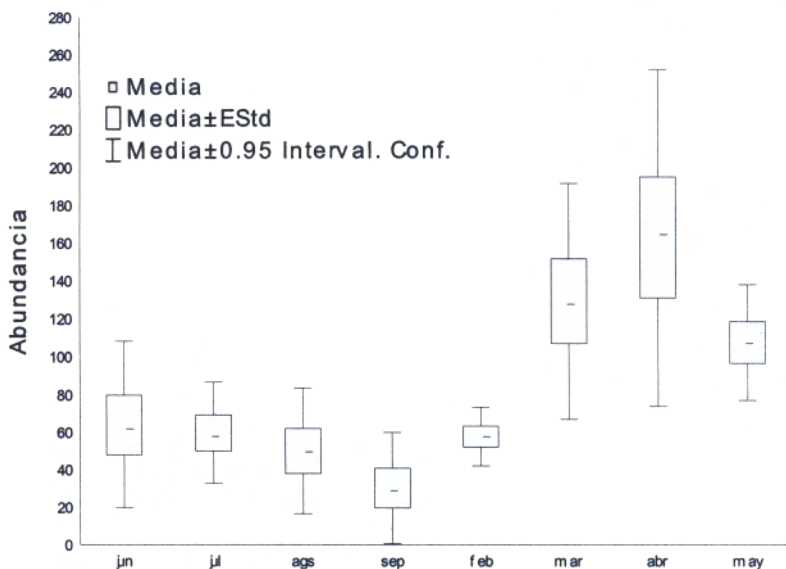


Figura 6. Medias e intervalos de confianza al 95% para la abundancia mensual de coleópteros capturados con trampas de intercepción de vuelo en Tlanchinol, Hidalgo durante 2005-2006.

Cuadro 3. Parámetros generados por los modelos de Clench y de dependencia lineal para los ensamblajes total y por temporada de Coleoptera de Tlanchinol, Hidalgo, México, capturados con trampas de intercepción de vuelo (TIV)

	S_{obs}	Clench					Dependencia lineal							
		n	a	b	a/b	R^2	ef	pd	a	b	a/b	R^2	ef	Pd
Total	352	40	28.67	0.058	494	78.22	71.26	2.60	24.37	0.067	364	98.91	96.44	1.71
Lluvias	159	20	21.1	0.08	253	99.9	62.9	2.98	18.8	0.11	177	99.8	89.8	2.26
Secas	310	20	43.2	0.09	474	99.9	65.40	5.43	38.1	0.11	337	99.8	92	3.94

n = esfuerzo total de muestreo; S_{obs} = número de morfoespecies observadas, a = la pendiente al inicio del muestreo; b = un parámetro relacionado con la manera en la que se acumulan las nuevas especies durante el muestreo; a/b = asíntota; R^2 = coeficiente de determinación; ef = porcentaje de eficiencia y pd = pendiente. La pendiente fue evaluada utilizando las primeras derivadas de las funciones de Clench [$a/(1+b*n)^2$], de dependencia lineal [$a * \exp(-b*n)$].

tienden a asociarse con estos meses. De la misma forma, el lado izquierdo contiene los meses de febrero, marzo, abril y mayo que conforman la época de secas.

Algunos taxa mostraron una clara afinidad por la temporada de lluvias como lo fueron *Thalycra* sp. 1, *Sphaeridiinae* sp. 1, *Ontherus mexicanus*, *Deltochilum mexicanum*, *Aphodinae* sp. 1 y *Dichotomius satanas*; mientras que otros lo hicieron por la temporada de sequía, como *Scydmaenidae* sp. 1, *Ecarinospherula* sp. 1, *Anotylus* sp. 1, *Aleocharinae* sp. 20, *Carabidae* sp. 3, *Philonthus* sp. 3, *Heterothops* sp., *Neohypnus* sp., *Bryophorus* sp., *Nitidulidae* sp. 4, *Aleocharinae* sp. 3, *Lordithon nubicola*, entre otras.

En cuanto a la abundancia de los grupos funcionales se observó que el 54% de los organismos recolectados se ubicaron en la categoría de los depredadores con 132 morfoespecies (Figs. 9 y 10), el resto de la abundancia varió entre 3% (saprófagos) y 12% (saprómicosfagos), mientras que en número de especies siguieron fitófagos (59) y micófagos (52).

Discusión

El ensamblaje de coleópteros que aquí se presenta para el bosque mesófilo de Tlanchinol representa uno de los más grandes registrados hasta ahora en cuanto a riqueza y composición. La estructura de la dominancia es característica de un ensamblaje que proviene de una localidad con excelente calidad ecológica, pocas especies dominantes, un grupo pequeño de especies codominantes y un gran número de especies raras; a diferencia de los sitios con disturbio producido por actividad humana, cuyos ensamblajes se caracterizan por tener una o algunas especies claramente dominantes, un grupo pequeño de especies codominantes y pocas especies raras. Algunos taxa suelen tener gran éxito dentro de las nuevas condiciones

de disturbio y ocupan un claro lugar en la dominancia, con una o 2 especies representando más de la mitad de la abundancia total.

En general se sabe que el bosque mesófilo es rico en especies tanto vegetales como animales, siendo este trabajo un claro ejemplo de ello. Desafortunadamente, la superficie que este tipo de asociación vegetal representa en nuestro país es cada vez más reducida. Se sabe también que no es fortuito que un grupo como Coleoptera contenga una de las mayores riquezas de especies en prácticamente cualquier tipo de ambiente. La mayor parte de la biodiversidad animal de un área puede caracterizarse atendiendo al estudio de grupos como Coleoptera, Lepidoptera, Diptera e Hymenoptera (May, 1988; Erwin, 1991). Tal vez estos grupos en conjunto representen hasta un 80% de la fauna de cualquier área.

El alto número de especies recolectadas y la estructura del ensamblaje característico de un ecosistema conservado, no sólo se deben a la gran diversidad de los bosques mesófilos sino a la gran eficiencia de recolección de las TIV para los coleópteros, la cual ya ha sido documentada (Juillet, 1963; Hosking, 1979; Basset, 1988; Basset y Arthington, 1992; Hill y Cermak, 1997; McWilliam y Death, 1998; Leksono et al., 2005), pero no para estudios hechos en México. Esperamos que esta metodología pueda ser utilizada con mayor frecuencia en estudios futuros, que permitan hacer comparaciones y abordar distintas variables, como su ubicación en un rango altitudinal, en distintos tipos de ecosistemas, bajo distintos grados de conservación, etcétera.

Particularmente, el hecho de que Staphylinidae presentara el mayor número de morfoespecies quizá se debe a que es una de las familias de coleópteros más ricas en especies, ya que tiene más de 42 000 descritas en el mundo, de las cuales 1 522 se han citado para México (Klimaszewski, 1996; Navarrete-Heredia y Zaragoza-Caballero, 2006). También biológicamente es muy

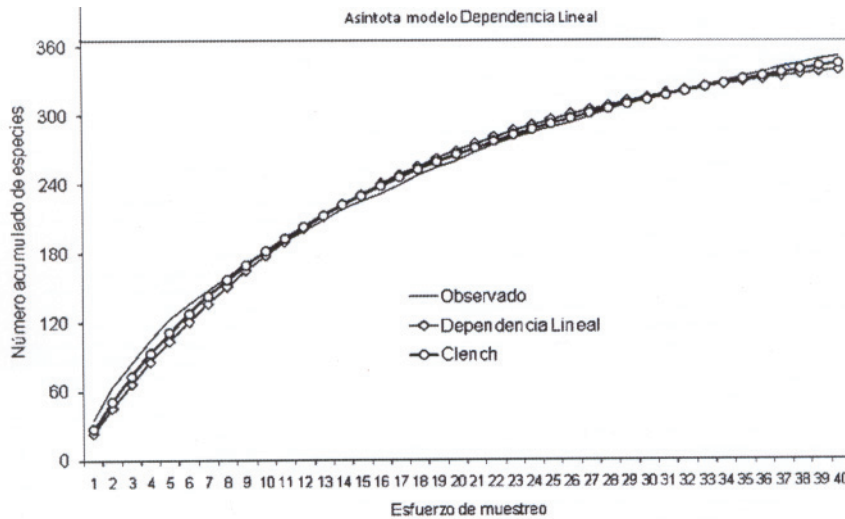


Figura 7. Curvas de acumulación de morfoespecies generadas por los modelos de dependencia lineal (rombos) y Clench (círculos) para el ensamblaje total de coleópteros capturados con trampas de intercepción de vuelo (TIV) en Tlanchinol, Hidalgo, México.

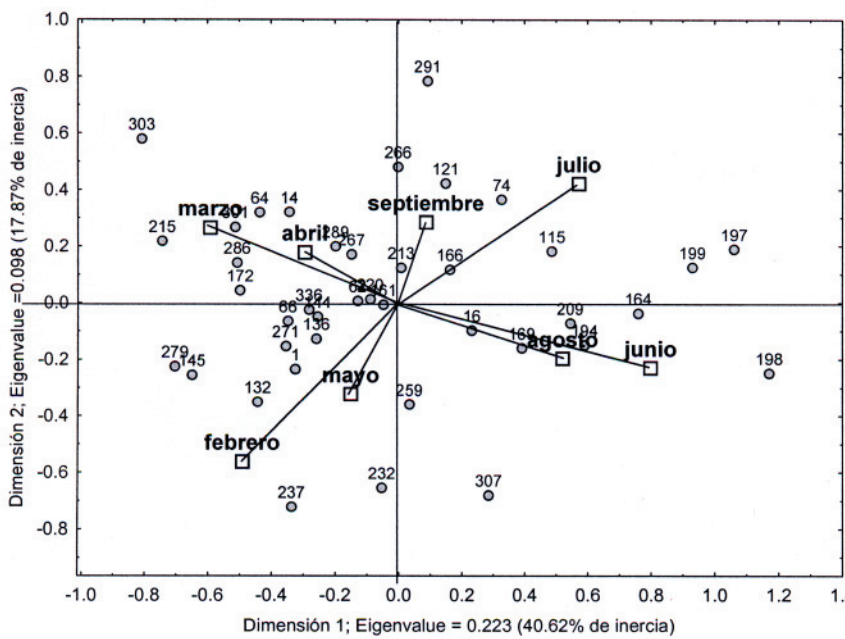


Figura 8. Análisis simple de correspondencias que muestra las asociaciones de los taxa de Coleoptera de Tlanchinol con los meses de recolección. Clave de las morfoespecies en el Cuadro 2.

diversa, se le encuentra en diferentes tipos de hábitats y sus representantes pueden alimentarse de una amplia gama de recursos (White, 1983; Solís, 2002). La segunda familia con mayor riqueza de morfoespecies fue Curculionidae; probablemente se deba a que es la familia con el mayor número de especies de todo Coleoptera, y a que se le puede encontrar en diferentes tipos de hábitat incluyendo el acuático; tiene representantes de hábitos diurnos y nocturnos, y la mayoría de sus especies son fitófagas, alimentándose de cualquier parte viva o muerta de las plantas (Solís, 2002). El tercer lugar en riqueza de morfoespecies fue Nitidulidae, tal vez porque es una familia que se le

puede encontrar en cualquier tipo de hábitat: bajo la corteza de los árboles, flores, carroña, en la hojarasca del bosque, en hongos y frutos en descomposición, además de que sus hábitos alimentarios pueden ser micófagos o saprófagos (Habeck, 2002; Solís, 2002).

El que la mayor riqueza de morfoespecies ocurriera en la época de sequía y no en la de lluvias puede atribuirse al mayor número de taxa de talla pequeña (menores a 5 mm) durante la primera estación en comparación con la segunda (lluvias), posiblemente porque es cuando logran desplazarse con mayor facilidad para buscar sus distintos recursos, ya que un evento de lluvia puede impedir el vuelo de estos insectos pequeños; así como al hecho de que estos bosques mantienen considerable humedad ambiental durante todo el año gracias a su neblina característica. Aunque no debe descartarse la posibilidad de que los coleópteros de tallas grandes puedan caer fuera del recipiente colector o incluso salir del líquido colector, esta probabilidad sería la misma para ambas temporadas de recolección y no existen datos en la literatura al respecto, por lo que sería pertinente hacer observaciones de campo.

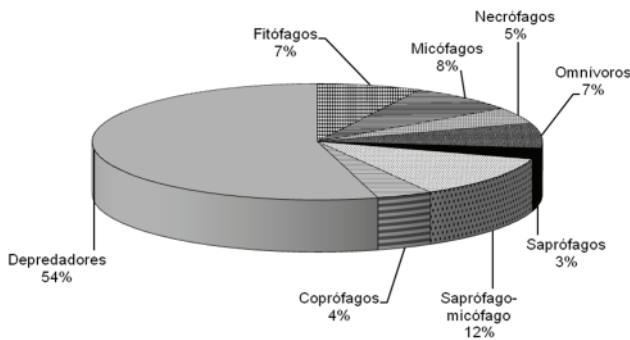


Figura 9. Reparto de la abundancia en los grupos tróficos de Coleoptera de Tlanchinol, Hidalgo.

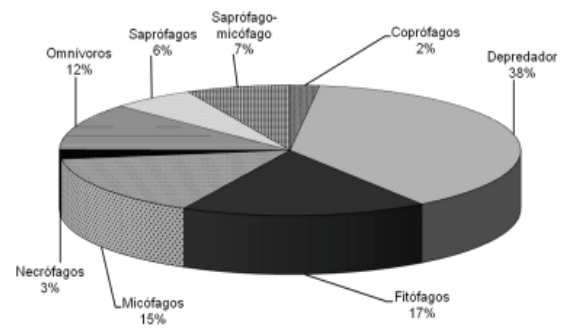


Figura 10. Número de morfoespecies por grupo trófico de Coleoptera de Tlanchinol, Hidalgo.

Al comparar el número de morfoespecies recolectadas en cada mes, se aprecia que el valor máximo fue en abril. Se sabe que en los bosques mesófilos de montaña los periodos de lluvia y sequía no están bien delimitados (Luna et al., 2001). En Tlanchinol, las primeras lluvias del año 2005 ocurrieron en abril y no fueron tan intensas como las de los meses posteriores a junio. Quizá ese factor influyó para que en dicho mes se recolectara un mayor número de morfoespecies, ya que probablemente estas lluvias ayudaron a la aparición de nuevos recursos vegetales (frutos, flores, brotes, etc.), así como al surgimiento de cuerpos fructíferos de algunas especies de hongos.

Algunos trabajos que comparan la fauna durante las temporadas del año (por ejemplo Márquez, 1994, 1998; Pérez, 1996) han encontrado una mayor riqueza y abundancia de organismos en la época de lluvias y argumentan que se debe a que es la época con mayor cantidad de recursos alimenticios disponibles. En este trabajo los resultados son totalmente diferentes a los anteriores, ya que de manera significativa, los valores de riqueza de morfoespecies, abundancia y diversidad fueron más favorables para la época de sequía que para la de lluvias, posiblemente debido a que en el bosque mesófilo de montaña los periodos secos son cortos y poco intensos. Aunque se reduce la humedad del suelo y existe poca precipitación, la nubosidad en forma de neblina reduce la evaporación, ayudando a que exista agua durante periodos de poca lluvia, lo que influye para que en estos bosques nunca exista deficiencia marcada de humedad (Luna et al., 2001). Posiblemente debido a lo anterior, los organismos que ahí habitan nunca tienen una fuerte escasez de alimento.

Si se compara la distribución de los organismos en las 2 épocas de estudio con base en su tamaño, se nota que los organismos pequeños (longitud menor a 5 mm) son más abundantes y la mayoría se recolectaron en la época

de sequía, mientras que los grandes (longitud mayor a 10 mm) en su mayoría fueron recolectados en la época de lluvias, lo que hace suponer que los organismos pequeños difícilmente se pueden desplazar en la época de lluvias, porque las gotas de agua llegan a superar incluso su peso corporal. Un ejemplo que sustenta esta hipótesis es el caso de la familia Ptiilidae que incluye organismos cuya talla es la más pequeña de todo Coleoptera; se caracterizan por poseer alas membranosas en forma de pluma (White, 1983), que al abrirlas permiten su dispersión a hábitats más favorables (Hall, 2001). Esto indica que sólo pueden desplazarse cuando las condiciones climáticas son favorables para ellos (sin lluvia). En este trabajo se recolectaron 21 ejemplares de esta familia y todos ellos fueron capturados en la época de sequía.

Las trampas fueron ubicadas en la parte más conservada del bosque; si se considera que la zona de estudio se encuentra rodeada por un área deforestada. Es posible que los individuos en la época de sequía se hayan refugiado en esta parte del bosque, evitando condiciones de altas temperaturas y escasez de alimento que existen alrededor del bosque.

En este trabajo, la mayor abundancia de organismos y la mayor riqueza de morfoespecies coincidieron en la época de sequía. Cabe destacar que no siempre la época o lugar con mayor riqueza específica tiene la mayor abundancia (Márquez, 1998). En congruencia con la riqueza de especies, el hecho de que la abundancia haya sido mayor en la época de sequía que en la de lluvias puede deberse a que las lluvias escasas o nulas fueron un factor determinante que propició el desplazamiento de los organismos más pequeños, mientras que durante la estación lluviosa, la mayor precipitación afectó negativamente estos desplazamientos. Además, se notó que las familias más ricas en especies de coleópteros, tienen en su mayoría representantes pequeños, como es el caso de Staphylinidae

y Nitidulidae, quienes fueron las que presentaron mayor abundancia de individuos.

Algunas especies mostraron estacionalidad marcada, apareciendo sólo en una de las 2 estaciones del año, o presentando poblaciones más altas en una época con respecto a otra. De las 20 morfoespecies más abundantes en cada época, sólo se comparten siete. La estacionalidad es un factor que podría ayudar a reducir la competencia por los recursos alimenticios. Por otro lado, la similitud de la fauna entre estaciones se puede atribuir a que el área de estudio se encuentra cerca de la línea ecuatorial y según Wolda (1988), en las zonas tropicales es muy común el multivoltismo, que consiste en tener varias generaciones por año; así como el traslape de generaciones y que la mayoría de las especies se mantengan activas durante la mayor parte del año.

La lista de coleópteros aquí registrada se incrementaría si se anexaran coleópteros con distintos hábitos de vuelo o que no vuelan (formas ápteras, braquípteras, acuáticas o que vuelan a niveles superiores de donde se instalaron las trampas); sin embargo, es muy complicado estudiar todos los coleópteros de cualquier localidad. Resulta notable que a partir de una superficie relativamente pequeña de muestreo (1.43 m² por 5 trampas funcionando durante 5 días) se lograra registrar un ensamblaje tan grande. Si se considera que para el país se han registrado 114 familias de coleópteros (Navarrete-Heredia y Fierros-López, 2001), este trabajo estaría registrando el 43.8% del total de familias de coleópteros reconocidas para el país.

A pesar de que no se alcanzó la asíntota con los estimadores utilizados, se considera que el esfuerzo de muestreo logró listar un elevado número de taxa de Coleoptera. Sin embargo, si se aumentara el número de trampas en el bosque y se colocaran a diferentes alturas, probablemente se mejorarían los resultados, acercándose cada vez más a los resultados que predicen los estimadores utilizados.

Inicialmente, con base en el coeficiente de determinación, hemos elegido el modelo que mejor ajustó nuestros datos; seguidamente, y para evaluar la completitud de nuestro listado, hemos atendido a la pendiente de la curva evaluada en el máximo esfuerzo realizado (n=40) utilizando para ello la primera derivada de cada función. Este modelo fue el de dependencia lineal ($R^2= 98.91$), el cual también tuvo la menor pendiente (Cuadro 3). Cuando evaluamos las pendientes para los ensamblajes de las temporadas se observa que el ensamblaje de lluvias está más completo que el de secas. La velocidad a la cual los taxa se estaban adicionando a la lista durante el muestreo en la temporada de secas indica que aún en la vigésima muestra un elevado número de taxa fue registrado. Estas pendientes son en general grandes (Cuadro 3) si se

considera que un listado casi completo tiene una pendiente inferior a 0.1, pero esto puede ser también un efecto del tamaño de la muestra utilizado. Nuestra matriz de datos tiene pocas columnas (muestras) y muchos renglones (taxa), y realmente no existe un grupo de muestras a partir de las cuales la adición de taxa disminuyera notablemente. Los taxa se acumularon a grandes saltos consecutivos a la lista. Creemos que esto es bueno desde el punto de vista faunístico, pero tal vez este tipo de grandes muestras no producen un efecto asíntótico evidente a pesar de que la lista puede estar bastante completa. Generalmente el efecto asíntótico se aprecia mejor con aquellas matrices que tienen muchas columnas (muestras) y un menor número de renglones (taxa). Son muestras más pequeñas en donde la acumulación de taxa es gradual y progresiva existiendo, después de cierto esfuerzo, una disminución gradual de nuevos taxa.

Los coleópteros han logrado conquistar distintos ambientes debido principalmente a que se pueden alimentar de una gran variedad de alimentos (Borror y Dwight, 1971; Márquez, 2004). Además, patrones de abundancia de grupos funcionales como el que se observó en nuestro estudio, también han sido registrados en otros trabajos con insectos como el de Pérez (1996) y Martínez (2006). El hecho de que los depredadores hayan sido la categoría en que se ubicaron la mayoría de las morfoespecies quizá se debe a que difícilmente llegan a carecer de alimento, pues todo el tiempo existen comunidades de artrópodos con los cuales alimentarse. Aunque la densidad de poblaciones llegue a fluctuar debido a la escasez de alimento, nunca desaparecen por completo porque mientras algunas poblaciones son abundantes en una época, otras son abundantes en una época distinta. Asimismo, se sugiere que los depredadores vuelan con mayor frecuencia que los coleópteros de otros hábitos alimenticios, a la altura del bosque a la que se instalaron las trampas; muestra de ello es la familia Staphylinidae, quien tuvo la mayor riqueza y abundancia de morfoespecies, la mayoría de sus representantes recolectados presentan este hábito alimenticio; además de que los depredadores necesitan desplazarse más en busca de alimento, que los coleópteros ubicados en otras categorías.

Las categorías "fitófago" y "micófago" fueron de las mejor representadas quizá porque las plantas y los hongos son de los recursos más abundantes en el bosque mesófilo de montaña, debido a la humedad que presenta la mayor parte del año. Existen pocas publicaciones relacionadas con este tema, por lo que no es fácil comparar los resultados de este trabajo con otros, y las diferencias entre ellos pueden deberse a que los objetivos de cada investigación son diferentes. Sin embargo, con base en comparaciones con otros trabajos (Cuadro 4), se considera que el muestreo

Cuadro 4. Comparación de los resultados obtenidos en el presente trabajo con los de otros autores

<i>Autores y área de estudio</i>	<i>Grupos analizados</i>	<i>Núm. familias</i>	<i>Núm. especies</i>	<i>Núm. ejemplares</i>
Pedraza et al., Tlanchinol, Hidalgo	Coleoptera	50	352	3,308
Hosking (1979): Nueva Zelanda, Parque Forestal Estatal Whakarewarewa	Coleoptera	13	29	837
Márquez (1994): Morelos, México.	Coleoptera en detritos de <i>Atta mexicana</i>	17	95	5,658
Pérez (1996): Chamela, Jalisco.	Coleoptera	60	No reportado	8,711
Chatzimanolis et al. (2004): Panamá, Isla de Barro Colorado.	Staphylinidae	1	35	1,349
Canizal Ordáz (2008): Tlanchinol, Hidalgo	Coleoptera	42	186	3,213

realizado en el bosque mesófilo de montaña de Tlanchinol, utilizando TIV, aportó una alta diversidad de organismos en comparación con el número de coleópteros recolectados en otros trabajos y hacen de este sitio un lugar biológicamente importante y prioritario para su conservación.

El diseño de una red de reservas debería basarse en múltiples criterios (Moreno y Halffer, 2000). La información debe proceder de la mayor variedad de organismos posibles, incluyendo principalmente a los insectos, grupo taxonómico representativo de la biodiversidad terrestre, y es también necesario incluir distintos atributos de la diversidad biológica (número de especies, rareza, endemidad, diversidad filogenética, especies en peligro de extinción, entre otros). Si se considera al ensamblaje de Coleoptera aquí reportado como indicador de diversidad, sugerimos que el bosque mesófilo de Tlanchinol se encuentra en un buen estado de conservación que debería ser protegido y estudiado.

Agradecimientos

Agradecemos a R. Vergara y a C. Ortiz por su apoyo en el trabajo de campo; a J. Asiain (Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH) por la revisión crítica del manuscrito y la identificación de algunos coleópteros; a J. Bueno (Centro de Investigaciones Biológicas, UAEH), por la revisión del resumen y abstract. A los siguientes especialistas, por su ayuda en la identificación de coleópteros: S. Zaragoza (Instituto de Biología, UNAM, Cantharidae, Lampyridae, Phengodidae y Telegeusidae); L. Delgado y R. Arce (Instituto de Ecología, A. C., Scarabaeidae y Dytiscidae, respectivamente) y L. Herman (Museo Americano de Historia Natural, Staphylinidae). A dos revisores anónimos, por los comentarios valiosos aportados para mejorar nuestro trabajo. Juan Márquez agradece el apoyo económico otorgado por el CONACYT a través del

proyecto “Sistemática y biogeografía de Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) del estado de Hidalgo”, clave 90056.

Literatura citada

- Arnett, R. H. y M. C. Thomas. (eds.). 2001. American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adepaga, Polyphaga: Staphyliniformia, vol. 1. CRC, Boca Raton, Florida. 443 p.
- Arnett, R. H., M. C. Thomas, P. Skelley y J. H. Frank. (eds.). 2002. American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea, vol. 2. CRC, Boca Raton, Florida. 861 p.
- Asiain, J. y J. Márquez. 2003. Revisión sistemática y análisis filogenético del género *Misantlius* Sharp, 1885 (Coleoptera: Staphylinidae: Staphylinini). *Folia Entomológica Mexicana* 42: 37-64.
- Balselga, A. y F. Novoa. 2008. Coleoptera in a relict forest of Spain: implications of hyperdiverse taxa for conservation strategies. *Annals of the Entomological Society of America* 101: 402-410.
- Basset, Y. 1988. A composite interception trap for sampling arthropods in tree canopies. *Journal of the Entomological Society of Australia* 27: 213-219.
- Basset, Y. y A. H. Arthington. 1992. The arthropod community of an Australian rainforest tree: abundance of component taxa, species richness and guild structure. *Australian Journal of Ecology* 17: 89-98.
- Borror, D. J. y D. Dwight. 1971. An introduction to the study of insects. Holt, Rinehart and Winston, Austin, Texas. 864 p.
- Canizal Ordáz, G. A. 2008. Fauna de coleópteros (Insecta: Coleoptera) asociados al dosel del bosque mesófilo de montaña en Tlanchinol, Hidalgo, México. Tesis, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca. 103 p.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Instituto de Biología, UNAM/Agrupación Sierra Madre, México, D.F. 847 p.
- Chatzimanolis, S., J. S. Ashe y R. Hanley. 2004. Diurnal/nocturnal

- activity of rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) on Barro Colorado Island, Panama assayed by flight intercept trap. *The Coleopterists Bulletin* 58:569-577.
- Colwell, R. K. 2005. EstimateS, Version 7.5: statistical estimation of species richness and shared species from samples (Software and user's guide). Freeware published at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>; última consulta 14.01.2010.
- de Carvalho, M. R., F. A. Bockmann, D. S. Amorim, M. de Vivo, M. de Toledo-Piza, N. A. Menezes, J. L. de Figueiredo, R. M. C. Castro, A. C. Gill, J. D. McEachran, et al. 2005. Revisiting the taxonomic impediment. *Science* (Washington, D.C.) 307:353-353.
- Delgado, L. y J. Márquez. 2006. Estado del conocimiento y conservación de los coleópteros Scarabaeoidea (Insecta) del Estado de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 22:57-108.
- Erwin, T. L. 1991. How many species are there-revisited. *Conservation Biology* 5:330-333.
- Escobar, S. F. 2000. Diversidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un mosaico de hábitats en la Reserva Natural Nukak Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie) 79:103-121.
- Fierros-López, H. E. 2005. Revisión del género *Scaphidium* Oliver, 1790 (Coleoptera: Staphylinidae) de México y Centroamérica. *Dugesiana* 12:1-152.
- González, J. y A. Basélgua. 2007. Diversity of water beetles (Coleoptera: Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae, and Hydrophilidae) in Galicia, Northwest Spain: estimating the completeness of the Regional Inventory. *The Coleopterists Bulletin* 61:95-110.
- Habeck, D. 2002. Nitidulidae Latreille 1802. *In* American beetles. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionioidea, vol. 2, R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley y J. H. Frank. (eds.), CRC, Boca Raton, Florida. p. 311-315.
- Hall, E. 2001. Ptiliidae Erichson, 185. *In* American beetles. Archostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia, vol. 1, R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley y J. H. Frank (eds.). CRC, Boca Raton, Florida. p. 233-246.
- Hill, C. J. y M. Cermak. 1997. A new design and some preliminary results for a flight intercept trap to sample forest canopy arthropods. *Australian Journal of Entomology* 36:51-55.
- Hortal, J. y J. M. Lobo. 2005. An ED-based protocol for optimal sampling of biodiversity. *Biodiversidad y Conservación*, 14:2913-2947.
- Hosking, G. P. 1979. Trap comparison in the capture of flying Coleoptera. *New Zealand Entomologist* 7:87-92.
- Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8:151-161.
- Juillet, J. A. 1963. A comparison of four types of traps used for capturing flying insects. *Canadian Journal of Zoology* 41:219-223.
- Klimaszewski, J. 1996. A review of the New Zealand rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae). *New Zealand Journal of Zoology* 23: 143-160.
- Lawrence, J. F. y A. F. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). *In* Biology, phylogeny and classification of Coleoptera: Papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson, J. Pakaluk y S. A. Slipinski. (eds.). Muzeum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa. p. 779-1006.
- Leksono, A., N. Nakagoshi e Y. Isagi. 2005. The effects of forest disturbances on flying insect assemblages in Trawas, east Java. *Tropics* 14:335-343.
- Lobo, J. M. y F. M. Piera. 2002. Searching for a predictive model for species richness of Iberian dung beetle based on spatial and environmental variables. *Conservation Biology* 16:158-173.
- Luna, I., A. Velázquez y E. Velázquez. 2001. México. *In* Bosques nublados del Neotrópico, M. Kappelle y A. Brown. (eds.). Instituto Nacional de Biodiversidad, San José [Costa Rica]. p. 183-229.
- Luna, I., J. J. Morrone y D. Espinosa. 2004. Biodiversidad de la sierra Madre Oriental. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 527 p.
- Luna, I., S. Ocegueda y O. Alcántara. 1994. Florística y notas biogeográficas del bosque mesófilo de montaña del municipio de Tlanchinol, Hidalgo, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica* 65:31-62.
- Magurran, A. E. 1988. Diversidad ecológica y su medición. *Vedra*, Barcelona. 200 p.
- Manly, B. F. J. 1998. Multivariate statistical methods, segunda edición. *Conservation Biology Series 9*. Champan & Hall, London. p. 233.
- Márquez, J. 1994. Coleoptero fauna asociada a detritos de *Atta mexicana* (F. Smith) (Hymenoptera: Formicidae) en dos localidades del norte de Morelos, México. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. 134 p.
- Márquez, J. 1998. Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) necrófilos del municipio de Tlayacapan, Morelos. Tesis maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 166 p.
- Márquez, J. 2003. Systematic revision of the genera *Homalolinus* and *Ehomalolinus* (Coleoptera, Staphylinidae, Xantholinini). *Zoologica Scripta* 32: 491-523.
- Márquez, J. 2004. Colección de coleópteros del Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca. 35 p.
- Márquez, J. 2005. Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37:385-408.
- Márquez, J. 2006. Primeros registros estatales y datos de distribución geográfica de especies mexicanas de Staphylinidae (Coleoptera). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 38:181-198.
- Martínez, A. P. 2006. Relación entre diversidad taxonómica y funcional de meso y macrofauna: su influencia en la tasa de descomposición de la hojarasca en un bosque templado sujeto a manejo forestal. Tesis, Maestría en Recursos Bióticos, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad

- Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca. 106 p.
- May, R. M. 1988. How many species are there on earth? *Science* (Washington, D.C.) 241:1441-1449.
- Mayr, E. 1992. A local flora and the biological species concept. *American Journal of Botany* 79:222-238.
- McWilliam, H. A. y R. G. Death. 1998. Arboreal arthropod communities of remnant podocarp-hardwood rainforest in North Island, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 25:157-169.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad, vol. 1, M&T-Manuales y Tesis, SEA, Zaragoza. 84 p.
- Moreno, C. E. y G. Halfpiter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology* 37:149-158.
- Morón, M. A. 2003. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia, vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania, Barcelona. 227 p.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1984. Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la sierra Norte de Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 3:1-47.
- Morón, M. A. y R. A. Terrón. 1986. Coleópteros xilófilos asociados con *Liquidambar styraciflua* (L.) en la sierra de Hidalgo, México. *Folia Entomológica Mexicana* 67:25-35.
- Morón, M. A., B. C. Ratcliffe y A. C. Deloya. 1997. Atlas de los escarabajos de México. Coleoptera Lamellicornia, I. Familia Melolonthidae. Sociedad Mexicana de Entomología, Veracruz, 280 p.
- Morón-Ríos, A. y M. A. Morón. 2001. La fauna de Coleoptera Melolonthidae de la Reserva de la Biosfera "El Triunfo", Chiapas, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 84:1-25.
- Navarrete-Heredia J. L. y H. E. Fierros-López. 2001. Coleoptera de México: situación actual y perspectivas de estudio. *In* Tópicos selectos sobre Coleoptera de México, J. L. Navarrete-Heredia, H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (eds.), Universidad de Guadalajara, Jalisco / Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca. p. 1-21.
- Navarrete-Heredia, J. L. y S. Zaragoza-Caballero. 2006. Diversidad de los Staphylinoidea de México: Análisis de grupos selectos (Hydraenidae, Agyrtidae, Silphidae y Staphylinidae). *Dugesiana* 13:53-65.
- Navarrete-Heredia, J. L., A. F. Newton, M. K. Thayer, J. S. Ashe y D. S. Chandler. 2002. Guía ilustrada para los géneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of Mexico. Universidad de Guadalajara / Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Guadalajara, Jalisco. 401 p.
- Odegaard, F. 2000. How many species of arthropods? Erwin's estimate revised. *Biological Journal of the Linnean Society* 71:583-597.
- Peck, S. B. y A. E. Davies. E. 1980. Collecting small beetles with large-area "window" traps. *The Coleopterists Bulletin* 34:237-239.
- Pérez, A. 1996. Coleopterofauna procedente del follaje de una selva baja caducifolia en la región de Chamela, Jalisco. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 72 p.
- Reyes-Novelo, E. y M. A. Morón. 2005. Fauna de Coleoptera Melolonthidae y Passalidae de Tzucacab y Conkal, Yucatán, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 21:15-49.
- Reyes-Novelo, E., H. Delfín-González y M. A. Morón. 2007. Copro-necrophagous beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in an agroecosystem in Yucatan, Mexico. *Revista de Biología Tropical* 55:83-99.
- Sánchez-Cordero, V., A. Townsend y P. Escalante-Pliego. 2001. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica. *In* Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad, H. M. Hernández, A. N. García Aldrete, F. Álvarez y M. Ulloa. (comps.). Instituto de Biología, UNAM, México, D. F. p. 359-379.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 1995. México. Atlas de Comunicaciones y Transportes. Escala 1: 500 000. Planeta, México, D.F.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 2002. Municipios de Hidalgo. Tlanchinol. Secretaría de Desarrollo Social, Pachuca, Hidalgo.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology* 7:480-488
- Sokal, R. R. y P. H. A. Sneath. 1963. Principles of numerical taxonomy. Freeman, San Francisco, California.
- Solís, A. 2002. Escarabajos de Costa Rica: las familias y subfamilias más comunes, segunda edición. Instituto Nacional de Biodiversidad, San José [Costa Rica]. 132 p.
- Spellerberg, I. F. 1991. Monitoring ecological change. Cambridge University Press, 334 p.
- Statsoft, Inc. 1998. Statistica for Windows (programa para computadora). Statsoft, Tulsa, Oklahoma.
- Tóthmérész, B. 1995. Comparison of different methods for diversity ordering. *Journal of Vegetation Science* 6:283-290.
- Tóthmérész, B. 1998. On the characterization of scale-dependent diversity. *Abstracta Botanica* 22:149-156.
- Wheeler, Q. D. 2004. Taxonomic triage and the poverty of phylogeny. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 359:571-583.
- Wheeler, Q. D., P. H. Raven, y E. O. Wilson. 2004. Taxonomy: impediment or expedient? *Science* (Washington, D.C.) 303:285.
- White, R. E. 1983. A field guide to the beetles of North America. Houghton Mifflin, New York. 368 p.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why?. *Annual Review of Ecology and Systematics* 19:1-18.
- Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis, tercera edición. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 867 p.