

UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

ZONA: Poza Rica -Tuxpan

Maestría en Ciencias del Ambiente

"Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México"

TESIS

Que para obtener el Grado de: MAESTRO EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

PRESENTA:

Biol. Salvador Gómez Beda

Director:
Dra. Maribel Ortiz Domínguez

Co director: Dra. Ivette A. Chamorro Florescano

Asesor externo:
Dr. Mario E. Favila Castillo

Tuxpan, Ver. 2013

La presente Tesis titulada: "Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México", realizada por el C. Salvador Gómez Beda, bajo la dirección de la Dra. MARIBEL ORTIZ DOMINGUEZ y asesoría del consejo particular de la Dra. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO, ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS DEL AMBIENTE

DRA. MARIBEL ORTIZ DOMINGUEZ

DIRECTOR

DRA. IVETTE ALICIA CHAMORRO FLORESCANO

CODIRECTOR



UNIVERSIDAD VERACRUZANA Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Maestría en Ciencias del Ambiente



Beda Revisión del trabajo Recepcional del Alumno: Salvador Gómez

Veracruz, México" que presenta el sustentante para obtener el Título de Maestro, está terminado por lo que puede En la presente revisión se acordó que el trabajo recepcional denominado "Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, proceder a su inmediata impresión.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES LEONOR Y TARCISIO.

Por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación.

Motores de mi vida.

A MIS HERMANOS

Simplemente, por el agrado de integrar parte de los logros en la vida. En especial a Ma. Lourdes por su enorme apoyo.

A DIOS, por permitirme la vida.



AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero del CONACYT (beca de posgrado 268943) y por el apoyo financiero durante la estancia de movilidad. El presente trabajo, se realizó en el Laboratorio de Preservación y Conservación y Ecosistemas Tropicales, en el Área de Zoología, de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Campus-Tuxpan.

Este trabajo se desarrolló como parte del proyecto de investigación apoyado por el PROMEP como nuevo PTC (103.5/10/7748 PTC 491) otorgado a la Dra. Maribel Ortiz Domínguez.

A la Dra. Maribel Ortiz Domínguez, por su enorme apoyo incondicional y por haberme brindado la confianza y oportunidad de estar en su equipo de trabajo, permitiéndome mejorar mi desarrollo profesional.

A la Dra. Ivette Alicia Chamorro Florescano, por su ayuda en la realización de este trabajo.

AL Dr. Mario E. Favila, jefe de la Red de Ecoetología del Instituto de Ecología A. C., por sus comentarios acertados para la realización de esta tesis.

Al Biol. Fernando Escobar Hernández de la Red de Ecoetología del Instituto de Ecología A. C., por su apoyo en la identificación de los Scarabaeinae. Gracias grillo.

A la Comisión lectora, por sus comentarios acertados para que se mejorara el manuscrito final.

A los señores Rogelio, Higinio Sánchez y Sra. Clotilde, por haberme brindado la oportunidad de trabajar en sus predios, mismos que sirvieron para que pudiera realizar cada uno de los muestreos.

A Sara Valeria Méndez Hernández, por soportarme, comprenderme y sobre todo, apoyarme incondicionalmente durante este trayecto. Gracias por tu paciencia.

A Laura, Pamela, Deysi y Juan Pablo por su apoyo tanto en campo como en laboratorio, ya que a lo largo de este tiempo han pasado buenas y malas cosas, que siempre serán recordadas.

A los bichos, que sin ellos no hubiera sido posible realizar este importante trabajo.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	4
3. OBJETIVOS	13
4. AREA DE ESTUDIO	14
4.1 TUXPAN, VERACRUZ	14
4.2 TAMIAHUA, VERACRUZ	16
5. MATERIAL Y MÉTODOS	20
5.1 Sitios de muestreo	20
5.2 Método de trampeo	20
5.3 Clasificación e identificación de especímenes	21
5.4 Análisis de datos	22
6. RESULTADOS	24
6.1. Composición faunística local	24
6.2. Riqueza Específica	26
6.2.1 Ecosistemas	26
6.3. Diversidad	27
6.4. Dominancia	28
6.5. Abundancia de Especies	29
6.6. Fenología de los Scarabaeinae	29
6.7. Abundancia de especies por mes	
6.8. Curva de acumulación de especies (CAE)	33
6.9. Muestreo adicional	36
6.10. Análisis de los gremios	37
6.11. Dominancia de especies	38
6.12. Similitud de ecosistemas	41
6.13. Bioindicadores	43
7. DISCUSION	
8. CONCLUSIONES	
9. APLICACIONES PRACTICAS DEL TRABAJO	56
10 BIBI IOGRAFÍA	50

INDICE DE FIGURAS

Veracruz
Figura 2. Distribución y riqueza de especies por tipo de vegetación en Municipios de Tuxpan y Tamiahua, Ver26
Figura 3. Diversidad de acuerdo al índice de Shannon en los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz
Figura 4. Dominancia de especies de acuerdo al índice de Simpson para los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.
Figura 5. Riqueza de especies de Scarabaeinae registradas durante un año en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz
Figura 6. Abundancia total de los ejemplares colectados durante un ciclo anual en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Ver33
Figura 7. Curva de acumulación de especies de escarabajos colectados en fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua en el Norte de Veracruz
Figura 8. Curvas de acumulación de especies para cada uno de los fragmentos estudiados
Figura 9 . Segregación del nicho ecológico del gremio Scarabaeinae en tres zonas en Tuxpan y Tamiahua, Veracruz. Método de reubicación alimentos38
Figura 10. Especies en orden de abundancia, de la más a la menos abundante de los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua Veracruz40
Figura 11. Gráfica de dominancia y equidad de especies para los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua Veracruz41

Figura 12. Dendograma de los sitios estudiados en Tuxpan y Tamiahua, Ver., obtenido con el índice de Bray-Curtis42
Figura 13. Incidencia de especies para cada uno de los tres fragmentos: Selva Mediana Subperennifolia, Bosque de Encinos y Pastizal44
INDICE DE CUADROS
Cuadro 1. Abundancia de especies por tipo de vegetación dentro de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México
Cuadro 2. Fenología de los Scarabaeinae, especies colectadas en los fragmentos de vegetación de Tuxpan y Tamiahua, Ver31
Cuadro 3. Estimadores de riqueza de especies: a) Estimado general de acuerdo a la abundancia total; b) Acumulación de especies por sitio35
Cuadro 4. Predicción de nuevas especies en un muestreo adicional37
Cuadro 5. Matriz del índice de Bray-Curtis basada en la abundancia, entre los seis fragmentos de vegetación estudiados

RESUMEN

"Importancia de los Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) como bioindicadores del estado de conservación en vegetación fragmentada de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México"

Salvador Gómez-Beda

Se presenta el primer estudio sobre la biodiversidad de los Scarabaeinae en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, al Norte de Veracruz. Este gremio ha sido utilizado como bioindicador para evaluar el estado de conservación de la vegetación original, como consecuencia de la perdida de cobertura vegetal. Se estudiaron tres ecosistemas: selva mediana subperennifolia, bosque de encinos y un paisaje modificado (pastizal). El muestreo fue mensual a lo largo de un año, utilizando trampas pit-fall para la colecta de los organismos. Se obtuvo un total de 1201 especímenes correspondientes a 20 especies, 11 géneros y 6 tribus (Canthonini, Phanaeini, Onthophagini, Coprini, Dichotomiini y Euyristernini). La selva mediana obtuvo la mayor riqueza con 16 especies. El índice de Shannon mostró a la selva mediana como la más diversa (1.74). De acuerdo al índice de Simpson, la mayor dominancia fue para el pastizal (0.317). En general, la especie más abundante fue Canthon c. cyanellus. Los meses de mayor abundancia y riqueza fueron Septiembre y Octubre, que coinciden con la época de lluvias. De acuerdo a la curva de acumulación de especies, se capturó al 90.9% de las especies presentes en la zona. La equidad está mejor representada en el Bosque de Encinos. Así mismo, el bosque de encinos obtuvo la mayor similitud. Sin embargo, la selva mediana y el pastizal de igual manera fueron similares. Canthon femoralis y Onthophagus landolti fueron indicadores para la selva mediana subperennifolia, para el pastizal fue Canthon indigaceus y para el bosque de encinos está Ateuchus illaesus, Copris incertus y Euristernus mexicanus. En los tres sitios se encontró que el gremio de los escarabajos coprófagos domina sobre los necrófagos y generalistas (copronecrófagos). Se concluye que el reducido número de especies encontradas en el pastizal con dominancia de muy pocas especies, en comparación con la selva y el bosque de encinos, sugiere que la perdida de especies por efecto del desmonte afecta directamente a las que viven dentro de remanentes naturales, pues quedan aisladas en fragmentos o parches, impidiendo el flujo génico entre poblaciones y contribuyendo a su extinción.

Palabras clave: Scarabaeinae, Bioindicador, Norte de Veracruz, Ecosistemas, Biodiversidad.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos 50 años, en el estado de Veracruz (México) ha habido un acelerado crecimiento, tanto en superficies de pastizales como en cabezas de ganado. Más de 4.5 millones de hectáreas se han dedicado a potreros, lo que equivale al 70% del territorio estatal (Martínez et al., 2000; Martínez et al., 2011). Junto a este crecimiento, está la expansión agrícola que se cumple a expensas de las áreas naturales forestadas. La tala de bosques, selvas y manglares nativos es una actividad que altera las condiciones ambientales y modifica la estructura de las comunidades biológicas. Por eso, la deforestación de ambientes naturales se considera una de las principales causas de la pérdida o extinción de varios grupos taxonómicos, principalmente extinciones locales de especies clave (Wilson, 1992). Esta y otras acciones antrópicas provocan la disminución de la diversidad biológica en numerosas regiones por efecto de la fragmentación.

La fragmentación de los ecosistemas forestales puede ser evaluada por medio de bioindicadores (Nichols *et al.*, 2008). Los bioindicadores son especies o grupos taxonómicos capaces de reflejar el estado de conservación, diversidad, endemismo y el grado de intervención o grado de perturbación en los ecosistemas naturales, siendo principales instrumentos a considerar en materia de conservación (Navarrete y Halffter, 2008a). La presencia o ausencia de estos bioindicadores revela la existencia de otros individuos relacionados con su hábitat (Halffter *et al.*, 2001; Andresen, 2003).

El uso de algunos invertebrados como indicadores biológicos de la alteración de los sistemas naturales tiene ventajas. Son importantes en el diseño de programas de monitoreo con posibles impactos en la calidad de los bosques, pues a través de ellos se evalúan los efectos de las acciones humanas (Halffter y Favila, 2000; Spector, 2006; Kryger, 2009) y se contribuye a enriquecer los inventarios (Halffter y Favila, 2000). Entre los principales invertebrados que se han utilizado como bioindicadores se encuentran los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae (Halffter y Favila, 1993; Favila y Halffter, 1997; Halffter *et al.*, 1992; Halffter y Favila, 2000; Davis *et al.*, 2001; Spector, 2006).

Los Scarabaeinae son escarabajos que se alimentan de estiércol (coprófagos), principalmente de vertebrados, aunque también pueden alimentarse de carroña (necrófagos) e incluso de frutos y restos vegetales en descomposición (Favila, 2001a, 2001b; Martínez et al., 2011). Este grupo de escarabajos se encarga de reincorporar al suelo la materia orgánica. Por su diversidad morfológica, los Scarabaeinae son importantes en el desarrollo y estabilidad de los ecosistemas, en virtud de su alta riqueza específica e importante papel ecológico (Jiménez-Ferbans et al., 2008; Martínez et al., 2011). Por sus hábitos y sensibilidad a perturbaciones medioambientales, son utilizados como herramienta en la caracterización biológica de ecosistemas (Díaz, 2002) y como grupo indicador (Romero, 2008; Halffter y Favila, 1993) para determinar diferencias o similitudes entre unidades de paisaje (Halffter et al., 1992).

Particularmente, en el estado de Veracruz, los Scarabaeinae se han utilizado como bioindicadores y la investigación ha sido enfocada para la región central baja (Mora-Aguilar y Montes de Oca, 2009) y la región sur, particularmente en los Tuxtlas (Halffter y Favila, 1993; Favila y Díaz, 1997; Favila y Halffter, 1997; Favila, 2004, 2005) donde se ha determinado que muchas especies, tienen preferencias por determinados microclimas dentro y fuera de la selva (Díaz *et al.*, 2010).

Cuando las selvas son fragmentadas por actividades antropogénicas, el hábitat de estos coleópteros es restringido a fragmentos muy pequeños resultando en un mosaico heterogéneo de ambientes (Navarrete, 2009). Sin embargo, cuando se rebasa el tamaño mínimo de los fragmentos útiles, los organismos ya no pueden adaptarse y se pierden. En la Zona Norte del Estado de Veracruz, específicamente para los municipios de Tuxpan y Tamiahua, no existe un estudio donde se evalúe el estado de conservación de los fragmentos de vegetación que aún existen.

Este es el primer estudio realizado en la zona norte del estado, donde se registró la diversidad de Scarabaeinae a lo largo de un año, específicamente para Tuxpan y Tamiahua, Veracruz. Este trabajo contribuirá al conocimiento de los Scarabaeinae como bioindicadores del impacto ambiental, pues al conocer la riqueza y abundancia faunística del gremio permitirá conocer el efecto que las actividades antropogénicas han causado al deforestar gran parte de la cobertura vegetal nativa en la zona.

2. ANTECEDENTES

Los escarabajos más primitivos aparecieron hace aproximadamente doscientos millones de años y se han encontrado fósiles que demuestran que se alimentaban de excrementos de dinosaurio (Martínez *et al.*, 2011). Sin embargo, a partir de los años '60 del siglo XX el estudio de los Coleoptera Scarabaeoidea, ha experimentado un incremento considerable. Tanto en lo que se refiere al número de científicos que se han dedicado al estudio de esta superfamilia y al número de trabajos publicados, como a las múltiples líneas de investigación que han desarrollado sobre estos organismos, en campo y en laboratorio (Halffter y Matthews, 1966; Halffter y Edmonds, 1982; Hanski y Cambefort., 1991).

Actualmente, los Scarabaeoidea o algunos de sus taxones subordinados, se han convertido en modelos únicos para investigar problemas de filogenia, biogeografía, evolución, ecología, biodiversidad, etología, anatomía, fisiología, citogenética, etc. (Onore *et al.*, 2003). La historia natural de los Scarabaeinae ha sido analizada a partir de observaciones en campo y laboratorio (Halffter y Matthews, 1966; Halffter y Edmonds, 1982).

Los escarabajos coprófagos son coleópteros agrupados dentro de la familia Scarabaeidae. Son un grupo muy diverso y abundante, con una amplia distribución mundial (Nichols et al., 2007). Este grupo de insectos está

representado en América por 71 géneros y aproximadamente 1,267 especies (Cambefort, 1991) distribuidas desde Argentina hasta Canadá. Sin embargo, Halffter y Edmonds (1982) argumentan que la subfamilia Scarabaeinae agrupa a unas 4,500 especies distribuidas en 200 géneros aproximadamente (Favila, 2001).

Los Scarabaeinae, aunado a que se alimentan de excrementos de vertebrados principalmente de mamíferos (Halffter y Edmonds, 1982), son potenciales dispersores secundarios, debido a que el 6 a 95% de las semillas que se encuentran en el estiércol pueden enterrarlas promoviendo la germinación de diversas especies, lo que es muy trascendental en áreas tropicales donde antes existían extensiones de selva y que ahora se han convertido en pastizales inducidos o en potreros. Así, la actividad de algunas especies contribuye a la movilización, germinación y regeneración de ciertas especies vegetales propias de las selvas (Martínez *et al.*, 2011).

En los ecosistemas terrestres, los insectos como los escarabajos peloteros, contribuyen significativamente a los procesos ecológicos de dispersión, supresión de parásitos, en el ciclo de nutrientes, la bioturbación, la polinización y dispersión secundaria de semillas (Andresen 2001, 2003; Losey y Vaughan, 2006; Nichols *et al.*, 2008). Los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) cumplen con estas y otras funciones de vital importancia en muchos ecosistemas diferentes, especialmente en las sabanas tropicales, bosques (Hanski y Cambefort., 1991) y selvas (Díaz, 2002, 2010).

Los coleópteros de la familia Scarabaeidae son un grupo que ha sido estudiado intensamente por naturalistas, taxónomos y entomólogos. Esta familia está integrada por tres subfamilias: Aphodiinae, Geotrupinae y Scarabaeinae. Casi todas las especies de Scarabaeinae, que es la subfamilia más numerosa, se encuentran en regiones tropicales y subtropicales, mientras que la mayoría de las otras dos subfamilias habitan en regiones templadas y frías (Morón, 2003). A pesar de ello, no todas las subfamilias han alcanzado un grado de conocimiento equivalente, tanto en su actualización taxonómica como en la composición faunística de cada región biogeográfica (Morón, 2006).

En México, desde 1962, el conocimiento sobre la distribución geográfica y ecológica de los Scarabaeidae se ha incrementado, debido al gran aporte realizado por Halffter (1962) en su publicación denominada *Explicación preliminar de la distribución de los Scarabaeidae mexicanos*. En México, la riqueza de especies de cada subfamilia de Scarabaeidae es diferente para cada estado y depende en gran parte de la diversidad de ambientes que están representados en cada región geográfica (Martínez *et al.*, 2011) y de la procedencia de los taxones. Sin embargo, se tiene que considerar el esfuerzo de muestreo o la intensidad con la que se ha explorado la fauna de escarabajos de cada entidad (Sánchez-Velázquez *et al.*, 2012).

Los estados donde se ha registrado la mayor diversidad de especies de Scarabaeidae son Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Puebla y Veracruz (Morón, 2003). Martínez y colaboradores, (2011) argumentan que México cuenta con poco más de 400 especies de escarabeidos y en Veracruz hay cerca de 160. La fauna mexicana de Scarabaeinae copro-necrófagos está representada por aproximadamente 235 especies, de las cuales el 39% (90 especies) se han registrado en Chiapas (Morón, 2003).

En Chiapas, Navarrete y Halffter (2008b) encontraron tres especies de Scarabaeinae no citadas anteriormente y dos de ellas también nuevas para México. Navarrete (2009) registró 49 especies; la especie dominante fue Canthon femoralis femoralis en selvas de buen estado de conservación y consideró como indicadores el género Sulcophanaeus como detector de selvas continuas, los Bdelyropsis como indicador de selvas fragmentadas géneros У Megathoposoma y Scatimus para bosques tropicales independientemente del estado de conservación.

Para el estado de Veracruz se han realizado investigaciones en la región central baja, donde Mora-Aguilar y Montes de Oca (2009), realizaron un estudio durante la época de lluvias en sitios con remanentes derivados del bosque tropical subcaducifolio perturbado, rodeados con vegetación secundaria y cultivos de la región Apazapan-Jalcomulco establecidos entre 280 y 450 msnm. Derivado del mismo estudio, encontraron 11 géneros y 18 especies de Scarabaeidae y

Trogidae que comprenden el 92% de las especies de escarabajos necrófagos posibles de ser encontradas en esa región. Canthon cyanellus cyanellus, Deltochilum gibbosum sublaeve y Coprophanaeus pluto fueron las especies más abundantes.

También en Veracruz, principalmente en la región de los Tuxtlas, Favila y Díaz (1997) realizaron un estudio con escarabajos copró-necrófagos y encontraron un total de 34 especies, determinando que la abundancia del interior del bosque fue notablemente más baja que la abundancia de especies de sitios abiertos. Rocha (2009), en su estudio realizado en dos paisajes de la Reserva de los Tuxtlas sobre hormigas y escarabajos copronecrófagos como indicadores biológicos, encontró un total de 28 especies de escarabajos.

En el trabajo anterior, Rocha, reportó la mayor riqueza de especies en el fragmento de la selva conservada, mayor a 40 ha y argumenta que la riqueza de especies total depende de la estructura del fragmento (área y forma). Por último, recomienda mantener fragmentos grandes de selva, no solo porque mantienen la mayor diversidad de especies, sino por que preservan la estructura, función y los procesos de las comunidades originales de hormigas y escarabajos copronecrófagos.

Las selvas son un ecosistema de importancia global por su alta heterogeneidad estructural, pero constantemente amenazado por la fragmentación (Navarrete y

Halffter, 2008a). En México, las selvas siempre verdes a pesar de ser uno de los ecosistemas más ricos del país, han visto reducida su extensión a tan solo el 10% de su distribución original (Dirzo y Miranda, 1991; Challenger, 1998)

La pérdida de diversidad biológica de las selvas tropicales es uno de los principales problemas y algunas de las consecuencias más graves de la fragmentación de los bosques tropicales lluviosos son la extinción de especies, la modificación de la biodiversidad y las alteraciones en el funcionamiento de los ecosistemas (Díaz, 2002). Es necesario ampliar el conocimiento taxonómico de los Scarabaeinae ya que proporciona información básica para realizar comparaciones biogeográficas y ecológicas entre las diferentes faunas estudiadas en México y el Continente Americano (Carrillo-Ruiz y Morón, 2003).

De manera general, existen dos grandes aproximaciones en el uso de grupos indicadores (Pearson, 1995; McGeoch, 1998):

Por un lado, taxones utilizados para estimar la biodiversidad de un área determinada, en lugar de intentar medir el número total de especies en un área, se usa el número de especies u otros grupos bien conocidos taxonómicamente, como un sustituto o estimador del número total de especies u otros taxones simpátricos (Kryger, 2009). A este grupo de especies o taxones se les denomina indicadores de biodiversidad (Halffter *et al.*, 2001).

Por otro lado, están aquellas especies o grupos de especies utilizadas para medir cambios ambientales o la influencia antrópica sobre las comunidades, en relación a fenómenos como la contaminación, deforestación y cambio en el uso del suelo. Si se trata de diagnosticar un sistema sometido a procesos de modificación ambiental o de establecer una estrategia de monitoreo. En este caso, los atributos biológicos y ecológicos hacen que las especies o grupo escogido sean sensibles a los disturbios. Estas especies o grupos son conocidos como indicadores de salud ambiental (Caro y O'Doherty, 1999), esto es, indicadores en un contexto más ecológico (Halffter *et al.*, 2001).

Las principales características de un buen grupo indicador han sido analizadas y discutidas en los trabajos de Halffter y Favila (1993) y, Favila y Halffter (1997). Para el presente trabajo con Scarabaeinae, se consideraron 6 criterios propuestos por Halffter *et al.* (2001), modificados de la propuesta de Pearson (1995):

1. Taxonomía bien conocida y estable.

Las especies con las que se trabaje deben ser identificables sin grandes problemas. Listas regionales e internacionales, así como revisiones del taxón y claves de identificación sirven como una aproximación del nivel de conocimiento sobre el grupo.

2. Historia natural bien conocida.

Estudios sobre el taxón alrededor del mundo pueden servir para ilustrar el nivel de conocimiento sobre su historia natural.

3. Poblaciones de fácil observación y manipulación.

La cuantificación de este criterio puede incluir el número acumulativo de especies en horas o días de observación. Si la asíntota de las curvas de acumulación de especies no puede ser alcanzada en varias semanas es difícil que sea un taxón adecuado.

4. Taxa superiores (orden, familia, tribu, género) con distribución geográfica amplia y en diversos tipos de hábitat.

Información publicada, en etiquetas de especímenes de museo y notas de campo, puede servir para conocer la amplitud de la distribución geográfica y en qué tipos de hábitat se encuentra el taxón. Taxa con distribución restringida serían útiles como indicadores de condiciones muy locales, aunque sin posibilidad de extrapolación y con limitada capacidad de comparación.

5. Taxa inferiores (especies y subespecies) sensibles y especializados a cambios en el hábitat.

La especialización de las poblaciones y especies hacia un hábitat determinado puede ser cuantificada con base en la información publicada. Frente a una mayor especialización de hábitat puede esperarse una mayor sensibilidad al disturbio.

6. Patrones de biodiversidad reflejados en otros taxa relacionados y no relacionados.

Para estudios de monitoreo, un taxón indicador debería mostrar patrones de respuesta a factores como la contaminación o degradación del hábitat que presagien patrones en otros miembros de la comunidad.

Finalmente y de acuerdo a lo anterior, Veracruz es un buen lugar para estudiar los efectos de la fragmentación sobre la diversidad biológica de los Scarabaeinae (Halffter y Arellano, 2001), esto es, que a largo plazo, permitan desarrollar programas de inventarios que aporten información sobre el estado de conservación (Pedraza *et al.*, 2010), la detección y evaluación de cambios biológicos y ecológicos, y por último, que permitan estimar el efecto de la fragmentación sobre la biodiversidad (Villarreal *et al.*, 2006).

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la riqueza y abundancia de los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae (Scarabaeidae), en fragmentos con diferentes tipos de vegetación en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

Objetivos particulares

- Realizar un inventario taxonómico de los Scarabaeinae encontrados en los diferentes tipos de vegetación de la zona.
- Determinar la riqueza específica, traducida en el número de especies en fragmentos con diferentes tipos de vegetación.
- Analizar la abundancia relativa de las especies, medida en el número de individuos por especie.
- Determinar la dominancia de especies de acuerdo al tipo de vegetación.
- Comparar la similitud de especies de Scarabaeinae que existe entre los ecosistemas estudiados.

4. ÁREA DE ESTUDIO

4.1. TUXPAN, VERACRUZ

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tuxpan se deriva del vocablo náhuatl *Tochtli-Pan*, *Tochtli* significa Conejo y *Pan*: lugar o en el sitio. Tuxpan significa en el lugar o en el sitio de los conejos o de la conejera. Se ubica al Norte del Estado de Veracruz, en las coordenadas Latitud Norte 20°57'46" y Longitud Oeste 97°24'01" a una altura de 10 msnm (Fig. 1), dentro de la región conocida como la Huasteca Baja. Es atravesada de poniente a oriente por el caudal del río Tuxpan que desemboca en el Golfo de México, formando la Barra del mismo nombre. Esta ciudad y puerto se encuentra ubicado a 320 km de la Ciudad de México, capital de la República Mexicana y es considerada como el puerto más cercano a la capital del país. El territorio municipal de Tuxpan tiene 1,061.90 km² y está constituido por 43 Congregaciones, 41 Rancherías y 1 poblado.

Colinda al norte con el municipio de Tamiahua; al poniente con el municipio de Temapache; al sur con los municipios de Tihuatlán y Cazones de Herrera y al oriente con el Golfo de México. El clima de acuerdo al sistema de clasificación de Köppen modificado por García (1973), el municipio presenta el tipo de clima A(w) que corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 24.9°C, siendo Enero el mes más frío y Junio el mes

más caluroso. Su precipitación media anual es de 1, 241 mm, presentando la estación seca de Noviembre a Mayo y la lluviosa de Junio a Octubre.

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

La vegetación del municipio es de tipo selva mediana subperennifolia, donde se encuentran árboles como el Chijol (*Piscidia piscipula*), el Sauce (*Salix alba*), Álamo (*Populus alba*), Palo mulato (*Bursera simaruba*), Ojite (*Brosimum alicastrum*) y predomina el chicozapote (*Manilkara sapota*) y la caoba (*Swietenia macrophylla*) (Gómez-Pompa, 1982). En estas regiones anteriormente se explotó caoba y chicle.

La fauna silvestre en el municipio es representada por una gran variedad de animales, entre los que se encuentran el coyote (*Canis latrans*), conejo (*Oryctolagus cuniculus*), armadillo (*Dasipus novemcinctus*), mapache (*Procyon lotor*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*), el ratón de campo (*Mus musculus*), tejón (*Meles meles*) y codornices (*Coturnix coturnix*). Víboras de coralillo (*Micrurus fulvius*), mazacuate (*Boa constrictor*), cuatro narices o nauyaca (*Bothrops atrox*), voladora (*Chrysopelea paradisi*, chirrionera (*Masticophis mentivarius*), iguana verde (*Iguana iguana*) y negra (*Ctenosaura pectinata*), así como una gran diversidad de insectos (INEGI, 2001).

Su suelo es de tipo feozem, gleysol, regosol y vertisol, el primero tiene una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica, el segundo presenta colores azulosos, verdosos o grises, el tercero se caracteriza por no presentar capas

distintas y ser claros, y el último presenta grietas anchas y profundas en época de sequías. Los suelos que sostienen la selva de esta zona son los acrisoles (INEGI, 2011).

ACTIVIDAD ECONÓMICA

Las principales actividades económicas con que cuenta el municipio son: La agricultura, ganadería, pesca e industria. Dentro de la agricultura, los principales productos agrícolas son: maíz, fríjol, chile y naranja. Existen 1,812 unidades de producción rural con actividad forestal, de las cuales 44 se dedican a productos maderables. Existe ganadería bovina de doble propósito, además de ganado porcino, ovino y equino. Así mismo, las granjas avícolas y apícolas tienen cierta importancia. También la pesca ha tenido un buen desarrollo y ha permitido la creación de cooperativas, muelles y embarcaderos.

Por último, dentro del municipio se han establecido industrias y compañías dedicadas al almacenamiento de gráneles, aceros, producción de energía eléctrica, construcción de plataformas, la autopista México-Tuxpan, en la zona hay posibilidades de la explotación de los derivados de los hidrocarburos y gas natural.

4.2 TAMIAHUA, VERACRUZ

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

El municipio de Tamiahua (Fig. 2) se encuentra ubicado en la zona norte del Estado, dentro de la Huasteca Veracruzana, en las coordenadas 21° 17' Latitud

Norte y 97° 27' Longitud Oeste, a una altura de 10 msnm (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

Limita al norte con Ozuluama de Mascareñas y Tampico Alto, al este con el Golfo de México, al sur con Temapache y Tuxpan, al oeste con Tamalín, Chinampa de Gorostiza, Naranjos Amatlán, Tancoco y Cerro Azul (INEGI, 2001).

Tiene una superficie de 1 018.5 Km², cifra que representa el 1.4% del total del Estado (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011). El municipio se encuentra ubicado en la región costera de la Huasteca; su suelo presenta extensas llanuras y cuenta con la Laguna de Tamiahua, de 110 km de longitud y por 25 km de ancho (INEGI, 2001).

Su clima es cálido-extremoso con una temperatura promedio de 23° C; su precipitación pluvial media anual es de 1,500 mm (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Los principales ecosistemas que coexisten en el municipio son el de selva mediana subperennifolia con Chicozapote (*Manilkara sapota*) y Pucté (*Terminalia buceras*), donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de conejos (*sylvilagus sp.*) y tuzas (*Geomys bursarius*). Así mismo, cuenta con pequeños fragmentos de Bosque de encino o Encinares, vegetación que se encuentra conformada principalmente por especies del género *Quercus*, entre otros. Está

constituida en su mayoría por el Encino *Quercus Oleoides*, mezclados con la Chaca (*Bursera simaruba*), Guácimas (*Guazuma ulmifolia*), Chico zopote (*Manilkara sapota*), Ébano (*Phithecollobium tortum*) y Cedro (*Cedrela odorata L.*) (Vicente y Vicente, 2007); albergando distintas especies de fauna como armadillos (*Dasipus novemcinctus*), conejos (*Oryctolagus cuniculus*), serpientes como la nauyaca o cuatro narices (*Bothrops atrox*) y la mazacoate (*Boa constrictor*).

Su suelo es tipo feozem, se caracteriza por una capa rica en nutrientes y está sujeto a la erosión por la inclinación del terreno. Se utiliza en 60% en agricultura y ganadería.

ACTIVIDAD ECONÓMICA

El municipio cuenta con una superficie total de 68,311.154 hectáreas dedicadas a la agricultura, de las que se siembran 46,645.851 hectáreas. Los principales productos agrícolas en el municipio y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: maíz 3,170, frijol 630, chile verde 270, naranja 1,871. Tiene 739 unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 49 se dedican a productos maderables. Por consiguiente, tiene una superficie de 36,442 hectáreas dedicadas a la ganadería con la actividad principal de cría y explotación de animales. Cuenta con 53,110 cabezas de ganado bovino de doble propósito, además de la cría de ganado porcino y ovino. Las granjas avícolas tienen cierta importancia. Por otro lado, la Actividad Pesquera es uno de las actividades que se ha desarrollado mayormente y ha permitido la creación de muelles y

embarcaderos. Finalmente, en el municipio se han establecido industrias medianas, destacando la industria de producción de ostión.

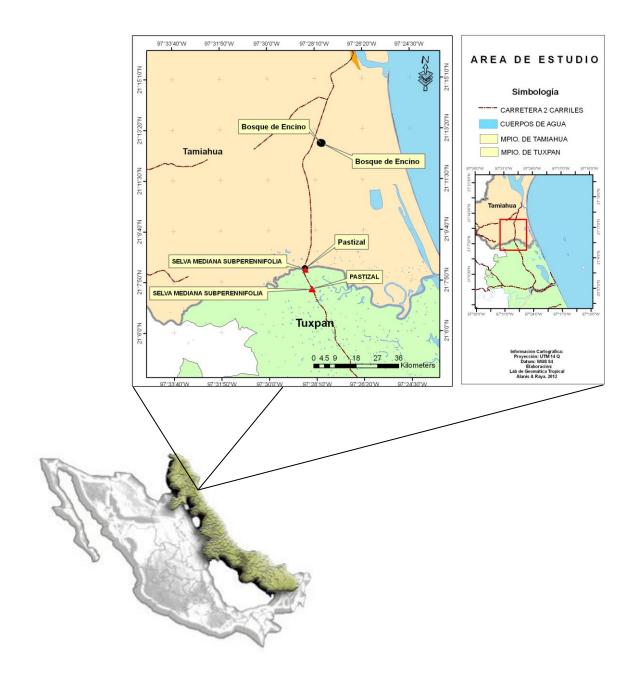


Figura 1. Localización del área de estudio, municipios Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Sitios de muestreo

Se realizaron salidas de prospección para seleccionar fragmentos de diferentes tamaños que reunieran características de la vegetación original de la Zona Norte del Estado de Veracruz. Se seleccionaron fragmentos con Bosque de Encinos, Selva Mediana Subperennifolia (Selva Mediana) y de Pastizal donde hubo cambio de uso de suelo para evaluar riqueza y abundancia de las especies de Scarabaeinae. Se realizó un muestreo aleatorio simple en cada sitio para colectar los Scarabaeinae, mensualmente, durante 12 meses para obtener los datos correspondientes a un ciclo anual completo.

5.2 Método de trampeo

El método de captura estandarizado que se utilizó en este estudio, es para muestreos cuantitativos e implica el uso de trampas pit-fall (recipientes plásticos de 500 ml y enterrados a nivel del suelo) cebadas con estiércol o calamar. Favila y Halffter (1997), argumentan que puede haber diferencias relacionadas con el tipo de trampa por lo que se utilizó el mismo tipo durante todo el estudio. Se colocaron dos juegos de cuatro trampas, dos cebadas con excremento (coprotrampas) y dos con calamar (necrotrampas). Se hicieron dos repeticiones por sitio o fragmento, cada juego se separó aproximadamente 100m dentro y fuera de cada fragmento para reforzar el muestreo y tener una mejor representatividad de las especies de

cada sitio. En época de lluvias, para proteger la trampa, se colocó un plato por encima de la trampa, a unos 20 cm.

Las trampas se levantaron 48 horas después de haberlas colocado y se llevaron al laboratorio de Preservación y Conservación de Ecosistemas Tropicales (área de zoología) de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Veracruzana en Tuxpan, Ver., para su procesamiento.

5.3 Clasificación e identificación de especímenes

El material colectado se revisó con ayuda de un microscopio de disección. Los especímenes de cada trampa se separaron de acuerdo a la especie y el número de individuos. Todos los ejemplares se fijaron con alfileres entomológicos y se colocaron en cajas entomológicas de acuerdo a Morón (2004).

La identificación de los especímenes colectados se realizó con el apoyo de las claves taxonómicas: Arnaud (2002) para la tribu Phanaeini; Delgado y Kohlmann (2007) para la identificación de especies del género *Uroxis*; Edmonds y Zidek (2010) para especies del género *Coprophanaeus*; Génier (2009) para las especies del género *Eurysternus*; Kohlmann y Solís (1997) para especies del género *Dichotomius*; Kohlmann y Solís (2001) para el género *Onthophagus*; Kohlmann (1984) para el género *Ateuchus*; Solís y Kohlmann (2002) para especies del género *Canthon y* por último, Solís y Kohlmann (2004) para el género *Canthidium*. Todo el material fue revisado por un especialista en Scarabaeinae del Instituto de

Ecología A. C. Xalapa, para corroborar la correcta identificación de los especímenes.

5.4 Análisis de datos

La información de todas las colectas se incorporó en una base de datos integral para realizar los análisis de diversidad alfa y beta. Primero se estimó la riqueza específica de los escarabajos copronecrófagos, esto fue con el número de especies por ecosistema. Así mismo, se estableció la diversidad por ecosistemas con el índice de Shannon-Wiener:

H'=∑pi*Inpi-pi

Después, se determinó la abundancia relativa espacial de cada especie identificada, utilizando el índice de Simpson:

Dónde pi=abundancia proporcional de la especie i. Es decir, el número de individuos de la especie i, dividido entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

Para el análisis de la diversidad se utilizaron curvas de acumulación de especies para cada paisaje, agrupándolos por tipo de vegetación, usando el programa EstimateS 8.2.0 (Colwell, 2009).

Para conocer la dominancia de especies que existe en los fragmentos estudiados, se manejó el modelo de dominancia/diversidad o Whittaker plots (dominance/diversity curve) obtenido el Inpi de la proporción de individuos de cada una de las familias.

Los posibles cambios en los gremios se analizaron de acuerdo a la proporción de especies coprófagas, necrófagas y generalistas para cada tipo de vegetación.

Para la diversidad beta, se empleó el coeficiente de similitud de Bray-Curtis, basada en la abundancia para examinar los cambios en la composición de especies en las diferentes áreas forestales. Este indica que cuando los valores del índice en las composiciones de las especies son idénticos y cuando el valor es cero no hay especies en común entre las muestras (Magurran, 2004).

6. RESULTADOS

6.1. Composición faunística local

Durante el presente trabajo se realizaron un total de 576 horas efectivas de trabajo, para la revisión total de 288 trampas. Se colectaron 1201 especímenes de Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera), identificándose un total de 20 especies correspondientes a 11 géneros y 6 tribus (Canthonini, Phanaeini, Onthophagini, Coprini, Dichotomiini y Euyristernini) que conforman la Subfamilia Scarabaeinae (Scarabaeidae).

LISTADO TAXONÓMICO DE LOS SCARABAEINAE DE LOS MUNICIPIOS DE TUXPAN Y TAMIAHUA, VERACRUZ, MÉXICO.

Canthonini

- 1. Canthon (Canthon) cyanellus LeConte, 1860
- 2. Canthon (Canthon) indigaceus indigaceus LeConte, 1866
- 3. Canthon (Glaphyrocanthon) circulatus Harold, 1868
- 4. Canthon (Glaphyrocanthon) femoralis (Chevrolat, 1834)
- 5. Pseudocanthon perplexus (LeConte, 1847)
- 6. Deltochilum (Hybomidium) lobipes Bates, 1887
- 7. Deltochilum (Deltochilum) scabriusculum scabriusculum Bates, 1887

Phanaeini

8. Coprophanaeus (Coprophanaeus) pluto pluto (Harold, 1863)

Onthophagini

- 9. Onthophagus (Onthophagus) incensus Say, 1835
- 10. Onthophagus (Onthophagus) corrosus Bates, 1887
- 11. Onthophagus (Onthophagus) landolti Harold, 1880

Coprini

- 12. Copris incertus Say, 1835
- 13. Copris laeviceps Harold, 1869

Dichotomiini

- 14. Ateuchus illaesus (Harold, 1868)
- 15. Dichotomius amplicollis (Harold, 1869)
- 16. Dichotomius colonicus (Say, 1835)
- 17. Canthidium (Eucanthidium) pseudopuncticolle Solís & Kohlmann, 2003
- 18. Uroxys boneti Pereira & Halffter, 1961
- 19. Uroxys deavilai Delgado & Kohlmann,2007

Eurysternini

20. Eurysternus (Eurysternus) mexicanus Harold, 1869

6.2 Riqueza Específica

6.2.1 Ecosistemas

La distribución y riqueza de especies de Scarabaeinae para cada uno de los fragmentos de vegetación analizados se muestran en la figura 2, donde se observa que la Selva Mediana ostenta la mayor riqueza con 16 especies (80%); seguida del Bosque de Encinos representado con 15 especies (75%) y el Pastizal ostenta la menor riqueza con 7 de las 20 especies (35%).

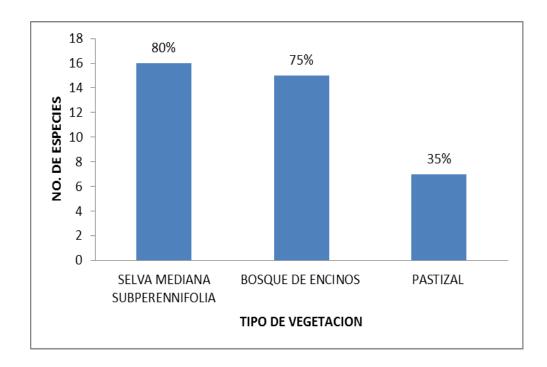


Figura 2. Distribución y riqueza de especies por tipo de vegetación en Municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.3. Diversidad

La diversidad mostró que tanto la Selva Mediana como el Bosque de Encinos (Encinar) de acuerdo al índice de Shannon, manifiestan mayor diversidad (1.74 y 1.72, respectivamente) y disminuye a medida que se producen cambios en los ecosistemas; viéndose reflejado en el Pastizal, que presenta el valor más bajo de diversidad de acuerdo al índice (1.30) (Figura 3).

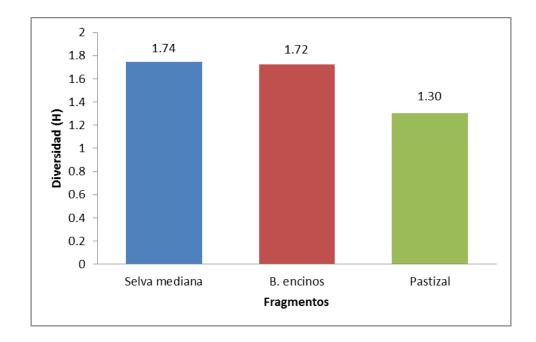


Figura 3. Diversidad de acuerdo al índice de Shannon en los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.4. Dominancia

De acuerdo al índice de Simpson (Figura 4), la dominancia se presentó de una manera inversa a la diversidad, dando como resultado que el Pastizal presentó la mayor dominancia (0.317), seguido del Bosque de Encinos (0.280) y por último, la Selva Mediana mostró una baja dominancia con 0.230.

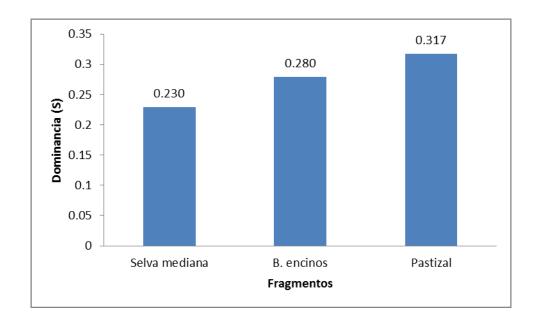


Figura 4. Dominancia de especies de acuerdo al índice de Simpson para los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.5. Abundancia de Especies

La abundancia de los Scarabaeinae fluctúa para cada uno de los sitios estudiados. El Cuadro 1 muestra que la especie *Canthon cyanellus cyanellus* cuenta con la mayor abundancia (322 organismos distribuidos en los 3 ecosistemas), seguida de *Canthon circulatus* con 259 ejemplares y *Canthidium pseudopuncticolle* con 183 organismos. Cabe señalar que *Canthon circulatus* sólo se encontró en los fragmentos de Selva Mediana y Bosque de Encinos. Las especies menos representadas fueron: *Canthon indigaceus* (3 individuos), *Pseudocanthon perplexus* y *Deltochilum* s. *scabriusculum* (dos especímenes) y por último, *Canthon femoralis, Onthophagus landolti, Copris incertus Dichotomium colonicus* y *Euristernus mexicanus*, con 1 ejemplar para cada especie (Cuadro 1).

6.6. Fenología de los Scarabaeinae

Las especies de Scarabaeinae están presentes durante todo el año (Cuadro 2, Figura 5). Sin embargo, en la temporada de secas, comprendida entre abril y mayo, se observan pocas especies (8 y 4, respectivamente). El número de especies aumenta en los meses de Julio y Agosto (9 y 10 especies respectivamente), alcanzando los valores más altos en Septiembre y Octubre (fin de Verano y principio de Otoño) con 12 especies cada mes. Nuevamente, a partir del mes de Noviembre, desciende el número de especies y el valor mínimo se registra en el mes de Diciembre. Este periodo coincide con la época invernal.

Cuadro 1. Abundancia de especies por tipo de vegetación dentro de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, México.

ESPECIES	V	TOTAL		
ESPECIES	S. M.	B. E.	PAST.	COLECTADO
Canthon (Canthon) cyanellus	212	3	107	322
Canthon (Canthon) indigaceus			3	3
Canthon circulatus	175	84		259
Canthon femoralis	1			1
Pseudocanthon perplexus	1		1	2
Deltochilum lobipes	26	12	5	43
Deltochilum s. scabriusculum	1	1		2
Coprophanaeus pluto pluto	43	2	21	66
Onthophagus incensus	95	39		134
Onthophagus corrosus	33	1	84	118
Onthophagus landolti	1			1
Copris incertus		1		1
Copris laeviceps	1	4		5
Ateuchus illaesus		18		18
Dichotomius amplicollis	21	6		27
Dichotomius colonicus	1			1
Canthidium pseudopuncticolle	2	4	177	183
Uroxys boneti	7	1		8
Uroxys deavilai	2	4		6
Eurysternus mexicanus		1		1

Fragmentos de vegetación: **S. M.**: Selva Mediana; **B. E.**: Bosque de Encinos; **PAST.**: Pastizal.

Cuadro 2. Fenología de los Scarabaeinae, especies colectadas en los fragmentos de vegetación de Tuxpan y Tamiahua, Ver.

ESPECIE	MESES DE CAPTURA											
ESPECIE	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
Canthon (Canthon) cyanellus	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ			Χ
Canthon (Canthon) indigaceus						Χ	Χ					
Canthon circulatus	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	
Canthon femoralis							Χ					
Pseudocanthon perplexus	Χ									Χ		
Deltochilum lobipes	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ				
Deltochilum s. scabriusculum					Χ		Χ					
Coprophanaeus pluto pluto				Χ	Χ	Χ	Χ	Χ				
Onthophagus incensus	Χ			Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ	Χ
Onthophagus corrosus	Χ		Χ	Χ	Χ	Χ	Χ		Χ	Χ	Χ	Χ
Onthophagus landolti			Χ									
Copris incertus	Χ											
Copris laeviceps	Χ				Χ	Χ						
Ateuchus illaesus						Χ	Χ	Χ		Χ	Χ	
Dichotomius amplicollis			Χ	Х	Χ	Χ	Χ	Χ				
Dichotomius colonicus										Χ		
Canthidium pseudopuncticolle		Χ	Χ	Х	Χ	Х	Χ	Χ		Χ	Х	Χ
Uroxys boneti				Х		Х			Х	Χ	Х	
Uroxys deavilai								Х	Χ		Х	
Eurysternus mexicanus												Х

Nota: Las cruces (x) indican los meses en que fueron capturados.

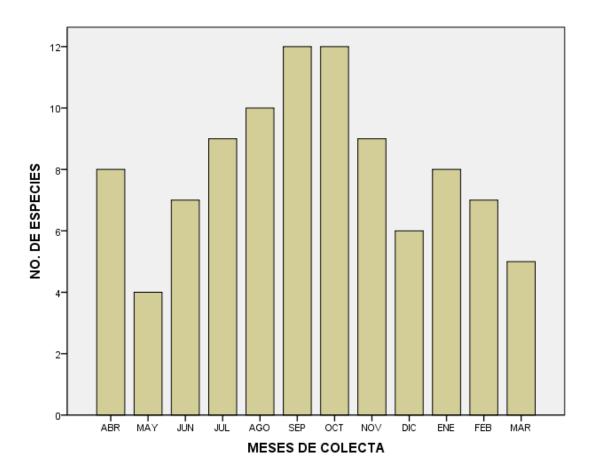


Figura 5. Riqueza de especies de Scarabaeinae registradas durante un año en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.7. Abundancia de especies por mes

La abundancia obtenida durante las colectas se muestra en la figura 6. El mes de Septiembre mostró la mayor abundancia con 274 organismos, seguida del mes de Octubre (243 organismos) y el mes de Agosto con 155 organismos. Estos meses están ligados a la época de lluvias. Así mismo, los meses en los que se obtuvo la

menor abundancia fueron Mayo, Diciembre y Marzo (con 19, 55 y 33 ejemplares respectivamente).

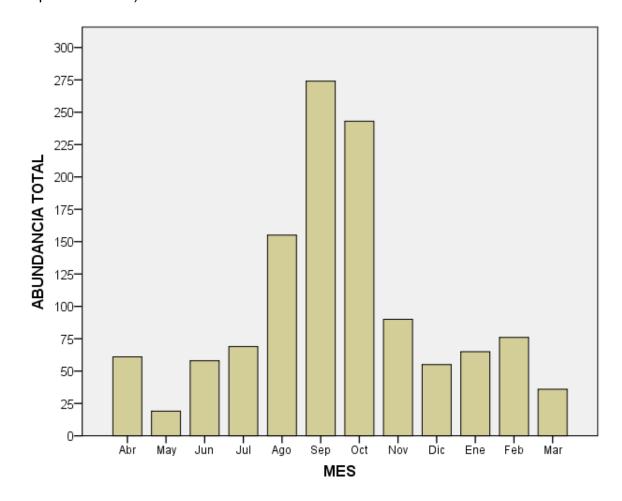


Figura 6. Abundancia total de los ejemplares colectados durante un ciclo anual en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.8. Curva de acumulación de especies (CAE)

De acuerdo a la curva de acumulación de especies, la proporción faunística registrada fue del 90.9% (Figura 7). Mientras que los estimadores de riqueza

específica sugieren que se pueden colectar de dos a cuatro especies más a las obtenidas en este trabajo (Cuadro 3a).

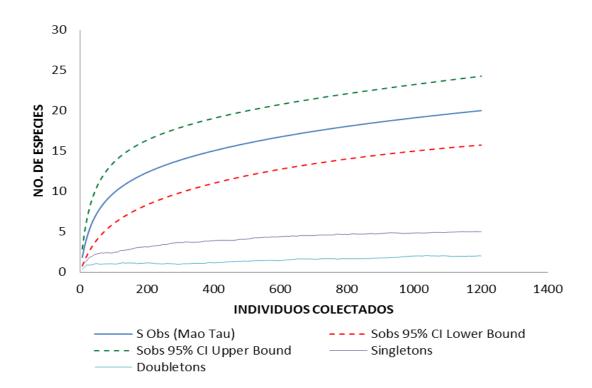


Figura 7. Curva de acumulación de especies de Scarabaeinae colectados en fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua en el Norte de Veracruz. Las líneas roja y verde representan el intervalo a 95% de confianza (Estimador Mao Tau).

La evaluación de la eficiencia de muestreo para cada tipo de vegetación (Cuadro 3b y Figura 8) de acuerdo a los estimadores usados, mostró que en la Selva Mediana se pudieron haber colectado de 16 a 31 especies más, dando del 51.6% al 100%. Para el Bosque de Encinos pudieron haberse colectado de 17 a 21 especies, obteniendo de 71.4% a un 93.75% de eficiencia y para el Pastizal se colectaron la totalidad de los ejemplares esperados, teniendo el 100% de la eficiencia de muestreo.

Cuadro 3. Estimadores de riqueza de especies: a) Estimado general de acuerdo a la abundancia total; b) Acumulación de especies por sitio.

a)

Mao Tau 95% IC	Mao Tau SD	ICE Mean	Chao 1 Mean	Chao 2 Mean	MMMeans
24.27	22.18	25.11	23.33	23.31	19.63

b)

SITIOS	E. OBS.		INDICES				% Eficiencia de Muestreo			
		CHAO 1	CHAO 2	ICE	MMMeans	CHAO 1	ICE	MMMeans		
Selva M.	16	21	22.9	31.3	15.82	76	51.6	100		
Encinar	15	20	18.27	21.0	16.99	75	71.4	93.75		
Pastizal	7	7	7	7.46	7.33	100	100	100		

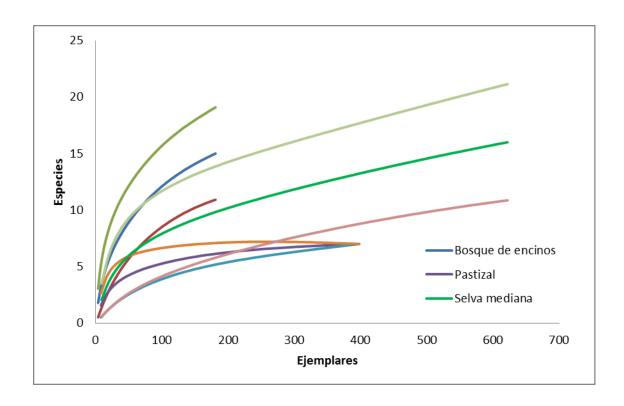


Figura 8. Curvas de acumulación de especies para cada fragmento. Límites inferior y superior de los intervalos de confianza del 95% para la riqueza paisajística de escarabajos del estiércol y la riqueza observada para los tipos de vegetación.

6.9. Muestreo adicional

De acuerdo a los estimadores del programa SPADE (Chao y Shen, 2010), se pudo observar que para encontrar de 1 a 3 especies, se tienen que capturar 1000 ejemplares más (Cuadro 4).

Cuadro 4. Predicción de nuevas especies en un muestreo adicional

Estimator/Model	Estimate	Est_s.e.	95% Confidence interval
Efron & Thised (1976)	3.2	2.2	(0.0, 7.41)
Boneh et al. (1998)	1.6	0.6	(0.5, 2.7)
Solow & Polasky (1999)	3.0	2.1	(0.0, 7.1)
Shen et al. (2003)	3.0	1.9	0.0, 6.7)

6.10. Análisis de los gremios

La comparación de gremios se hizo de acuerdo a la proporción de especies coprófagas, necrófagas y generalistas capturadas para los diferentes tipos de vegetación (Figura 9). El gremio de los coprófagos predomina con 10 especies, tanto en el Bosque de Encinos como en la Selva Mediana. Ambos fragmentos presentan una mayor dominancia de especies coprófagas con respecto al pastizal que presenta dos especies. Con respecto a las especies necrófagas, el comportamiento fue muy similar para los tres tipos de vegetación (2 especies cada uno). Las especies generalistas en la Selva Mediana, estuvieron representadas por 4 especies y para el Bosque de Encinos y Pastizal con 3 especies cada uno.

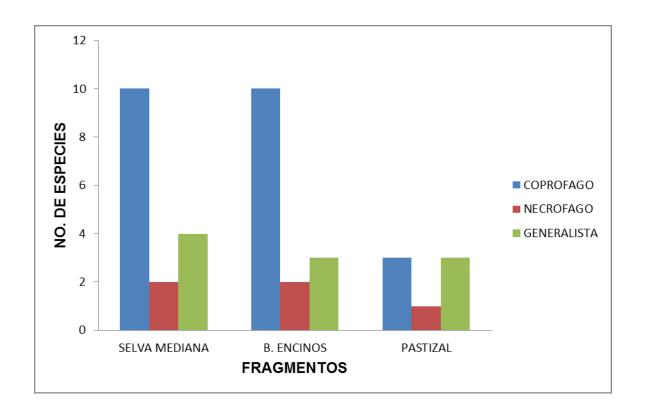


Figura 9. Segregación del nicho ecológico del gremio Scarabaeinae en tres zonas en Tuxpan y Tamiahua, Veracruz. Método de reubicación de alimentos.

6.11. Dominancia de especies

La Figura 10 muestra las curvas de abundancia relativa de escarabajos copronecrófagos estudiados en los tres fragmentos de vegetación. La riqueza total de las especies no se diferenció entre la Selva Mediana y el Bosque de Encinos, pero si en el Pastizal. La distribución de las especies con respecto a su abundancia cambia desde la Selva hasta el Pastizal. En la Selva Mediana se observan 3 grupos, el primero en la parte superior de la curva, está constituida por

especies típicas, entre las cuales dominan *Canthon c. cyanellus*, *Canthon circulatus* y *Onthophagus incensus*. El segundo grupo está constituido por especies que podemos encontrar con mayor frecuencia en otros hábitats fuera de la Selva Mediana, como *Coprophanaeus pluto* y *Onthophagus corrosus* y por último existen especies menos abundantes como *Canthon femoralis*, *Copris laeviceps* y *Deltochilum scabriusculum*.

A pesar de que la riqueza de especies es similar entre el Bosque de Encinos y la Selva Mediana, en la última hay una relación de alta dominancia de dos especies (*C. cyanellus y C. circulatus*). Estas dos especies concentran la mayor parte de los individuos colectados. Sin embargo, en el Pastizal la pendiente de la curva se nota más pronunciada, aquí, una especie es la que domina (*Canthidium pseudopuncticolle*), mientras que el resto de las especies presentan baja incidencia de captura.

La equidad está mejor representada en el Bosque de Encinos, ya que se muestra que no hay una dominancia significativa de alguna de las especies, reflejando así una alta diversidad y por tanto una mayor equidad (Figura 11).

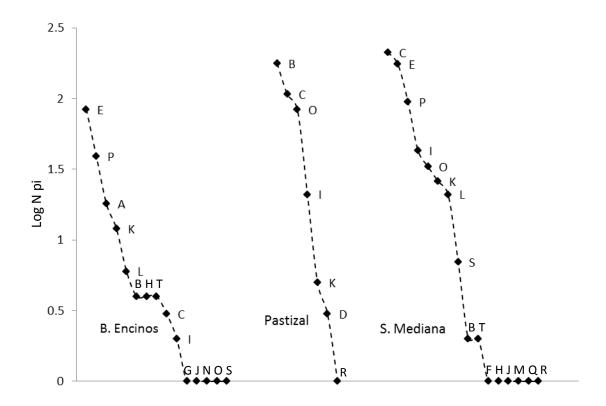


Figura 10. Especies en orden descendente de abundancia, en los tres tipos de vegetación en los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Ver. A= Ateuchus illaesus, B= Canthidium pseudopuncticolle, C= Canthon cyanellus, D= Canthon indigaceus indigaceus, E= Canthon circulatus, F= Canthon femoralis, G= Copris incertus, H= Copris laeviceps, I= Coprophanaeus pluto, J= Deltochilum scabriusculum, K= Deltochilum lobipes, L= Dichotomius amplicollis, M= Dichotomius colonicus, N= Eurysternus mexicanus, O= Onthophagus corrosus, P= Onthophagus incensus, Q= Onthophagus landolti, R= Pseudocanthon perplexus, S= Uroxys boneti, T= Uroxys deavilai.

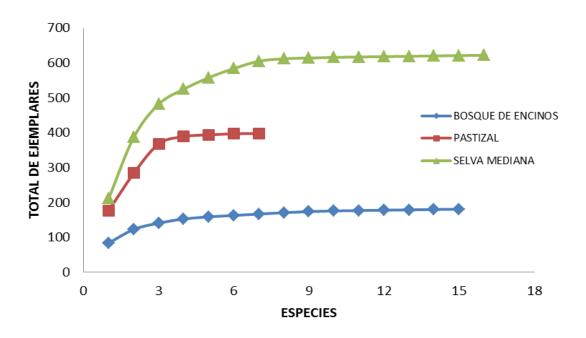


Figura 11. Gráfica de dominancia y equidad de especies para los tres fragmentos de vegetación de los municipios de Tuxpan y Tamiahua, Veracruz.

6.12. Similitud de ecosistemas

De acuerdo al índice de similitud de Bray-Curtis (Cuadro 5, Figura 12), se muestran tres grupos. El grupo I está conformado por el Pastizal 1. El grupo II está formado por el Bosque de Encinos 1 y 2 y el grupo III está representado por la Selva Mediana 1, 2 y el Pastizal 2.

Cuadro 5. Matriz del índice de Bray-Curtis basada en la abundancia, entre los seis fragmentos de vegetación estudiados.

	Selva M. 1	Selva M. 2	B. Encinos 1	B. Encinos 2	Pastizal 1	Pastizal 2
Selva M. 1		0.375	0.53333333	0.5625	0.28571429	0.35714286
Selva M. 2			0.61538462	0.35294118	0.33333333	0.30769231
B. Encinos 1				0.6	0.30769231	0.28571429
B. Encinos 2					0.26666667	0.25
Pastizal 1						0.85714286
Pastizal 2						

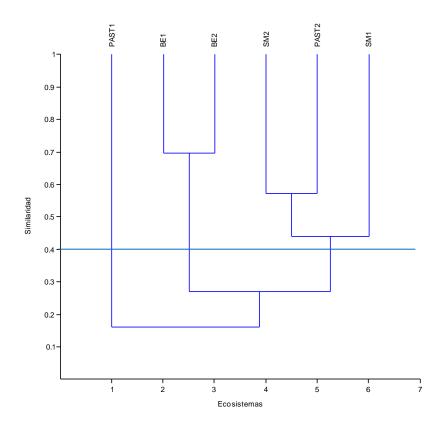


Figura 12. Dendograma de los sitios estudiados en Tuxpan y Tamiahua, Veracruz, obtenido con el índice de Bray-Curtis. **SM**= Selva Mediana, **BE**= Bosque de Encinos, **PAST**= Pastizal

6.13. Bioindicadores

El Cuadro 1 y la Figura 13 indican la distribución de las 20 especies encontradas y el número de individuos de cada una de estas especies; así mismo, se puede apreciar cuales especies tienen el potencial de ser bioindicadores de ambientes fragmentados.

Especies como Canthon femoralis y Onthophagus landolti son especies que sólo tuvieron presencia en la Selva mediana. Para el caso del Bosque de Encinos, las especies que solo se encontraron y que fueron exclusivas son Ateuchus illaesus, Copris incertus y Euristernus mexicanus. Sin embargo, existen especies que se encontraron tanto en la Selva Mediana como en el Bosque de Encinos, pero que no se presentan en el Pastizal; estas especies son: Canthon circulatus, Onthophagus incensus, Dichotomius amplicollis, Uroxis boneti, U. deavilai, Copris laeviceps y Deltochilum scabriusculum.

En el Pastizal, se encontró únicamente a *Canthon indigaceus*. Especies como *Canthon cyanellus*, *Canthidium pseudopuncticolle*, *Onthophagus corrosus*, *Coprophanaeus pluto*, *Deltochilum lobipes*, se encontraron en todos los ambientes siendo características de áreas abiertas. *Pseudocanthon perplexus* puede ser considerada de igual manera como un indicador de perturbación de un ambiente.

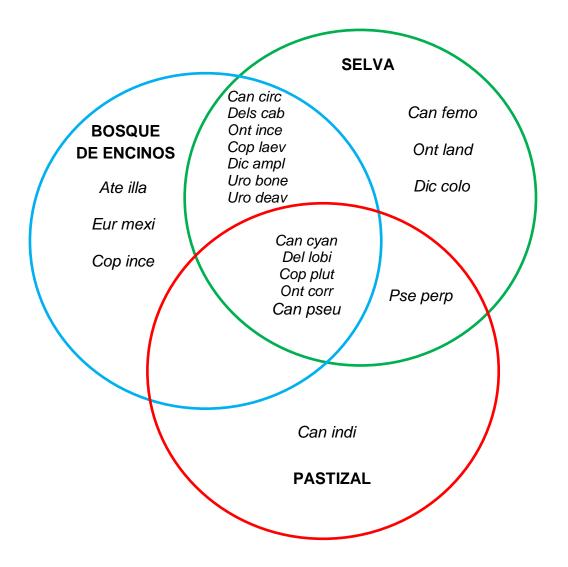


Figura 13. Incidencia de especies para cada uno de los tres fragmentos. Ate illa: Ateuchus illaesus; Eur mexi: Eurysternus mexicanus; Cop ince: Copris incertus; Can circ: Canthon circulatus; Dels cab: Deltochilum scabriusculum: Ont ince: Onthophagus incensus; Cop laev: Copris laeviceps; Dic ampl: Dichotomius amplicollis; Uro bone: Uroxys boneti; Uro deav: Uroxys deavilai; Can femo: Canthon femoralis; Ont land: Onthophagus landolti; Dic colo: Dichotomius colonicus; Can cyan: Canthon cyanellus; Del lobi: Deltochilum lobipes; Cop plut: Coprophanaeus pluto pluto; Ont corr: Onthophagus corrosus; Can pseu: Cantholium pseudopuncticolle; Pse perp: Pseudocanthon perplexus; Can indi: Canthol indigaceus.

7. DISCUSIÓN

En este trabajo, se presenta el primer listado de la subfamilia Scarabaeinae para la zona de Tuxpan y Tamiahua considerando un seguimiento anual. Las 20 especies distribuidas en 6 tribus representan el 12.6% de las 158 especies reportadas para Veracruz (Morón, 2003). Esto concuerda con trabajos realizados por otros autores como Martínez y colaboradores (2000), Halffter y colaboradores (1995), quienes encontraron 29 y 31 especies respectivamente; Favila y Díaz (1997) reportan 34 especies y Rocha (2009) menciona 28 especies. Sin embargo, los dos últimos trabajos fueron realizados en los Tuxtlas e incluyeron en su estudio fragmentos mayores a 40 ha, considerados conservados. Sin embargo, Favila (2005) menciona que en la región de los Tuxtlas puede haber al menos 51 especies de escarabajos coprófagos y necrófagos. En nuestro estudio, trabajamos en fragmentos de bosques tropicales muy pequeños situados en una matriz de pastizales ganaderos de grandes extensiones, donde se encontró que 11 especies son exclusivas de selva. Es decir, estamos ante una pérdida de más de la mitad de las especies originales de los bosques y selvas tropicales de la zona.

La mayor diversidad y la menor dominancia de especies se ve reflejada en la Selva Mediana. La menor diversidad y la mayor dominancia se presentan en el Pastizal. Esto indica que los cambios en la estructura de la vegetación primaria a pastizales en el paisaje han dado lugar a una reducción de la diversidad de

especies de escarabajos copronecrófagos. De las 19 especies que se encuentran en los fragmentos de Selva Mediana y Bosque de Encinos, sólo 6 de ellas se encuentran en los pastizales. Entonces, el 76% de las especies forestales no puede salir de los fragmentos conservados al Pastizal. Díaz y colaboradores (2010; 2011) encontraron en la zona de Los Tuxtlas, que el 87% de las especies de escarabajos del estiércol se encuentran en fragmentos aislados de bosque y no pueden dejar esos fragmentos aunque se lleguen a agotar sus recursos, lo que sugiere que la tasa de extinción local en estos fragmentos puede ser muy alta. Entonces, la presencia de los Scarabaeinae tiene una estrecha asociación con la cobertura vegetal (Halffter, 1991; Halffter *et al.*, 1992; Spector y Forsyth, 1998; Spector y Ayzama, 2003; Hernández *et al.*, 2003; Reyes-Novelo y Delfín-González, 2007).

De acuerdo a lo anterior, las especies que quedan aisladas dentro de los fragmentos requieren de interconexiones para trasladarse de un sitio a otro, ya que los pastizales o cultivos son barreras que limitan su traslado (Noss, 1991; Magura *et al.*, 2001; Díaz *et al.*, 2011). Halffter y colaboradores (1992) dicen que los sitios donde hay actividades productivas, la diversidad de escarabajos es menor, por efecto de la insolación que reciben las áreas; esto es, a mayor insolación menor diversidad, al menos en el Neotrópico.

Está documentado que la riqueza de especies de un sitio está vinculada al esfuerzo de muestreo y es importante obtener un inventario completo de los sitios

para hacer comparaciones validas (Gotelli y Colwell, 2001). En nuestro trabajo, de acuerdo al estimador Mao Tau, la proporción de la fauna registrada en toda la región fue aproximadamente del 90.9%, siendo una buena proporción. Si se quisiera complementar el inventario, se tendrían que colectar 1000 individuos más para poder encontrar de una a tres especies en la región. Sin embargo, aumentar el esfuerzo de muestreo no garantiza encontrar a estas tres especies faltantes, pues pueden ser especies turistas.

De acuerdo al estimador ICE se podrían encontrar 31 especies en los fragmentos de Selva Mediana, esto es difícil que ocurra debido a que son fragmentos muy pequeños (menos de 5 hectáreas). Favila (2005) encontró en la región de Los Tuxtlas que los fragmentos pequeños se caracterizan por tener una mezcla de especies de selva y de pastizales, con una fuerte dominancia de unas especies y otras con muy pocos individuos. En este trabajo, la estructura de la comunidad está dada por el 50% de especies de Pastizal, aseverando que hay una alta inestabilidad en este tipo de vegetación por la entrada de mayor cantidad de luz que beneficia a las especies invasoras. Halffter y colaboradores (1995) encontraron mayor abundancia de Onthophagus landolti en el Bosque tropical caducifolio que en el pastizal, señalando que esta especie transita por los fragmentos con penetración de luz y que no es una especie propia de la selva. Concordando con éste estudio esta especie solo se encontró en la Selva Mediana. Sin embargo, Zunino (2003) dice que esta especie es abundante en áreas tropicales y subtropicales abiertas situadas por debajo de los 1, 500 m de altitud.

Aunado a esto, se muestran las especies dominantes para cada tipo de vegetación, reflejándose que dominan por su abundancia y no por su biomasa, pues muchas de ellas son especies pequeñas. Sin embargo, existen especies oportunistas como *Dichotomius colonicus* en la Selva mediana, que no consiguió una dominancia importante ya que es característica de áreas abiertas y de una amplia distribución en el trópico mexicano (Halffter *et al.*, 1992). Esto quiere decir, que la dominancia en los fragmentos puede darse por especies de ecosistemas diferentes (selva y pastizal), mostrando una inestabilidad muy alta en este tipo de vegetación. Es evidente que se debe de establecer activamente la regeneración de la vegetación a lo largo de los bordes de las selvas para disminuir el aislamiento de las especies y tener una mejor conservación de los escarabajos que están siendo afectados, pudiendo estabilizar la diversidad en un futuro.

Con respecto a la fenología, la mayor riqueza y abundancia de especies se presentó en los meses de septiembre y octubre, que es la época de lluvias y va decreciendo conforme disminuye la precipitación. Cejudo-Espinoza y Deloya (2005) y Mora-Aguilar y Montes de Oca (2009) coinciden en que la época lluviosa corresponde con la actividad de los Scarabaeidae de las regiones tropicales y subtropicales donde hay una mayor abundancia y decrecen hacia fines del otoño.

Las curvas de dominancia-diversidad del presente estudio mostraron en la Selva Mediana y particularmente en el Pastizal fuertes pendientes, indicando que los fragmentos se comportan como hábitats perturbados, afectando a la estructura de la comunidad de los escarabajos. Sin embargo, en el Bosque de Encinos se observa una mejor equidad y una mejor distribución de las especies, por lo tanto de aprovechamiento del recurso. Feinsinger (2003), menciona que la uniformidad de especies en las comunidades de hábitats no perturbados suele ser mayor que la de los hábitats perturbados y en estos casos las curvas de dominanciadiversidad tienen pendientes mucho menos pronunciadas. Halffter y colaboradores (1992) encontraron en bosques de los Tuxtlas, Boca de Chajul y Palengue, que la distribución fue equitativa. Pero en el pastizal de Laguna Verde, la distribución fue geométrica, pues especies características de ambientes marginados dominan pocas especies con una mayor abundancia. También, Rocha (2009) señala que la estructura de la comunidad de escarabajos copronecrófagos que habitan el fragmento mayor de 40 ha, es más equitativa en comparación a las comunidades de los fragmentos pequeños. Con esto, los fragmentos grandes tienen que sujetarse a un proceso de conservación o restauración para incrementar su tamaño, creando una heterogeneidad espacial que preserve la estructura y los procesos de los ensambles de los escarabajos copronecrófagos y de otros organismos de selvas.

Las especies raras encontradas en Tuxpan y Tamiahua pueden catalogarse como especies turistas de acuerdo a lo establecido por Moreno y Halffter (2001), pues estas especies se desarrollan en los alrededores y arriban de los diferentes

hábitats. Es posible que en estos fragmentos de vegetación sus poblaciones no se puedan desarrollar plenamente, pero se generan lugares de percha y alimentación de manera transitoria o utilizan las áreas como un corredor, por medio del cual pueden dispersarse. Así mismo, Estrada *et al.*, 1998 y Hernández *et al.*, 2003, argumentan que el fenómeno de las especies turistas o transitorias, depende de la movilidad de los organismos, la heterogeneidad espacial o las relaciones de tamaño entre las áreas (Estrada *et al.*, 1998; Hernández *et al.*, 2003).

Considerando los tres atributos del gremio, aproximadamente el 63% de las especies fueron coprófagas para el Bosque de Encinos y la Selva Mediana. Coincidiendo con Halffter y Matthews (1966) que explican que la coprofagia es la adaptación trófica dominante. Se encontraron diferencias significativas entre selvas y pastizales en cada uno de los atributos estudiados, concluyendo que estos atributos variaron de un tipo de vegetación a otro, incluyendo los pastizales, aunque las especies fueron diferentes. Datos similares presentó Favila (2005) quien encontró en los diferentes tipos de vegetación de los Tuxtlas aproximadamente el 80% de las especies fueron coprófagas. Con esto, los atributos no variaron entre la Selva Mediana y el Bosque de Encinos, pero si para el Pastizal. Con respecto a las especies necrófagas, el comportamiento fue muy similar para los tres tipos de vegetación. Halffter y colaboradores (1992) argumentan que en las selvas tropicales mexicanas hay mayor número de especies nocturnas que de diurnas; mismas que coincidieron con el presente trabajo donde se encontró para los tres tipos de vegetación que el 75% de las

especies fueron nocturnas. Por otro lado, las condiciones de suelos someros, parecen favorecer el predominio en abundancia de las especies rodadoras, como las del género *Canthon*. Por el contrario, las especies cavadoras, aunque cuantitativamente no están bien representadas por la necesidad de suelos profundos, superan en riqueza a las primeras, al ser favorecidas por la pérdida y deterioro de la vegetación natural, concordando con Mora-Aguilar y Montes de Oca (2009) y Morón y colaboradores (1987), quienes encontraron más riqueza de especies cavadoras.

Las especies indicadoras en el presente trabajo para la Selva Mediana fueron Canthon femoralis y Onthophagus landolti; para el Bosque de Encinos fueron Ateuchus illaesus, Copris incertus y Euristernus mexicanus y para el Pastizal fue Canthon indigaceus. Navarrete (2009) consideró como indicadores al género Sulcophanaeus como detector de selvas continuas, a Bdelyropsis como indicador de selvas fragmentadas y los géneros Megathoposoma y Scatimus para bosques tropicales, independientemente del estado de conservación. Sus resultados son contrastantes en comparación con el presente trabajo, dado que las especies son de tamaño pequeño y mediano.

Con el índice de Bray-Curtis, se observa que el grupo III conformado por la Selva Mediana y el Pastizal son muy similares, a pesar de ser ecosistemas diferentes. Sin embargo, un estudio realizado por Favila (2005) en los Tuxtlas hace ver que hay similitud entre las selvas pero que los pastizales quedan claramente

separados de ellas. Junto a esto, Rocha (2009) encontró en los fragmentos de selva pequeños de los Tuxtlas una mayor similitud que en los fragmentos grandes de selva, argumentando que hay una mayor heterogeneidad de los hábitats y por lo tanto, pueden tener una mayor riqueza de especies que un fragmento grande (Wilcox y Murphy, 1985, Honnay y colaboradores, 1999). Recomendando que se deben mantener fragmentos grandes de selva, ya que no solo mantienen la gran diversidad de especies, sino que también preservan la estructura y por tanto la función y procesos de las comunidades para el caso de los escarabajos copronecrófagos. Concordando con el presente trabajo, donde el Bosque de Encinos es el fragmento más grande con 40 ha y es el que tiene una mayor equidad y las Selvas Medianas son las más pequeñas con aproximadamente 3 ha, teniendo una dominancia mayor; aunque Favila, 2005, dice que sirven como refugio de algunas especies de selva, pero de igual manera son invadidos por especies de pastizales. Estos fragmentos podrían servir como corredores para los escarabajos y para otros organismos, por lo que es muy importante estudiar su dinámica temporal y espacial, para poder evaluar cuál es el tamaño y la forma más conveniente para que funcionen como resquardo y vía de paso para especies de selva. Coincidiendo con Favila, 2005, en conservar los fragmentos tanto de selva mediana como de bosque, ya que los escarabajos coprófagos y necrófagos de selvas tienen requerimientos ecológicos y ambientales muy estrictos, y al destruir la selva, estos requerimientos se pierden, lo que afecta la sobrevivencia de las poblaciones.

La selección de áreas como prioridades de conservación generalmente se basa en los datos sobre la riqueza de especies y endemismo (Margules y Pressey, 2000; Pressey *et al.*, 2003). Estos datos simplemente faltan para muchos grupos de invertebrados y por lo tanto, hoy en día, no es sorprendente que la mayoría de las decisiones de conservación pertinentes se basan en datos de plantas y unos cuantos grupos de vertebrados (aves y mamíferos), ignorando por completo un componente importante de biodiversidad (los insectos) (Myers, 2003; Stein *et al.*, 2002). Este trabajo es importante, debido a que Moritz *et al.*, 2001 y Oliver *et al.*, 1998, consideran que se ha demostrado que los ensambles de vertebrados o plantas vasculares son insuficientes para la diversidad de invertebrados.

En resumen y con base en los resultados anteriores, es necesario implementar estrategias de conservación en la región Tuxpan-Tamiahua, estableciendo conexiones entre los fragmentos de Selva Mediana que aún existen en la región. Se sugiere el uso de cercas vivas que actúen como corredores biológicos que permitan desplazarse a los individuos entre los fragmentos, favoreciendo el flujo genético entre poblaciones. Así mismo, la regeneración de la vegetación colindante, entre los pastizales y los fragmentos de selva, favorecería el aumento en el tamaño de los fragmentos remanentes de Selva Mediana. Entonces, la disminución en el aislamiento de las especies de los escarabajos que están siendo afectados, facilitaría la estabilización de la diversidad de los Scarabaeinae a nivel de paisaje.

8. CONCLUSIONES

La riqueza alberga un total de 20 especies distribuidas en 6 tribus (Canthonini, Phanaeini, Onthophagini, Coprini, Dichotomiini y Euyristernini). Siendo la Selva Mediana la más diversa con 16 especies, seguida del Bosque de Encinos con 15 y el Pastizal con 7 respectivamente. Sin embargo, el Pastizal es el que presentó una mayor dominancia de especies.

El esfuerzo de muestreo para la Selva Mediana alcanzó el 51.6%, para el Bosque de Encinos 71.4% y en el Pastizal fue del 100%.

La tribu Canthonini fue la más representada con siete especies y la menos representada fue Phanaeini y Eurysternini con una especie.

El género *Canthon* es el mejor representado con 4 especies. La especie más abundante fue *Canthon c. cyanellus* y las que estuvieron menos representadas fueron *Canthon femoralis*, *Onthophagus landolti*, *Copris incertus*, *Dichotomius colonicus* y *Eurysternus mexicanus*, estas últimas se consideran especies turistas.

La época de lluvia fue la de mayor riqueza y abundancia, debido a la combinación de factores climáticos. La mayor abundancia de ejemplares, se registró en

septiembre y octubre. En contraste, el mes con menor abundancia fue mayo, que coincide con la época de secas.

De acuerdo a la preferencia por el alimento, el gremio de los coprófagos fue el dominante. Así mismo, el método de re-localización de la comida fue dominada por lo cavadores y el periodo de actividad de los Scarabaeinae tuvo una alta dominancia por las especies nocturnas.

La principal pérdida de biodiversidad se presenta cuando se cambia la cobertura arbórea, quedando pocas especies de selva y aparecen pocas especies de pastizales o de borde, que aumentan de importancia y tienen una sola especie exclusiva (*Canthon indigaceus*).

Los fragmentos que obtuvieron una mayor similitud fueron en el Boque de Encinos; sin embargo, la Selva Mediana junto con el Pastizal presentaron una similitud semejante, habiendo un mayor recambio de especies o diversidad β , siendo ecosistemas diferentes y mostrando una alta inestabilidad.

Entre las principales especies indicadoras esta *Canthon femoralis* y *Onthophagus landolti* para la Selva Mediana. Para el Bosque de Encinos está *Ateuchus illaesus*, *Copris incertus* y *Euristernus mexicanus*, por la estricta afinidad que estas presentan a los ecosistemas bien conservados, pueden ser consideradas en trabajos de conservación.

9. APLICACIONES PRÁCTICAS DEL TRABAJO

Este trabajo constituye el primer registro de Scarabaeinae para la zona Norte del Estado de Veracruz. En su momento el listado se integrará a la base de datos de la CONABIO, con el fin de incrementar el conocimiento de la fauna de escarabajos copronecrófagos del norte de Veracruz.

De acuerdo al uso de los recursos con los que cuentan los propietarios de ranchos ganaderos, involucrarlos en la participación del uso racional y sostenible, haciéndoles ver que la presencia de escarabajos coprófagos en sus predios, es benéfico para la salud de sus pastizales y ganados, debido a que al degradar el estiércol, evitan la proliferación de moscas y parásitos. En este sentido, el conocimiento de la composición faunística de escarabajos de las áreas ganaderas de la región, es un punto de partida para la conformación de estudios específicos sobre el impacto de las actividades humanas y de las prácticas de producción ganadera sobre la diversidad de estos insectos, los cuales desempeñan un papel indispensable en el reciclaje de nutrientes en estos sistemas productivos y por tanto en la sustentabilidad de su funcionamiento.

Así mismo, la conservación de ecosistemas como las selvas y encinares, es importante para que haya una estabilidad funcional y que la distribución de las especies que han sido aisladas por efectos de la fragmentación se efectúe por

medio de la implementación de corredores continuos que conecten los fragmentos de bosques actuando como ruta o refugio para las especies. Con esto, se propone que en la región Tuxpan-Tamiahua se establezca la conexión entre fragmentos de selva por medio de cercas vivas que actúan como corredores biológicos, lo que permitiría a los individuos que han quedado confinados en los fragmentos desplazarse y colonizar otros fragmentos, lo que favorecería el flujo genético entre poblaciones.

Es necesario implementar estrategias de conservación en el área debido a la presión que continuamente se está desarrollando en la zona.

Es recomendable ampliar o mantener fragmentos grandes tanto de bosque de encinos como de selva, porque además de mantener la mayor diversidad de especies, también preservan la estructura, función y procesos de las comunidades de escarabajos copronecrófagos.

Los fragmentos pequeños sirven como corredores biológicos, en los cuales se albergan diversas especies. Estos se tienen que establecer entre los fragmentos grandes.

Debido a que existen muchas áreas sin trabajar, o no están bien muestreadas, el número de especies en algunos lugares se incrementaría sustancialmente al

muestrearse con mayor rigor; y así se podrían encontrar nuevos registros para el estado en las grandes lagunas de conocimiento que se presentan en él.

Finalmente, es necesario ir ampliando el conocimiento de la distribución que presentan las especies en esta zona de la Huasteca Veracruzana, explorándose con mayor detalle los diversos fragmentos que existen en nuestro entorno, principalmente fragmentos con mayor tamaño para poder contrastar y en su caso incrementar el número de especies presentes en la zona. Esto es una tarea que solo podrá elaborarse realizando proyectos intensivos en las distintas partes de la Zona Norte del estado, ya que es una zona poco estudiada.

10. BIBLIOGRAFÍA

Andresen, E. 2001. Effects of dung presence, dung amount and secondary dispersal by dung beetles on the fate of *Microphols guyanensis* (Sapotaceae) seeds in Central Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 17: 61-78.

Andresen, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 26:87–97.

Arnaud, P. 2002. Determination key to *Phanaeini* genera. Hillside Books, Canterbury. United Kingdom. 1-151 p.

Cambefort, Y. 1991. Biogeography and evolution. En: Dung Beetles Ecology. Hanski y Y. Cambefort (eds.). Princeton University Press. Princeton Nueva Jersey. 51-68 p.

Carrillo-Ruiz, H. y M. A. Morón. 2003. Fauna de Coleóptera Scarabaeoidea de Cuetzalan del Progreso, Puebla, México. *Acta Zoológica Mexicana* (*n. s.*), (88): 87-121.

Caro, M. T. y G. O'Doherty. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Conservation Biology*, 13: 805-814.

Cejudo-Espinoza, E. y C. Deloya. 2005. Coleoptera necrófilos del bosque de *Pinus hartwegii* del Nevado de Toluca, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44 (1): 67-73.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, Presente y Futuro. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

Chao, A. y T. J. Shen. 2010. Program SPADE (Species prediction and diversity estimation). http://chao.stat.nthu.edu.tw/; última consulta: 26/10/12.

Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Version 8.2.0. En: http://www.purl.oclc.org/estimates

Davis, A. J., J. D. Holloway, H. Huijbregts, J. Krikken, A. H. Kirk-Springs y S. Sutton. 2001. Dung beetles as indicator of change in the forest of Northern Borneo. *Journal of applied Ecology*, 38: 593-616.

Delgado L. y B. Kohlmann. 2007 Revisión de las especies del genero *Uroxys* Westwood de México y Guatemala. *Folia entomológica mexicana*. México 46(1):1-35.

Díaz, A. 2002. Estudio de la fragmentación de la selva de los Tuxtlas, Veracruz, México. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO). Universidad de Alicante. *Cuadernos de Biodiversidad* no. 9. Año IV. 10-13 p.

Díaz, A., E. Galante y M. E. Favila. 2010. The effect of the landscape matrix on the distribution of dung and carrion beetles in a fragmented tropical rain forest. *Journal of Insect Science* 10:81.

Díaz, A., E. Galante y M. E. Favila. 2011. Escarabajos del estiércol en la selva fragmentada de Los Tuxtlas, Veracruz. In: La biodiversidad en Veracruz: Estudio de Estado Vol. I. Contexto actual del estado y perspectivas de conservación de su biodiversidad. A. Cruz, M. Soto, H. Rodríguez, E. Boege, E. Sedas, W. Márquez, M. Primo, G. Castillo, A.L. Lara, E. Olguín, C. Landeros (eds.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Veracruz, Universidad Veracruzana, Instituto de Ecología, A.C. Pp. 469-481.

Dirzo, R. y A. Miranda. 1991. El limite boreal de la selva tropical húmeda en el Continente Americano. Contracción de la vegetación y solución de una controversia. *Interciencia*. 16: 240-247.

Edmonds, W. D. y J. Zidek. 2010. A taxonomic review of the neotropical genus *Coprophanaeus* Olsoufieff, 1924 (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Insecta Mundi* 0129: 1-111.

Estrada, A., R. Coates-Estrada, A. Anzures y P. Cammarano. 1998. Dung and carrion beetles in tropical rain forest fragments and agricultural habitats at los Tuxtlas, México. *Journal of Tropical Ecology* 14: 577-593.

Favila, M. E. y A. Díaz. 1997. Los escarabajos coprófagos y necrófagos de los Tuxtlas. En: E. González Soriano, R. Dirzo y R. Vogt. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. Universidad Nacional Autónoma de México.

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

Favila, M. E. 2001a. Ecología química en escarabajos coprófagos y necrófagos de la subfamilia *Scarabaeinae*. pp. 541-580. En A. L. Anaya, F. J. Espinosa-García y R. Cruz-Ortega (editores). *Relaciones químicas entre organismos: Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación*. Instituto de Ecología, UNAM, México.

Favila, M. E. 2001b. Historia de vida y comportamiento de un escarabajo necrófago: *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (COLEOPTERA: SCARABAEINAE). *Folia Entomol. Mex. 40 (2):* 245-278.

Favila, M. E. 2004. Los escarabajos y la fragmentación. *In*: S. Guevara, J. Laborde y G. Sánchez Ríos (eds.) *Los Tuxtlas: El paisaje de la sierra.* Unión Europea-Instituto de Ecología A.C., pp. 135-157.

Favila, M. E. 2005. Diversidad alfa y beta de los escarabajos del estiércol (Scarabaeinae) en los Tuxtlas, México. Capítulo 16. *In*: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (Eds.) *Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. m3m: Monografías Tercer Milenio.* vol.4, Sociedad Entomológica Aragonea (SEA), CONABIO, GRUPO DIVERSITAS, CONACYT, Zaragoza, España. pp: 209 – 219.

Feinsinger, P. 2003. El Diseño de Estudios de Campo Para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN.

Génier, F. 2009 Le genere *Eurysternus* Dalman, 1824, révision taxonomique et clés de détermination illustrées. *Pensoft Series Faunistica* 85:1-430.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. Instituto de Geografía- Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.

Gobierno del Estado de Veracruz. 2011. Tamiahua. Sistema de Información Municipal. Cuadernillos Municipales. Secretaría de Finanzas y planeación (SEFIPLAN). Subsecretaria de Planeación. 11p.

Gómez-Pompa, A. 1982. Ecología de la vegetación del Estado de Veracruz. Edit. C.E.C.S.A. México, D. F. 91 p.

Gotelli, N. J. y R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.

Halffter, G. 1962. Explicación preliminar de la distribución de los Scarabaeidae mexicanos. *Acta Zoológica Mexicana*, 5 (4-5): 1-17.

Halffter, G. y E. G. Matthews. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. *Folia Entomologica Mexicana*. México 12-14:1-312.

Halffter, G. y Edmonds, W. D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae) an ecological and evolutive approach. Instituto de Ecología. México, D. F. 176 p.

Halffter, G. 1991. Historical and Ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomologica Mexicana* 82: 195-238.

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

Halffter, G., M. E. Favila y L. Arellano. 1995. Spatial distribution of three groups of coleoptera along an altitudinal transect in the Mexican transition zone and its biogeographical implications. *Elytron*. Vol. 9: 151-185.

Halffter, G. y M. E. Favila. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analysing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biol. Intern.* 27: 15-21.

Halffter, G. y M. E. Favila. 2000. Como medir la Biodiversidad. (pp. 29-49). In: Péfaur, J. E. Ecología Latinoamericana. Actas III Congr. Latinoam. Ecol. Publ. Univ. Los Andes- Cons. Publ. –CDCHT, Mérida.

Halffter, G., C. E. Moreno y E. O. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 2. Zaragoza, 80 p.

Halffter G. y Arellano L. 2001. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. *Tópicos sobre Coleoptera de México*: 35-53 p.

Halffter, G. y L. Arellano. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica* 34 (1): 144-154.

Hanski, I. y Y. Cambefort 1991. Resource partitioning. *In*: Hanski, I. and Y. Cambefort (Eds). *Dung beetle ecology*. Princeton University Press. Princeton, USA, pp 330–349.

Hernández, R., J. M. Maes, C. A. Harvey, S. Vilchez y D. Sánchez. 2003. Abundancia y diversidad de escarabajos coprófagos y mariposas diurnas en un paisaje ganadero en el departamento de Rivas, Nicaragua. *Agroforestía de las Américas*. 10 (39-40): 93-102.

Honnay, O., M. Hermy y P. Coppin. 1999. Nested plant communities in deciduous forest fragments: species relaxation or nested habitats? *Oikos* 84: 119-129.

INEGI, 2001. Tuxpan, Estado de Veracruz. Cuaderno Estadístico Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz e Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México. 180 p.

INEGI, 2011. Mapa de Agricultura y Vegetación: Veracruz de Ignacio de la Llave. www.inegi.org.mx [25/06/12]

Jiménez-Ferbans, L., W. Mendieta-Otálora, H. García y G. Amat-García. 2008. Notas sobre los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en ambientes secos de la región de Santa Marta, Colombia. *Acta biol. Colomb.*, Vol. 13 No. 2, 203 - 208.

Klein, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70: 1715-1725.

Kohlmann, B. y A. Solís. 1997. El género *Dichotomius* (Coleoptera: Scarabaeidae) en Costa Rica. *G. it. Ent.*, 8: 343-382.

Kohlmann, B. y A. Solís 2001. El género *Onthophagus* en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología* 49(9):159-261.

Kohlmann, B. 1984. Biosistemática de las especies norteamericanas del género *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*. 60. 3-81.

Kryger, U. 2009. Conservation of Dung beetles. In: C. H. Scholtz, A. L. V. Davis y U. Kryger (Eds.) *Evolutionary Biology and Conservation of dung beetles.* Pensoft. Bulgaria. Pp. 387-483.

Losey, J. E. y M. Vaughan. 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *Bioscience* 56: 311-323.

Magura, T., V. Ködöböcz y B. Tóthméréz. 2001. Effects of habitat fragmentation on carabids in forest patches. *Journal of Biogeography* 28: 129-138.

Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Science Ltd, Oxford. 215p.

McGeoch, M. A. 1998. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Review*, 73: 181-201.

Margules, C. R. y R. L. Pressey. 2000. Systematic conservation planning. *Nature* 405: 243-253.

Martínez I. M., M. Cruz R. y J. P. Lumaret. 2000. Efecto del diferente manejo de los pastizales y del ganado sobre los escarabajos coprofagos *Ataenius apicalis* Hinton y *Ataenius sculptor* Harold (Scarabaeidae: Aphodiinae: Eupariini). *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 80: 185 – 196.

Martínez M. I., M. Cruz R., E. Montes de Oca T. y T. Suárez L. 2011. La función de los escarabajos del estiércol en los pastizales ganaderos. Primera Edición. Secretaría de Educación de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. Xalapa, Veracruz, México. 73 p.

Mora-Aguilar, E. F. y E. Montes de Oca. 2009. Escarabajos necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae y Trogidae) de la región central baja de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n. s.), 25(3):569-588.

Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.

Moreno, C. y G. Halffter. 2001. Spatial and temporal analysis of alfa, beta y gamma diversities of buts in a fragmented landscape. *Biodiversity and Conservation* 10: 367-382.

Moritz, C., K. S. Richardson, S. Ferrier, G. B. Monteith, J. Stanisic, S. E. Williams y T. Whiffin. 2001. Biogeographic concordance and efficiency of taxon indicators for establishing conservation priority in a tropical rainforest biota. *Proceedings of the Royal Society of London Series* B 268: 1875-1881.

Morón, M. A., J. F. Camal y O. Canul. 1987. Análisis de la entomofauna necrófila del área Norte de la Reserva de la Biósfera "Sian Ka'an", Quintana Roo, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 69: 83-98.

Morón, M. A. 2003. Familia Scarabaeidae (*sensu estricto*) (pp. 19-74). In: Morón, M. A. (Ed.). Atlas de escarabajos de México. Coleoptera: Lamellicornia. Vol. II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae. Argania Editio. Barcelona.

Morón, M. A. 2004. Escarabajos 200 millones de años de evolución. Instituto de Ecología y Sociedad Entomológica Aragonesa. 204 p.

Morón, M. A. 2006. Patrones de distribución de la familia Scarabaeidae (Coleoptera). (pp. 271-293). In: Morrone J. J. y J. Llorente Bousquets (Eds.) *Componantes Bióticos Principales de la entomofauna Mexicana*. Las prensas de Ciencias. UNAM, México, D.F.

Myers, N. 2003. Biodiversity hotspots revisited. *BioScience* 53: 916-917.

Navarrete, D. y G. Halffter. 2008a. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) diversity in continuous forest, forest fragments and cattle pastures in a landscape of Chiapas, Mexico: the effects of anthropogenic changes. *Biodivers Conserv* 17:2869–2898.

Navarrete, G. D. A. y G. Halffter. 2008b. Nuevos registros de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) para México y Chiapas. *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), año/vol. 24, número 001. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México., 247-250 p.

Navarrete, G. D. A. 2009. Diversidades α, β y γ de escarabajos copro-necrófagos (Celeoptera: Scarabaeoidea) en un paisaje se selva siempre verde en Chiapas, México. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México. 152 p.

Nichols, E., T. Larsen, S. Spector, A. L. Davis, F. Escobar, M. E. Favila and K. Vulinec. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modifi cation and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137: 1-19.

Nichols, E., S. Spector, J. Louzada, T. Larsen, S. Amezquita y M. E. Favila. 2008. Ecological functions and ecosystem services provided by Scarabaeinae dung beetles. *Biological Conservation* 141: 1461-1474.

Noss, R. F. 1991. Landscape connectivity: Different functions at different scales, en E. Hudson (ed.). *Landscape linkages and biodiversity*, Island Press, pp. 27-53.

Oliver, I., A. J. Beattie y A. York. 1998. Spatial fidelity of plant, vertebrate and invertebrate assemblages in multiple-use forests in eastern Australia. *Conservation Biology* 12: 822-835.

Onore, G., P. Reyes-Castillo, y M. Zunino (comps.). 2003. Escarabeidos de Latinoamérica: Estado del conocimiento. m3m-Monografías Tercer Milenio, vol. 3. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza. 86 p.

Pearson, D. L. 1995. Selecting indicator taxa for the quantitative assessment of biodiversity. In: Biodiversity measurement and estimation. D. L. Hawksworth, Ed. Chapman & Hall, London. 75-79 p.

Pedraza, M. C., J. Márquez y J. A. Gómez-Anaya. 2010. 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. *Rev. Mex. Biodiv.* vol. 81 no.2.

Pressey, R. L., R. M. Cowling y M. Rouget. 2003. Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation* 112: 99-127.

Reyes-Novelo, E. y Delfín-González, H. 2007. Comunidades de escarabajos copro-necrófilos (Coleoptera, Scarabaeidae) en un sistema silvopastoril de Yucatán, México. *Entomología Mexicana*. Tomo 1, Vol. 6. pp. 171-176.

Rocha, O. M. 2009. Estructura de dos comunidades de insectos indicadores sobre un gradiente de perturbación y área en dos paisajes de la reserva de los Tuxtlas, Veracruz, México. Tesis de maestría. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz, México. 72 p.

Romero, S. J. 2008. Las comunidades de coleópteros escarabeidos coprófagos (Coleoptera, Scarabaeoidea) del medio atlas (Marruecos): influencia del tipo de hábitat, altitud y estacionalidad. Análisis comparado de su estructura. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de zoología y antropología física. Madrid, España. 357 p.

Sánchez-Velázquez, B., H. Carrillo-Ruiz, M. A. Morón y S. P. Rivas-Arancibia. 2012. Especies de Scarabaeidae e Hybosoridae (Coleoptera: Scarabaeoidea) que habitan en la comunidad del Rancho El Salado, Jolalpan, Puebla, México. *Dugesiana* 18(2): 207-215.

Solís, A. y B. Kohlmann. 2002 El género *Canthon* en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología*. 10:1-68.

Solís, A. y B. Kohlmann. 2004 El género *Canthidium* en Costa Rica. *Giornale Italiano di Entomología* N.52. 11:1-73.

Spector, S. y A. B. Forsyth. 1998. Indicator taxa for biodiversity assessment in the vanishing tropics. En: G. M. Mace, A. Balmaford y J. R. Ginsberg (Eds.) *Conservation in a changing*. Cambridge University Press, London, England. Pp 181-210.

Spector, S. y S. Ayzama. 2003. Rapid turnover and edge edge effects in dung beetle assemblages (Scarabaeidae) at a Bolivia Neotropical Forest-Savana ecotone. *Biotropica* 35(3): 394-404.

Spector, S. 2006. Scarabaeine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae): an invertebrate focal taxon for biodiversity research and conservation. *The Coleopterists Bulletin* 60: 71-83.

Stein, B. A., L. L. Master y L. E. Morse. 2002. Taxonomic bias and vulnerable species. *Science* 297: 1807.

Vicente, H. D. M. y A. Vicente C. 2007. Contribución al conocimiento de las vegetaciones terrestres del municipio de Tamiahua, Ver. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz, México. 73 p.

Villarreal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Wilcox, B. A. y D. D. Murphy. 1985. Extinction the American Naturalist. 125: 6, 879.

Wilson, E. 1992. The diversity of life. W. W. Norton & Company, New York, New York.

Zunino, M. 2003. Tribu Onthophagini, p.66-74. En Morón M. A. (ed). *Atlas de los escarabajos de México, Coleoptera Lamellicornia, vol II. Familias Scarabaeidae, Trogidae, Passalidae y Lucanidae*. Argania Editio, Barcelona, 227p.