

## Informe final\* del Proyecto BE012

### Análisis de las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gama a distintos niveles de escala espacial: Procesos históricos y ecológicos que intervienen. IV Etapa

**Responsable:** Dr. Gonzalo Halffter Salas  
**Institución:** Instituto de Ecología A.C.  
**Dirección:** Km 2.5 Antigua Carretera a Coatepec, Xalapa, Ver, 91000 , México  
**Correo electrónico:** [halffter@ecologia.edu.mx](mailto:halffter@ecologia.edu.mx)  
**Teléfono/Fax:** 01(228)812 1897, tels:842 1842, 842 1800 ext 4103 y 4113  
**Fecha de inicio:** Agosto 15, 2003  
**Fecha de término:** Abril 25, 2006  
**Principales resultados:** Base de datos, Informe final  
**Forma de citar\*\* el informe final y otros resultados:** Halffter Salas, G. 2006. Análisis de las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gama a distintos niveles de escala espacial: Procesos históricos y ecológicos que intervienen. IV Etapa. Instituto de Ecología A. C. **Informe final** SNIB-CONABIO proyecto No. BE012. México D. F.

#### Resumen:

Nuestra propuesta de investigación esta encaminada a fortalecer una estrategia de análisis rápida y sencilla mediante el uso de organismos indicadores para conocer las relaciones entre la diversidad alfa, beta y gama a distintos niveles espaciales y determinar los efectos ocasionados por la actividad humana sobre dichas relaciones en selvas tropicales de México.

La información obtenida será una referencia sobre los riesgos de extinción de especies en relación a distintas intensidades de fragmentación. Asimismo permitirá incidir en el diseño y manejo de las áreas naturales protegidas y, en general, en las políticas de conservación. En seguimiento a los trabajos realizados en las tres etapas anteriores a este proyecto, y a las ampliaciones planteadas para esta IV etapa, hemos seleccionado cuatro regiones, las cuales se encuentran al interior de áreas naturales protegidas: la Sierra de Los Tuxtlas (Veracruz), Montes Azules (Chiapas), Palenque (Chiapas), Chamela-Cuixmala (Jalisco). En cada uno de estos sitios seguiremos el protocolo de trabajo propuesto por Halffter y colaboradores (2001). Este protocolo permite el diseño y puesta en práctica de muestreos estandarizados, sistemáticos y cuantitativos, en este caso de distintos grupos de insectos (Scarabaeoidea y Carabidae). Los objetivos de esta propuesta son: i) Determinar la contribución de los distintos elementos que componen la diversidad al conjunto de especies en escenarios ecológicos (uso y manejo actual) y biogeográficos (historia evolutiva) disímiles, ii) Comparar la respuesta de estos organismos a las distintas prácticas de uso y manejo de los ambientes que componen el paisaje de cada zona de estudio, iii) Ensayar, verificar y proponer metodologías de campo que permitan el diseño de inventarios eficientes en tiempo y espacio y, iv) Divulgar nuestro planteamiento metodológico y los resultados de nuestro trabajo al nivel local, nacional e internacional mediante la capacitación y entrenamiento en condiciones de campo, así como a través de la publicación en revistas científicas y de divulgación.

- 
- \* El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
  - \*\* El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

# INFORME FINAL DEL PROYECTO CONABIO

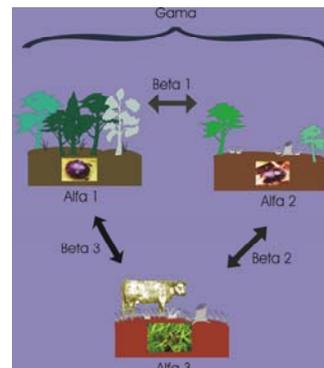
CONVENIO / BE012 /03

**“ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS DIVERSIDADES ALFA, BETA Y GAMMA A DISTINTOS NIVELES DE ESCALA ESPACIAL: PROCESOS HISTÓRICOS Y ECOLÓGICOS QUE INTERVIENEN. IV ETAPA”,**

**JUNIO 2003-SEPTIEMBRE 2005**



**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**  
Dr. Gonzalo Halffter Salas.  
Investigador Nacional Emérito



## EQUIPO DE TRABAJO

### Colaboradores internos

Dr. Mario Enrique Favila  
Dra. Carmen Huerta C.  
Dr. Eduardo Pineda A.  
M. en C. Darío Navarrete G.  
M en C. Fernando Z. Vaz-de-Mello.  
Biól. Federico Escobar S.  
M. en C. Lucrecia Arellano G.  
M. en C. Enrique Montes de Oca T.  
M. en C. Marta Lucía Baena  
M en C. Alfonso Díaz R.  
M. en C. Dora Nancy Padilla.  
Sra. Violeta Marcet de Halffter.  
María Eugenia Rivas Z.

### *Colaboradores externos nacionales*

Dra. Ellen Andresen, Instituto de Ecología, UNAM. México.  
Dra. Claudia Moreno, Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

### Colaboradores externos internacionales

Dr. David Edmonds  
Dr. Eduardo Galante, Director del Centro Iberoamericano de Biodiversidad - CIBIO, Universidad de Alicante, España.  
Dra. María Ángeles Marcos-García, Departamento de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, España.  
Dr. Mario Zunino, Director del Instituto de Ecología y Biología Ambiental, Universidad de Urbino, Italia.  
Dr. Jorge M. Lobo. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, España.  
Dr. José Ramón Verdú. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBI), Universidad de Alicante, España  
Dra. Estefanía Micó. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBI), Universidad de Alicante, España

## CONTENIDO

I. Antecedentes

II. Introducción

III. Relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma

IV. La Fragmentación

V. Grupos indicadores

VI. Resultados

1. Comparación de la diversidad de distintos grupos indicadores a diferentes escalas espaciales y temporales

A. Escala espacial

-Nivel paisaje

- Nivel regional

B. Escala temporal

2. Estudios de caso

A. Diversidad de escarabajos copro-necrófagos en bosques tropicales perennifolios

- *Reserva Los Tuxtlas*

Características generales

Muestreos de escarabajos

Análisis espacial de la vegetación

Resultados muestreo piloto

-*Reserva Montes Azules*

Características generales

Muestreos de escarabajos copro-necrófagos

Análisis espacial de la vegetación

Resultados Muestreo 2

B. Diversidad de escarabajos copro-necrófagos en bosques tropicales caducifolios

- *Reserva Chamela-Cuixmala*

Características generales

Muestreos de escarabajos

Resultados

- *Depresión Central de Chiapas. Municipio San Fernando*

Características generales

Muestreos de escarabajos

Resultados

3. Muestreos en áreas poco colectadas de México

VII. Conclusiones y recomendaciones generales

VIII. Productos del proyecto

1. Información para la base de datos
2. Análisis de la biodiversidad
3. Escarabajos copro-necrófagos
4. Anfibios

IX. Síntesis de resultados

## I. ANTECEDENTES

El proyecto BE012 "ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS DIVERSIDADES ALFA, BETA Y GAMMA A DISTINTOS NIVELES DE ESCALA ESPACIAL: PROCESOS HISTÓRICOS Y ECOLÓGICOS QUE INTERVIENEN. IV ETAPA", surge como un complemento de proyectos anteriores apoyados por CONABIO mediante los cuales hemos desarrollado una estrategia para medir y monitorear la diversidad biológica usando grupos indicadores.

En la Primera Etapa (Proyecto E007) propusimos el uso de grupos indicadores como herramienta para la estimación de la diversidad a nivel de especies y establecimos las características que debe tener un taxa para su elección. Demostramos la factibilidad de usar como grupos indicadores a los Scarabaeinae, Geotrupidae y Silphidae (Coleoptera: Insecta) en el estudio de la biodiversidad puntual como elemento para la interpretación de la estructura y función de las comunidades. También los empleamos en el análisis de la biodiversidad con orientación biogeográfica, a nivel de paisaje.

En la II Etapa de trabajo (Proyecto K038) desarrollamos un planteamiento general para la evaluación de la diversidad de especies a nivel de paisaje, basado en el análisis conjunto de los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad de distintos grupos indicadores (escarabajos copro-necrófagos, murciélagos, ranas, anfibios, roedores, reptiles, diplópodos) en paisajes antropizados. Propusimos la estandarización de las metodologías de muestreo y la utilización de los datos obtenidos en estudios comparativos. Los resultados de esta etapa derivaron en ejemplos concretos de aplicación de la metodología con murciélagos y parcialmente con escarabajos.

En la III Etapa del proyecto (Proyecto U030) afinamos y consolidamos nuestra propuesta inicial de una estrategia para la evaluación de la biodiversidad a escala de paisaje. Asimismo terminamos el análisis de algunos casos concretos (escarabajos, anfibios, roedores y reptiles) y comenzamos a elaborar algunos estudios comparativos (utilizando los mismos grupos indicadores en diferentes paisajes y distintos grupos indicadores en un mismo paisaje). Finalmente iniciamos los estudios de biodiversidad con un nuevo grupo de coleópteros: los carábidos.

Durante los años en que hemos recibido el financiamiento de CONABIO, hemos llevado a cabo algunos estudios paralelos de tipo taxonómico, ecológico y de comportamiento de los grupos trabajados en los paisajes estudiados, para resolver problemas concretos que se fueron presentando. El desarrollo de estos trabajos ha sido indispensable para profundizar una serie de aspectos sobre la estructura de la biodiversidad.

Como productos de las etapas anteriores al proyecto BE012 entregamos a CONABIO 8731 registros de 71420 individuos. El total de registros, especies y los grupos taxonómicos que incluyó cada etapa se pueden ver en el Cuadro 1. Publicamos un total de 58 trabajos de investigación y se terminaron un total de 16 tesis (ver Cuadro 2)

Cuadro 1. Información de la base de datos de los proyectos apoyados por CONABIO al Dr. Gonzalo Halffter

| Proyecto | No. registros | No. individuos | No. especies | Taxones                                                                             |
|----------|---------------|----------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| E007     | 2700          | 21931          | 79           | Scarabaeinae, Geotrupidae, Silphidae (Coleoptera)                                   |
| K038     | 2270          | 21015          | 241          | Anfibios, murciélagos, reptiles, roedores, escarabajos copronecrófagos y milpiés    |
| U030     | 3761          | 28474          | 278          | Escarabajos copronecrófagos, carábidos, melolóntidos, afodinos, dípteros y anfibios |
| TOTALES  | 8731          | 71420          |              |                                                                                     |

Cuadro 2. Información de los productos de los proyectos apoyados por CONABIO de 1994 a la fecha. Responsable. Dr. Gonzalo Halffter

| Proyecto | No. publicaciones | Tesis terminadas |          |              |              |
|----------|-------------------|------------------|----------|--------------|--------------|
|          |                   | doctorado        | maestría | licenciatura | especialidad |
| E007     | 22                | 1                | 3        | 3            | 2            |
| K038     | 19                | 1                | 3        | 1            | 1            |
| U030     | 17                |                  | 1        |              |              |
| TOTALES  | 58                | 2                | 7        | 4            | 3            |

En esta IV Etapa **nuestro objetivo principal** ha sido tratar de determinar las relaciones existentes entre distintos niveles de diversidad a diferentes escalas espaciales y temporales. Para poder enfrentarnos a este tipo de problema contamos con un equipo de trabajo que incluye personas con preparación taxonómica, ecológica y biogeográfica e incluso especialistas en el manejo de mapas.

Hemos aplicado nuestra estrategia en distintos paisajes y regiones de México y otros países americanos, usando una metodología bien definida. Estamos evaluando la respuesta de diferentes sistemas ecológicos a las acciones antrópicas; y la forma en que responden grupos indicadores a la fragmentación.

Hemos abierto nuevas líneas de trabajo a nivel poblacional como por ejemplo los efectos de la estructura del paisaje en la ocupación y movilidad de especies con diferentes historias de vida y el efecto de la asimetría fluctuante en la estructura de las poblaciones tomando en cuenta el tamaño y forma de los fragmentos y su conectividad con otros fragmentos.

## II. INTRODUCCIÓN

El nivel de organización biológica más ampliamente usado en el estudio de la biodiversidad, es el de especie. La diversidad de especies refleja desde variaciones en los patrones ecológicos actuales, hasta los complejos procesos evolutivos. Las especies, a pesar de las diferencias de criterio, son fácilmente detectables y cuantificables en la naturaleza. El número de especies de un grupo indicador que existe en un sitio, una comunidad o una región es un parámetro que se mide sin grandes complicaciones técnicas o conceptuales.

En la evaluación de la diversidad de especies, la escala espacial y temporal que se utilice es importante pues con ella variarán los procesos que influyen sobre la biodiversidad. Así, a escala local o de comunidad (en tiempo ecológico) la mayor influencia la ejercen los procesos ecológicos: estructura del nicho, interacciones biológicas y variables ambientales. En cambio, a escala regional (tiempos históricos) los aspectos evolutivos y biogeográficos (dispersión, extinción, especiación) son los más importantes. Al nivel de mesoescala o de paisaje, ambos tipos de procesos influyen en el número y identidad de las especies.

Una de las causas de error más importante en la discusión del tema biodiversidad y su conservación es la transferencia de observaciones de un nivel de escala a otro.

**En este proyecto** estamos analizando como las diversidades alfa y beta influyen en la riqueza en especies de un grupo indicador o de varios grupos indicadores en diferentes paisajes y/o regiones (diversidad gamma) y a diferentes escalas temporales. También como la diversidad gamma, un elemento histórico-biogeográfico afectado por las transformaciones antrópicas, principalmente fragmentación de comunidades, determina los valores de la diversidad alfa y la intensidad del recambio entre comunidades. Estamos tratando de determinar a que niveles de fragmentación empiezan a ocurrir modificaciones importantes en la diversidad de especies del paisaje (diversidad gamma) y a que niveles de fragmentación o de cambio del uso del suelo se

pone realmente en peligro la continuación biológica de especies a nivel paisaje.

### III. RELACIONES ENTRE LAS DIVERSIDADES ALFA, BETA Y GAMMA

La **diversidad alfa** está dada por el número de especies en un sitio o comunidad en un tiempo dado. El valor de alfa depende de las posibilidades biogeográfico-históricas, pero más aún de la estructura (ensamble) de la comunidad estudiada.

El determinar que es en realidad **la diversidad alfa** involucra una serie de importantes fenómenos ligados a la acumulación de especies a lo largo del tiempo. Por otra parte, en la integración de la diversidad alfa es importante considerar el papel de las especies turistas dentro de un ensamble dinámico. Lo mismo pasa con los individuos marginales de metapoblaciones que de manera regular están llegando a aquellos sitios en donde estamos determinando la diversidad puntual.

La **diversidad beta** es la diferencia en el número de especies entre dos sitios o dos tipos de comunidad. El análisis de la heterogeneidad dentro de un paisaje o en una región, tiene una manifestación paralela en relación al elemento tiempo. Es decir cuales son los distintos valores de **beta** en tiempos diferentes.

La **diversidad gamma** es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje. Su valor depende de la historia biogeográfica del paisaje. Es la expresión de la biodiversidad más estable. También la que tiene una mayor homeóstasis ante las acciones humanas.

Es importante comprender el doble sentido en que se manifiestan las relaciones entre las diversidades locales y la diversidad del paisaje. Las posibilidades: cuántas especies y cuáles, dependen de los fenómenos histórico-geográficos que han actuado tanto sobre los seres vivos, como sobre el paisaje. Su valor se expresa en gamma. Pero gamma a su vez se "construye" mediante diferentes valores de alfa. Es por eso que la diversidad gamma es determinante de las diversidades alfa y beta, pero a su vez está condicionada a cómo estas se manifiestan.

No forzosamente en todas las áreas geográficas, ni en todos los tipos de paisajes y comunidades, se reflejan por igual la importancia de los elementos históricos y ecológicos. Dicho de otra forma las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma

no son las mismas en distintos tipos de comunidad o paisaje, aunque si debería de haber ciertos denominadores comunes para determinadas condiciones climáticas.

Entender los problemas de escala y diseñar los programas adecuados para medir y monitorear los trastornos de la biodiversidad en los distintos niveles espaciales y temporales, parece ser la aproximación más prometedora para llegar a diseñar una política de uso sustentable de los recursos naturales. Sin embargo esta aproximación prácticamente no ha sido abordada ante el predominio del enfoque que tiende a extrapolar los resultados puntuales a conclusiones a nivel paisaje o región.

#### **IV. LA FRAGMENTACIÓN**

La pérdida de la biodiversidad resultante de las actividades humanas es una de las grandes preocupaciones de las últimas décadas. La única forma de buscar un uso sustentable de los recursos bióticos es entender cual es la interacción entre las acciones humanas y la diversidad biológica. Por lo anterior, a finales del siglo pasado se desarrollaron muchas propuestas sobre qué y cómo analizar la relación entre modificación del ambiente y reducción de la biodiversidad. Una idea muy popular hasta ahora es que la fragmentación de los bosques es una de las causas más importantes de pérdida de especies. Lo anterior, especialmente en paisajes tropicales cubiertos por grandes extensiones de selvas, ha sido uno de los principales elementos para proponer estrategias de conservación. Sin embargo, esta afirmación enmascara varias consideraciones dentro del fenómeno de la pérdida de biodiversidad. Consideramos esenciales las siguientes:

1) La escala de trabajo.- Hay muchas evidencias de que en un área reducida la fragmentación de un medio arbolado ocasiona una disminución de las especies adaptadas a vivir en el mismo. Esto se ha asociado con los efectos de borde: aumento de la temperatura y de la inestabilidad térmica, mayor efecto de las corrientes de aire, mayor luminosidad. También se han asociado los efectos negativos a la reducción de recursos y a una mayor exposición a los depredadores. Pero algo que pocas veces se señala, es que el desmonte favorece, a su vez, a las especies propias de zonas desmontadas o de zonas abiertas, especies que en mayor o menor número existen en todos los paisajes forestales.

Si cambiamos el nivel de escala y pensamos en lo que ocurre en un paisaje, un cierto grado de fragmentación no tiene porque forzosamente reducir el número de especies. Muchas de las especies del bosque permanecen y el número de las especies propias de zonas desmontadas se incrementa. El resultado puede ser incluso un aumento en el número total de especies del paisaje.

2) La intensidad de la fragmentación.- Por intensidad de fragmentación entendemos el porcentaje de espacio dividido. El tamaño y forma de los fragmentos y la distancia al

bosque continuo tienen efectos en la diversidad alfa, beta y gamma en los paisajes modernos.

3) Las características del sistema de estudio.- ¿Cuál es la importancia relativa del tipo de ecosistema (elemento estructural) y de las afinidades biogeográficas (elemento histórico) en la integración de la diversidad local en cada ecosistema?. Comunidades con distinta historia biogeográfica y evolutiva responderán de manera diferente a la fragmentación.

4) Tiempo transcurrido de la fragmentación.- En muy pocas ocasiones se toma en cuenta el valor tiempo. Tanto a nivel puntual, como a nivel de paisaje parece ser un elemento muy importante. Si pensamos que las especies no constituyen unidades rígidas, sino ensambles que cambian con el transcurso del tiempo, es evidente que un paisaje fragmentado tendrá una distinta composición tanto en número como en frecuencia de sus especies, a medida que pasan los años y las interacciones entre las especies se establecen de formas distintas.

5) El grupo de trabajo.- Una propuesta que ha tenido mucho impacto ha sido la utilización de grupos indicadores para los estudios de la relación entre biodiversidad y actividad antropogénica. Grupos distintos de plantas y de animales tendrán posibilidades de ensamblarse de manera diferente ante la influencia de los cambios de origen antrópico.

## **V. GRUPOS INDICADORES**

En este proyecto trabajamos con cinco grupos de coleópteros: Geotrupinae, Scarabaeinae, Aphodiinae, Silphidae y Carabidae y en menor grado con ranas. Todos estos grupos indicadores han demostrado ser muy útiles para analizar comunidades intactas o poco modificadas, pero también muy sensibles a los cambios producidos por las actividades humanas, sin que lo anterior quiera decir que su respuesta es de todo o nada. Es decir, ante el cambio del uso del suelo y la fragmentación, hay cambios cualitativos o cuantitativos pero no una desaparición total del grupo indicador.

Utilizamos como grupos indicadores principalmente a los escarabajos copronecrófagos, con el fin de evaluar de forma comparativa sus posibilidades de sobrevivir en situaciones alteradas, y de esta manera proponer acciones de conservación adecuadas.

## VI. RESULTADOS

### 1. COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE DISTINTOS GRUPOS INDICADORES A DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES Y TEMPORALES

#### A. ESCALA ESPACIAL

Hemos concluido varios artículos relacionados con el estudio de la biodiversidad a diferentes escalas espaciales. El propósito de estos estudios fue conocer hasta que punto distintos grupos indicadores reflejan los cambios introducidos por el hombre en los tipos de vegetación original y en qué grado los agroecosistemas resultantes conservan la diversidad biológica.

#### - NIVEL PAISAJE

1. PINEDA, E., C. MORENO, F. ESCOBAR AND GONZALO HALFFTER. 2005. FROG, BAT AND DUNG BEETLE DIVERSITY IN THE CLOUD FOREST AND COFFEE AGROECOSYSTEMS OF VERACRUZ, MÉXICO. *CONSERVATION BIOLOGY*, 19 (2):400-410.

2. PINEDA, E., C. MORENO, GONZALO HALFFTER Y E. ESCOBAR. 2005. TRANSFORMACIÓN DEL BOSQUE DE NIEBLA EN AGROECOSISTEMAS CAFETALEROS. IN G. HALFFTER Y J. SOBERÓN (EDS.) SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA: EL SIGNIFICADO DE LAS DIVERSIDADES ALFA, BETA Y GAMMA. CONABIO, DIVERSITAS Y S.E.A. (PUBLICACIONES DE LA SOCIEDAD ENTOMOLÓGICA ARAGONESA).

En estos estudios comparamos la diversidad de especies de escarabajos copróneocrófagos (Scarabaeinae), murciélagos y ranas en bosque tropical montano nublado (vegetación original) y plantaciones de café de sombra (un agroecosistema común en la región) en un paisaje en el centro de Veracruz. México. Entre 1998 y 2001 muestreamos en tres fragmentos de bosque tropical montano nublado y en tres plantaciones de café con sombra de policultivo tradicional. Los tres grupos indicadores tuvieron diferente respuesta a la transformación del bosque tropical montano nublado en plantaciones de café de sombra. La riqueza de especies de ranas fue una quinta parte menor en las plantaciones de café que en los fragmentos de bosque, y solo la tercera parte de las ranas se presentaron tanto en fragmentos de bosque como en las

plantaciones de café. El número de especies de escarabajos y su abundancia fue significativamente mayor en la plantaciones de café que en los fragmentos de bosque, mientras que la riqueza y composición de especies de murciélagos fue casi la misma en ambos habitats. La mayoría de las especies abundantes lo fueron en ambas comunidades, pero las especies menos abundantes no fueron las mismas en ambos habitats. Atribuimos las diferencias en los ensamblajes de especies al grado o nivel de penetrabilidad (permeabilidad) de los bordes entre los distintos tipos de hábitats, especialmente entre el bosque y las plantaciones de café, así como a las diferencias en las características de historia de vida de las especies. Las plantaciones de café de sombra forman una matriz que rodea a los remanentes de bosque de niebla. En conjunto conectan a los fragmentos de bosque con los demás hábitats del paisaje y representan un hábitat altamente funcional para preservación de la biodiversidad que sirva como complemento, pero no un sustituto, del bosque de niebla en este paisaje notablemente modificado.

3. ARELLANO, L., M. E. FAVILA, AND C. HUERTA. 2005. DIVERSITY OF DUNG AND CARRION BEETLES IN A DISTURBED MEXICAN TROPICAL MONTANE CLOUD FOREST AND ON SHADE COFFEE PLANTATIONS. BIODIVERSITY AND CONSERVATION 14: 601-615.

En este trabajo comparamos la diversidad de dos grupos de insectos de hábitos copronecrófagos (Scarabaeinae) y necrófagos (Silphidae) en un mosaico de comunidades: bosque mesófilo de montaña, cafetal con sombra poliespecífica, cafetal con sombra monoespecífica y claro de bosque) en los alrededores de Xalapa, Veracruz. De acuerdo con nuestros resultados, los cambios en la estructura de la vegetación del bosque asociados con la producción de café no dieron como resultado una reducción en la diversidad biológica. Los cuatro tipos de comunidades estudiadas fueron bastante similares en riqueza y composición de especies, las diferencias se manifestaron más bien a nivel de la abundancia y biomasa de cuatro especies dominantes en el mosaico. La presencia de los cuatro hábitats en el paisaje estudiado permite la persistencia de especies de escarabajos coprófagos y necrófagos que difieren en sus requerimientos

ecológicos. Cuando comparamos nuestros resultados con localidades adicionales de Veracruz central, pudimos concluir que: a). La riqueza y composición en cada hábitat trabajado depende de su grado de perturbación, b). La riqueza de un cafetal con sombra poliespecífica es similar a la de un bosque mesófilo conservado y, c). La relación entre especies asociadas al bosque y a áreas abiertas es similar, no así en la identidad de las especies.

## **- NIVEL REGIONAL**

ESCOBAR, F., L. ARELLANO Y G. HALFFTER. CAMBIOS EN LA DIVERSIDAD DE ESPECIES DE SCARABAEINAE (COLEOPTERA) EN BOSQUES Y POTREROS UBICADOS EN GRADIENTES ALTITUDINALES DE MÉXICO Y COLOMBIA.

Estudiamos los cambios altitudinales en la diversidad de escarabajos coprófagos en dos áreas biogeográficamente distintas de la región Neotropical: los Andes Colombianos y la parte central de Veracruz, México. De acuerdo con los resultados obtenidos, a nivel de paisaje se demarcan las diferencias en el grado de transformación que tiene cada región. En Veracruz, una región antropizada desde hace muchos años, los potreros presentan una riqueza en especies próxima a la de los bosques, pero una composición parcialmente diferente, caracterizada por la dominancia de especies heliófilas y coprófagas, a las que se suman las especies más ubicuistas compartidas con el bosque. Parece ser que la expansión ganadera en Veracruz ha facilitado la dispersión de las especies de zonas abiertas hacia arriba y hacia abajo a lo largo del gradiente. En Colombia, en una región donde la ganaderización es menos antigua, la riqueza y abundancia de escarabajos en los potreros es mucho menor que en los bosques. Entre el 88% y el 92% de las especies fue capturada en bosques, lo que nos habla de las áreas abiertas como ambientes que recientemente están siendo colonizados por los escarabajos. La diversidad gamma entre gradientes fue semejante y la complementariedad entre los mismos fue muy alta, sin importar su ubicación. Entre Volcán de Chiles y Río Cusiana fue de 97.40%, entre Volcán de Chiles y en Veracruz fue de 93.24% y entre Río Cusiana y Cofre de Perote fue del 95%. En Veracruz centro, las

especies tienen una distribución promedio más amplia a lo largo del gradiente y en los colombianos hay un alto porcentaje de especies con una distribución promedio restringida. Esto es, en los gradientes colombianos más del 50% de las especies se capturó únicamente en una estación de muestreo y muy pocas especies tuvieron una distribución promedio de más de 1000 m (*Dichotomius satanas*, *Eurysternus marmoreus*). En México se presentan linajes de Scarabaeinae con diferentes historias evolutivas en la alta montaña y en las tierras bajas, así como una clara zona de transición. En Colombia en cambio, la fauna de montaña está compuesta, en su mayoría (más del 88%) por géneros neotropicales que llegan a colonizar altitudes mayores a los 3000 m.

## **B. ESCALA TEMPORAL**

1. HALFFTER, G., E. PINEDA, L. ARELLANO Y F. ESCOBAR. DIVERSIDADES ALFA Y BETA TEMPORAL DE ESCARABAJOS COPRONECRÓFAGOS (SCARABAEINAE): INESTABILIDAD DE ENSAMBLES EN UN PAISAJE TROPICAL DE MONTAÑA EN MÉXICO.

En este trabajo examinamos, mediante el análisis de las diversidades alfa (riqueza de especies a nivel local), beta temporal (recambio de especies a lo largo del tiempo) y gamma (riqueza de especies a nivel paisaje), la estabilidad de ensambles de escarabajos copronecrófagos en cinco ambientes con distinto grado de disturbio de un paisaje tropical de montaña en México. Los resultados muestran una constancia en la diversidad alfa a lo largo del tiempo en todos los ambientes estudiados, sin embargo, se exhiben cambios en la composición de especies, en su abundancia y en la proporción de gremios. La información que presentamos indica inestabilidad en los ensambles a escala local, no así a nivel de paisaje. La diversidad alfa dice poco cuando se evalúa solo un punto en el tiempo (semana, mes o estación) y cuando la identidad de las especies no es considerada. Esta diversidad es inestable en el tiempo y está determinada principalmente por las especies abundantes. Por otro lado, la diversidad beta temporal está determinada primordialmente por la variación en la presencia de especies escasas o raras (poblacionalmente o de hábitat) y parece aumentar conforme la

heterogeneidad ambiental crece. Los cambios en la posición jerárquica de las especies en cada ambiente, así como los cambios en la proporción de gremios sugiere un dinamismo estructural y funcional de los ensambles en tiempos relativamente cortos. La inestabilidad en los ensambles puede estar favorecida por la alta permeabilidad de éstos a nivel local, por los cambios microambientales en periodos temporales cortos, así como por las fluctuaciones naturales de la poblacionales que componen al propio ensamble.

2. HALFFTER, G., F. ESCOBAR, A. SOLÍS. DIVERSIDAD TEMPORAL DE ESCARABAJOS COPRO-NECRÓFAGOS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA VOLCANES CENTRALES, COSTA RICA.

En este trabajo comparamos la diversidad de escarabajos en la Estación Biológica La Selva durante tres periodos de muestreo: 1969, 1993 y 2004. Para esta Reserva se conocen hasta el momento un total de 60 especies de escarabajos del estiércol. Los resultados del análisis de la diversidad de escarabajos del estiércol realizado en 11 tipos de vegetación durante el 2004 arrojaron un total de 29 especies (2224 individuos), lo cual corresponde al 48% de las especies históricamente reportadas en la estación La Selva. La mayor riqueza de especies y abundancia se encontró en las áreas de bosque secundario, seguido por las áreas dedicadas al cultivo de árboles. Las áreas con menos diversidad fueron las zonas desmontadas, en particular los pastizales en uso. En 1969, se encontraron 23 especies de escarabajos, mientras que en 1993 se encontraron 19 especies y en 2004 18 especies. Igualmente, es notorio el cambio en abundancia y equidad entre los tres periodos de muestreo, en 1993 y 2004 se capturó un poco mas del doble de los individuos capturados en 1969. Igualmente, se encontraron cambios en la composición de especies. Los resultados de nuestro estudio apoyan la hipótesis de que las comunidades de plantas y animales no son estáticas y que por el contrario, puede "recibir" o "expulsar" elementos. Los cambios temporales en la diversidad de escarabajos en la estación La Selva pueden ser atribuidos por una lado, al posible incremento de mamíferos (refaunación). Incremento que esta dado por las medidas de protección y conservación aplicadas durante este periodo.

## 2. ESTUDIOS DE CASO

### A. DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRO-NECRÓFAGOS EN BOSQUES TROPICALES PERENNIFOLIOS

Mediante estos trabajos estamos analizando las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma de escarabajos en las reservas de la Biosfera: Montes Azules y Sierra de Los Tuxtlas. La información que estamos presentando ahora es sólo preliminar, pues estamos terminando de limpiar, montar e identificar una buena parte de los ejemplares colectados. Una vez concluida esta fase seremos capaces de comparar las diversidades alfa, beta y gamma de este grupo en dos reservas de selva alta perennifolia con diferente grado de fragmentación.

#### *- Reserva Los Tuxtlas*

##### Características generales

La Sierra de Los Tuxtlas se localiza al sur del Estado de Veracruz sobre la costa del Golfo de México, entre los 18° 05´ y 18° 45´ de latitud norte y 94° 35´ y 95° 30´ de longitud oeste. Abarca una extensión aproximada de 4500 Km<sup>2</sup> (450.000 ha). El clima es cálido y semicalido con temperaturas medias anuales superiores a los 20° C. La región de Los Tuxtlas es una de las regiones más lluviosas del país, con 4500 mm de precipitación media anual. El tipo de vegetación dominante en la sierra de Los Tuxtlas y que originalmente ocupaba más de 75 % la superficie, es la selva húmeda o selva alta perennifolia. Este tipo de selva se distribuye entre los 500 y los 1000 m elevación y está compuesta por más de 1300 especies de plantas (Guevara et al. 1997). En los últimos 50 años se ha registrado un notable decremento del área de selva en esta región. Para el año 1980, se estima que la superficie convertida en campos agrícolas y pastizales para ganado comprende cerca de 75 % de la extensión original de la selva. En la actualidad el remanente de bosque bien conservado es menor del 15 %, y está representado por fragmentos que varían entre una y las 1500 hectáreas.

### Muestreos de escarabajos

El muestreo piloto de escarabajos se realizó en 10 fragmentos de distinto tamaño. En cada fragmento se colocaron 10 trampas de caída separadas 20 m entre sí, cebadas de forma intercalada con excremento humano (cinco trampas) y calamar en descomposición (cinco trampas).

Se llevó a cabo otro muestreo colocando el mismo número de trampas en 80 fragmentos y 80 pastizales, entre junio y agosto de 2003.

### Análisis espacial de la vegetación

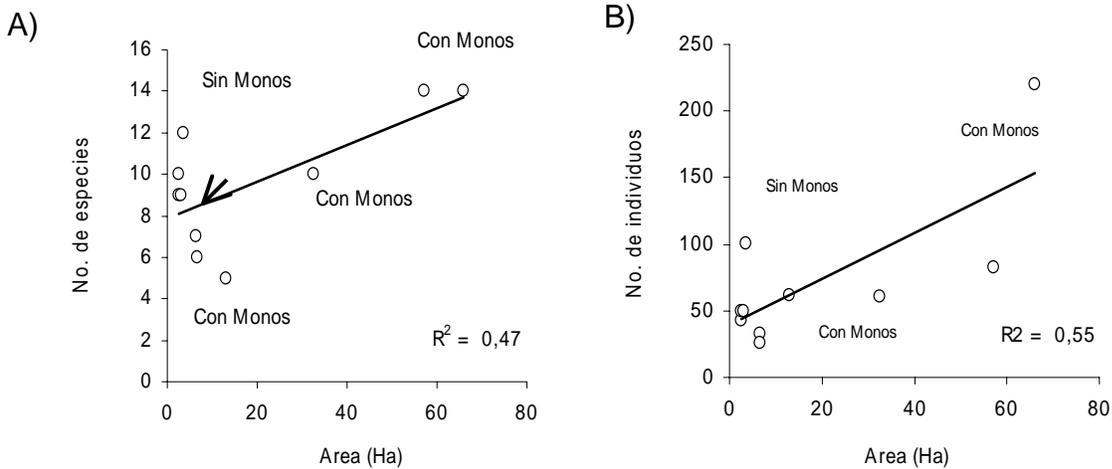
Las dos áreas seleccionadas para este estudio contienen un gran número de fragmentos. En total hemos identificado más de 100 fragmentos, los cuales varían entre 1 y 100 ha., de los cuales solo un 35 % contienen poblaciones de primates (*Allouatta palliata*), especie que juega un papel importante en el mantenimiento de las poblaciones de escarabajos.

### Resultados muestreo piloto

En total se capturaron 753 individuos pertenecientes a 27 especies (13 géneros). El análisis indica que colectamos más del 90 % de las especies presentes. En la Figura 1, se observa que el área del fragmento explica el número de especies, sin embargo es de notar la gran variación que se observa en la riqueza de especies, de tamaño pequeño pueden contener un número de especies similar al registrado en fragmentos de tamaño grande. Este patrón se mantiene cuando se compara el número total de individuos capturados.

**Cuadro 3.** Número de individuos de cada especie encontrada en 10 fragmentos de la Reserva de Biosfera Los Tuxtlas (México).

| Especie                          | Área (Hectáreas) |           |           |           |           |           |            |           |           |           | Total      |
|----------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
|                                  | 66.0             | 57.2      | 32.6      | 13.0      | 6.7       | 6.5       | 3.5        | 3.3       | 2.5       | 2.5       |            |
| <i>Ateuchus</i> sp. B            | 20               |           | 1         |           |           |           | 1          | 1         | 3         |           | 26         |
| <i>Bdelyroptis newtoni</i>       | 27               |           |           | 15        |           |           |            |           | 1         |           | 43         |
| <i>Canthidium centrale</i>       | 1                | 4         | 1         |           |           | 1         |            | 5         |           | 1         | 13         |
| <i>Canthidium</i> sp. B          |                  | 3         |           |           |           |           |            |           |           | 2         | 5          |
| <i>Canthon ca. morsei</i>        |                  |           |           |           |           |           |            | 1         |           |           | 1          |
| <i>Canthon cyanellus</i>         | 55               |           |           |           |           |           | 20         |           | 8         |           | 83         |
| <i>Canthon euryscellis</i>       |                  | 12        |           |           | 1         |           |            | 4         |           | 22        | 39         |
| <i>Canthon femoralis</i>         | 44               |           |           | 1         |           |           | 21         |           | 2         |           | 68         |
| <i>Canthon subhyalinus</i>       |                  | 2         |           |           |           |           |            |           |           |           | 2          |
| <i>Canthon vasquezae</i>         | 3                | 5         |           |           |           |           |            |           |           | 5         | 13         |
| <i>Copris laeviceps</i>          | 12               | 1         |           | 3         | 1         |           | 2          |           |           | 2         | 21         |
| <i>Copris lugubris</i>           |                  |           |           |           |           |           | 17         |           | 6         |           | 23         |
| <i>Coprophanaeus telamon</i>     | 29               | 10        | 16        | 1         | 10        | 6         | 12         | 6         | 13        | 3         | 106        |
| <i>Deltochilum gibbosum</i>      | 17               |           | 1         |           |           |           | 1          |           |           |           | 19         |
| <i>Deltochilum pseudoparilae</i> | 19               | 8         | 7         | 42        |           | 4         | 1          |           |           | 4         | 85         |
| <i>Dichotomius agenor</i>        |                  | 4         |           |           |           | 4         |            | 4         |           | 8         | 20         |
| <i>Dichotomius colonicus</i>     |                  |           |           |           |           |           |            |           | 1         |           | 1          |
| <i>Dichotomius satanas</i>       |                  | 12        | 9         |           | 9         | 2         |            | 16        |           | 1         | 49         |
| <i>Eurysternus caribaeus</i>     | 3                | 1         |           |           |           |           |            |           |           | 1         | 5          |
| <i>Eurysternus magnus</i>        | 4                |           |           |           |           |           |            |           |           |           | 4          |
| <i>Eurysternus mexicanus</i>     |                  |           |           |           |           |           | 8          |           | 1         |           | 9          |
| <i>Onthophagus batesi</i>        | 2                |           |           |           |           |           | 16         | 1         | 10        |           | 29         |
| <i>Onthophagus landolti</i>      |                  |           |           |           |           |           | 2          |           |           |           | 2          |
| <i>Onthophagus rhinolophus</i>   | 2                | 2         | 17        |           | 4         | 3         | 1          | 7         | 1         |           | 37         |
| <i>Phanaeus</i> sp.              |                  |           | 1         |           | 1         |           |            |           |           |           | 2          |
| <i>Scatimus ovatus</i>           |                  | 16        | 7         |           |           | 13        |            | 7         |           | 1         | 44         |
| <i>Uroxys</i> sp. A              |                  | 3         | 1         |           |           |           |            |           |           |           | 4          |
| <b>Total individuos</b>          | <b>238</b>       | <b>83</b> | <b>61</b> | <b>62</b> | <b>26</b> | <b>33</b> | <b>102</b> | <b>52</b> | <b>46</b> | <b>50</b> | <b>753</b> |



**Figura 1.** Relación entre la riqueza de especies (A) e individuos (B) y el área de los fragmentos, n = 10.

Igualmente, se puede observar que los fragmentos de tamaño pequeño en donde las poblaciones de monos ya han desaparecido contiene un mayor número de especies que las registradas en fragmentos del mismo tamaño, pero donde aun persisten poblaciones de primates. Otro hallazgo interesante, es la presencia de especies que preferentemente se encuentran asociadas a zonas abiertas como *Copris lugubris* y *Dichotomius colonicus*.

Nuestros datos parecen indicar que los remanentes de selva de tamaño pequeño pueden contener una fauna de escarabajos igualmente diversa a la encontrada en fragmentos de mayor tamaño. Estos resultados también apoyan la idea de que la conservación, en la situación actual de transformación de las áreas naturales requiere del mantenimiento no solo de remanentes de selva de gran extensión, sino también, la conservación de manchas de bosque de tamaño pequeño y su matriz circundante.

Dada la gran cantidad de información recopilada en esta zona, en este momento nos encontramos terminando la identificación del material y elaborando la base de datos que nos permita iniciar el análisis. Se finalizó el análisis espacial de cada una de las ventanas de estudio y la construcción de la base de datos conteniendo la información relacionada con el tamaño y forma de los fragmentos, heterogeneidad y conectividad del paisaje, base de datos que también incluye información sobre censos

de primates (uno de los recursos mas importantes para escarabajos del estiércol en bosques tropicales) y estructura de la vegetación de cada uno de los fragmentos estudiados

### **- Reserva Montes Azules**

#### Características generales

Se ubica en las montañas del oriente del estado de Chiapas o Selva Lacandona Chiapas (entre los 16°05'10"-16°20'36" N; 90°42'30"-91°08'30"W). Su extensión es de 331, 200 ha. En la región predomina el clima Am w'ig (cálido húmedo), caracterizado por una temperatura media anual >22° C y una temperatura del mes más frío >18° C con un régimen de lluvia de verano e influencia de monzón (INEGI, 1993). Este macizo forestal corresponde uno de los bosques tropicales perennifolios con la mayor biodiversidad del país. Este tipo de vegetación esta representada por las selvas altas y medianas perennifolias que cubren la mayor parte de la reserva; la zona se distribuye de los 100 a los 900 msnm., en relieves abruptos con suelos someros y drenaje deficiente.

#### Muestreos de escarabajos copro-necrófagos

El estudio de campo en esta Reserva se llevó a cabo en tres periodos distintos:

1. Octubre de 2003: Se colectó en 10 sitios ubicados en selvas altas y medianas perennifolias
2. Febrero de 2004. Se realizaron muestreos en 16 sitios de selva bien conservados
3. Agosto de 2004. Se muestrearon 10 pastizales y 10 sitios con algún tipo de uso humano (extractivo, ecoturismo o en regeneración).

#### Análisis espacial de la vegetación

De acuerdo con un análisis espacial de la vegetación en la reserva existen ocho unidades distintas. Las formaciones vegetales dominantes y en buen estado de

conservación son: selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia y selva alta y mediana subperennifolia, las cuales corresponden a un poco más del 50% del total del área de estudio. La vegetación secundaria / agricultura de temporal y los pastizales representan el 22%.

## Resultados Muestreo 2

En los sitios de selvas bien conservada colectamos un total de 22,028 ejemplares pertenecientes a 15 géneros y 47 especies. El mayor número de especies e individuos se colectó durante la época de lluvias (43 especies y 14,265 individuos). El número de especies para la época seca fue muy similar (40 especies). Sin embargo, el número de individuos fue un 50% más bajo (7,763) respecto al encontrado en la época de lluvias.

Durante las lluvias más del 50% de la abundancia total estuvo representada por sólo tres especies: *Canthon femoralis femoralis* (31.18%), *Onthophagus maya* (14.27%) y *Copris laeviceps* (12.31%). Mientras que para la época seca, la equidad fue un poco mayor: las especies más abundantes fueron *Onthophagus maya* (21.09%), *Canthidium centrale* (12.88%) y *Uroxys microcularis* (7.43%). Lo cual nos indica el dominio de especies distintas según la estación del año.

Por otro lado, los resultados muestran poca variación en la riqueza de especies entre los distintos sitios de selva bien conservada (Cuadro 4). En la época de lluvias la riqueza de especies en los sitios varió entre 31 y 22 especies. Mientras que en la época seca el número de especies fluctuó entre 29 y 19 especies. En ninguna de las dos temporadas la riqueza de un sitio fue similar al encontrado en el área en su conjunto (Cuadro 4).

Estamos terminando la fase de gabinete y comenzando los análisis de información.

**Cuadro 4.** Especies y número de individuos de escarabajos del estiércol. Resumen de los resultados obtenidos en 16 sitios de selva bien conservada, Reserva de Biosfera Montes Azules para la época seca y lluviosa

| Sitios               | Época seca      |                    | Época de lluvias |                    |
|----------------------|-----------------|--------------------|------------------|--------------------|
|                      | No. especies    | No. individuos     | No. especies     | No. individuos     |
| 1                    | 29              | 430                | 25               | 333                |
| 2                    | 28              | 378                | 26               | 448                |
| 3                    | 23              | 238                | 22               | 650                |
| 4                    | 23              | 426                | 25               | 424                |
| 5                    | 23              | 298                | 22               | 526                |
| 6                    | 27              | 432                | 31               | 668                |
| 7                    | 26              | 671                | 27               | 1030               |
| 8                    | 27              | 687                | 31               | 1643               |
| 9                    | 27              | 506                | 28               | 657                |
| 10                   | 23              | 485                | 18               | 396                |
| 11                   | 24              | 1042               | 27               | 981                |
| 12                   | 21              | 438                | 24               | 412                |
| 13                   | 21              | 720                | 24               | 1631               |
| 14                   | 19              | 388                | 29               | 956                |
| 15                   | 20              | 470                | 26               | 1602               |
| 16                   | 20              | 204                | 23               | 1908               |
| <b>Total</b>         | <b>40</b>       | <b>7813</b>        | <b>43</b>        | <b>14265</b>       |
| <b>Promedio±D.E.</b> | <b>23.8±3.1</b> | <b>488.3±207.9</b> | <b>26.5±5.3</b>  | <b>891.5± 27.9</b> |

## **B. DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS COPRO-NECRÓFAGOS EN BOSQUES TROPICALES CADUCIFOLIOS**

Mediante estos trabajos estamos analizando las relaciones entre las diversidades alfa, beta y gamma de escarabajos en áreas con selvas bajas en diferentes grados de fragmentación: la reserva Chamela-Cuixmala y la Depresión central de Chiapas. Estamos terminando de limpiar, montar e identificar una buena parte de los ejemplares colectados. Una vez concluida esta fase seremos capaces de comparar las diversidades alfa, beta y gamma de este grupo en dos áreas de selva baja caducifolia con diferente grado de fragmentación.

### ***- Reserva Chamela-Cuixmala***

#### Características generales

Se localiza en el Estado de Jalisco, México (19°30'N, 105°03'W), a dos km al W de la costa y 6 km al SE de la Bahía de Chamela. Cuenta con un total de 3,319 Ha. de terreno. Presenta lomeríos bajos y pequeñas cañadas, que confluyen en arroyos. La altitud va de 10 a 580 msnm. El substrato incluye basalto, riolita y conglomerados no consolidados. Los suelos son arenosos y de profundidad muy variable. El clima es tropical cálido subhúmedo, con una marcada estacionalidad. La temperatura promedio anual es de 24.6°C y la máxima promedio es de 30.3°C. La vegetación dominante de la región es la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio. Existen también otras comunidades de plantas, tales como los Manglares, Tulares y la vegetación de las Dunas Costeras.

#### Muestreos de escarabajos

La Reserva fue visitada en tres ocasiones distintas: inicio del periodo de lluvias (Julio 2002), mitad del periodo de lluvias (Septiembre de 2002) y época seca (Abril de 2003). En cada tipo de vegetación (Selva Baja, Selva Mediana, Selva Secundaria, Pastizal y Bosque monotípico de *Mimosa*) se colocaron 10 trampas de caída separadas 20 m entre sí, cebadas de forma intercalada con excremento humano (cinco trampas) y

calamar en descomposición (cinco trampas).

## Resultados

En total se capturaron 1304 individuos pertenecientes a 16 especies y 9 géneros (Cuadro 5). Se observó que las áreas en regeneración pueden albergar una diversidad similar o mayor a la registrada en selvas en buen estado de conservación, como son la selva baja y la selva mediana. En las áreas en recuperación se encontró el 75 % de todas las especies. Así mismo, las áreas fuertemente intervenidas, tales como las áreas de pastizal y los bosque de *Mimosa* albergan un menor riqueza de especies (50% y 31.6 % del total de especies respectivamente), pero aportan nuevos elementos a la diversidad del paisaje, como es el caso de *Copris lugubris*, *Onthophagus* sp. 4 y *Digitonthophagus gazella*, esta última es una especie introducida en los Estados Unidos, que aprovecha zonas abiertas para la colonización de nuevas áreas.

**Cuadro 5.** Número de individuos de cada especie encontrada en distintos tipos de tipos de vegetación en la Reserva de Biosfera Chamela–Cuixmala, México. S.B = Selva Baja, S.M = Mediana, S.S = Selva Secundaria, P = Pastizal, A = Arenal.

| Especies                        | Tipos de vegetación |            |            |           |           | Total       |
|---------------------------------|---------------------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|
|                                 | S. B                | S. M       | S. S       | P         | A         |             |
| <i>Ateuchus rodriguezi</i>      | 6                   | 1          | 16         | 3         |           | 26          |
| <i>Canthon cyanellus</i>        | 11                  | 23         |            |           |           | 34          |
| <i>Canthon indigaceus</i>       | 15                  | 6          | 88         | 4         | 11        | 124         |
| <i>Canthon</i> sp. 1            | 1                   | 1          | 1          |           |           | 3           |
| <i>Copris lugubris</i>          |                     |            |            | 2         |           | 2           |
| <i>Coprophanæus pluto</i>       |                     | 13         | 1          |           |           | 14          |
| <i>Deltochilum gibbosum</i>     | 132                 | 207        | 98         | 40        | 4         | 481         |
| <i>Dichotomius carolinus</i>    | 3                   | 5          | 4          | 1         |           | 13          |
| <i>Dichotomius centralis</i>    | 47                  | 77         | 36         | 8         | 1         | 169         |
| <i>Digitonthophagus gazzela</i> |                     |            |            | 20        | 9         | 29          |
| <i>Phanaeus furiosus</i>        |                     | 2          | 2          |           |           | 4           |
| <i>Phanaeus obliquans</i>       |                     |            | 1          |           |           | 1           |
| <i>Onthophagus</i> sp. 1        | 165                 | 9          | 183        | 2         |           | 359         |
| <i>Onthophagus</i> sp. 2        | 3                   |            | 24         |           |           | 27          |
| <i>Onthophagus</i> sp. 3        | 2                   | 1          | 13         |           |           | 16          |
| <i>Onthophagus</i> sp. 4        |                     |            |            |           | 2         | 2           |
| <b>No. especies</b>             | <b>10</b>           | <b>11</b>  | <b>12</b>  | <b>8</b>  | <b>5</b>  | <b>16</b>   |
| <b>No. individuos</b>           | <b>385</b>          | <b>345</b> | <b>467</b> | <b>80</b> | <b>27</b> | <b>1304</b> |

Los resultados de este estudio indican que tanto la estacionalidad como la estructura de la vegetación afectaron la comunidad de escarabajos coprófagos. En la época de lluvias se capturaron 14 especies y solamente tres durante la época seca. Durante la época seca los escarabajos sólo fueron encontrados en selva mediana. De igual forma, se detectaron diferencias en la estructura de los gremios (gremios según periodo de actividad, forma de relocalización y preferencia alimenticias) entre los distintos tipos de vegetación y entre estaciones climáticas.

## **- Depresión Central de Chiapas. Municipio San Fernando**

### Características generales

Se ubica en la depresión central de Chiapas en el sureste de México (16°53'01"-16°47'57" Lat N y 93°09'23-"93°13'58" Long W). Presenta altitudes entre los 600 y los 1100 msnm. Los hábitats naturales y semi-naturales incluyen bosques tropicales caducifolios, bosques secundarios, desmontes abandonados (5-8 años) en distintos estados sucesionales (acahuales), quebrachales, hábitats riparios y cañadas. El resto del paisaje consiste principalmente de campos de cultivo (maíz, frijol), plantaciones (café, plátano), potreros (principalmente con ganado bovino), hábitats urbanos (centros de población) y vías de comunicación. Los tipos de suelo predominantes son litosoles y rendzinas (Gobierno del Estado de Chiapas, 1988). El clima de la región va de cálido sub-húmedo con lluvias en verano a semi-cálidos subhúmedo (García 1996). La temperatura media anual es de 18°C y la precipitación anual es de 1200 mm al año (Román 2000). Alrededor del 40% de su superficie es propiedad ejidal y el resto está ocupado por propiedad privada; una pequeña parte pertenece al "Parque Nacional Cañón del Sumidero" (Gobierno del Estado de Chiapas 1988)

### Muestreos de escarabajos

Durante la temporada de lluvias 2004, trabajamos en 6 acahuales de selva baja caducifolia de tres tipos: Acahuales aislados (AA): Son aquellos que no tienen un cerco vivo adyacente. Acahuales pequeños conectados (ACP): Son aquellos que tienen un cerco vivo adyacente y un área menor a 2 ha. Acahuales grandes conectados (ACG) Son aquellos que tienen un cerco vivo adyacente y un área de más de 10 ha. Hicimos muestreos en cuatro cercos vivos: dos con un largo promedio de  $126.25 \pm 51.26$  m (cortos) y dos con un largo promedio de  $337.5 \pm 3.54$  (largos). La especie dominante en todos ellos es *Acacia pennatula*. Trabajamos 7 potreros: 6 adyacentes a los tres tipos de acahuales y uno vecino a un cerco vivo.

Hicimos 4 muestreos, en cada uno colocamos 6 trampas cebadas (2 con excremento humano, dos con calamar y dos con estiércol vacuno) en 16 transectos de trampas

separadas 25 m entre sí.

### Resultados

Capturamos 1933 individuos de 21 especies: 20 de Scarabaeinae y una de Silphidae. En el Apéndice 1 presentamos una lista de especies por elemento trabajado.

Registramos 21 especies para todo el paisaje que representaron el 92.47% de las especies potenciales promedio obtenidas mediante los estimadores no paramétricos (Cuadro 6). En la figura 2 se puede observar que las curvas de acumulación de Michaelis Menten para todo el paisaje han llegado a una asíntota. De acuerdo con la curva de rarefacción de Coleman podemos establecer comparaciones en lo obtenido en este paisaje con paisajes tropicales similares.

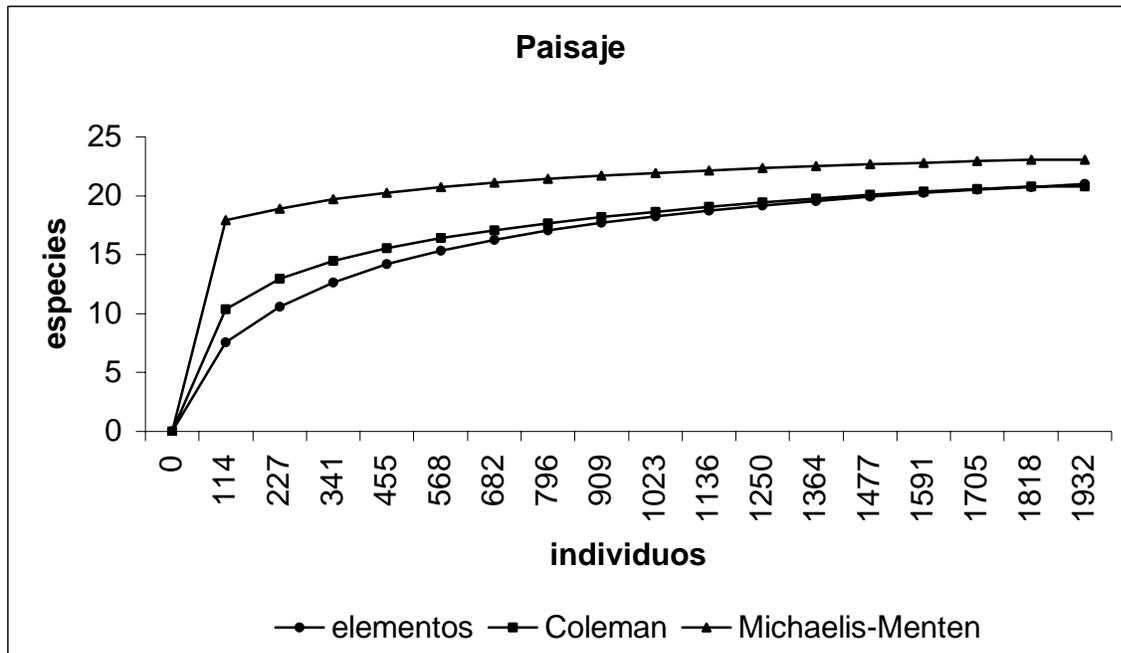


Fig. 2. Riqueza observada, curvas de rarefacción de Coleman y curva de acumulación de especies de Michaelis Menten en el paisaje de Vicente Guerrero.

Cuadro 6. Riqueza observada y estimadores no paramétricos de riqueza (Colwell, 2004) por elemento estudiado y en el paisaje de Vicente Guerrero, Chiapas. La riqueza máxima y mínima corresponde a los límites de un intervalo de valores de cada estimador.

| Elemento       | Riq. Obs. | ACE   | ICE   | CHAO1 | CHAO2 | JACK1 | JACK2 | BOOTSTRAP |
|----------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| <b>AA</b>      | 13        | 14.61 | 16.23 | 17.31 | 17.01 | 16.83 | 18.74 | 14.76     |
| RIQ. MAX       |           | 15.09 | 16.92 | 17.43 | 22.3  | 18.75 | 19.71 | 15.12     |
| RIQ. MIN       |           | 14.13 | 15.54 | 17.19 | 11.72 | 14.91 | 17.77 | 14.4      |
| <b>ACG</b>     | 16        | 19.64 | 32.27 | 23.92 | 47.71 | 23.76 | 30.51 | 19.02     |
| RIQ. MAX       |           | 20.33 | 32.32 | 35.48 | 87.31 | 28.02 | 31.76 | 19.59     |
| RIQ. MIN       |           | 18.95 | 32.22 | 12.36 | 8.11  | 19.5  | 29.26 | 18.45     |
| <b>ACP</b>     | 10        | 11.86 | 14.99 | 11    | 17.76 | 13.76 | 16.62 | 11.49     |
| RIQ. MAX       |           | 12.37 | 16.26 | 12.87 | 28.7  | 16.08 | 17.85 | 12        |
| RIQ. MIN       |           | 11.35 | 13.72 | 9.13  | 6.82  | 11.44 | 15.39 | 10.98     |
| <b>CV</b>      | 14        | 17.72 | 19.38 | 21.95 | 20.25 | 18.91 | 21.84 | 16.17     |
| RIQ. MAX       |           | 18.45 | 19.9  | 33.21 | 27.8  | 21.07 | 22.48 | 16.42     |
| RIQ. MIN       |           | 16.99 | 18.86 | 10.69 | 12.7  | 16.75 | 21.2  | 15.92     |
| <b>PAA</b>     | 10        | 12.83 | 14.99 | 14.5  | 14    | 13.93 | 15.9  | 11.71     |
| RIQ. MAX       |           | 13.71 | 16.15 | 21.8  | 19.29 | 15.84 | 17.01 | 11.99     |
| RIQ. MIN       |           | 11.95 | 13.83 | 7.2   | 8.71  | 12.02 | 14.79 | 11.43     |
| <b>PACG</b>    | 9         | 11.1  | 12.87 | 11.25 | 10.5  | 11.9  | 12    | 10.5      |
| RIQ. MAX       |           | 12.17 | 14.33 | 14.65 | 12.79 | 13.52 | 13.35 | 10.92     |
| RIQ. MIN       |           | 10.03 | 11.41 | 7.85  | 8.21  | 10.28 | 10.65 | 10.08     |
| <b>PACP</b>    | 6         | 6.83  | 15.66 | 6.5   | 13.3  | 9.47  | 12.25 | 7.26      |
| RIQ. MAX       |           | 7.48  | 17.32 | 7.82  | 14.42 | 11.75 | 13.25 | 8         |
| RIQ. MIN       |           | 6.18  | 14    | 5.18  | 12.18 | 7.19  | 11.25 | 6.52      |
| <b>PCV</b>     | 8         | 10.98 | 20.04 | 12.5  | 14.25 | 12.58 | 15.23 | 9.98      |
| RIQ. MAX       |           | 12.11 | 25.59 | 19.69 | 21.8  | 14.7  | 17.03 | 10.81     |
| RIQ. MIN       |           | 9.85  | 14.49 | 5.31  | 6.7   | 10.46 | 13.43 | 9.15      |
| <b>Paisaje</b> | 21        | 24.08 | 23.59 | 22.13 | 23.67 | 24.76 | 25.7  | 22.71     |
| RIQ. MAX       |           | 25.23 | 24.55 | 23.9  | 27.16 | 26.46 | 27.74 | 23.23     |
| RIQ. MIN       |           | 22.93 | 22.63 | 20.36 | 20.18 | 23.06 | 23.66 | 22.19     |

### *Riqueza y abundancia de especies*

En los acahuales obtuvimos 1035 individuos de 17 especies, en los potreros 478

individuos de 13 especies y en los cercos vivos 420 individuos de 14 especies. En el Cuadro 7 presentamos la riqueza promedio y la riqueza máxima por sitio de muestreo y la abundancia por sitio. La riqueza promedio en el paisaje fue de  $7.31 \pm 2.57$ .

El tamaño de los parches de selva no fue una variable que influyera significativamente en la riqueza (Mann-Whitney,  $U= 241.5$ ,  $P= 0.54$ ), ni en la abundancia de especies (Mann-Whitney,  $U= 251.5$ ,  $P= 0.77$ ). Tampoco hubo diferencias entre la riqueza (Mann-Whitney,  $U= 202$ ,  $P= 0.08$ ) y abundancia de especies (Mann-Whitney,  $U= 181.5$ ,  $P= 0.14$ ) entre acahuales de selva y potreros. No encontramos diferencias significativas en la riqueza (Mann-Whitney,  $U= 218.5$ ,  $P= 0.22$ ), ni en la abundancia (Mann-Whitney,  $U= 211.15$ ,  $P= 0.23$ ) de especies entre acahuales conectados y acahuales aislados.

Cuadro 7. Riqueza promedio y riqueza máxima por elemento en un paisaje tropical ganadero chiapaneco. ACG= acahuales grandes conectados, ACP= acahuales conectados pequeños, AA= acahuales sin cercos vivos adyacentes, CV= cercos vivos,

| Elemento | Riqueza promedio/elemento | Min | Max | riqueza máxima/elemento |
|----------|---------------------------|-----|-----|-------------------------|
| ACG      | $11.00 \pm 4.24$          | 8   | 14  | 16                      |
| ACP      | $8.00 \pm 0$              | 8   | 8   | 11                      |
| AA       | $9.00 \pm 4.24$           | 6   | 12  | 13                      |
| CV       | $7.25 \pm 1.71$           | 5   | 9   | 14                      |
| PACG     | $6.50 \pm 2.12$           | 5   | 8   | 8                       |
| PACP     | $4.00 \pm 1.41$           | 3   | 5   | 6                       |
| PAA      | $8.00 \pm 1.41$           | 7   | 9   | 10                      |
| PCV      | $8.00 \pm 0.00$           | 8   | 8   | 8                       |

P=potreros.

En los acahuales grandes con cercos vivos adyacentes registramos la mayor riqueza máxima y las más altas abundancias de especies. En los potreros obtuvimos las menores abundancias y en los potreros adyacentes a los acahuales conectados pequeños la menor riqueza máxima. Encontramos diferencias significativas en la riqueza de especies entre los diferentes elementos estudiados, si tomamos en cuenta su vecindad con cercos vivos (ANOVA,  $F= 2.33$ ,  $g.l= 7$ ,  $P= 0.026$ ), porque la riqueza media en los acahuales conectados grandes es significativamente mayor que el número de especies promedio en los potreros adyacentes a acahuales conectados pequeños (Tukey= 0.47,  $P= 0.038$ ). No encontramos diferencias significativas en la abundancia entre elementos (ANOVA,  $F= 90.59$ ,  $g.l= 7$ ,  $P= 0.503$ ).

### 3. MUESTREOS EN ÁREAS POCO COLECTADAS DE MÉXICO

Para generar datos de presencia de especies de Scarabaeidae en áreas poco colectadas de siete estados de la República Mexicana (Coahuila, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas y Tlaxcala) se realizaron dos viajes de campo.

- A. **Fecha:** Del 22 de julio al 4 de agosto de 2004. **Participantes:** M. en C. Fernando Vaz de Mello, Pablo Carrillo Reyes y Fernando Nicolalde Morejón.

Durante esta salida se llevaron a cabo colectas manuales y con trampas en diferentes localidades:

#### *Colectas Manuales:*

Tlaxcala.- Cerro de Mazatepec (El Carmen Tequexquitla)

Jalisco.- Campus de CUCBA-UDG; Campus del CUCSUR-UDG y Puente Ubalán (Autlán).

Ocotlán, El Mirador (Zapopan), Rancho El Tablón, Rancho Pericos, Mesa de los Caballos (San Cristóbal de la Barranca), Puerto Los Mazos, Ejido Barranca de la Naranja (Casimiro Castillo). En varias localidades de los municipios de Tomatlán, Cabo Corrientes, Puerto Vallarta. En El Tuito, El Columpio y El Refugio (Cabo Corrientes). En La Estancia y alrededores, Tlajomulco de Zúñiga, El Escalón, Llano Grande y Rancho Pericos (San Cristóbal de la Barranca). En el camino al Carrizal (Colotlán).

Michoacán.-Ecuandureo.

Zacatecas: Río Patitos (Teul), Guadalupito y Villanueva (Villanueva). Saldaña (Pinos).

San Luis Potosí.- El Alegre, Tierra Nueva (Santa María del Río).

Hidalgo.- Pachuquilla (El Arenal)

*Colecta con trampa de luz:*

Jalisco: Rancho El Tablón y en San Cristóbal de la Barranca

*Captura con necrotrampas:*

Tlaxcala: Cerro de Mazatepec, El Carmen Tequexquitla.

Jalisco: Tlajomulco de Zuñiga, Unión de Tula, Cocula, Ejido Barranca de la Naranja (Casimiro Castillo), Puerto los Mazos, Unión de Tula y Cocula.

Como resultado de esta salida de campo se ha encontrado una población de *Agamopus cf. lampros*, que permitirá estudios futuros de comportamiento de esa especie y definición de su status taxonómico.

B. **Fecha:**19-28 julio 2005. **Participantes:** Dr. David Edmonds, Dr. Pedro Reyes Castillo.

Durante esta salida se llevaron a cabo colectas de escarabajos copro-necrófagos usando trampas pitfall cebadas con excremento humano en diferentes localidades de la Sierra el Carmen, Coahuila. La fauna de insectos de este grupo era totalmente desconocida en "Los Altos" de Coahuila, por lo que estos son los primeros registros para la zona. La fauna obtenida fue bastante escasa tanto en riqueza como en abundancia. Esta escasez se puede atribuir a varios factores: A) La ausencia de ganado bovino y equino desde hace bastantes años. Los mamíferos residentes actualmente son el oso negro, el león de montaña y el hombre. B) Durante el periodo de muestreo las lluvias fueron anormalmente escasas. C) La dominante presencia en los cebos humanos de una especie necrófaga del grupo de los Silphidae (*Nicrophorus mexicanus*).

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

- La aplicación de nuestra estrategia de evaluación de la diversidad biológica

usando grupos indicadores ha sido exitosa tanto a nivel de paisaje como a nivel regional. También ha sido útil en trabajos de evaluación de la diversidad en Reservas de la Biosfera.

- Con la aplicación de la estrategia hemos evaluado la respuesta de sistemas ecológicos diferentes a las acciones antrópicas y también la forma en que responden distintos grupos indicadores a la fragmentación.
- La fragmentación es una realidad del mundo tropical, por eso tenemos que profundizar en el conocimiento de los cambios que ocasiona en la diversidad biológica.
- El uso de una metodología bien definida nos ha permitido realizar trabajos comparativos de los cambios de la diversidad de grupos indicadores en el tiempo.
- Es evidente que la riqueza de especies cambia con el transcurrir del tiempo, aún en aquellos casos en que no se presentan perturbaciones de origen antrópico, por lo que es necesario monitorear la biodiversidad y conocer los cambios que esta muestra. La experiencia acumulada en nuestros estudios señala la conveniencia de trabajar con uno o varios grupos indicadores, siguiendo nuestra estrategia de trabajo.
- Diferentes niveles de escala, tanto espaciales, como temporales, darán mayor o menor importancia a los fenómenos históricos y ecológicos. Lo que es determinante a un cierto nivel de escala, puede no serlo a otra.
- La composición de especies de un paisaje es un fenómeno esencialmente histórico, dependiendo tanto de la evolución geomorfológica y geográfica del paisaje como de la evolución de la biota que se consideren.
- Las distintas características ecológicas que se encuentran en los diferentes lugares de un paisaje determinan diferencias en la composición de la diversidad alfa.
- Los paisajes tropicales antropizados conservan mucha mayor biodiversidad de la que hasta hace pocos años se suponía, siempre y cuando la transformación no

sea radical y en toda la extensión del paisaje, es decir siempre que se tenga un paisaje heterogéneo que incluya fragmentos de las formaciones originales.

- Es urgente conocer la diversidad de los paisajes parcialmente transformados, medir y monitorear su riqueza de especies (aplicando la estrategia “medida de las diversidades alfa, beta y gamma”) y buscar aquellas disposiciones que favoreciendo la conectividad entre los sitios más ricos pueden reducir el impacto de las acciones humanas.

## VIII. PRODUCTOS DEL PROYECTO

### 1. INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS

La base de datos del proyecto BE012 cuenta con un total de 3607 registros, que corresponden a 184 especies (ver Apéndice 1). El total de especímenes es de 27692. en esta última entrega hemos dado de alta un total de 882 registros que corresponden a 90 especies.

La información incluida en la base de este proyecto contiene nuevos registros de varias especies de escarabajos, carábidos y anfibios para México. Los datos provienen de las siguientes fuentes: 1) de colectas de escarabajos efectuadas en tres Reservas de la Biosfera: Montes Azules, Los Tuxtlas y Chamela-Cuixmala, 2) de colectas de escarabajos efectuadas en bosques tropicales secos del estado de Chiapas, México, 3) de colectas de escarabajos efectuadas en bosques mesófilos y cafetales de la zona central de Veracruz, 4) de muestreos de afodinos en Veracruz y Chiapas, 5) de Scarabaeidae florícolas de varias localidades, 6) de muestreos de escarabajos en sitios poco colectados de siete estados del país, 7) de los *Onthophagus* y dípteros de la Reserva Tehuacán-Cuicatlán, 8) registros de anfibios (fuentes bibliográficas) para México, 9) de Carábidos de la región Cofre de Perote, 10) de *Eurysternus* mexicanos, y 11) de escarabajos coprófagos mexicanos de dos colecciones brasileñas: A) Colección de Fernando Vaz-de-Mello (Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais). B) Colección Everardo & Paschoal Grossi (Nova Friburgo, Rio de Janeiro). Estos últimos registros son

muy importantes porque representan los únicos datos de especies mexicanas de Scarabaeinae en colecciones brasileñas que tienen su origen en colectas recientes y bien ubicadas geográficamente.

## **2. ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD**

### Trabajos publicados

#### **2003**

1. Arellano, L. y G. Halffter. 2003. Gamma diversity: derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zool. Mex.* 90: 27-76.
2. Halffter, G. 2003. Biogeografía de la Entomofauna de Montaña de México y América Central. Pp. 87-97. *In Una Perspectiva Latinoamericana de la Biogeografía.* (J.J. Morrone Lupi y J. Llorente Bousquets, Eds. ). Primera edición. Las prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, México. ISBN. 970-32-0498-8.

#### **2004.**

3. Halffter, G. 2004. Prólogo. *En: Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Inventarios de Biodiversidad. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
4. Halffter, G. 2004. Sobre Diversidad Biológica: Una Presentación, un Apéndice y dos Conferencias. *Sociedad Entomológica Aragonesa - SEA.*
5. Villareal, H., M. Alvarez, S. Cordoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. 2004. *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Programa de Inventarios de Biodiversidad. Bogotá, Colombia. 190 pp.

#### **2005**

6. Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zool. Mex.* (n. s.), 21(2). 133-153.
7. Pineda, E., C. Moreno, F. Escobar and G. Halffter. 2005. Frog, Bat and Dung

Beetle Diversity in the Cloud Forest and Coffee Agroecosystems of Veracruz, Mexico. *Conservation Biology*, 19 (2): 400-411.

### Trabajos en prensa

1. Pineda, E., G. Halffter, C. E. Moreno y F. Escobar. Transformación del bosque de niebla en agroecosistemas cafetaleros: cambios en las diversidades alfa y beta de tres taxa faunísticos. *En: Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma*. G. Halffter y J. Soberón (Eds.). CONABIO-CYTED y la Sociedad Aragonesa de Entomología.
2. Pineda, E. y G. Halffter. Fragmentación del bosque de niebla y diversidad de ranas en un paisaje de montaña en México. *En: Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma*. G. Halffter y J. Soberón (Eds.). CONABIO- CYTED y la Sociedad Entomológica Aragonesa.
3. Halffter, G. y C. E. Moreno. Significado Biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. *En: Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma*. G. Halffter y J. Soberón (Eds.). CONABIO- CYTED y la Sociedad Aragonesa de Entomología. G. Halffter y J. Soberón (Eds.)

### Formación de recursos humanos

#### ***Tesis concluidas***

1. Pineda Arredondo, Eduardo. Postgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: "Diversidad de anfibios en bosque mesófilo de la región central del estado de Veracruz". Concluida. Fecha de examen 3 de marzo de 2004.

#### ***Tesis en proceso***

1. Arellano Gámez, Lucrecia. Doctorado en Ecología y Desarrollo Sustentable. El colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas. Título de tesis: "Efecto del

manejo y estructura del paisaje sobre la diversidad y movilidad de escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en un sistema de bosques tropicales caducifolios de Chiapas. 70%.

2. Montes de Oca, Enrique. PhD Candidate. Program: Ecology and Environmental Biology. Faculty of Postgraduate Studies and Research (FGSR). Department of Biological Sciences. University of Alberta, Edmonton, Canada. Título de tesis: "Diversity of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) and dung beetles (Coleoptera, Scarabaeinae): Faunal response to land use mosaics along a mexican altitudinal gradient". Avance 97%.

#### Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto.

##### **2003.**

1. Escobar, F. Modulo biodiversidad: 1-Componentes y naturaleza de la biodiversidad. 2- La diversidad en el tiempo: la magnitud de la diversidad en el planeta. 3-Diseño de inventarios de biodiversidad. 4-Uso de grupos indicadores. 5-Valoración y uso de la biodiversidad. 10-11 de enero de 2003. Curso Biología de la Conservación, Programa de Maestría Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz.
2. Escobar, F., Lobo J. M y G. Halffter. Cloud forest transformation and agroecosystems: the species diversity of three indicator groups. Reunión Anual de la Asociación de Biología Tropical - ATB. Aberdeen University, Aberdeen, UK. 7-10 de Julio de 2003.
3. Montes de Oca, E. Moderador de la sesión concurrente: Insect Biodiversity and Community Structure in Forests.
4. Halffter, G. Catedrático **Curso Biodiversidad**. Doctorado en Ecología. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Ver. 10 de noviembre al 12 de diciembre de 2003.

##### **2004**

5. Escobar, F. Modulo biodiversidad: 1-Componentes y naturaleza de la biodiversidad. 2- La diversidad en el tiempo: la magnitud de la diversidad en el

- planeta. 3-Diseño de inventarios de biodiversidad. 4-Uso de grupos indicadores. 5-Valoración y uso de la biodiversidad. 10-11 de enero de 2004. Curso Biología de la Conservación, Programa de Maestría Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz.
6. Arellano, L. "Métodos para la evaluación de la diversidad a nivel de especies". Curso Evolución y Ecología. Maestría en Biología de la Reproducción. Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta. 20 de mayo de 2004.
  7. Arellano, L. Seminario Institucional. "Respuesta diferencial de un grupo indicador a la transformación antrópica en dos paisajes veracruzanos". Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta. 21 de mayo de 2004.
  8. Halffter, G. **Conferencia Magistral**: "Hacia una cultura de conservación de la diversidad biológica". 70 Aniversario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México. 19 Marzo 2004.
  9. Halffter, G. **Curso Intensivo**: Biodiversidad. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBI), Universidad de Alicante, España. Del 26 de mayo al 4 de junio del 2004.
  10. Pineda, E. "Comparación de los resultados obtenidos con tres grupos indicadores para medir las diversidades alfa y beta y su influencia en la riqueza de especies del paisaje". Reunión *Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma*, Unidad de Seminarios Ignacio Chávez. UNAM. Mayo 2004. México, D. F.

## **2005**

11. Escobar, F. Modulo biodiversidad: 1-Componentes y naturaleza de la biodiversidad. 2- La diversidad en el tiempo: la magnitud de la diversidad en el planeta. 3-Diseño de inventarios de biodiversidad. 4-Uso de grupos indicadores. 5-Valoración y uso de la biodiversidad. Curso Biología de la Conservación, Programa de Maestría Manejo de Vida Silvestre, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz. 20-21 de enero de 2005.
12. Escobar, F. Curso-Taller: "Biodiversidad: Bases Conceptuales y Conservación". 7

- al 11 de Febrero de 2005. Instituto Humboldt, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.
13. Halffter, G. Curso Intensivo diario: Medidas de la biodiversidad y su aplicación en conservación. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", Programa de Inventarios de Biodiversidad. Villa de Leyva, Boyacá, Colombia. 7-11 de febrero de 2005.
  14. Halffter, G. Curso Intensivo diario: Biodiversidad. Centro Iberoamericano de la Biodiversidad, Universidad de Alicante, España. Programa de Doctorado. 7 al 18 de marzo de 2005.
  15. Arellano, L. "La diversidad biológica de México". Colegio Unión Montessori. Xalapa, Veracruz. 18 Marzo 2005.

### **3. ESCARABAJOS COPRO-NECRÓFAGOS**

#### Trabajos publicados

#### **2003.**

1. Escobar, F. 2003. Feeding habits and distributional records of 11 species of Neotropical Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) *Coleopterist Bulletin* 57(2):131–132.
2. Escobar, F. 2003. Selección de hábitat y comportamiento sexual de *Sulcophanaeus velutinus* (Murray, 1826) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en un bosque de montaña en Colombia. *Acta Zool. Mex (n.s)* 90: 307–310.
3. Huerta, C., G. Halffter, V. Halffter y R. López. 2003. Comparative análisis reproductive and nesting behaviour in several species of *Eurystenus* Dalman (Coleoptera: Scarabaeinae: Eurysternini). *Acta Zool. Mex. (n.s.)*, 88: 1-41
4. Montes de Oca, E. 2003. Effects of tropical and temperate forests conversion on ground beetle (Coleoptera, Carabidae) assemblages. WFIWC, SEMARNAT, CONAFOR, pp. 18-19.
5. Halffter, V. y G. Halffter. 2003, Nuevas subspecies de *Canthon humectus* (Say) (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*.

## **2004**

6. Halffter, Gonzalo. 2004. Escarabajos rodadores: Scarabaeini. In Morón, M.A. (Ed.). *Atlas de los Escarabajos de México*. Vol. 2. Soc. Mex. de Entomol. y CONABIO, México.
7. Edmonds, W. D. 2004. A New species of *Phanaeus* Macleay (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae) from Sonora, México. *The Coleopterists Bulletin*, 58(1): 119-124.
8. Escobar, F. 2004. Structure and composition of dung beetle (Scarabaeinae) assemblages in an Andean landscape, Colombia. *Tropical Zoology*, 17:123-136.
9. Vaz de Mello, F., G. Halffter y V. Halffter. 2004. New species of *Pedaridium* Harold from México and Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Coprini: Ateuchina). *The Coleopterists Bulletin*, 58 (2):247-252.
10. Huerta, C., G. Halffter y V. Halffter. 2004. Reproduction in *Eurysternus foedus* Guérin-Meneville: Its relationship to other dung beetle nesting patterns (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.*

## **2005**

11. Andresen, E. 2005. Effects of season and vegetation type on community organization of dung beetles in a Tropical Dry Forest. *Biotropica*, 37 (2): 291-300.
12. Arellano, L, M. E. Favila and C. Huerta. 2005. Diversity of dung and carrion beetles in Mexican fragmented tropical montane cloud forests and shade coffee plantations. *Biodiversity and Conservation*, 14: 601-615.
13. Escobar, F., J. M Lobo y G. Halffter. Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in Neotropical mountains. *Global Ecology and Biogeography. A Journal of Macroecology*, 14: 327-337
14. Huerta, C., Halffter, G. y V. Halffter. 2005. Nidification in *Eurysternus foedus* Guérin-Méneville: Its relationships to other dung beetles nesting patterns (Coleoptera: Scarabaeidae, Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 44(1):75-84.

15. Montes de Oca, T. E. y L. L. Delgado. 2005. Escarabajos copro-necrófagos (Insecta: Coleoptera, Scarabaeidae). *In*: G. Sánchez-Ramos, P. Reyes-Castillo y R. Dirzo (Eds.). *Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Pp 405-416.

#### Trabajos en prensa

1. Kattan, G., D. Correa, F. Escobar, y C. A. Medina. Leaf-litter arthropods in restored forests in the Colombian andes: a comparison between secondary forest and three plantations. *Restoration Ecology*.
2. Navarrete, D. y D. Edmonds. New Field Record for the Rare Dung Beetle *Phanaeus melampus* Harold 1863 (Coleoptera:Scarabaeidae). *Coleopterist Bulletin*.
3. Escobar, F., J. M Lobo, and G. Halffter. Assessing the origin of Neotropical mountain dung beetles (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages: the comparative role of vertical and horizontal colonization. *Journal of Biogeography*.

#### Trabajos enviados

1. Escobar, F., J. M Lobo, y G. Halffter. The comparative role of altitude and latitude in the variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in Neotropical mountains. *Global Ecology and Biogeography*.
2. Montes de Oca, E., G. E. Ball , y J. R. Spence. Carabidae (Insecta, Coleoptera) and Epiphytic Bromeliaceae in Central Veracruz, México. *Environmental Entomology*
3. Verdú, J. R., L. Arellano y C. Numa. Physiological constraints and thermal niche differentiation in endothermic dung beetles. Enviado a *Oecologia*

#### Trabajos en proceso

1. Díaz, A., E. Galante y M. Favila. 2005. Diversidad de escarabajos del estiércol en una selva tropical fragmentada en Los Tuxtlas, México.

2. Díaz, A. y M. Favila. 2005. Patrones diarios de actividad de vuelo y distribución espacial de los escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de la selva de Los Tuxtlas, México.
3. Escobar, F., L. Arellano y G. Halffter. Cambios en la diversidad de especies de Scarabaeinae (Coleoptera) en bosques y potreros ubicados en gradientes altitudinales de México y Colombia.
4. Halffter, G., E. Pineda, L. Arellano y F. Escobar. Diversidades Alfa y Beta Temporal de Escarabajos Copronecrófagos (Scarabaeinae): Inestabilidad de Ensamblajes en un Paisaje Tropical de Montaña en México.
4. Montes de Oca, E., M. J. Koivula y J.R. Response of ground beetles to altitude and hábitat on the SE slope of the Cofre de Perote, Veracruz, Mexico.
5. Montes de Oca, E., E. J.R. Spence y G.E. Ball. Response of ground beetles to land use mosaics along an altitudinal gradient.

#### Formación de recursos humanos

##### ***Tesis Concluidas.***

1. López Hernández, Ma. Del Rosario. Maestría del Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. Título de la tesis: "Factores relacionados con el infanticidio en *Eurysternus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Fecha de exámen: 1º de abril de 2004.

##### ***En proceso***

1. Escobar, Federico. Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: "Diversidad y distribución de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeinae) en montañas de la región Neotropical". Avance 95%.
2. Padilla, Dora N. Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: Relaciones biogeográficas de tres áreas tropicales (Colombia, Costa rica, y México) utilizando como grupo indicador los

escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). Avance 80%

3. Navarrete, G. Darío, A. Doctorado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: Interacciones de las diversidades alfa, beta y gamma de escarabajos copro-necrófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en un paisaje de selva siempre verde en Chiapas, México. Avance 75 %.
4. Vaz-de-Mello, Fernando. Doctorado en Sistemática. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: Revisión Taxonómica y análisis filogenético de la tribu Ateuchini (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). 50%.

### Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

#### **2003**

1. 7-10 de Julio de 2003. Pineda E., C. E. Moreno, F. Escobar y G. Halffter. Reunión Anual de la Asociación de Biología Tropical - ATB. The comparative role of altitude and latitude in the variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in Neotropical mountains. Aberdeen University, Aberdeen, UK.
2. Montes de Oca, E. Internacional: 1st Joint Meeting of the 12<sup>th</sup> National Symposium on Forest Parasites and the 54<sup>th</sup> Western Forest Insect Work Conference (WFIWC).

#### **2004**

3. Arellano, L., J. León y K. Leal. "El efecto de la estructura del paisaje en la diversidad de escarabajos copronecrófagos (Coleoptera: Scarabaeinae, Silphidae) de la Depresión Central de Chiapas, México. 15-19 de Noviembre de 2004. VIII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Managua, Nicaragua.
4. Escobar, F. "Estudios sobre escarabajos del estiércol de la región Neotropical: Diversidad y Conservación. 1° Workshop of Scarabaeinae Research Network, Universidad Earth, Costa Rica. Octubre 7-9 Octubre 2004.
5. Escobar, F. "Variación altitudinal de la comunidad de escarabajos del estiércol

(Scarabaeinae) en montañas Neotropicales". VI Reunión Latinoamericana de Scarabaeiodología. Universidad Earth, Costa Rica, 10-15 Octubre 2004.

6. Escobar, F. "Comparación de la diversidad de escarabajos copro-necrofagos, ranas y murciélagos en bosque de niebla y cafetales". VI Reunión Latinoamericana de Scarabaeiodología. Universidad Earth, Costa Rica, 10-15 Octubre 2004.
7. Halffter, G., Anduaga, S. y M. Zunino "L'évoluzione della foleofilia nel genere *Onthophagus* Latr. (Coleoptera: Scarabaeidae)". Congresso Nazionale Unione Zoológica Italiana. 21-25 septiembre 2004.

#### **4. ANFIBIOS**

##### Trabajos publicados

1. Pineda, E. y G. Halffter. 2003. "Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in México". *Biological Conservation*, 117(5):499-508.

##### Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

1. Presentación del cartel "Cloud Forest Transformation and Agroecosystems: The Species Diversity of Three Indicator Groups" en la Universidad de Aberdeen, Gran Bretaña, durante el Simposio especial sobre interacciones bióticas en los trópicos, organizada por la Tropical Biology Society y la British Ecological Society, del 7 al 10 de julio de 2003
2. Pineda, E. "Diversidad de especies en un hábitat fragmentado: lo que muestran las ranas en un paisaje tropical de montaña de México" Reunión *Conversaciones sobre diversidad biológica: el significado de alfa, beta y gamma*, celebrada en la Unidad de Seminarios Ignacio Chávez de la UNAM. Mayo 2004. México, D. F.

### **IX. SÍNTESIS DE RESULTADOS**

#### **Trabajos publicados, en prensa o en preparación**

| <b>Categoría</b> | <b>Número</b> |
|------------------|---------------|
| Publicados       | 23            |
| En prensa        | 6             |
| Enviados         | 3             |
| En preparación   | 7             |

### **Conferencias impartidas en eventos**

| <b>Nacionales</b> | <b>Internacionales</b> |
|-------------------|------------------------|
| 10                | 13                     |

### **Formación de recursos humanos**

| <b>Grado</b> | <b>Terminadas</b> | <b>en proceso</b> |
|--------------|-------------------|-------------------|
| Doctorado    | 1                 | 6                 |
| Maestría     | 1                 | 0                 |

Apéndice 1. Listado de especies registradas en la base de datos del proyecto BE012

| Género              | Especie              | Individuos |
|---------------------|----------------------|------------|
| <i>Agrilinus</i>    | <i>azteca</i>        | 9          |
| <i>Agrilinus</i>    | <i>indutilis</i>     | 134        |
| <i>Agrilinus</i>    | <i>lansbergei</i>    | 40         |
| <i>Agrilinus</i>    | <i>ornatus</i>       | 39         |
| <i>Agrilinus</i>    | <i>sallei</i>        | 41         |
| <i>Anomala</i>      | <i>attenuata</i>     | 2          |
| <i>Anomala</i>      | <i>cincta</i>        | 2          |
| <i>Anomala</i>      | <i>discodalis</i>    | 7          |
| <i>Anomala</i>      | <i>irrorata</i>      | 1          |
| <i>Anomala</i>      | <i>sticticoptera</i> | 1          |
| <i>Anomala</i>      | <i>undulata</i>      | 1          |
| <i>Anomala</i>      | <i>xantholea</i>     | 3          |
| <i>Aphodius</i>     | <i>dugesii</i>       | 2          |
| <i>Aphodius</i>     | <i>fimetarius</i>    | 4          |
| <i>Aphodius</i>     | <i>saylori</i>       | 4          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>cribithorax</i>   | 41         |
| <i>Ataenius</i>     | <i>gracilis</i>      | 1          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>hirsutus</i>      | 1          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>limbatus</i>      | 2          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>liogaster</i>     | 3          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>polyglyptus</i>   | 3          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>sculptor</i>      | 7          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>setiger</i>       | 1          |
| <i>Ataenius</i>     | <i>strigicauda</i>   | 1          |
| <i>Ateuchus</i>     | <i>illaesum</i>      | 4          |
| <i>Ateuchus</i>     | <i>candezei</i>      | 76         |
| <i>Ateuchus</i>     | <i>rodriguezi</i>    | 46         |
| <i>Bdelyroopsis</i> | <i>newtoni</i>       | 5          |
| <i>Bolbelasmus</i>  | <i>arcuatus</i>      | 2          |
| <i>Blackburneus</i> | <i>charmionus</i>    | 77         |
| <i>Blackburneus</i> | <i>guatemalensis</i> | 301        |
| <i>Callistethus</i> | <i>cupricollis</i>   | 4          |
| <i>Canthidium</i>   | <i>centrale</i>      | 1272       |
| <i>Canthon</i>      | <i>coahuilensis</i>  | 2          |
| <i>Canthon</i>      | <i>corporali</i>     | 3          |
| <i>Canthon</i>      | <i>cyanellus</i>     | 298        |

|                      |                     |            |
|----------------------|---------------------|------------|
| <i>Canthon</i>       | <i>femoralis</i>    | 48         |
| Género               | Especie             | Individuos |
| <i>Canthon</i>       | <i>humectus</i>     | 72         |
| <i>Canthon</i>       | <i>imitator</i>     | 26         |
| <i>Canthon</i>       | <i>indigaceus</i>   | 152        |
| <i>Canthon</i>       | <i>leechi</i>       | 1          |
| <i>Canthon</i>       | <i>montanus</i>     | 2          |
| <i>Canthon</i>       | <i>morsei</i>       | 2          |
| <i>Canthon</i>       | <i>pacificus</i>    | 8          |
| <i>Canthon</i>       | <i>subhyalinus</i>  | 1          |
| <i>Canthon</i>       | <i>vazquezae</i>    | 3          |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>durangoensis</i> | 344        |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>fuliginosus</i>  | 4          |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>gravidus</i>     | 15         |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>hogeii</i>       | 508        |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>mexicanus</i>    | 647        |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>stebnickae</i>   | 55         |
| <i>Cephalocyclus</i> | <i>villosipes</i>   | 6          |
| <i>Ceratotrupes</i>  | <i>bolivari</i>     | 5          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>albertoi</i>     | 1          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>boqueronense</i> | 5          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>conabioi</i>     | 28         |
| <i>Copestylum</i>    | <i>elizabethae</i>  | 1          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>gelenita</i>     | 5          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>mamorum</i>      | 2          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>tacanaense</i>   | 5          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>triunfense</i>   | 4          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>unamas</i>       | 1          |
| <i>Copestylum</i>    | <i>xalapense</i>    | 1          |
| <i>Copris</i>        | <i>armatus</i>      | 2          |
| <i>Copris</i>        | <i>incertus</i>     | 268        |
| <i>Copris</i>        | <i>klugi</i>        | 1          |
| <i>Copris</i>        | <i>laeviceps</i>    | 1882       |
| <i>Copris</i>        | <i>lugubris</i>     | 56         |
| <i>Copris</i>        | <i>rebouchei</i>    | 2          |
| <i>Copris</i>        | <i>sallei</i>       | 2          |
| <i>Coprophanes</i>   | <i>gilli</i>        | 12         |
| <i>Coprophanes</i>   | <i>pluto</i>        | 24         |
| <i>Coprophanes</i>   | <i>telamon</i>      | 38         |
| <i>Cryptocanthon</i> | <i>brevisetosus</i> | 1          |

|                         |                      |            |
|-------------------------|----------------------|------------|
| <i>Deltochilum</i>      | <i>gibbosum</i>      | 478        |
| Género                  | Especie              | Individuos |
| <i>Deltochilum</i>      | <i>mexicanum</i>     | 5          |
| <b>Deltochilum</b>      | <i>lobipes</i>       | 20         |
| <i>Deltochilum</i>      | <i>pseudoparile</i>  | 716        |
| <i>Deltochilum</i>      | <i>scabriusculum</i> | 60         |
| <i>Deltochilum</i>      | <i>tumidum</i>       | 1          |
| <i>Dichotomius</i>      | <i>amplicollis</i>   | 509        |
| <i>Dichotomius</i>      | <i>carolinus</i>     | 14         |
| <i>Dichotomius</i>      | <i>centralis</i>     | 1          |
| <i>Dichotomius</i>      | <i>colonicus</i>     | 109        |
| <i>Dichotomius</i>      | <i>satanas</i>       | 188        |
| <i>Digitonthophagus</i> | <i>gazella</i>       | 154        |
| <i>Eouniticellus</i>    | <i>intermedius</i>   | 108        |
| <i>Euparia</i>          | <i>castanea</i>      | 1          |
| <i>Euphoria</i>         | <i>biguttata</i>     | 1          |
| <i>Euphoria</i>         | <i>candezei</i>      | 6          |
| <i>Euphoria</i>         | <i>lesueuri</i>      | 4          |
| <i>Euphoria</i>         | <i>pulchella</i>     | 1          |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>angustulus</i>    | 7          |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>caribaeus</i>     | 907        |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>foedus</i>        | 107        |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>magnus</i>        | 7          |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>mexicanus</i>     | 157        |
| <i>Eurysternus</i>      | <i>plebejus</i>      | 98         |
| <i>Gonaphodiellus</i>   | <i>bimaculosos</i>   | 2          |
| <i>Gonaphodiellus</i>   | <i>opisthius</i>     | 2202       |
| <i>Halffterius</i>      | <i>rufoclavatus</i>  | 1          |
| <i>Hoplopyga</i>        | <i>liturata</i>      | 1          |
| <i>Hybosorus</i>        | <i>illigeri</i>      | 1          |
| <i>Labarrus</i>         | <i>lividus</i>       | 2          |
| <i>Labarrus</i>         | <i>pseudolividus</i> | 565        |
| <i>Liothorax</i>        | <i>innexus</i>       | 3          |
| <i>Liothorax</i>        | <i>levatus</i>       | 100        |
| <i>Macropoides</i>      | <i>nietoi</i>        | 1          |
| <i>Megathoposoma</i>    | <i>candezei</i>      | 56         |
| <i>Megatrupes</i>       | <i>cavicollis</i>    | 6          |
| <i>Neothyreus</i>       | <i>interruptus</i>   | 1          |
| <i>Neothyreus</i>       | <i>fissicornis</i>   | 2          |

|                      |                        |            |
|----------------------|------------------------|------------|
| <i>Neopsammodius</i> | <i>canoensis</i>       | 2          |
| <i>Neopsammodius</i> | <i>weneri</i>          | 1          |
| <i>Nialaphodius</i>  | <i>nigrita</i>         | 34         |
| Género               | Especie                | Individuos |
| <i>Nicrophorus</i>   | <i>olidus</i>          | 1          |
| <i>Ontherus</i>      | <i>azteca</i>          | 5          |
| <i>Ontherus</i>      | <i>mexicanus</i>       | 10         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>acuminatus</i>      | 82         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>alluvius</i>        | 65         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>batesi</i>          | 25         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>corrosus</i>        | 4          |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>coscineus</i>       | 44         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>crinitus</i>        | 207        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>cyanellus</i>       | 47         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>hoepfneri</i>       | 83         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>igualensis</i>      | 192        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>incensus</i>        | 685        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>inflaticollis</i>   | 2          |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>landolti</i>        | 380        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>lecontei</i>        | 8          |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>maya</i>            | 189        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>mexicanus</i>       | 70         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>nasicornis</i>      | 11         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>navarretorum</i>    | 1          |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>nitidior</i>        | 160        |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>rhinolophus</i>     | 42         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>rufescens</i>       | 14         |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>schaefferi</i>      | 2          |
| <i>Onthophagus</i>   | <i>villanuevai</i>     | 2          |
| <i>Onthotrupes</i>   | <i>herbeus</i>         | 4          |
| <i>Oxelytrum</i>     | <i>discicollis</i>     | 36         |
| <i>Oxyomus</i>       | <i>setosopunctatus</i> | 47         |
| <i>Paragymnetis</i>  | <i>hebraica</i>        | 1          |
| <i>Pelidnota</i>     | <i>strigosa</i>        | 1          |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>amithaon</i>        | 29         |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>blackalleri</i>     | 2          |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>daphnis</i>         | 12         |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>demon</i>           | 15         |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>endymion</i>        | 433        |
| <i>Phanaeus</i>      | <i>flohri</i>          | 1          |

|                         |                       |            |
|-------------------------|-----------------------|------------|
| <i>Phanaeus</i>         | <i>furiosus</i>       | 31         |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>halffterorum</i>   | 1          |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>melampus</i>       | 9          |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>mexicanus</i>      | 29         |
| Género                  | Especie               | Individuos |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>nimrod</i>         | 1          |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>palliatu</i>       | 26         |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>pyrois</i>         | 46         |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>quadridens</i>     | 3          |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>sallei</i>         | 244        |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>tridens</i>        | 52         |
| <i>Phanaeus</i>         | <i>yecoraensis</i>    | 56         |
| <i>Pharaphodius</i>     | <i>oleosus</i>        | 192        |
| <i>Planolinus</i>       | <i>vittatus</i>       | 35         |
| <i>Pseudagolius</i>     | <i>coloradensis</i>   | 33         |
| <i>Pseudocantho</i>     | <i>perplexus</i>      | 5          |
| <i>Scatimus</i>         | <i>ovatus</i>         | 197        |
| <i>Sulcophanaeus</i>    | <i>chryseicollis</i>  | 14         |
| <i>Sisyphus</i>         | <i>mexicanus</i>      | 7          |
| <i>Sisyphus</i>         | <i>submonticollis</i> | 5          |
| <i>Sulcophanaeus</i>    | <i>chryseicollis</i>  | 2          |
| <i>Thorius</i>          | <i>papaloe</i>        | 6          |
| <i>Thorius</i>          | <i>aureus</i>         | 10         |
| <i>Thorius</i>          | <i>arboreus</i>       | 13         |
| <i>Thorius</i>          | <i>boreas</i>         | 14         |
| <i>Thorius</i>          | <i>smithi</i>         | 3          |
| <i>Thorius</i>          | <i>lunaris</i>        | 8          |
| <i>Thorius</i>          | <i>spilogaster</i>    | 5          |
| <i>Thorius</i>          | <i>munificus</i>      | 6          |
| <i>Thorius</i>          | <i>minydemus</i>      | 4          |
| <i>Trichiorhyssemus</i> | <i>cratatellus</i>    | 1          |
| <i>Trichonotuloides</i> | <i>glyptus</i>        | 1          |
| <i>Trigonopeltastes</i> | <i>geometrica</i>     | 1          |
|                         |                       | 17291      |