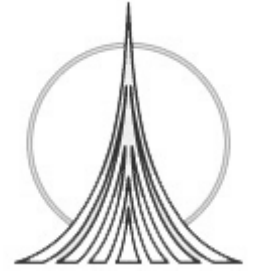




UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

**Diversidad de escarabajos fitófagos y saprófagos  
(Coleoptera: Scarabaeoidea) en la Zona Arqueológica  
“Los Ídolos”, Veracruz, México.**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A

**ERICK ALEJANDRO CERVANTES RODRÍGUEZ**

Director: Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López  
Instituto de Ecología, A.C.

Asesora: Biól. Ma. Magdalena Ordóñez Reséndiz  
Museo de zoología FES Zaragoza

México, D.F. Octubre 2011



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Dr. Aristeo Cuauhtémoc Deloya López por la asesoría, desarrollo, revisiones, y contribuciones realizadas durante todo el trabajo, así como su influencia en mi desarrollo profesional.*

*A la Biól. María Magdalena Ordóñez Reséndiz, por todo el tiempo dedicado a desarrollar este trabajo de tesis, además de las valiosas aportaciones que hicieron que este proyecto concluyera con éxito.*

*A mis revisores:*

*Dr. David Nahum Espinosa Organista*

*Biól. Cristóbal Galindo Galindo*

*Biól. Pamela María Everardo Arévalo*

*Por su dedicación y tiempo invertido lo cual se reflejó en la calidad de este trabajo.*

*Al Dr. Gustavo Aguirre León, por su amabilidad y apoyo durante los muestreos realizados.*

*Al Dr. Vicente Hernández Ortiz, por otorgar las facilidades en el fotografiado de los ejemplares.*

*A todas las personas de Misantla, por su amistad y cariño.*

## *Dedicatorias*

*A mis padres Alejandro y Esperanza, los cuales siempre me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi formación académica y de quienes estaré eternamente agradecido.*

*A mis hermanos, Abraham y Andrea, con los que comparto la alegría de concluir esta etapa de mi vida.*

*A la Biól. María Magdalena Ordóñez Reséndiz, por todo su apoyo, cariño, dedicación y tiempo para enriquecer mi desarrollo profesional, y quien me inspiró para dedicarme al estudio de los insectos.*

*A mis amigos Jorge, Paola, Yadira, César y Paulina, con los que compartí experiencias inolvidables en toda mi carrera y de los que aprendí infinidad de cosas.*

*A Victoria, por su cariño, paciencia y apoyo durante todo el tiempo que invertí en este proyecto.*

*A todos ustedes, y a los muchos que me faltaron mencionar, les dedico esta tesis.*

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
MARCO TEÓRICO.....	4
Sistemática.....	5
Morfología.....	6
Alimentación.....	8
Diversidad de Familias en México.....	11
Distribución de Familias en México.....	12
ANTECEDENTES.....	14
ÁREA DE ESTUDIO.....	15
HIPÓTESIS.....	16
OBJETIVOS.....	16
MÉTODO.....	17
Fase de campo.....	17
Fase de laboratorio.....	20
Fase de gabinete.....	20
RESULTADOS.....	23
Lista de especies.....	23
Riqueza de Familias.....	25
Diversidad de especies.....	26
Gremios Tróficos.....	28
Abundancia de especies por gremios.....	29
Fenología.....	32
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
Lista de especies.....	36
Riqueza de Familias.....	39
Diversidad de especies.....	40
Gremios Tróficos.....	41
Abundancia de especies por gremios.....	42
Fenología.....	43
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CONSULTADA.....	45
ANEXO 1	
Ilustraciones de las especies de Los Ídolos y Trapiches.....	51

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1	Clasificación de Scarabaeoidea según Endrödi.....6
2	Tipos de antenas de los Scarabaeoidea.....6
3	Estructura de la cabeza de un Scarabaeidae adulto.....7
4	Tórax de un cetonino.....8
5	Área de estudio.....16
6	Colecta directa de ejemplares.....17
7	Necro-trampa con cebo de calamar.....18
8	Trampa de fruta con cebo fermentado.....19
9	Trampa de luz.....19
10	Curvas de acumulación de especies en Los Ídolos.....25
11	Riqueza de familias de Scarabaeoidea en Los Ídolos.....26
12	Número de especies locales y compartidas en diferentes sitios.....27
13	Composición de gremios tróficos en Los Ídolos.....28
14	Curvas de dominancia/diversidad para las especies de los gremios tróficos en Los Ídolos.....30
15	Curvas de dominancia/diversidad para las especies de los gremios tróficos en Trapiches.....31
16	Fenología de lamelicornios en Los Ídolos.....32
17	Abundancia de escarabajos por mes en Los Ídolos.....34
18	Composición de gremios tróficos en diferentes sitios.....41

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
1 Grupos funcionales de todos los seres vivos.....	9
2 Gremios tróficos de Lamellicornia o Scarabaeoidea.....	10
3 Especies de la Scarabaeoidea registradas para México.....	11
4 Diversidad de especies de fitófagos y copro-necrófagos.....	26
5 Distribución estacional de Scarabaeoidea en Los Ídolos.....	33
6 Especies de Scarabaeoidea por mes en Trapiches.....	35
7 Géneros presentes en sitios con diferente composición vegetal.....	37
8 Características de algunos agroquímicos empleados en la zona de Los Ídolos.....	40

## RESUMEN

Durante los meses de agosto de 2010 a febrero de 2011 se llevó a cabo un estudio de la diversidad de escarabajos copro-necrófagos y fitófagos de la superfamilia Scarabaeoidea en la zona de Los Ídolos, municipio de Misantla, Veracruz, México. Las recolectas mensuales se realizaron mediante trampas de luz, de fruta y necro-trampas. Se obtuvieron 216 individuos adultos correspondientes a 19 géneros y 26 especies. De acuerdo con los estimadores considerados, hasta el momento se tiene registrado entre 48 u 80% de la fauna de escarabajos para la zona de estudio. Los géneros con mayor riqueza de especies fueron *Paranomala* (3), *Cyclocephala* (3), *Onthophagus* (2) y *Strigoderma* (2), los que representan el 52% del total de especies. La diversidad obtenida ( $H'=2.021$ ) fue mayor a la localidad Trapiches ( $H'=1.463$ ) usada como referencia, pero menor a Los Tuxtlas ( $H'=3.452$ ), zona con el mismo tipo de vegetación que originalmente se encontraba en la zona arqueológica. La especie más abundante fue *Coprophanæus telamon corythus* (111). Los saprófagos fueron el grupo funcional dominante (42.3% del total de especies), constituido por los gremios coprófago, necrófago y copro-necrófago. Septiembre fue el mes con mayor actividad y abundancia de escarabajos (12 especies y 122 individuos), no así diciembre donde estuvo activa sólo una especie con 20 organismos. A pesar de que se encontraron cuatro nuevos registros para Los Ídolos, es necesario continuar la recolecta completando todo el año, para incluir las especies faltantes en este estudio y así tener un registro lo más representativo posible.





## INTRODUCCIÓN

La enorme riqueza de especies animales y vegetales que tiene el estado de Veracruz se debe a su orografía, geología, climas y tipos de suelos, además de su ubicación entre las regiones Neotropical y Neártica, así como la posición que tiene en el Golfo de México. Veracruz, junto con Chiapas, Guerrero, Michoacán y Oaxaca, son los estados mexicanos con mayor biodiversidad, por lo que es importante plantear estrategias para el manejo adecuado de sus recursos naturales (Márquez Ramírez & Márquez Ramírez, 2009).

Misantla es un municipio de Veracruz en el que las actividades agrícolas y ganaderas han producido una gran alteración en los ecosistemas naturales, compuestos inicialmente por bosques caducifolios, selvas altas subperennifolias y vegetación riparia (Gómez Pompa, 1966; Rzedowski, 1978). En la mayor superficie del municipio (3,337 Ha) se cultiva café, caña de azúcar, plátano, vainilla, cítricos, maíz, frijol y chile; además de estos cultivos, por las condiciones climáticas y tipo de suelo, es posible obtener frutos como rambután, chico zapote y guanábana (Sánchez y Gándara, 2006).

Algunas especies de la fauna de mamíferos, aves y reptiles de la zona de Misantla se encuentran amenazadas o en peligro de extinción, debido a que son consumidas por los lugareños, tal es el caso del armadillo, comadreja, conejo, coyote, mofeta o tejón, y otras han sido cazadas hasta su exterminio, ya que representan un riesgo en las áreas de cultivo, tales como coralillo, masacuate, nauyaca y cascabel (Sánchez y Gándara, 2006). Los cultivos están asociados con muchos animales que pueden causar pérdidas en la producción de alimentos; algunos insectos como polillas y ciertas especies de coleópteros originan daños a los frutos o semillas, ya que sus larvas se alimentan de ellos, mermando las cosechas. Debido a esto, es común el uso de pesticidas y otros químicos en las regiones agrícolas, actividad que a la larga causa una deficiencia en la calidad del suelo y el producto cosechado, aunado a la desaparición de muchas especies animales y vegetales a nivel local (Sánchez y Gándara, 2006).



Los coleópteros de la superfamilia Lamelliconia o Scarabaeoidea juegan un importante papel en los procesos de reciclaje de nutrimentos de los ecosistemas, por tal razón han sido usados como indicadores de la modificación y fragmentación de las áreas naturales (Quintero y Halffter, 2009). Sin embargo, existen pocos estudios sobre faunas de coleópteros Scarabaeoidea en Veracruz, la mayoría se han realizado en la Estación de Biología Tropical "Los Tuxtlas", UNAM (Morón, 1979; Favila, 2005) y en el bosque mesófilo de montaña de la zona centro del estado (Deloya, 2006; Deloya *et al.*, 2007).

El presente trabajo de tesis se realizó sobre escarabajos de la superfamilia Scarabaeoidea en la zona arqueológica "Los Ídolos", Veracruz, como parte de un proyecto general desarrollado en el INECOL para el conocimiento de la biodiversidad de Misantla, que en un futuro pretende proponer estrategias de conservación o restauración de sus recursos.



## MARCO TEÓRICO

Los coleópteros son insectos de tamaños, formas y comportamientos muy diversos. Algunos de ellos van de 0.2 a 20 cm de longitud aproximadamente (Evans & Bellamy, 1996). Estos insectos pertenecen al *Phylum* Arthropoda por tener las patas articuladas y principalmente por poseer un exoesqueleto compuesto por quitina, una proteína muy resistente, la cual hace que sus cuerpos sean ligeros pero duros (Morón, 2004). Sin embargo, la característica que los separa de cualquier insecto es que poseen el primer par de alas endurecidas, comúnmente llamadas "élitros"; de ahí el nombre de coleóptero, que significa "alas en estuche". Los élitros les brindan protección contra sus depredadores y evitan la pérdida de agua; debajo de ellos se encuentra un segundo par de alas membranosas con las que pueden volar.

Los coleópteros pertenecientes a la superfamilia Scarabaeoidea son llamados concretamente "escarabajos" o lamelicornios, éstos constituyen uno de los grupos de Coleoptera con mayor diversificación en cuanto a forma, coloración, tamaño y hábitos. Varios especialistas han coincidido en que el grupo de especies formado por Scarabaeidae, Melolonthidae, Trogidae, Lucanidae y Passalidae es un conjunto monofilético de origen muy antiguo (periodo Triásico), conocido como la superfamilia Lamellicornia o Scarabaeoidea (Morón, 2003).

Los coleópteros aparecieron en el Paleozoico (Morón, 2004), durante el Carbonífero (de 360 a 290 m.a.) a partir de un antecesor común a Neuroptera y Coleoptera con larvas sin especializar. El adulto probablemente era terrestre y de vida corta, con un cuerpo todavía poco compacto, con grandes superficies membranosas expuestas. La aparición de autapomorfias propias de Coleoptera se produciría durante las primeras etapas de la evolución del orden, con la tendencia general de producir un cuerpo más compacto, más esclerotizado, sin superficies membranosas expuestas (Ribera, 1999). Las familias primitivas de Scarabaeoidea surgieron en el Jurásico (180-160 m.a.) y los grupos más modernos hace 65 m.a. en el Terciario (Ribera, 1999).



## **Sistemática**

Los primeros estudios acerca de los lamelicornios en México quedaron incluidos en la obra *Biología Centrali-Americana*, en la cual Henry W. Bates (1887-1889) registró 476 especies para México y describió 202 de ellas como nuevas. Bates (1887-1889) dividió a los lamelicornios en: *Pleurosticti* (espiráculos situados lateralmente sobre los esternitos abdominales y al menos un par queda expuesto a la vista, debido a que los élitros no los cubren) y *Laparosticti* (espiráculos situados en la membrana que une los esternitos con los tergitos, siendo cubiertos por los élitros cuando el insecto se encuentra en reposo (Morón *et al.*, 1997).

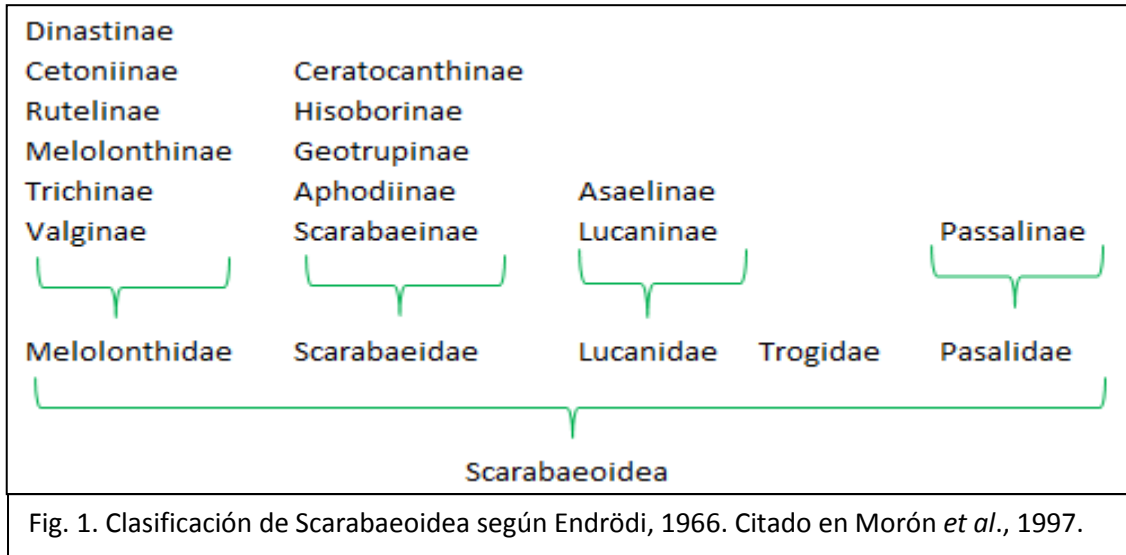
Durante muchos años se han propuesto diversos esquemas de clasificación supragenérica para los Lamellicornia o Scarabaeoidea, en los cuales algunos grupos han cambiado de categoría taxonómica ya sea de familia a subfamilia, de tribu a subfamilia, etc.; sin embargo, autores recientes sugieren que se trata de un gran grupo monofilético (Morón *et al.*, 1997).

Dentro de las propuestas planteadas, en la actualidad aún prevalecen tres criterios o tendencias para agrupar las especies de escarabajos:

- 1) Balthasar (1963, citado en Morón, 2003). Considera la existencia de 18 familias.
- 2) Janssens (1949, citado en Morón, 2003). Incluye tres familias: Lucanidae, Passalidae y Scarabaeidae (incluidos aquí los fitófagos).
- 3) Endrödi (1966, citado en Morón *et al.*, 1997). Propone cinco familias: Trogidae, Passalidae, Lucanidae, Melolonthidae y Scarabaeidae.

En este trabajo de tesis se considerará el esquema de Endrödi (Fig. 1) para separar a los Scarabaeoidea o Lamellicornia en familias y subfamilias.





### Morfología

Los Scarabaeoidea son un grupo de coleópteros holometábolos, debido a que tienen un ciclo de vida de cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto. Las formas adultas se diferencian de otros coleópteros porque su maza antenal está constituida por tres o siete artejos alargados y aplanados (Fig. 2), como laminillas capaces de abrirse y cerrarse entre sí en forma de abanico, además de que el escapo antenal es mucho más corto que el flagelo (Morón, 2004).



Fig. 2. Tipos de antenas de los Scarabaeoidea. a) Pectinada (Passalidae), b) Lamelada (Scarabaeidae).

**Cabeza.** En general es pequeña y ligeramente aplanada, comparada con el resto de su cuerpo, a excepción de los lucánidos en los que su cabeza es de un tamaño considerable. Se divide en seis segmentos: frente, clípeo, labro, maxila, mandíbula y labio (Fig. 3).

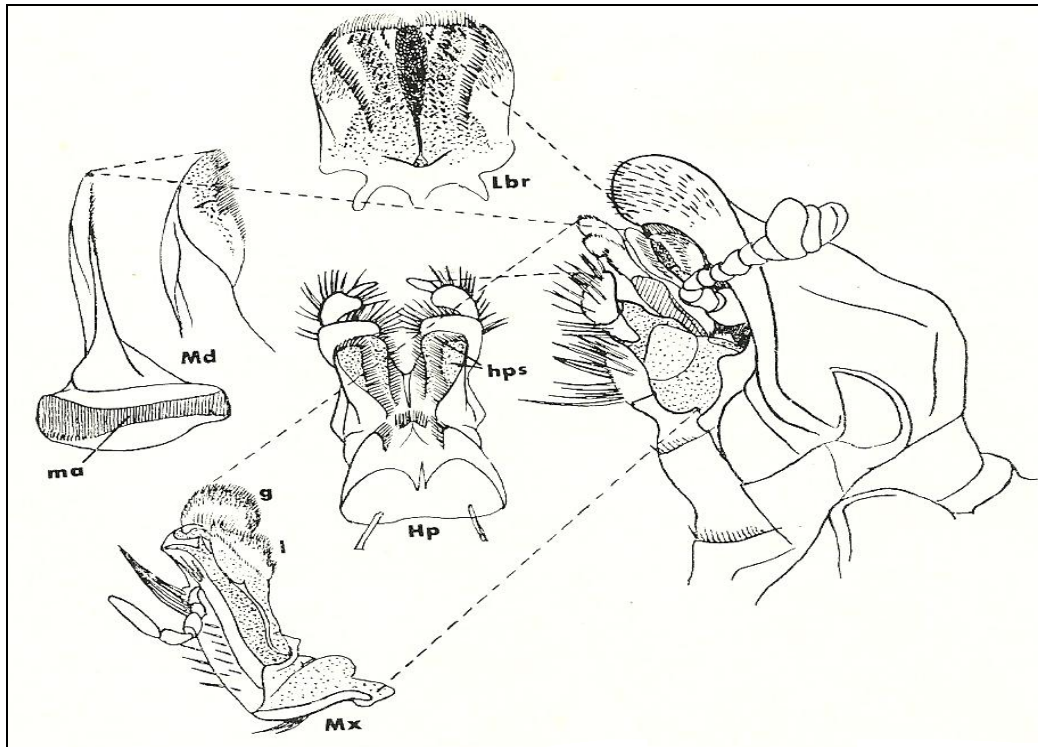


Fig. 3. Estructura de la cabeza de un Scarabaeidae adulto. g=galea, Hp=hipofaringe, hps=escleritos de la hipofaringe, l=lacinia, Lbr=labro, ma=área molar de la mandíbula, Md=mandíbula, Mx=maxila. Tomado de Halffter & Edmonds, 1982.

En muchas especies se pueden observar cuernos, surcos o bulbos, los cuales hacen referencia al dimorfismo sexual que presentan (Morón, 2004).

**Tórax.** El tórax es la parte media del cuerpo de un escarabajo, está dividido en tres segmentos y cada uno contiene un par de patas insertadas en la parte ventral (Fig. 4a). Las patas están conformadas por varios artejos articulados entre sí y cinco artejos tarsales (condición pentámera). Dorsalmente se distinguen algunos caracteres en cada segmento (Morón, 2004):

Protórax o pronoto: en ocasiones presenta carenas, cuernos o tubérculos pequeños.

Mesotórax: porta las alas endurecidas (élitros) y en la mayoría de especies se observa también el escutelo o escudete; en algunas especies se observan los mesepímeros (Fig. 4a).



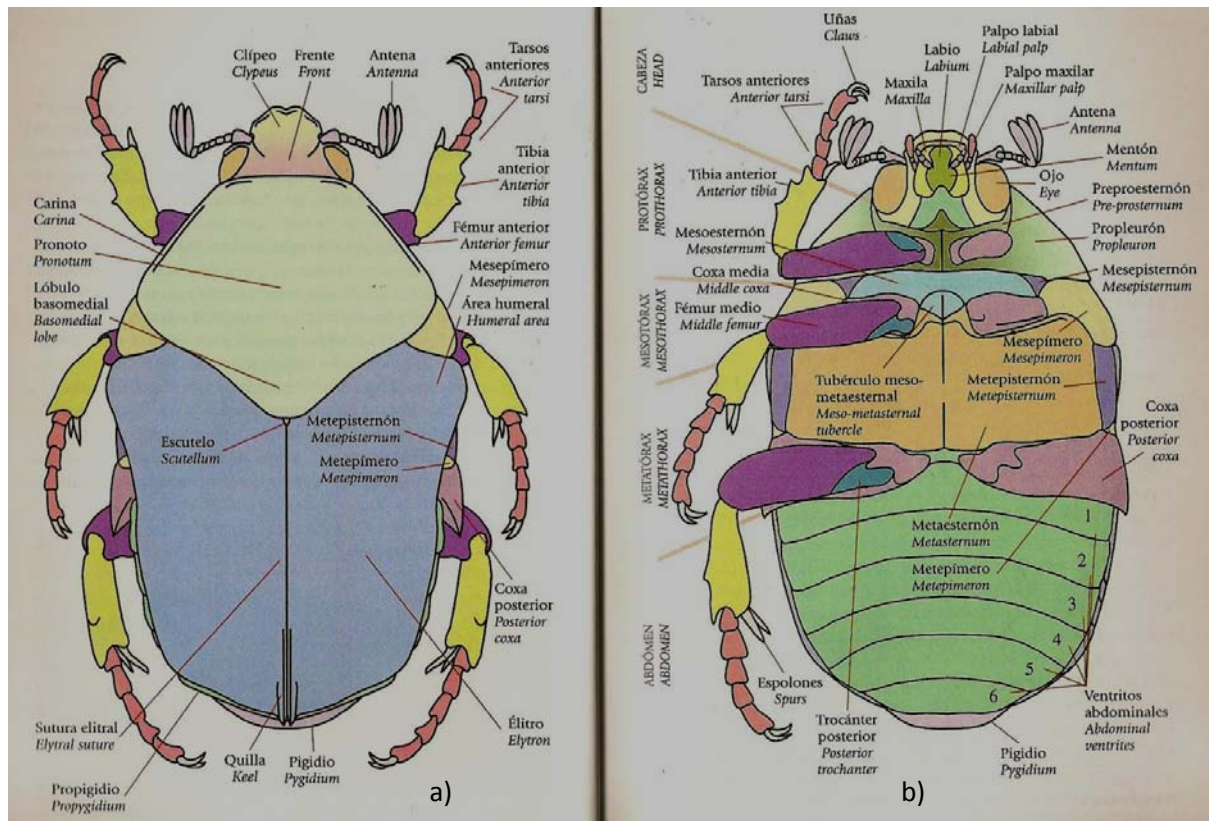


Fig. 4. Tórax de un cetonino. a) Vista dorsal b) Vista ventral. Tomado de Solís, 2004.

Metatórax: es la región en la que se encuentran las alas membranosas que son utilizadas para emprender el vuelo.

**Abdomen.** Se encuentra dividido en seis u ocho segmentos llamados ventritos abdominales (Fig. 4b), los cuales terminan en una placa pigidial que cubre el orificio anal y las estructuras genitales (Morón, 2004).

### Alimentación

Los coleópteros son animales heterótrofos con diferentes hábitos alimentarios de suma importancia para el mantenimiento y conservación de los ecosistemas. Martínez Ramos (2008) reconoce tres grandes grupos de heterótrofos, dependiendo de la fuente de energía usada: consumidores primarios, secundarios y terciarios (Cuadro 1) y muchos de ellos se pueden ordenar en lo que se conoce como grupos funcionales.

Un grupo funcional es un conjunto de especies que tienen atributos morfológicos, fisiológicos, conductuales o de historia de vida que son similares y que constituyen papeles ecológicos equivalentes (Martínez Ramos, 2008).

Cuadro 1. Grupos funcionales de todos los seres vivos. Tomado de Martínez Ramos (2008).

Tipo de alimentación	Fuente de energía	Variantes metabólicas
Autótrofos	Quimiosintéticos	Sulfatos Amonio Nitritos
	Fotosintéticos	C3 C4 CAM
Heterótrofos	Consumidores primarios	Herbívoros
		Bacterias Fijadoras de Nitrógeno
		Hongos micorrizógenos
Fitopatógenos		
Fitoparásitos		
Polinívoros		
Nectarívoros		
Granívoros		
Frugívoros		
Folívoros		
Consumidores secundarios	Micoheterótrofos	
	Depredadores	
	Zoopatógenos	
	Zooparásitos	
Consumidores terciarios	Parasitoides	
	Saprófagos	
		Saprófitos

Para los coleópteros lamelicornios, Deloya y colaboradores (2007) proponen cuatro grandes grupos funcionales: saprófagos, saprofitófagos, fitófagos y depredadores, que a su vez pueden dividirse en 13 gremios tróficos (Cuadro 2). A pesar de ello, algunas especies presentan una alimentación tanto coprófaga como necrófaga (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2003), por lo que se adiciona el gremio copro-necrófago a los gremios propuestos por Deloya y colaboradores (2007). Asimismo, existen coprófagos muy especializados, tanto así que se puede encontrar una especie particular para cada tipo de excreta de mamífero (Morón, 2004).





Cuadro 2. Gremios tróficos de Lamellicornia o Scarabaeoidea. Modificado de Deloya *et al.* (2007).

Grupo Funcional	Gremio	Larva	Adulto	Larva (alimentación)	Adulto (alimentación)
Saprófago	Saprófago	Saprófaga	Saprófago	Materia orgánica en descomposición	Materia orgánica en descomposición
	Xilófago	Xilófaga	Xilófago	Madera	Madera
	Coprófago	Coprófaga	Coprófago	Excremento fresco (material vegetal fresco macerado por adultos)	Excremento fresco (carroña, frutos, hongos fermentados, o materia vegetal en descomposición)
	Necrófago	Necrófaga	Necrófago	Carroña de vertebrados e invertebrados	Carroña (excremento, frutos, hongos fermentados, o materia vegetal en descomposición)
	Copro-necrófago	Coprófaga o Necrófaga	Coprófago o Necrófago	Excremento fresco o carroña de vertebrados e invertebrados	Excremento fresco o carroña de vertebrados e invertebrados
	Telió-necrófago	Telió-necrófaga	Telió-necrófago	Piel, pelos, plumas, escamas de vertebrados (mamíferos, aves)	Piel, pelos, plumas, escamas de vertebrados (mamíferos, aves) y egagrópilas de rapaces y excretas de mamíferos
Saprofitófagos	Xilo-filófago	Saprófaga	Fitófago	Madera en descomposición	Follaje
	Sapro-melífago	Saprófaga	Fitófago	Materia vegetal en descomposición (hojarasca, tallos fermentados)	Escurrimientos de savia, néctar, frutos en vía de fermentación
	Sapro-antófago	Saprófaga	Fitófago	Desechos humificados	Visitan flores: tejidos suaves, néctar y probablemente polen
	Sapro-caulófago	Saprófaga	Fitófago	Materia vegetal en descomposición (hojarasca, tallos fermentados)	Barrenan tallos vegetales vivos, follaje
	Xilo-melífago	Saprófaga	Fitófago	Madera en descomposición (tejidos xilosos)	Escurrimientos de savia, polen, néctar
Fitófagos	Rizófagos	Fitófaga	Fitófago	Raíces	Raíces
	Rizo-filófagos	Fitófaga	Fitófago	Raíces	Follaje
Depredadores	Xilo-depredador	Xilófagas	Depredador	Madera en descomposición (tejidos xilosos)	Presas

## Diversidad de Familias en México

El orden Coleoptera es el grupo de seres vivos más diverso y abundante de la Tierra con 351,785 especies descritas a nivel mundial (Llorente & Ocegueda, 2008). Este orden abarca el 40% de todos los insectos y el 30% de los animales. En la región Neotropical se han registrado 127 familias, 6,703 géneros y 72,476 especies (Costa, 2000). A nivel nacional se tienen descritas 13,195 especies de coleópteros, 2,564 son endémicas, aunque se estima que pueden llegar a 20,030 (Llorente & Ocegueda, 2008).

A la fecha se han registrado 1,723 especies de Scarabaeoidea, de las cuales 83 pertenecen a Passalidae (Reyes Castillo *et al.*, 2006), 461 a Scarabaeidae (Morón, 2006a), 1,147 a Melolonthidae (Morón, 2006b), 27 a Trogidae (Deloya, 2000) y cinco a Lucanidae (Reyes Castillo & Boucher, 2003) (Cuadro 3). Cabe mencionar que más de la mitad de especies de Melolonthidae (671) son endémicas a México (Morón, 2006b), además hay tres especies más de Lucanidae que faltan por confirmar (Reyes Castillo & Boucher, 2003).

El hecho de que estos organismos tengan diversos hábitos alimentarios habla de la importancia de preservar las zonas naturales, ya que dependen directamente de la cantidad y diversidad de especies vegetales y animales.

Cuadro 3. Especies de Scarabaeoidea registradas para México. El asterisco (\*) indica las especies endémicas a México. Tomado de Deloya (2000), Reyes Castillo & Boucher (2003), Morón (2006 a,b), Reyes Castillo *et al.*(2006).

Familia	Tribus	Géneros	Especies
Melolonthidae	23	119	1147 (671*)
Scarabaeidae	17	64	461
Trogidae	--	2	27
Lucanidae	3	3	5
Passalidae	2	24	83



## **Distribución de Familias en México**

Los estados con más especies de Lamellicornia o Scarabaeoidea en México son Chiapas con 455 especies, Veracruz con 430, Oaxaca con 389, Puebla con 259, Jalisco con 237 y Guerrero con 231 (Morón, 2003). La distribución de las familias se describe a continuación:

**Passalidae.** Se encuentran en casi todo el país, exceptuando la península de Baja California y las zonas áridas de Chihuahua, Sonora y Coahuila, ya que sus hábitos xilófagos los sitúan en ambientes tropicales y templados (Reyes Castillo *et al.*, 2006). Existen especies que tienen una distribución muy amplia en México, como *Ptichopus angulatus* y las especies de *Passalus* (Reyes Castillo *et al.*, 2006). *Oileus sargi*, *Petrejoides orizabae* y *Undulifer acapulcae* presentan una distribución muy reducida, se les encuentra en pequeñas áreas de uno o dos estados del país (Reyes Castillo *et al.*, 2006).

**Scarabaeidae.** Se encuentran en casi todos los ambientes, desde desiertos hasta selvas tropicales. Algunas especies como *Canthon humectus* se distribuye en todo el territorio mexicano, exceptuando las penínsulas, y otras como *Phanaeus daphnis* sólo se encuentra en la región central (Morón, 2006a). Entre 1974 y 2004 se obtuvo la mayor información geográfica de este grupo, registrándose 259 especies en 15 localidades de México. La mayoría de las especies tiene afinidad Neotropical o Neártica, pero existen dos géneros y 204 especies endémicas a México (Morón, 2006a).

**Melolonthidae.** Al igual que Scarabaeidae, las especies de esta familia tienen una distribución amplia, más orientada a lugares tropicales y templados, pero ciertas especies se pueden encontrar desde los estados desérticos del país hasta Chiapas o Yucatán, inclusive llegando hasta Guatemala, como *Hologymnetis cinerea* y *Cotinis mutabilis* (Morón, 2006b). Existen representantes de este grupo en todo el territorio nacional, lo que indica su amplia distribución; sin embargo, predominan las especies de origen Neotropical en casi la totalidad de las zonas muestreadas; cabe señalar que se han registrado especies neárticas en Yucatán o Quintana Roo (Morón, 2006b).



**Trogidae.** Los trógidos están representados en México por nueve especies del género *Trox*, principalmente en los estados de Durango, Chihuahua, Nuevo León y Veracruz, y 18 especies del género *Omorgus* distribuidos en su mayoría en Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila, Morelos, Puebla y Veracruz. Cabe mencionar que de las 27 especies de trógidos, *Omorgus tomentosus*, *O. mictlensis* y *Trox acanthinus* son endémicas de México (Deloya, 2000).

**Lucanidae.** Es la familia menos diversa en México, con tan solo seis especies dentro de tres géneros: *Aesalus*, *Lucanus* y *Dorcus* (Reyes Castillo & Boucher, 2003). Estos organismos se encuentran principalmente en zonas de bosques de pino, pino-encino y mesófilo de montaña, entre los 1200 y 3000msnm (Reyes Castillo & Boucher, 2003).



## ANTECEDENTES

Durante el siglo XIX, algunos entomólogos europeos como Rémi Percheron, Truquii, Jeckel y Kaup, comenzaron a realizar las primeras investigaciones de algunas especies de pasálidos y escarabeidos mexicanos (Morón, 2003). Asimismo, el naturalista francés Eugenio Dugés, realizó una colección particular del estado de Guanajuato distinguiendo tres especies nuevas de *Phanaeus*, *Onthophagus* y *Aphodius*, descritas posteriormente como parte de la colección de August Sallé (Morón, 2003). Entre 1869 y 1891, Dugés escribió un manuscrito inédito y recolectó más de 81 especies de fitófagos Lamelicornios, estudiando particularmente aspectos biológicos de *Dynastes hyllus* y *Strategus julianus*. (Morón, 1997).

El conocimiento sobre la distribución de los Scarabaeidae (*sensu stricto*) y los Passalidae se ha incrementado desde 1962 con las aportaciones de Gonzalo Halffter sobre los patrones de distribución de los Scarabaeidae mexicanos (Morón, 2003), particularmente con especies de los géneros *Canthon*, *Ceratotrupes* y *Phanaeus*.

A pesar de que Veracruz tiene una gran diversidad de flora y fauna, han sido pocos los trabajos realizados sobre coleópteros lamelicornios en este estado. Los primeros registros acerca de escarabajos de Veracruz se encuentran en la obra de Bates (1887-1889), *Biología Centrali-Americana*, y casi un siglo después se publica la fauna de coleópteros lamelicornios de la Estación de Biología Tropical "LosTuxtlas" (Morón, 1979). En 1992, Deloya publicó una lista de escarabajos de Veracruz, a partir de la revisión de 30 trabajos publicados entre 1886 y 1992, basados en revisiones monográficas, descripción de especies y aspectos ecológicos, indicando que las regiones mejor representadas eran "Los Tuxtlas" y la zona ubicada entre Córdoba-Orizaba.



## ÁREA DE ESTUDIO

La zona de Misantla estaba conformada por una vegetación de selva alta perennifolia (Gómez Pompa, 1966) o bosque tropical perennifolio (Márquez Ramírez & Márquez Ramírez, 2009). Sin embargo, gran parte de esta vegetación ha sido modificada por la acción humana, por lo que actualmente se pueden encontrar grandes extensiones de pastizales que sirven de potreros, además de zonas de cultivos de café y caña, principalmente.

El municipio de Misantla se encuentra en la frontera de las provincias biogeográficas del Golfo de México y la Sierra Madre Oriental, además de estar muy cerca del extremo oriente de la Faja Volcánica Transmexicana. Este municipio pertenece a la Cuenca Hidrológica Tuxpan-Nautla, por lo que lo atraviesa el río Palmas o "río Misantla", que desemboca en el Golfo de México. Sus afluentes principales son el arroyo del Camarón que nace en el municipio de Tenochtitlan, uniéndose con el arroyo Suspiro, que nace en Salvador Díaz Mirón, sierra sur (Sánchez y Gándara, 2006).

La localidad de Los Ídolos se encuentra dentro del municipio de Misantla, a 80 km de Xalapa, capital del estado de Veracruz, en las coordenadas 19° 56' latitud norte y 96° 51' longitud oeste, a una altura de 300 metros sobre el nivel del mar (Fig. 5). Esta área es una zona arqueológica, un centro ceremonial que perteneció a la cultura totonaca, compuesto de cuatro patios rectangulares unidos entre sí, limitados por plataformas y montículos parcialmente desmontados. Algunos de los basamentos alcanzan hasta 5 m de altura y presentan en sus partes exteriores recubrimiento de laja. En los patios se pueden observar figuras arqueológicas labradas en basalto.

Como parámetro de comparación, se estudió la localidad de Trapiches (Fig. 5), ubicada a 2.5 km al sur de Los Ídolos, la cual está compuesta por cafetales y escasos fragmentos de selva alta perennifolia, con una altitud de 735 msnm.



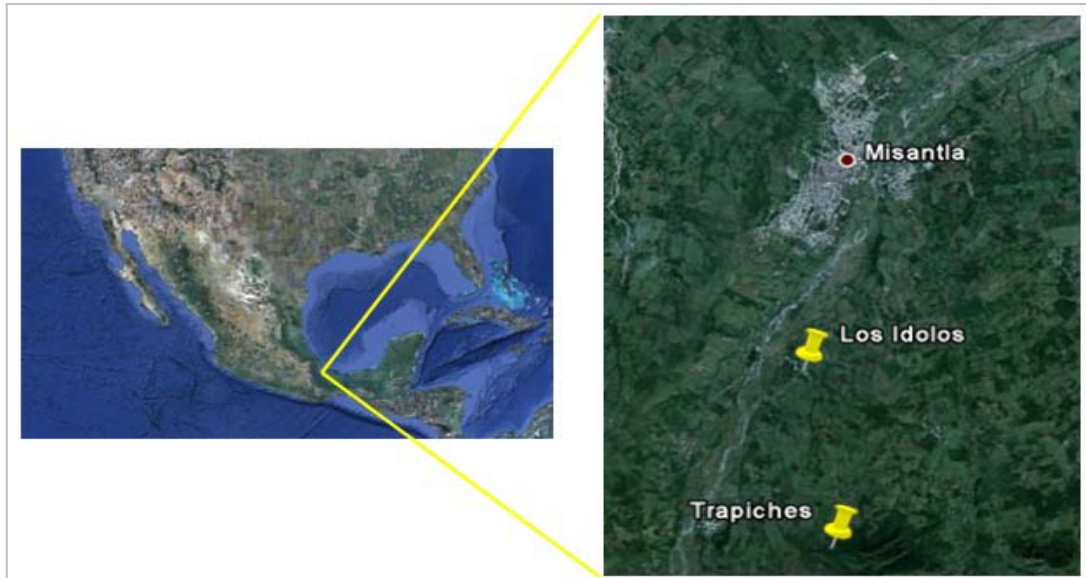


Fig. 5. Área de estudio. Tomado de Google Earth (2010).

## HIPÓTESIS

Debido a que la vegetación original de Los Ídolos ha sido sustituida ampliamente para fines agrícolas y pecuarios, la diversidad de escarabajos fitófagos y copro-necrófagos será muy baja y probablemente algunas especies características de selva alta perennifolia ya no se encuentren en esa zona.

## OBJETIVOS

### General

- Determinar la diversidad de escarabajos fitófagos y saprófagos (copro-necrófagos) en la zona arqueológica de Los Ídolos, Misantla, Veracruz.

### Particulares

- Establecer la riqueza de las familias fitófagas y copro-necrófagas de Scarabaeoidea.
- Determinar la diversidad de especies.
- Analizar los gremios tróficos encontrados.
- Comparar los resultados obtenidos en Los Ídolos con otra localidad dentro de Misantla (Trapiches) y con datos de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas.
- Determinar la fenología de las especies obtenidas.



## MÉTODO

### Fase de campo

Durante cinco meses se realizaron recolectas directas e indirectas en dos parcelas de 100 x 100 m en Los Ídolos, y al mismo tiempo se realizaron recolectas en dos parcelas de la localidad de Trapiches, con el propósito de comparar la zona arqueológica con un área de cafetal. Cada recolecta tuvo una duración de cinco días, ajustándose a la luna nueva de cada mes, ya que son los días con más oscuridad; esto con el fin de que las lámparas usadas en las trampas de luz atraigan el mayor número de escarabajos.

**Colecta directa.** Se revisó manualmente la vegetación del sotobosque, inspeccionando minuciosamente hojas, flores y tallo, además de algunos troncos podridos y excretas (Fig. 6.).

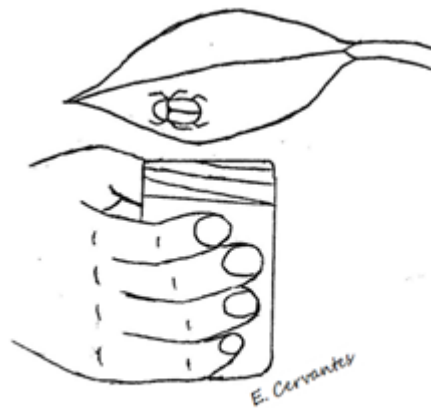


Fig. 6. Colecta directa de ejemplares

**Colecta Indirecta.** Se emplearon tres métodos de atrayentes (trampa de frutas, necro-trampa NTP-80 y trampa de luz).

- **Necro-trampas (NTP-80).** Consiste en un bote de aproximadamente 1L al cual se adicionan 200 ml de alcohol etílico al 70% para preservar a los ejemplares capturados (Fig.7). Posteriormente se coloca un embudo que evita que los escarabajos puedan salir. Se atornillan dos escuadras que van unidas a un plato de plástico que hace la función de tapadera, y a la misma se atornilla un bote pequeño en donde se colocara el cebo, que en este caso será





calamar fresco. El bote que contiene el cebo debe tener pequeños agujeros, para que el olor atraiga a los escarabajos. Finalmente se cubre con rocas para protegerla y esconderla hasta ser revisada el mes siguiente. El cebo se reemplazara mensualmente, al momento de revisar la trampa. Se colocaron cuatro necrotrampas permanentes del tipo NTP-80 dentro de cada parcela de 100 x 100 m, con una separación aproximada de 20 m una de otra. A este tipo de muestreo se le conoce como "de cinco oros", con subdivisión para 25 muestras (Morón & Terrón, 1988).

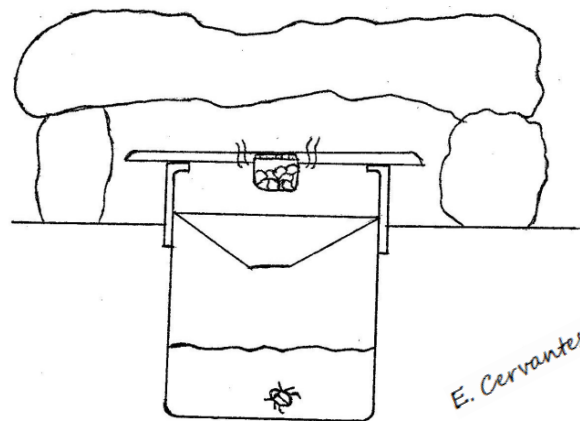


Fig. 7. Necro-trampa con cebo de calamar, según Morón y Terrón (1988).

Los escarabajos recolectados se almacenaron en frascos herméticos con alcohol al 70% para evitar su descomposición hasta su procesamiento y se etiquetaron con los datos de captura.

- **Trampas de fruta.** Se colocaron cuatro trampas en cada parcela, separadas 20m entre sí. Cada trampa contenía un cebo fermentado de piña, plátano macho, piloncillo y cerveza, con el objetivo de capturar las especies de hábitos melífagos, colocadas a una altura aproximada de 2m (Fig. 8). Este preparado también fue sustituido cada mes, al mismo tiempo que se recolectaron los insectos dentro de la trampa. A cada bote se le hacen dos aberturas pequeñas a los lados para que los escarabajos puedan entrar. El almacenamiento de estos escarabajos fue similar al de las necro-trampas NTP-80.

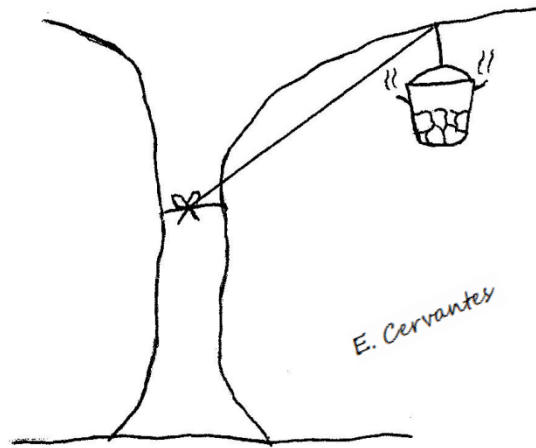


Fig. 8. Trampa de fruta con cebo fermentado.

- **Trampa de luz.** Esta trampa se hace con dos mantas de tela blanca de 2 x 2m. Una de estas se cuelga con el fin de que estire totalmente, mientras que la otra se coloca en el suelo, debajo de ella (Fig. 9). Se coloca una o dos lámparas de luz blanca, aunque en este estudio se usaron lámparas recargables de LED. Se realizaron dos colectas nocturnas por mes en cada parcela. Los eventos de muestreo se efectuaron iniciando el crepúsculo y terminando alrededor de las 22:00 hrs., separando las muestras colectadas por intervalos de media hora. Los muestreos nocturnos se calendarizaron en los días de luna nueva, con la finalidad de que las lámparas fueran la única fuente de luz y así recolectar un mayor número de individuos. Los individuos recolectados se sacrificaron con acetato de etilo y se almacenaron en bolsas herméticas con los datos de lugar y hora de captura.

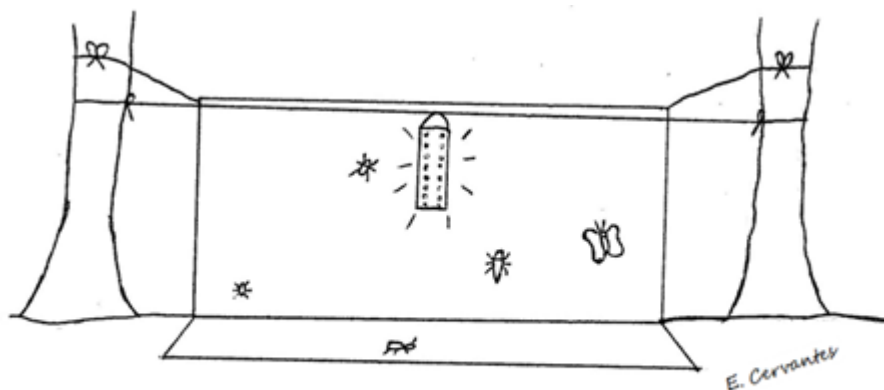


Fig. 9. Trampa de luz.



Todos los ejemplares se trasladaron al Instituto de Ecología, A.C (Centro Público de Investigación CONACYT) ubicado en Xalapa, Veracruz, para su registro, montaje y determinación taxonómica.

### **Fase de Laboratorio**

Los escarabajos obtenidos se limpiaron perfectamente y se almacenaron en alcohol etílico al 70%, debidamente etiquetados con los datos de campo. Se contabilizó el número de especies e individuos colectados por trampa (NTP, frutas y luz). Al menos un individuo de cada especie fue montado en alfiler entomológico para su determinación taxonómica hasta nivel de especie, empleando claves taxonómicas y literatura especializada.

### **Fase de Gabinete**

Para organizar la información, se elaboró un registro electrónico en Microsoft Excel (versión 2007) con los datos de cada ejemplar: familia, género, especie, localidad, fecha, colector, determinador, tipo de trampa, entre otros, para obtener la lista de especies, los grupos funcionales y las estimaciones que a continuación se detallan. Asimismo, este registro permitió construir las etiquetas de datos geográficos y taxonómicos de los ejemplares montados.

- **Lista de especies.** Los taxones determinados fueron agrupados en las categorías supragenéricas sugeridas por Endrödi (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2003). Para tener una referencia de las especies del inventario y el número de especies que faltarían por incorporarse, se obtuvo la riqueza mediante estimadores de incidencia (ICE y Chao2) y abundancia (ACE y Chao1), usando el programa EstimateS versión 8.0.0 (Colwell, 2006). Estos índices permiten estimar las especies no vistas que probablemente estén en un área determinada, pero que no se encuentran en la muestra actual (Chao *et al.*, 2005), por lo que es posible detectar el intervalo dentro del que se encuentra la riqueza de especies de una zona (Moreno, 2001; Longino *et al.*, 2002). Además se utilizó el Bootstrap, el cual se basa en la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie (Moreno, 2001).



Con la finalidad de tener un indicador de la fauna de escarabajos del área de estudio, se realizó una comparación de la riqueza específica obtenida con la encontrada durante el mismo tiempo de recolecta (agosto de 2010 a febrero de 2011) en la localidad Trapiches, ubicada a 2.5 km de Los Ídolos (Fig. 5).

- **Diversidad de especies.** Se emplearon los índices de Shannon-Weaver ( $H'$ ) y de Pielou ( $J'$ ) para obtener la diversidad de especies y la equidad.

**Índice de Shannon-Weaver ( $H'$ ).** Indica la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Calcula el grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad (Magurran, 1988; Cardona, 2007).

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

donde:

$p_i$  = abundancia proporcional de individuos de la especie  $i$  (número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número de individuos de la muestra).

**Equidad de Pielou ( $J'$ ).** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988). Se calculó mediante la fórmula

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

donde:

$H'$  = índice de Shannon

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

$S$  = Número de especies



- **Grupos funcionales.** Se agruparon las especies en fitófagos y saprófagos, de acuerdo con los hábitos alimentarios reportados en la literatura (Morón *et al.*, 1997; Morón, 2003), y posteriormente, se separaron en gremios tróficos (DeLOYA *et al.*, 2007).
- **Fenología.** Para representar la actividad mensual de las especies, se construyeron gráficas de presencia y abundancia, aunado a datos de precipitación media y temperatura de la estación meteorológica Ídolos, Actopan, Veracruz.



## RESULTADOS

### Lista de especies

Durante los meses de Agosto de 2010 a Febrero de 2011 se recolectó un total de 216 ejemplares adultos en la zona de Los Ídolos, integrados en 26 especies y 20 géneros que se presentan a continuación bajo el esquema de familias, tribus y subtribus propuesto por Endrödi (1966, citado en Morón, 2003). Las especies de los géneros *Anomala* y *Callistethus* se registraron como *Paranomala* y *Pachystethus*, respectivamente, de acuerdo a las revisiones filogenéticas de Ramírez-Ponce y Morón (2009). En el anexo 1 se ilustran todas las especies obtenidas.

#### Melolonthidae

##### Cetoniinae

##### Cetoniini

##### Cetoniina

*Euphoria leucographa* (Gory & Percheron, 1833)

##### Gymnetini

##### Gymnetina

*Hoplopyga liturata* (Oliver, 1789)

*Paragymnetis flavomarginata poecilla* Schawm, 1848

#### Dynastinae

##### Cyclocephalini

*Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847

*Cyclocephala mafaffa* Burmeister, 1847

*Cyclocephala ovulum* Bates 1888

#### Rutelinae

##### Anomalini

##### Anomalina

*Nayarita viridinota* Morón & Nogueira, 1998

*Pachystethus viduus* (Newman, 1838)

*Paranomala cincta* (Say, 1835)

*Paranomala discoidalis* (Bates, 1888)

*Paranomala plurisulcata* Bates, 1888



*Strigoderma sulcipes* Burmeister, 1844

*Strigoderma protea* Burmeister 1844

Rutelini

Pelidnotina

*Pelidnota strigosa* La Porte, 1840

## SCARABAEIDAE

Aphodiinae

Euparini

*Ataenius abditus* Haldeman, 1848

Ceratocanthinae

Ceratocanthini

*Germarostes nitens* Guérin-Méneville, 1839

Scarabaeinae

Scarabaeini

Canthonina

*Canthon cyanellus cyanellus* LeConte, 1859

Coprini

*Copris incertus* Say, 1835

*Dichotomius colonicus* (Say, 1835)

*Scatimus ovatus* Harold, 1862

Eurysternini

*Eurysternus mexicanus* Harold, 1869

Phanaeini

*Coprophanæus telamon corythus* (Harold, 1863)

Tribu: Onthophagini

*Digithonthophagus gazella* (Fabricius, 1787)

*Onthophagus incensus* Say, 1835

*Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869

## TROGIDAE

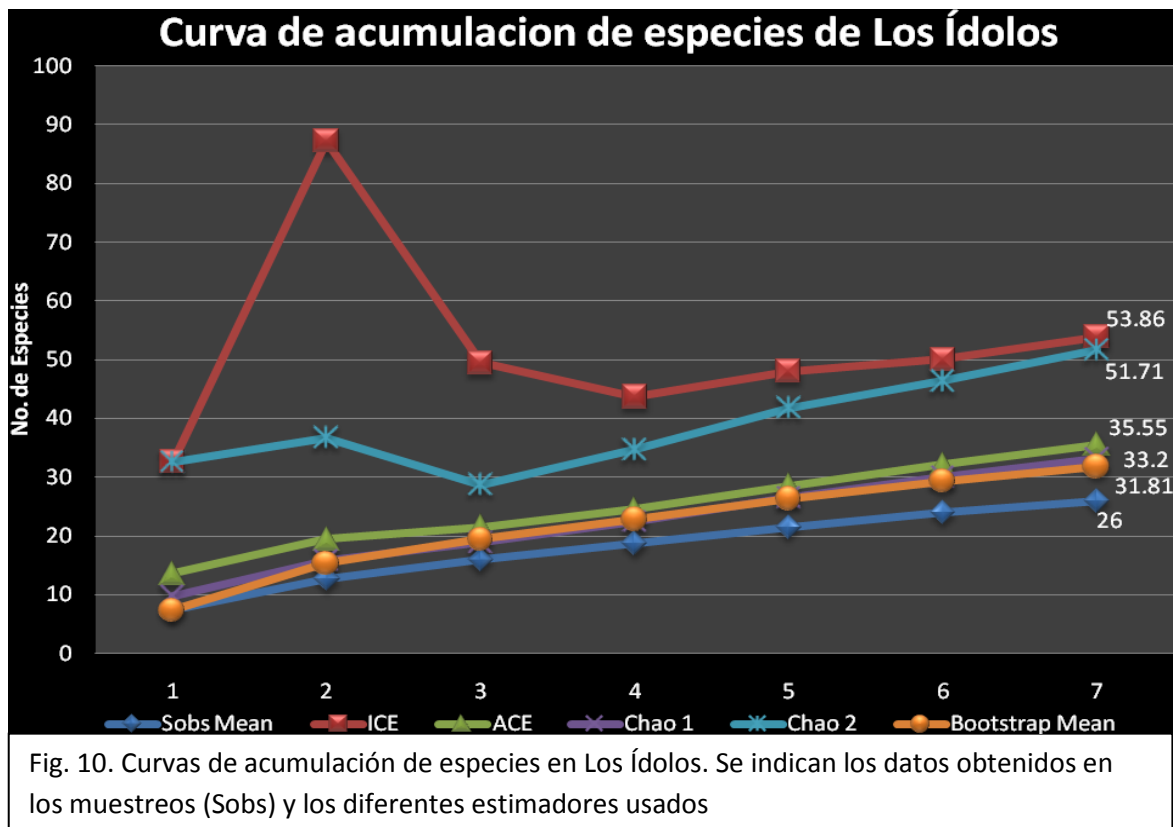
*Omorgus fuliginosus* Robinson, 1941

De acuerdo a estimaciones de la riqueza de especies para el área de estudio, se requiere mayor trabajo de campo, debido a que las 26 especies que



se han registrado (Fig. 10), hasta el momento representan el 48% de la riqueza, según ICE o el 80% de acuerdo a Bootstrap.

En comparación con la localidad Trapiches, zona ubicada también en el municipio de Misantla, la composición de escarabajos de Los ídolos difiere considerablemente, ya que sólo se comparten las especies *Euphoria leucographa*, *Hoplopyga liturata*, *Canthon cyanellus cyanellus*, *Coprophanæus telamon corythus*, *Onthophagus incensus*, *Onthophagus rhinolophus*, *Germarostes nitens*, *Omorgus fuliginosus*. En Trapiches se encontraron ocho especies que no se registraron en Los Ídolos: *Cotinis mutabilis*, *Cyclocephala complanata*, *Paranomala donovani*, *Deltochilum gibbosum sublaeve*, *Dichotomius satanas* y *Omorgus suberosus*.



### Riqueza de Familias

De las tres familias de escarabajos fitófagos y copro-necrófagos encontradas, en Los Ídolos predominó Melolonthidae con 14 especies (Fig. 11). La prevalencia de esta familia sobre Scarabaeidae y Trogidae corresponde a lo





reportado para una zona de selva alta perennifolia como es Los Tuxtlas (Morón, 1979), pero difiere a lo encontrado en la localidad de Trapiches, donde la familia Scarabaeidae fue la más rica (Fig. 11). La ausencia de Trogidae en Los Tuxtlas se debe a que esta familia no fue considerada en el estudio de Morón (1979).

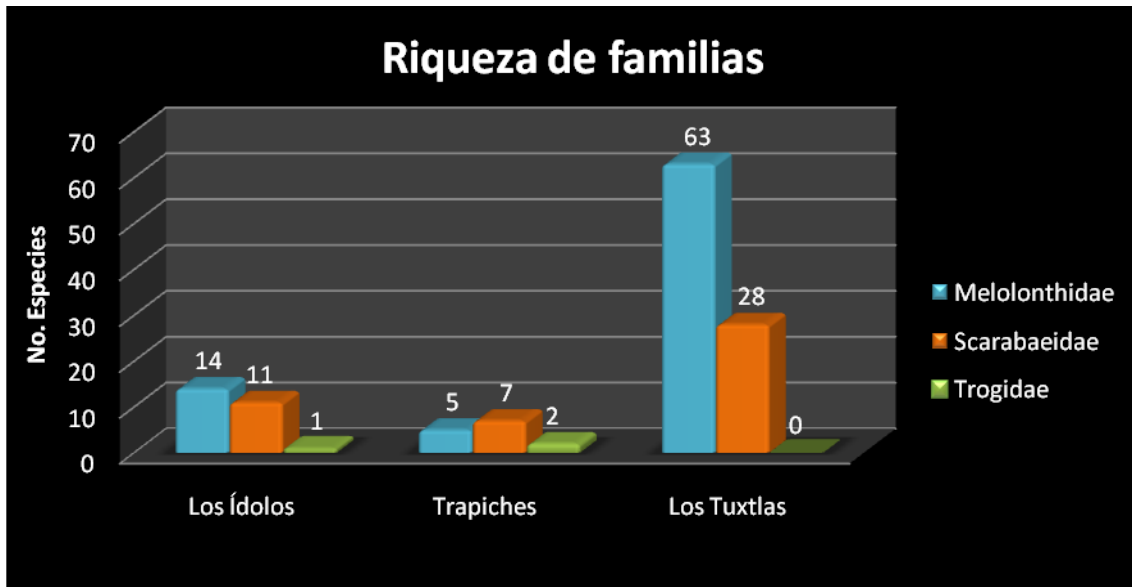


Fig. 11 Riqueza de familias de Scarabaeoidea en Los Ídolos.

### Diversidad de especies

La diversidad de escarabajos encontrada en Los Ídolos ( $H' = 2.021$ ) fue menor a la esperada para un área de selva alta perennifolia (Cuadro 4), como Los Tuxtlas ( $H' = 3.4522$ ), de acuerdo con los datos registrados por Morón (1979). A pesar de que Trapiches se ubica cerca a Los Ídolos, su diversidad fue menor ( $H' = 1.463$ ).

Cuadro 4. Diversidad de especies de fitófagos y copro-necrófagos.

Sitio	Especies	Individuos	H'	J
Los Ídolos	26	216	2.021	0.622
Trapiches	14	339	1.463	0.556
Los Tuxtlas*	91	1725	3.452	0.765



Como se observa en la figura 12, la riqueza y composición actual de las especies del área de estudio han cambiado con el reemplazo de la vegetación, ya que de las 26 especies encontradas en Los Ídolos, solo ocho están presentes también en Los Tuxtlas (*Canthon cyanellus cyanellus*, *Coprophanaeus telamon corythus*, *Cyclocephala lunulata*, *Cyclocephala mafafa*, *Eurysternus mexicanus*, *Onthophagus rhinolophus*, *Paranomala plurisulcata* y *Pelidnota strigosa*), lo cual quiere decir que sólo el 8.7% de la fauna de Scarabaeoidea de Los Tuxtlas se encuentra en Los Ídolos.

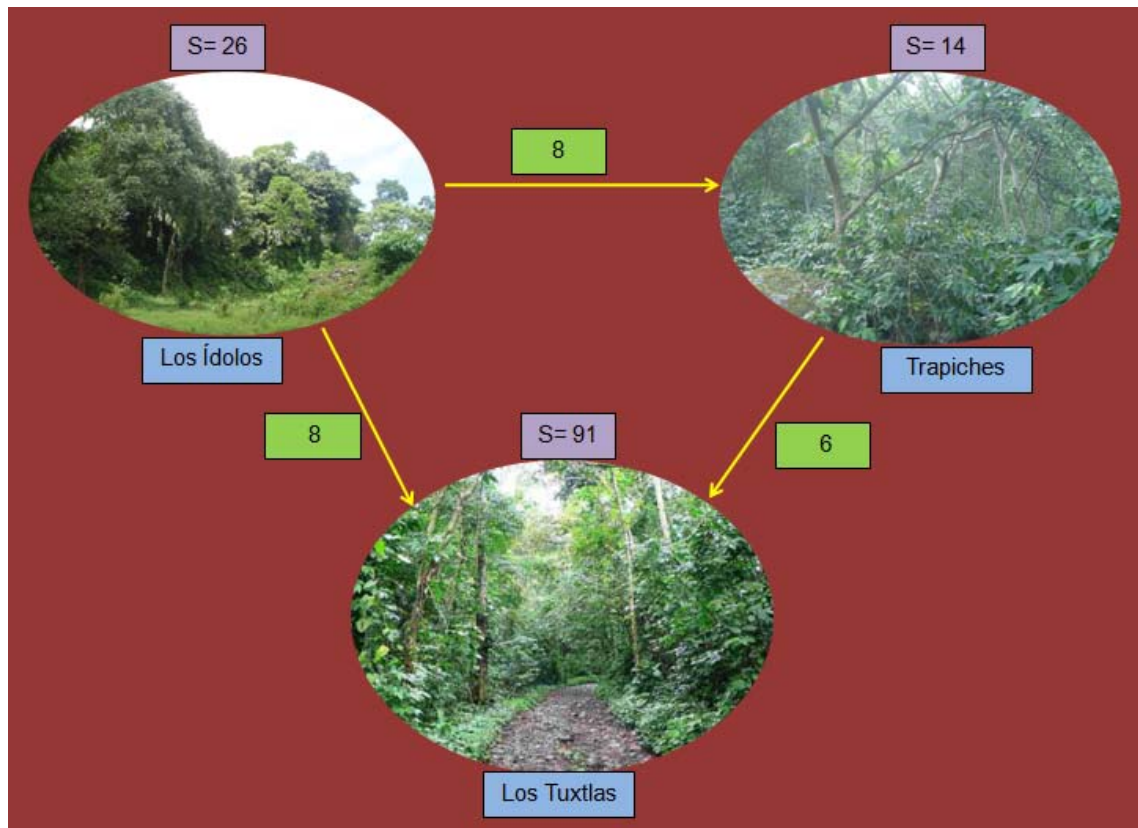


Fig. 12. Número de especies locales y compartidas en diferentes sitios.

Es interesante resaltar que aunque Los ídolos no es una zona de cafetal, comparte ocho especies con Trapiches (*Canthon cyanellus cyanellus*, *Coprophanaeus telamon corythus*, *Euphoria leucographa*, *Germarostes nitens*, *Hoplopyga liturata*, *Omorgus fuliginosus*, *Onthophagus incensus* y *Onthophagus rhinolophus*).

Asimismo, entre Los Ídolos, Trapiches y Los Tuxtlas (Fig. 12), se comparten las especies *Canthon cyanellus cyanellus*, *Coprophanaeus telamon corythus* y *Onthophagus rhinolophus* que casualmente pertenecen al gremio copro-necrófago.

### Gremios tróficos

De los cuatro grandes grupos funcionales propuestos por Deloya y colaboradores (2007) para los lamelicornios, en Los Ídolos se encontraron representantes de saprófagos (42.3%), saprofitófagos (27%) y fitófagos (30.7%). Todos los gremios tróficos se detallan a continuación (Fig. 13).

Dentro del grupo funcional fitófago, ocho especies (Fig. 13) pertenecen al gremio rizo-filófago: *Paranomala plurisulcata*, *P. discoidalis*, *Cyclocephala ovulum*, *C. mafaffa*, *C. lunulata*, *Ataenius abditus* y *Pachystethus viduus*.



Dentro del grupo funcional saprófago se encontraron 11 especies, pertenecientes a los siguientes gremios tróficos:

- Coprófago. Pertenecen a este gremio las especies *Dichotomius colonicus* y *Digithonthophagus gazella*, los cuales representan el 18.2% de este grupo funcional.

- Copro-necrófago. Este gremio agrupa la mayor riqueza de especies (S=6) y el 54.5% de todos los saprófagos. Aquí se encuentran taxones de *Copris*, *Coprophanaeus*, *Deltochilum*, *Eurysternus*, *Onthophagus*, *Scatimus* y la especie *Dichotomius satanas*.
- Necrófago. Tres especies de los géneros *Canthon*, *Germarostes* y *Omorgus* presentan este tipo de alimentación, comprendiendo el 27.3% del grupo funcional.

El grupo de los saprofitófagos estuvo constituido por siete especies que conforman el 27% de las especies recolectadas en la zona de estudio. Los representantes de este grupo se ubican en los siguientes gremios:

- Sapro-antófago. En este gremio se encuentran las dos especies de *Strigoderma* y *Nayarita viridinota* siendo el 42.8% del grupo funcional.
- Sapro-melifago. Con tres especies este gremio conforma, de igual forma, el 42.8% de todos los saprofitófagos, con representantes de los géneros *Euphoria*, *Hoplopyga* y *Paragymnetis*.
- Xilo-filófago. Este gremio sólo estuvo representado por la especie *Pelidnota strigosa*, la cual representa solo el 14.3% de este grupo funcional.

### **Abundancia de especies por gremios**

En Los Ídolos, se encontraron especies de siete gremios tróficos diferentes, siendo copro-necrófago el más abundante (Fig. 14), con 150 individuos, éste representa el 69% del total de escarabajos recolectados. *Coprophanaeus telamon corythus* (Ctc), con 111 individuos, fue la especie dominante, seguida de *Onthophagus rhinolophus* (Onr) con 24 organismos. La especie *Eurysternus mexicanus* (Eum) fue la menos abundante. El gremio coprófago estuvo constituido solo por dos especies, *Dicotomius colonicus* que fue la dominante y *Digithonthophagus gazella* presente solo por un individuo.

En el caso de los necrófagos, se observan dos especies dominantes (*Omorgus fuliginosus* y *Canthon cyanellus cyanellus*) y una muy escasa (*Germarostes nitens*). El gremio rizo-filófago presentó la mayor riqueza (ocho



especies), teniendo una dominante (*Cyclocephala ovulum*), tres especies de mediana abundancia y cuatro con muy poca abundancia. En los sapro-antófagos, *Strigoderma protea* domino el gremio, mientras que *Nayarita viridinota* fue la especie menos abundante. Algo similar sucedió con los sapro-melífagos, donde *Euphoria leucographa* es la dominante y *Paragymnetis flavomarginata poecilla* es la menos abundante. El gremio con menor abundancia fue xilo-filófago, que sólo estuvo representado por cuatro individuos de la especie *Pelidnota strigosa* (Pes).

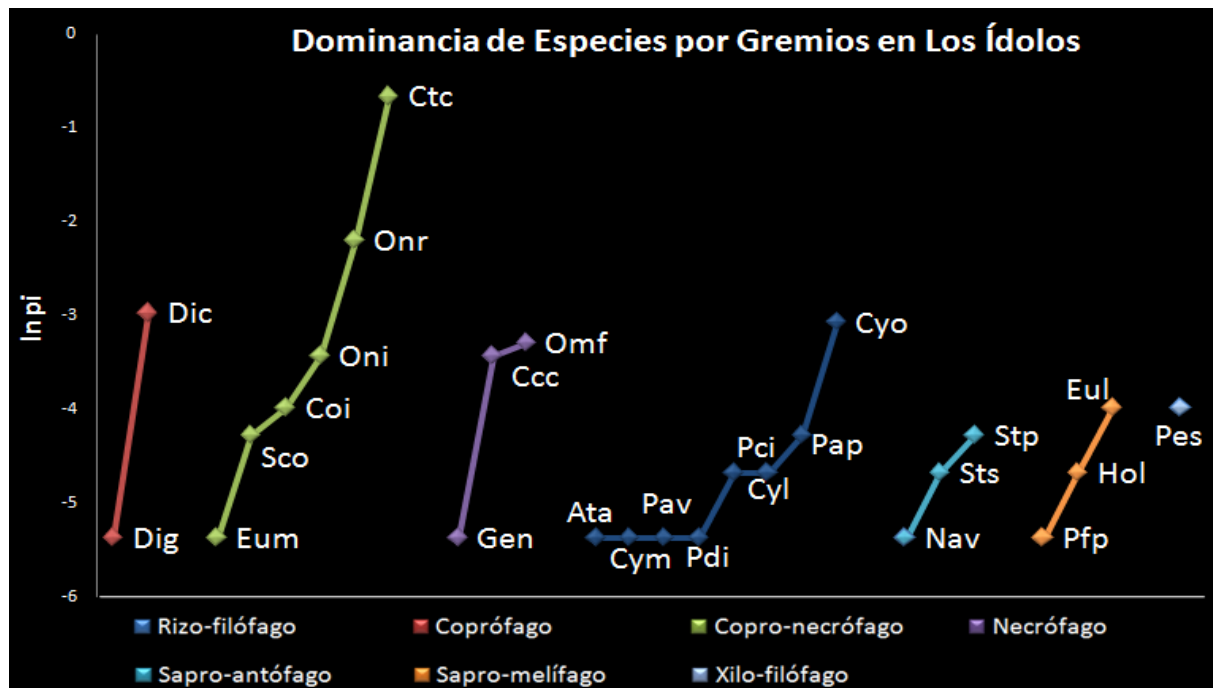


Fig. 14 Curvas de dominancia/diversidad para las especies de los gremios tróficos en Los Ídolos. Ata= *Ataenius abditus*, Ccc= *Canthon cyanellus cyanellus*, Coi= *Copris incertus*, Ctc= *Coprophanæus telamon corythus*, Cyl= *Cyclocephala lunulata*, Cym= *C. mafaffa*, Cyo= *C. ovulum*, Dic= *Dichotomius colonicus*, Dig= *Digithonthophagus gazella*, Eul= *Euphoria leucographa*, Eum= *Eurysternus mexicanus*, Gen= *Germarostes nitens*, Hol= *Hoplopyga liturata*, Omf= *Omorgus fuliginosus*, Oni= *Onthophagus incensus*, Onr= *O. rhinolophus*, Pav= *Pachystethus viduus*, Pfp= *Paragymnetis flavomarginata poecilla*, Pci= *Paranomala cincta*, Pdi= *P. discoidalis*, Nav= *Nayarita viridinota*, Pap= *P. plurisulcata*, Pes= *Pelidnota strigosa*, Stp= *Strigoderma protea*, Sts= *S. sulcipenis* y Sco= *Scatimus ovatus*.

Analizando los cuatro gremios tróficos de la zona de Trapiches, el gremio copro-necrófago, al igual que en Los Ídolos, es el más abundante con 319 individuos (Fig. 15), sin embargo *Onthophagus rhinolophus* (Onr) es la

especie dominante en con 161 individuos, seguida de *Coprophanaeus telamon corythus* (Ctc) con 80 escarabajos, a diferencia de lo que sucedió en Los Ídolos. La especie menos abundante en este gremio fue *Dicotomius satanas*, representada solo por 4 individuos.

El gremio necrófago, al igual que en Los Ídolos, fue dominado por *Omorgus fuliginosus*, mientras que *Canthon cyanellus cyanellus* y *Omorgus suberosus* fueron las menos abundantes. Al contrario de lo que sucedió en Los ídolos, aquí el gremio rizo-filófago presento la menor riqueza con solo dos especies, *Cyclocephala complanata* que fue la más abundante y *Paranomala donovani* la menos abundante. En los sapro-melífagos, *Hoplopyga liturata* fue la más abundante, mientras que *Euphoria leucographa* fue la menos abundante, contrario a lo que sucedió en Los Ídolos.

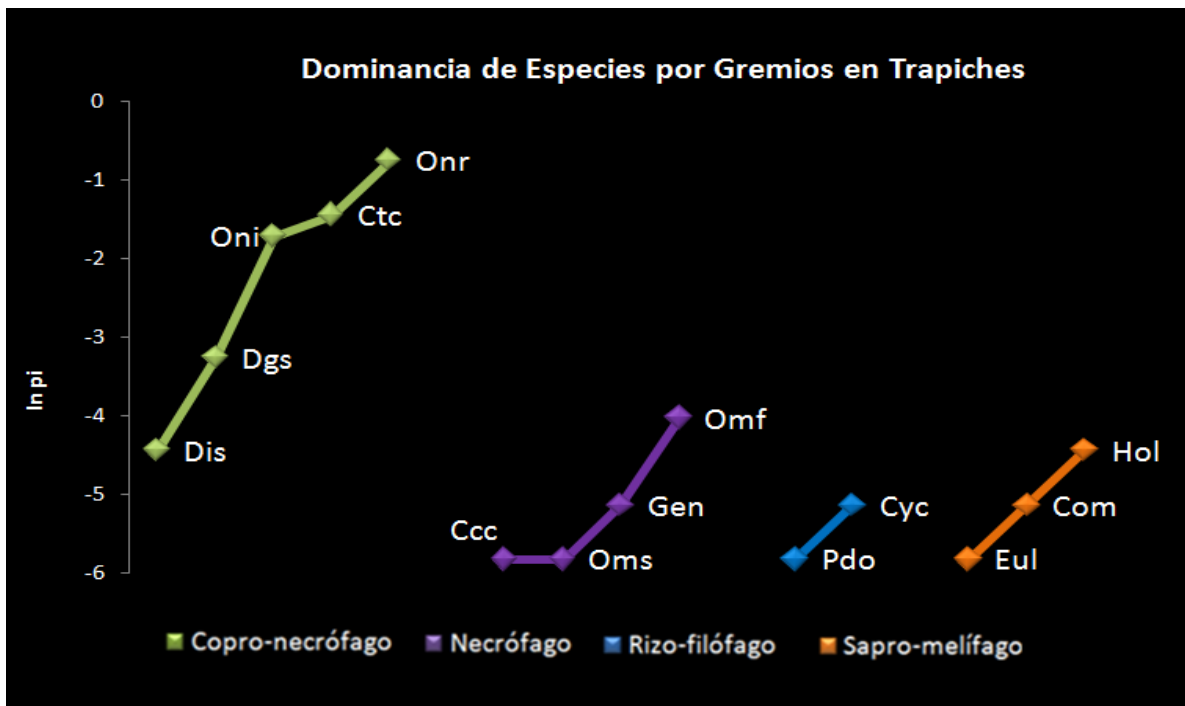


Fig. 15 Curvas de dominancia/diversidad para las especies de los gremios tróficos en Trapiches., Ccc= *Canthon cyanellus cyanellus*, Ctc= *Coprophanaeus telamon corythus*, Cyc= *Cyclocephala complanata*, Com= *Cotinis mutabilis*, Dis= *Dicotomius satanas*, Dgs= *Deltochilum gibbosum sublaeve*, Eul= *Euphoria leucographa*, Gen= *Germarostes nitens*, Hol= *Hoplopyga liturata*, Omf= *Omorgus fuliginosus*, Oms= *O. suberosus*, Oni= *Onthophagus incensus*, Onr= *O. rhinolophus* y Pdo= *Paranomala donovani*.

## Fenología

En todos los meses de colecta hubo actividad de escarabajos adultos. Durante los meses de mayor precipitación pluvial (agosto y septiembre), se registró el mayor número de especies, 10 y 12 respectivamente (Fig. 16), así como al inicio de la temporada de nortes en noviembre (10 especies). El menor número de especies se registró en diciembre, coincidiendo con los valores más bajos de precipitación (12mm) y temperatura (16.7°C).

Durante el tiempo de muestreo, ocho especies tuvieron activas tanto en temporada de lluvias como en nortes. Dichas especies son *Copris incertus*, *Coprophanaeus telamon corythus*, *Cyclocephala ovulum*, *Dichotomius colonicus*, *Omorgus fuliginosus*, *Onthophagus incensus*, *Onthophagus rhinolophus* y *Paranomala plurisulcata*.

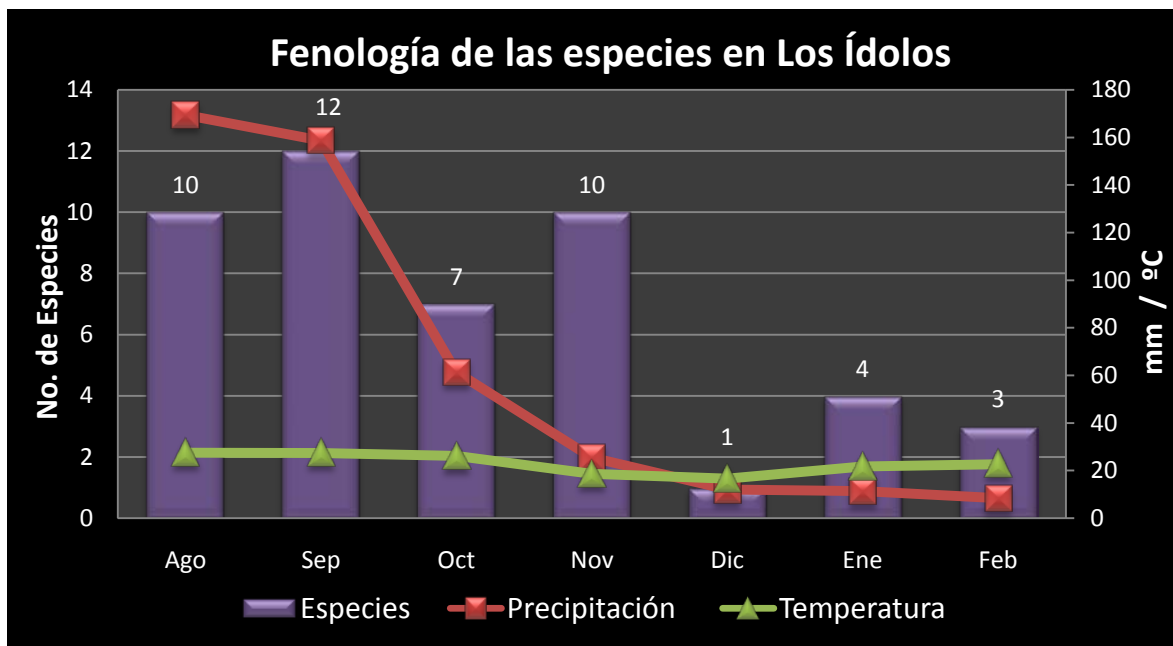


Fig. 16. Fenología de lamelicornios en Los Ídolos.

En los meses de lluvias que fueron parte de este estudio, únicamente estuvieron activas 13 especies (Cuadro 5). En el mes de agosto sólo se presentaron las especies *Cyclocephala lunulata*, *Cyclocephala mafaffa*, *Digithonthophagus gazella*, *Eurysternus mexicanus*, *Germarostes nitens*, *Paranomala cincta* y *Paranomala discoidallis*. Asimismo, *Ataenius abditus*,



*Canthon cyanellus cyanellus*, *Omorgus fuliginosus* y *Scatimus ovatus* sólo se presentaron en septiembre. Durante octubre sólo estuvo activa *Paragymnetis flavomarginata poecilla*.

En la temporada de nortes sólo se encontraron cinco especies activas: *Pachystethus viduus*, *Nayarita viridinota*, *Strigoderma protea* y *S. sulcipenis* tuvieron actividad en noviembre. *Hoplopyga liturata* únicamente se presentó en enero.

Cuadro. 5. Distribución estacional de Scarabaeoidea en Los Ídolos. Los valores indican el número de organismos colectados por mes.

Especie	Época de lluvias			Época de nortes			
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
<i>Ataenius abditus</i>		1					
<i>Canthon cyanellus cyanellus</i>		7					
<i>Copris incertus</i>		1	1	2			
<i>Coprophanæus telamon corythus</i>		82			20	5	4
<i>Cyclocephala lunulata</i>	2						
<i>Cyclocephala mafaffa</i>	1						
<i>Cyclocephala ovulum</i>		4	2	4			
<i>Dichotomius colonicus</i>	6	4		1			
<i>Digithonthophagus gazella</i>	1						
<i>Euphoria leucographa</i>		1	3				
<i>Eurysternus mexicanus</i>	1						
<i>Germarostes nitens</i>	1						
<i>Hoplopyga liturata</i>						2	
<i>Nayarita viridinota</i>				1			
<i>Omorgus fuliginosus</i>		5				3	
<i>Onthophagus incensus</i>		3	1	2			1
<i>Onthophagus rhinolophus</i>		10	2	1		6	5
<i>Pachystethus viduus</i>				1			
<i>Paragymnetis flavomarginata poecilla</i>			1				
<i>Paranomala cincta</i>	2						
<i>Paranomala discoidallis</i>	1						
<i>Paranomala plurisulcata</i>	1	1		1			
<i>Pelidnota strigosa</i>	2		2				
<i>Scatimus ovatus</i>		3					
<i>Strigoderma protea</i>				3			
<i>Strigoderma sulcipenis</i>				2			
<b>Abundancia</b>	<b>18</b>	<b>122</b>	<b>12</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>16</b>	<b>10</b>
<b>Riqueza</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>





Al comparar con Trapiches, el mes de agosto no tiene ninguna especie ya que no se obtuvo ningún ejemplar a pesar de que el muestreo fue el mismo que en Los Ídolos. En esta localidad, el mayor número de especies fue siete, durante los meses de septiembre, octubre y diciembre, mientras que el mínimo de cinco en enero y febrero (Fig. 17). Los datos de precipitación y temperatura fueron los mismos, por lo que no hay cambios en este aspecto.

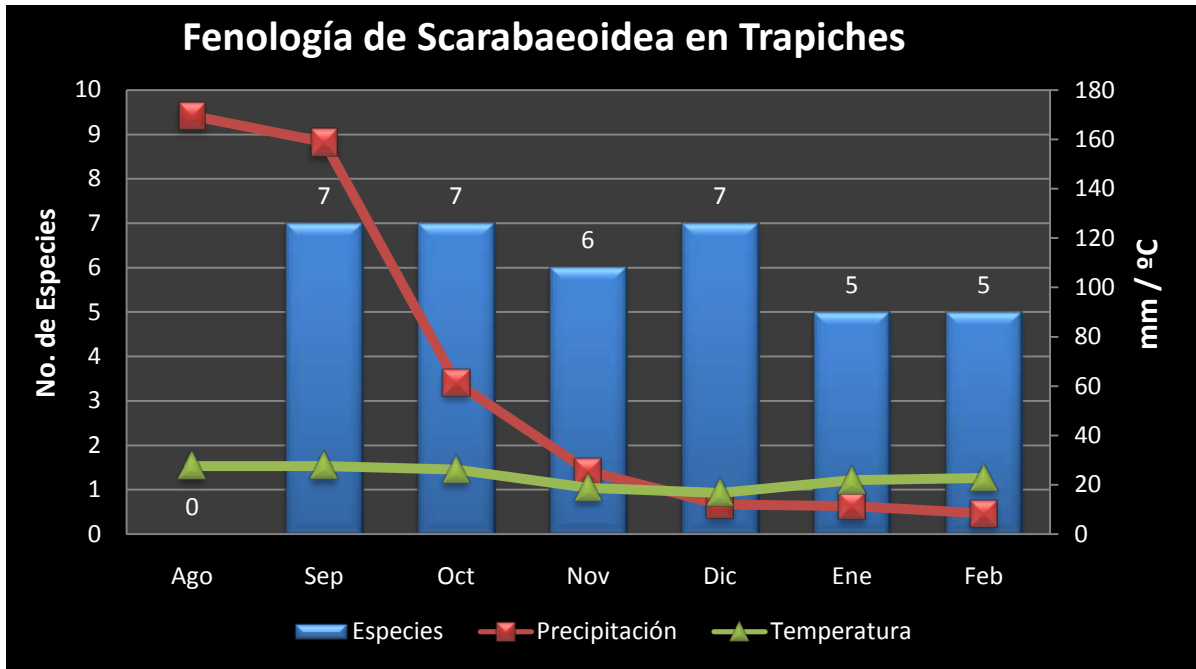


Fig. 17. Abundancia de escarabajos por mes en Los Ídolos.

Se puede observar en el Cuadro 6 que, al igual que en Los Ídolos, la mayor cantidad de escarabaeidos de Trapiches (181) estuvieron activos durante la época de lluvias, en los meses de septiembre y octubre. Las especies *Onthophagus incensus* y *Onthophagus rhinolophus* fueron las más constantes ya que se presentaron en todos los meses de colecta, exceptuando agosto; sin embargo algunas especies como *Canthon cyanellus cyanellus*, *Cyclocephala complanata*, *Euphoria leucographa*, *Germarostes nitens*, *Omorgus suberosus* y *Paranomala donovani* solo estuvieron presentes en un mes.

Cuadro. 6. Especies de Scarabaeoidea por mes en Trapiches.							
Especie	Época de llluvias			Época de nortes			
	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
<i>Cotinis mutabilis</i>				1	1		
<i>Canthon cyanellus cyanellus</i>		1					
<i>Coprophanaeus telamon corythus</i>		68	6	2	2	2	
<i>Cyclocephala complanata</i>			2				
<i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i>		9	1		1	2	
<i>Dichotomius satanas</i>				3	1		
<i>Euphoria leucographa</i>			1				
<i>Germarostes nitens</i>		2					
<i>Hoplopyga liturata</i>					2		2
<i>Omorgus suberosus</i>							1
<i>Omorgus fuliginosus</i>		1		3		1	1
<i>Onthophagus incensus</i>		16	9	5	9	15	7
<i>Onthophagus rhinolophus</i>		53	11	22	16	40	19
<i>Paranomala donovani</i>			1				
<b>Abundancia</b>		<b>150</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>30</b>
<b>Riqueza</b>		<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

## ANALISIS DE RESULTADOS

### Lista de especies

El ensamble de escarabajos encontrado en Los Ídolos presentó una composición de especies muy diferente a la encontrada en selva alta perennifolia (SAP), que era el tipo de vegetación original, y con presencia de elementos del bosque tropical caducifolio (BTC) y bosque mesófilo de montaña (BMM), reflejando una fauna mixta.

Las especies *Canthon cyanellus cyanellus*, *Copris incertus*, *Coprophanaeus telamon corythus*, *Cyclocephala lunulata*, *Cyclocephala mafaffa*, *Dichotomius colonicus*, *Digithonthophagus gazella*, *Eurysternus mexicanus*, *Onthophagus rhinolophus*, *Paranomala cincta*, *Paranomala plurisulcata* y *Pelidnota strigosa* encontradas en la zona de estudio, se han reportado en zonas de SAP como lo son Los Tuxtlas, Veracruz (Morón, 1979) y Cuetzalan, Puebla (Carrillo-Ruiz & Morón, 2003), pero también se han encontrado en áreas de BTC (Pacheco *et al.*, 2008) y hábitats fragmentados de BMM (Deloya *et al.*, 2007), como son los cafetales. Asimismo, *Ataenius abditus*, *Germarostes nitens*, *Omorgus fuliginosus*, *Onthophagus incensus* y *Scatimus ovatus* se han registrado en áreas de cafetales (Deloya *et al.*, 2007).

En Los Ídolos ya no hay presencia de elementos característicos de SAP, como especies de los géneros *Amithao*, *Anaides*, *Cnemida*, *Enema*, *Megasoma*, *Uroxys*, entre otros (Cuadro 7). Este hecho corrobora la hipótesis planteada sobre la baja diversidad de escarabajos esperada para la zona y la ausencia de algunos taxones.

Cuatro especies colectadas en Los Ídolos se citan por primera vez para el estado de Veracruz: *Cyclocephala ovulum*, la cual sólo ha sido encontrada para Morelos y Jalisco (Deloya & Morón, 1994); *Paragymnetis flavomarginata poecilla*, localizada sólo en Puebla, Morelos, Guerrero, México y Chiapas (Morón *et al.*, 1997); *Strigoderma protea*, observada sólo en Colima, Jalisco, Morelos, Nayarit, Puebla y Sonora (Morón *et al.*, 1997); *Nayarita viridinota*,



hasta el momento sólo estaba reportada para el estado de Nayarit (Morón & Nogueira, 1998).

A pesar de su cercanía, sólo el 31% de la fauna de escarabajos de Los Ídolos se comparte con Trapiches, localidad usada como referencia. Esto puede deberse a las diferencias en la cubierta vegetal, puesto que en Los Ídolos predomina el pastizal y en Trapiches existe un cafetal bajo sombra.

Cuadro 7. Géneros presentes en sitios con diferente composición vegetal. SAP= Selva Alta Perennifolia, BTP= Bosque Tropical Perennifolio, BMM= Bosque Mesófilo de Montaña.

Géneros	Los Ídolos, Ver. (SAP)	Trapiches, Ver. (SAP con cafetal)	Tuxtlas, Ver. (SAP)	Cuetzalan, Pue. (BTP)	Villaflores, Chis (BTP)	Veracruz (BMM con cafetal)
<i>Amithao</i>			x			
<i>Anaides</i>			x			x
<i>Aphodius</i>						x
<i>Aspidolea</i>			x	x		
<i>Ataenius</i>	x		x	x		x
<i>Ateuchus</i>			x			x
<i>Bolbelasmus</i>						x
<i>Canthon</i>	x	x	x	x		x
<i>Ceraspis</i>			x			
<i>Cerathocanthus</i>			x			x
<i>Cloetotus</i>			x			
<i>Cnemida</i>			x			
<i>Coelosis</i>			x			
<i>Copris</i>	x		x	x		x
<i>Coprophanaeus</i>	x	x	x	x		x
<i>Cotinis</i>		x	x	x	x	
<i>Cyclocephala</i>	x	x	x	x	x	
<i>Deltochilum</i>		x	x	x		x
<i>Dichotomius</i>	x	x	x	x		x
<i>Digithonthophagus</i>	x			x		
<i>Diplotaxis</i>			x	x	x	
<i>Dynastes</i>				x		
<i>Dyscinetus</i>			x	x	x	
<i>Enema</i>			x	x	x	
<i>Euetheola</i>					x	
<i>Euparixia</i>						x
<i>Euphoria</i>	x	x	x		x	
<i>Eurysternus</i>	x		x			x
<i>Genuchinus</i>			x			
<i>Germarostes</i>	x	x				x



Cuadro 7. Géneros presentes en localidades con diferente composición vegetal. Continuación.

Géneros	Los Ídolos, Ver. (SAP)	Trapiches, Ver. (SAP con cafetal)	Tuxtlas, Ver. (SAP)	Cuetzalan, Pue. (BTP)	Villaflores, Chis (BTP)	Veracruz (BMM con cafetal)
<i>Golofa</i>			x		x	
<i>Hemiphileurus</i>			x	x		
<i>Hetrogomphus</i>			x			
<i>Homophileurus</i>				x		
<i>Hoplia</i>				x		
<i>Hoplopyga</i>	x	x				
<i>Inca</i>			x			
<i>Isonychus</i>				x		
<i>Ligyris</i>			x	x	x	
<i>Macraspis</i>			x			
<i>Macropoides</i>			x			
<i>Megasoma</i>			x			
<i>Neoathyreus</i>						x
<i>Neocanthidium</i>			x			
<i>Ochodaeus</i>						x
<i>Odontotaenius</i>			x			
<i>Omorgus</i>	x	x				x
<i>Ontherus</i>			x			
<i>Onthophagus</i>	x	x	x	x		x
<i>Orizabus</i>				x		
<i>Pachystethus</i>	x			x	x	
<i>Paragymnetis</i>	x					
<i>Paranomala</i>	x	x	x	x	x	
<i>Pelidnota</i>	x		x	x	x	
<i>Phanaeus</i>			x			x
<i>Phileurus</i>			x	x	x	
<i>Phyllophaga</i>			x	x	x	
<i>Podischnus</i>			x			
<i>Polyphylla</i>				x		
<i>Scatimus</i>	x					x
<i>Spodistes</i>			x			
<i>Spurius</i>			x			
<i>Stenocrates</i>			x			
<i>Strategus</i>			x	x	x	
<i>Strigoderma</i>	x				x	
<i>Strigoderma</i>			x			
<i>Sulcophanaeus</i>			x			
<i>Termitodius</i>						x
<i>Uroxys</i>			x			
<i>Xylorictes</i>					x	

Dentro de la fauna muestreada en Los Ídolos, el 57% de las especies (15) se consideran como raras, debido a que sólo se componen de uno o dos individuos, por lo que sustentan los resultados generados por los estimadores, los cuales indican que la intensidad y tiempo del muestreo no fue suficiente para registrar el máximo número de taxones para este sitio.

### **Riqueza de familias**

A pesar de que en Los Ídolos se encontraron las mismas familias de escarabajos fitófagos y copro-necrófagos que en Los Tuxtlas, zona de selva alta perennifolia (SAP), el número de especies de cada familia fue considerablemente menor. Algunas de las causas de esta baja riqueza obedecen al reemplazo de la vegetación original por cultivos y zonas de ganadería, por lo que la calidad del suelo, su composición y las comunidades de organismos que viven en él han sido alteradas a lo largo de los años. Aunado a esto, el abuso en la aplicación de pesticidas y agroquímicos empleados ha provocado que muchos insectos ya no se encuentren habitando la zona de estudio.

En Los Ídolos, la familia Scarabaeidae estuvo compuesta por 11 especies, mientras que en Trapiches, se colectaron siete. En el caso de Melolonthidae, 14 especies se encontraron en Los Ídolos, disminuyendo a cinco en Trapiches. La familia Trogidae estuvo representada en Los Ídolos y Trapiches, por una y dos especies respectivamente. Esto se debe en gran parte a la presencia de cafetales, aunado al abuso de agroquímicos que los lugareños emplean para mejorar el rendimiento de sus cosechas como el Foley (Cuadro 8), el cual tiene la ventaja de ser selectivo para insectos chupadores, sobre todo cuando se absorben por las raíces (Coto & Saunders, 2004). Debido a esto es usado para combatir las larvas de muchos Melolonthidae, conocidas como "gallinas ciegas", las cuales se alimentan de raíces en los cultivos de maíz. Además del Foley, otro químico denominado Dragocson (Gramoxone) es muy usado antes de comenzar la siembra.



Cuadro 8. Variedad de agroquímicos empleados en la agricultura.		
Nombre comercial	Grupo químico	Toxicidad
Manzate	Carbamato	Ligeramente tóxico
<b>Foley</b>	Organofosforado	Extremadamente tóxico
Tamarón	Organofosforado	Altamente tóxico
Lannate	Carbamato	Altamente tóxico
Captan	Tioftalamidas	Extremadamente tóxico
<b>Gramoxone</b>	Bipiridilo	Moderadamente tóxico
Faena	Gliosato	Ligeramente tóxico
Ridomil	Fenilamina	Ligero a moderadamente tóxico

### **Diversidad de Especies**

La diversidad de especies de la zona de Los Ídolos fue baja ( $H'=2.021$ , cuadro 4). Este valor puede deberse principalmente al cambio de la composición vegetal, ya que en Los Tuxtlas se registró una diversidad mayor ( $H'=3.452$ , cuadro 4); sin embargo, es importante señalar que el ciclo anual de reproducción de las especies fitófagas y copro-necrófagas es de dos años en promedio, pero en algunas llega a ser de cuatro años (Morón, 1979; Morón et al., 1997; Morón, 2003), por lo que es probable que en este estudio no se hayan encontrado activas muchas de ellas, ya se realizó durante seis meses, abarcando parte de la época de lluvias y parte de la época de nortes. Cabe señalar que el estudio de Los Tuxtlas se llevó a cabo durante un año y cuatro meses (Morón, 1979).

El valor de equidad obtenido fue bajo ( $J=0.622$ , cuadro 4), donde posiblemente las abundancias relativas de las especies encontradas se hayan visto determinadas por el cambio en el uso del suelo, ya que algunas son sensibles a la fragmentación de su hábitat y tienden a permanecer en los fragmentos de bosque (Favila, 2004).

En Trapiches también se obtuvieron valores bajos de diversidad ( $H'=1.463$ , cuadro 4) y equidad ( $J=0.556$ , cuadro 4), probablemente por las mismas razones que en Los Ídolos, ya que las actividades cafetaleras se han realizado de forma intensiva.



### Gremios tróficos

Al comparar los resultados obtenidos en Los Ídolos con Trapiches y Los Tuxtlas (Fig. 18), se observa que los lamelicornios del área de estudio presentan una gama variada de hábitos alimentarios, semejantes a Los Tuxtlas, aunque en menor cantidad. De los 10 gremios diferentes que se encuentran en Los Tuxtlas, siete aún se encuentran en Los Ídolos y solo cuatro en Trapiches.

El reemplazo de la vegetación original indudablemente es la causa principal de la variación de gremios, ya que en Los Ídolos la mayor superficie está cubierta de pastos mezclados con cultivos que se rotan periódicamente y existen algunos vestigios de selva original, por lo que al cambiar la estructura de la vegetación, las especies fitófagas son dominadas por las saprófagas (Fig. 18). Especies como *Canthon cyanellus cyanellus* y algunas del género *Onthophagus* encontradas en el área de estudio, son indicadores de lugares abiertos con poca o escasa cubierta vegetal (Deloya, 2006).

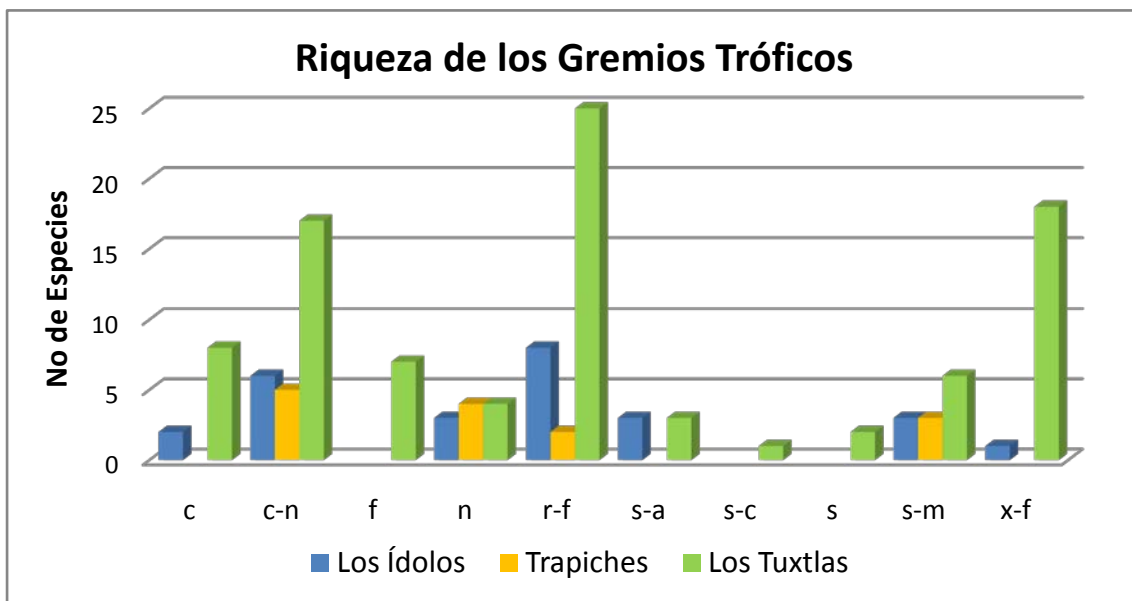


Fig. 18. Composición de gremios tróficos en diferentes sitios. c= coprófago, c-n= copro-necrófago, f= fitófago, n= necrófago, r-f= rizo-filófago, s-a= sapro-antófago, s=saprófago, s-m= sapro-melífago y x-f= xilo-filófago.

De igual forma, el reemplazo de la vegetación original de Trapiches hacia un cafetal bajo sombra, determina que los fitófagos estén poco representados, aunado al manejo del cafetal y uso intensivo de agroquímicos.



Esto puede ser la causa de que no se encontraran especies sapro-antófagas, xilo-filófagas ni estrictamente coprófagas (Fig. 18).

### **Abundancia de especies**

En el área de estudio (Los Ídolos) y en la localidad de referencia (Trapiches), las especies más abundantes son parte del gremio copro-necrófago. Las diferencias en la proporción de gremios obtenidos en ambos sitios (Figs. 14-15) pueden deberse al cambio en la vegetación original y al uso del suelo; sin embargo, no son los únicos factores, ya que el uso de los pesticidas y herbicidas es intenso en dichas zonas. Los agroquímicos afectan en gran medida la composición de las especies, no solo de las plagas que se desean controlar, sino de muchos otros organismos que son parte del ecosistema (Samways, 2005); en particular los insectos que se desarrollan en el suelo, como los escarabajos (Morón, 2010).

Un suelo poco alterado mantiene una proporción de las larvas rizófagas y saprófagas de escarabajos lamelicornios, la cual está acorde con la cantidad de materia orgánica disponible (Morón, 2010), pero cuando las características del suelo se modifican por químicos, se rompe el equilibrio. Esto también sucede en otros insectos, debido a que en algunos lugares se ha encontrado que el uso de herbicidas como el pentaclorofenol ha reducido las comunidades edáficas de colémbolos hasta un 80%, además de reducir muchas especies de estafilínidos y arañas (Samways, 2005).

La escasa abundancia de las especies fitófagas registrada en las dos localidades puede obedecer al efecto directo del agroquímico empleado, pero la bioacumulación de éste en el suelo por largos periodos de tiempo también pudo afectar a especies de los otros gremios (Samways, 2005), como se observa en Trapiches (Fig. 15).

Sin duda, el efecto que provocan estas causas también depende de la resistencia de cada especie a la fragmentación de su hábitat. Hay especies que



son más tolerables o que poseen una mayor facilidad a adaptarse en sitios alterados, como *Canthon cyanellus*, y existen otras que son más sensibles, como *Phanaeus* (Deloya, 2011).

### **Fenología**

Todos los insectos son considerados poiquiloterms y responden a las variaciones de su ambiente (Speight *et al.*, 1999). En general, la tasa de desarrollo de los insectos aumenta con la temperatura hasta un máximo de 30°C (Speight *et al.*, 1999), es por ello que en Los Ídolos el mayor número de especies de escarabajos se registró durante agosto y septiembre, meses con los valores más altos de temperatura (Fig. 16).

La precipitación es otro parámetro importante para el desarrollo de los insectos, la falta de lluvia puede causar la muerte o la deshidratación de los organismos, a la vez que influye en el crecimiento de las plantas de las que se alimentan los fitófagos (Speight *et al.*, 1999). Es por ello que en Los Ídolos la mayor riqueza de especies y abundancia de individuos se incrementó en agosto y septiembre, meses de mayor precipitación, y noviembre (Fig. 16), mes que marca el inicio de la época de nortes, caracterizada por tormentas y vientos que acarrearán humedad del océano.

Cabe señalar que en la localidad Trapiches (Fig. 17), no se aprecia el mismo efecto de la temperatura y precipitación, puesto que el mayor número de especies activas se presentó en meses con distintos valores como septiembre (27.5°C, 158.8 mm), octubre (26.2°C, 61.4 mm) y diciembre (16.7°C, 12 mm), lo cual puede deberse a las condiciones locales dentro del área.

La lluvia, en conjunto con la humedad y viento, determinan las condiciones microclimáticas de los sitios (Speight *et al.*, 1999), la dinámica de estos parámetros altera la composición de las biotas. Es por ello que las especies de Los Ídolos, que es una zona abierta, tienen una actividad distinta a la de Trapiches, que está conformada por un cafetal relativamente cerrado.



## CONCLUSIONES

En la zona de Los Ídolos se registraron 26 especies de escarabajos lamelicornios, de la cuales sólo ocho se comparten con Trapiches, localidad usada como referencia durante el mismo periodo de colecta. Con Los Tuxtlas, área con el tipo de vegetación similar al que se encontraba en la zona de estudio, también se comparten ocho especies.

La familia Melolonthidae tuvo una riqueza de 14 especies, mientras que Scarabaeidae estuvo representada por 11 especies y Trogidae por una especie. A pesar de que Melolonthidae fue la mayor riqueza, la abundancia fue mayor en Scarabaeidae.

La diversidad de Los Ídolos fue baja ( $H'=2.02$ ) en relación a Los Tuxtlas ( $H'=3.452$ ) y mayor a la de Trapiches ( $H'=1.46$ ).

Se obtuvieron siete gremios tróficos en Los Ídolos, de los cuales rizo-filófago posee la mayor riqueza de especies (8). El gremio más abundante fue copro-necrófago con 150 individuos.

Septiembre fue el mes con mayor actividad (12 especies) y abundancia (122 individuos) de escarabajos en Los Ídolos, aunque en agosto y noviembre el número de especies activas fue alto (10 especies). La temperatura y precipitación determinaron la fenología de las especies.

Los resultados obtenidos sugieren que existe un deterioro considerable en las condiciones del ambiente de Los Ídolos y Trapiches, por lo que se sugiere modificar las técnicas de manejo de los recursos y la aplicación de agroquímicos.

Es necesario continuar la recolecta de ejemplares para incrementar el conocimiento de Scarabaeoidea del área de estudio.



## LITERATURA CONSULTADA

- Bates, H.W. 1887-1889.** *Biologia Centrali-Americana. Insecta Coleoptera. Pectinicornia and Lamellicornia. Vol. II Parte 2.* [http://www.sil.si.edu/digitalcollections/bca/navigation/bca\\_13\\_05\\_10/bca\\_13\\_05\\_10\\_select.cfm](http://www.sil.si.edu/digitalcollections/bca/navigation/bca_13_05_10/bca_13_05_10_select.cfm)
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2003.** *Invertebrates.* 2º Ed. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Cardona, L. 2007.** *Biodiversidad: Todas las claves.* Editorial Océano Ámbar, 208p.
- Carrillo, H. & M.A. Morón. 2003.** Fauna de Coleoptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 88: 87-121.
- Chao, A., R.L. Chazdon, R.K. Colwell & T.J. Shen. 2005.** Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia. Pp. 85-96. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (Eds.). *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma.* m3m-Monografías Tercer Milenio, Vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza.
- Colwell, R.K. 2006.** *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples.* Version 8.0.0. Online at <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Costa, C. 2000.** Estado de Conocimiento de los Coleoptera Neotropicales. Pp. 99-114. En: Martín Piera, F., J.J. Morrone & A. Melic (Eds.). *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000.* m3m-Monografías Tercer Milenio, vol. 1. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza.
- Deloya, C. 1992.** Lista de las Especies de Coleoptera Lamellicornia del Estado de Veracruz, México (Passalidae, Trogidae, Lucanidae, Scarabaeidae y Melolonthidae). *Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología*, 2:19-32.
- Deloya, C. 2000.** Distribución de la Familia Trogidae en México (Coleoptera



Lamellicornia). *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 81: 63-76.

**Deloya, C. 2003.** Escarabajos Fitófagos y Degradadores de la materia vegetal y animal en la zona del centro de Veracruz, México (Coleoptera: Scarabaeoidea). *Sociedad Mexicana de Entomología*, 2: 275-280.

**Deloya, C. 2006.** Escarabajos fitófagos del bosque Mesófilo de montaña y comunidades derivadas en el centro de Veracruz, México (Coleoptera: Scarabaeoidea). Pp. 81-98. En: Castro Ramírez, A.E., M.A. Morón & A. Aragón (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, México.

**Deloya, C. 2011.** Escarabajos coprófagos y necrófagos (Insecta: Coleoptera: Scarabaeidae). Pp. 705-712. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. México.

**Deloya, C. & M.A. Morón. 1994.** *Listados Faunísticos de México V. Coleópteros lamellicornios del distrito de Jojutla, Morelos, México (Melolonthidae, Scarabaeidae, Trogidae y Passalidae)*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

**Deloya, C., V. Parra Tabla & H. Delfín González. 2007.** Fauna de Coleópteros Scarabaeidae Laparosticti y Trogidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) asociados al Bosque Mesófilo de Montaña, Cafetales Bajo Sombra y Comunidades Derivadas en el Centro de Veracruz, México. *Neotropical Entomology*, 36:5-21.

**Evans, A.V. & Ch.L. Bellamy. 1996.** *An Inordinate Fondness for Beetles*. A Peter Nevraumont Book. University of California Press. New York.

**Favila, M. A. 2004.** Los escarabajos y la fragmentación. Pp. 135-158. En: Guevara, S. *et. al.* (Eds.). *Los Tuxtlas, el paisaje de la sierra*. Instituto de Ecología, A. C.



- Favila, M. 2005.** Diversidad Alfa y Beta de los Escarabajos del Estiércol (Scarabaeinae) en Los Tuxtlas, México. Pp. 209-220. En: Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic. (Eds.). *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma.* m3m-Monografías 3er Milenio, Vol. 4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza.
- Gómez Pompa, A. 1966.** *Estudios botánicos en la región de Misantla, Veracruz.* Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, México.
- Halffter, G. & W.D. Edmonds. 1982.** *The Nesting Behavior of Dung Beetles (Scarabaeinae). An ecological and evolutive approach.* Instituto de Ecología. A.C. 176p.
- Kolman, B. & M.A. Morón. 2003.** Análisis Histórico de la Clasificación de los Coleoptera Scarabaeoidea o Lamellicornia. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)*, 90:175-280.
- Longino, J. T., J. Coddington, and R. K. Colwell. 2002.** *The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness three different ways.* Ecology 83: 689–702.
- Llorente Bousquets, J., E. González Soriano, A. García Aldrete & C. Cordero. 1996.** Breve Panorama de la Taxonomía de artrópodos en México. Pp. 3-14. En: Llorente Bousquets, J., A. García Aldrete & E. González Soriano (Eds.). *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México. Hacia una síntesis de su conocimiento.* Vol. 1. UNAM-CONABIO, México.
- Llorente Bousquets, J. & S. Ocegueda. 2008.** Estado del conocimiento de la biota. Pp. 283-322. En: *Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la diversidad.* CONABIO, México.
- Márquez Ramírez, W. & J. Márquez Ramírez. 2009.** Municipios con Mayor Diversidad en Veracruz. *Foresta Veracruzana en línea*, 11: [citado 2010-09-04].
- Martínez Ramos, 2008.** Grupos Funcionales. Pp. 365-412. En: *Capital natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad.* CONABIO, México.



- Magurran, N.A. 1988.** *Ecological diversity and its measurement.* Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- Mora Aguilar, E. & E. Montes de Oca. 2009.** Escarabajos Necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la Región Central baja de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 25: 569-588.
- Moreno, C.E. 2001.** Métodos para medir la biodiversidad. M & T Manuales y Tesis *Sociedad Entomológica Aragonesa*, vol.1. Zaragoza. 84 p.
- Morón, M.A. 1979.** Fauna de coleópteros Lamellicornios de la Estación de Biología Tropical U.N.A.M. "los Tuxtlas", Ver. México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México. 50, Ser. Zoología (1): Pp. 375-454.
- Morón, M. A. 1997.** Capítulo 1 Antecedentes. Pp. 1-8. En: *Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I Familia Melolonthidae.* Morón, M.A., B.C. Ratcliffe & C. Deloya (Eds.). CONABIO-Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. México.
- Morón, M.A. 2003.** *Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae.* Argania editio. Barcelona, España. 227p.
- Morón, M.A. 2004.** Escarabajos. 200 Millones de Años de Evolución. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz. *Sociedad Entomológica Aragonesa*, Zaragoza, España. 204 p.
- Morón, M.A. 2006a.** Patrones de Distribución de la Familia Scarabaeidae (Coleoptera), Pp. 271-293. En: Morrone, J. J. y J. Llorente Bousquets (Eds.), *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México.
- Morón, M.A. 2006b.** Patrones de Distribución de la Familia Melolonthidae (Coleoptera), Pp. 295-331. En: Morrone, J. J. y J. Llorente Bousquets (Eds.). *Componentes Bióticos Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las Prensas de Ciencias, UNAM, México.
- Morón, M.A. & C. Deloya. 1991.** Los Coleoptera Lamellicornia de la Reserva de la Biosfera "La Michilía", Durango, México. *Folia Entomológica Mexicana*.



81:209-283.

**Morón, M. A., C. Deloya & L. Delgado. 1988.** Fauna de Coleópteros Melolonthidae, Scarabaeidae y Trogidae de la Región de Chamela, Jalisco, México. *Folia Entomológica Mexicana*. 77: 313-378.

**Morón, M.A., B.C. Ratcliffe & C. Deloya (Eds.). 1997.** *Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. I Familia Melolonthidae.* CONABIO-Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. México. 278 p.

**Morón, M. A. & Nogueira, G.1998.** Adiciones y Actualizaciones en los Anomalini (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae) de la zona de Transición Mexicana (I). *Folia Entomológica Mexicana* 103: 15-54.

**Morón, M. A. & Terrón, R. 1988.***Entomología Práctica.* Instituto de Ecología A.C. 504 p.

**Navarrete Heredia, J. & Fierros López, H. 2001.** Coleoptera de México: Situación actual y Perspectivas de Estudio. Pp. 1-22. En: Navarrete Heredia, J., H. Fierros López & A. Burgos Solorio. *Tópicos sobre Coleoptera de México.* Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Guadalajara, México.

**Quintero, I. & Halffter, G. 2009.** Temporal changes in a community of Dung Beetles (Insecta: Coleoptera: Scarabaeinae) Resulting from the Modification and Fragmentation of Tropical Rain Forest. *Acta Zoológica Mexicana* 25:625-649.

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

**Reyes Castillo, P. & S. Boucher. 2003.** Familia Lucanidae. Pp. 169-174. En: Morón, M.A. 2003. *Atlas de los Escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia Vol. II Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae.* Argania editio. Barcelona, España.

**Reyes Castillo. P., C. V. Rojas-Gómez e H. Vazquez, 2006.** Patrones de Distribución de la Familia Passalidae (Coleoptera) Pp. 237-270. En: Morrone, J. J. y J. Llorente-Bousquets (Eds.). *Componentes Bióticos*





*Principales de la Entomofauna Mexicana*, Las prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F.

**Ribera, I. 1999.** Evolución, Filogenia y Clasificación de los Coleoptera (Arthropoda: Hexapoda). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*. 26:435-458.

**Rzedowski, J. 1978.** *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México. 432 p.

**Samways, J.M. 2005.** *Insect Diversity Conservation*. Cambridge University Press. 316 p.

**Sánchez y Gándara, A. 2006.** *Misantla: Cultura, Tradición y Leyenda*. Asociación para el Desarrollo Integral de la Región de Misantla (ASODIREMI), A.C. Misantla, Veracruz. 73 p.

**Solís, A. 2002.** *Escarabajos de Costa Rica*. 2ª Ed. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 132 p.

**Solís, A. 2004.** *Escarabajos Fruteros de Costa Rica*. Instituto Nacional de Biodiversidad. Editorial INbio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 238p.

**Speight, M.R., M.D. Hunter & A.D. Watt. 1999.** *Ecology of Insects. Concepts and applications*. Blackwell, Science. 350p.



## **ANEXO 1. Ilustraciones de las especies recolectadas en Los Ídolos y Trapiches.**

### Lámina. 1 MELOLONTHIDAE

#### Cetoniinae

1. *Euphoria leucographa* (Gory & Percheron, 1833). Los Ídolos y Trapiches
2. *Hoplopyga liturata* (Oliver, 1789). Los Ídolos y Trapiches
3. *Paragymnetis flavomarginata poecilla* Schawm, 1848. Los Ídolos
4. *Cotinis mutabilis* (Gory & Percheron, 1833). Trapiches

#### Dynastinae

5. *Cyclocephala lunulata* Burmeister, 1847. Los Ídolos
6. *Cyclocephala mafaffa* Burmeister, 1847. Los Ídolos
7. *Cyclocephala ovulum* Bates 1888. Los Ídolos
8. *Cyclocephala complanata* Burmeister, 1847. Trapiches





## Lámina 2. MELOLONTHIDAE

### Rutelinae

1. *Nayarita viridinota* Morón & Nogueira, 1998. Los Ídolos
2. *Pachystethus viduus* (Newman, 1838). Los Ídolos
3. *Paranomala cincta* (Say, 1835). Los Ídolos
4. *Paranomala discoidalis* (Bates, 1888). Los Ídolos
5. *Paranomala plurisulcata* Bates, 1888. Los Ídolos
6. *Paranomala donovani* Stephens, 1830. Trapiches
7. *Strigoderma sulcipes* Burmeister, 1844. Los Ídolos
8. *Strigoderma protea* Burmeister, 1844. Los Ídolos
9. *Pelidnota strigosa* La Porte, 1840. Los Ídolos







Lamina 3. SCARABAEIDAE

Aphodiinae

1. *Ataenius abditus* Haldeman, 1848. Los Ídolos

Ceratocanthinae

2. *Germarostes nitens* Guérin-Méneville, 1839. Los Ídolos y Trapiches
3. *Germarostes nitens* Guérin-Méneville, 1839. (vista lateral) Los Ídolos y Trapiches

Scarabaeinae

4. *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte, 1859. Los Ídolos y Trapiches
5. *Copris incertus* Say, 1835. (macho). Los Ídolos
6. *Copris incertus* Say, 1835. (hembra) Los Ídolos
7. *Dichotomius colonicus* (Say, 1835). (macho) Los Ídolos
8. *Dichotomius colonicus* (Say, 1835). (hembra) Los Ídolos



*Diversidad de escarabajos Fitófagos y Saprófagos en la Zona Arqueológica "Los Ídolos", Veracruz, México.*



Lámina 4. SCARABAEIDAE

1. *Coprophanaeus telamon corythus* (Harold, 1863).(macho) Los Ídolos y Trapiches
2. *Coprophanaeus telamon corythus* (Harold, 1863).(hembra) Los Ídolos y Trapiches
3. *Dichotomius satanas* (Harold, 1867). (macho) Trapiches
4. *Dichotomius satanas* (Harold, 1867). (hembra) Trapiches
5. *Eurysternus mexicanus* Harold, 1869. Los Ídolos
6. *Digithonthophagus gazella* (Fabricius, 1787). Los Ídolos
7. *Deltochilum gibbosum sublaeve* Bates, 1887. Trapiches
8. *Scatimus ovatus* Harold, 1862. Los Ídolos







Lamina 5. Scarabaeidae y Trogidae

1. *Onthophagus incensus* Say, 1835.(macho) Los Ídolos y Trapiches
2. *Onthophagus incensus* Say, 1835. (hembra) Los Ídolos y Trapiches
3. *Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869.(macho) Los Ídolos y Trapiches
4. *Onthophagus rhinolophus* Harold, 1869. (hembra) Los Ídolos y Trapiches

Troginae

5. *Omorgus suberosus* Fabricius, 1775. Trapiches
6. *Omorgus fuliginosus* Robinson, 1941. Los Ídolos y Trapiches



