

Informe final* del Proyecto U030
Parámetros para medir la biodiversidad y su cambio. III Etapa. Consolidación de métodos

Responsable: Dr. Gonzalo Halffter Salas
Institución: Instituto de Ecología AC
Dirección: Km 2.5 Antigua Carretera a Coatepec # 351, Congregación El Haya, Xalapa, Ver, 91070 , México
Correo electrónico: gonzalo.halffter@inecol.edu.mx
Teléfono/Fax: Tel/Fax: 01(228)812 1897, Tel: 842 1842, 842 1800 ext. 4103 y 4113
Fecha de inicio: Agosto 15, 2000
Fecha de término: Abril 6, 2004
Principales resultados: Base de datos, Informe final
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Halffter Salas, G. 2003. Parámetros para medir la biodiversidad y su cambio. III Etapa. Consolidación de métodos. Instituto de Ecología A.C. **Informe final SNIB-CONABIO proyectos No. U030.** México, D.F.

Resumen:

Esta III etapa la solicitamos para que el grupo de investigadores que han realizado las etapas I y II pueda consolidar, terminando el análisis de casos concretos, la estrategia que ha estado desarrollando para evaluar y monitorear la biodiversidad a nivel paisaje en base a distintos grupos parámetro.

La estrategia incluye los métodos de muestreo y su evaluación, así como medidas relativas de la biodiversidad a nivel de paisaje/comunidad, estudios comparativos y propuestas para programas de monitoreo.

Una porción de los resultados ya ha sido publicada (buena parte en revistas internacionales) o se encuentran en prensa, pero una parte importante está en proceso de elaboración avanzada, elaboración que requiere tiempo pues implica la identificación de los ejemplares y el procesado de los datos. Es por eso que a pesar de la cantidad pequeña que solicitamos, la III etapa la programamos a un año y medio como tiempo de ejecución.

Terminar la separación e identificación del material reunido en las etapas I y II permitirá proporcionar nueva información a la base de datos de CONABIO. En algunos casos será necesario realizar salidas complementarias de colecta. Especialmente en Veracruz, en la región del Cofre de Perote, en la que sin abandonar los grupos de insectos que hemos estudiado hasta ahora, queremos empezar a trabajar con una familia adicional: Carabidae.

-
- * 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
 - ** 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 FB733/U030/00
**"PARÁMETROS -PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD Y SU CAMBIO:
ETAPA IIL CONSOLIDACIÓN DE MÉTODOS"**
SEPTIEMBRE 2000-DICIEMBRE DE 2002

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

RESPONSABLE

Dr. Gonzalo Halffter Salas.

COLABORADORES INTERNOS.

M en C Enrique Montes de Oca.

M. en C. Lucrecia Arellano Gámez. Coordinación y recopilación de información

Biól. Federico Escobar Sarria

Biól. Eduardo Octavio Pineda Arredondo.

Srta. Ma. Eugenia Rivas Zacarías. Capturista.

Sra. Violeta Marcet de Halffter

COLABORADORES EXTERNOS.

Dra. Claudia E. Moreno Ortega. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Biól. Antonio Muñoz Alonso. ECOSUR - Chiapas. Biól. Julián Bueno Villegas.

Field Museum of Natural History, Chicago, U.S.A.

ASESORES INTERNACIONALES.

Dr. Marco Dellacasa. Universidad de Pisa, Italia.

Dr. David W. Edmonds. California State Polytechnic University, California,
USA.

Dr. Eduardo Galante. Universidad de Alicante, España.

Dra. María Angeles Marcos-García. Universidad de Alicante, España.

Dr. José R. Verdú. Universidad de Alicante, España.

Dra. Estefanía Micó. Universidad de Alicante, España

Dr. Mario Zunino. Universidad de Urbino, Italia.

CONTENIDO

ANTECEDENTES

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO

VENTAJAS, AVANCES Y APLICACIONES DE LA ESTRATEGIA

Ventajas

Avances

Aplicaciones

- I. Uso de diferentes grupos parámetro en un mismo paisaje
- II. uso del mismo grupo parámetro bajo distintas condiciones

SÍNTESIS DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA Y RESULTADOS

GENERALES NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

1. Diversidad de escarabajos del estiércol y carábidos: su respuesta al uso de la tierra a lo largo de un gradiente altitudinal en Veracruz central.

2. Consecuencias de la fragmentación de la selva húmeda de Los Tuxtlas, Ver. sobre los parámetros de historia de vida de dos especies de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae).

PRODUCTOS DEL PROYECTO
Información para la base de datos

Análisis de la Biodiversidad

Manuales
Trabajos publicados
Trabajos en prensa
Formación de recursos humanos
Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

Escarabajos

Trabajos publicados
Trabajos en prensa
Trabajos en preparación
Formación de recursos humanos
Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

Murciélagos

Trabajos publicados
Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

Anfibios

Trabajos en preparación (en etapa final)
Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

Díptera

Trabajos publicados

Estudios comparativos

Trabajos en preparación

LITERATURA CITADA

SÍNTESIS DE PRODUCTOS DEL PROYECTO

PARÁMETROS PARA MEDIR LA BIODIVERSIDAD Y SU CAMBIO.

ETAPA III. CONSOLIDACIÓN DE MÉTODOS

Septiembre 2000- Septiembre 2002

ANTECEDENTES

Desde hace varios años nuestro grupo de investigación ha desarrollado una estrategia para la evaluación de la diversidad biológica a nivel paisaje mediante el uso de grupos indicadores. El desarrollo y aplicación de esta estrategia ha sido posible gracias al financiamiento de CONABIO que ha apoyado tres etapas del proyecto: "Parámetros para medir la biodiversidad y su cambio". Este proyecto le ha dado continuidad a varias líneas de trabajo y ha permitido la formación de elementos humanos con alto nivel de capacitación en el estudio de la biodiversidad.

En la Primera Etapa (Proyecto E007) propusimos el uso de grupos parámetro en la estimación de la diversidad de especies y definimos las características para su elección. Escogimos como grupo indicador a los escarabajos copronecrófagos (Scarabaeinae, Geotrupidae y Silphidae) y lo utilizamos para el estudio de la biodiversidad puntual como elemento para la interpretación de la estructura y función de las comunidades y 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 gama de la diversidad de distintos grupos parámetro (escarabajos copro-necrófagos, murciélagos, ranas, anfibios, 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 refinamos 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) y estamos reuniendo nueva información sobre escarabajos copro-necrófagos y sobre carábidos, a través de dos nuevas líneas de trabajo.

Paralelamente, durante estos años hemos llevado a cabo algunos estudios taxonómicos, ecológicos y de comportamiento de los grupos trabajados en las áreas estudiadas, 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.

INTRODUCCIÓN

Estudiar la diversidad de especies no es simple, la variedad de propuestas sobre como medirla es en sí una prueba de la complejidad del problema y de las dificultades para diseñar estrategias que sean realizables en tiempos y con medios razonables. Se requiere, además de medir su magnitud, conocer los diferentes procesos que modelan dicha diversidad, en particular los efectos de la actividad humana sobre las comunidades naturales y entender la forma de operar de estos procesos a diferentes escalas. Así, a escala local o de comunidad la mayor influencia la ejercen los procesos ecológicos: estructura del nicho, interacciones biológicas y variables ambientales. En cambio, a escala regional 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 (Halffter 1998).

El uso de la escala de paisaje para la evaluación, monitoreo y conservación de la diversidad de especies ha sido considerado por un creciente número de especialistas (Noss 1983, Franklin 1993, McNaughton 1994, Forman y Collinge 1996, Harris *et al.* 1996, Miller 1996, Noss 1996, Halffter 1998a, Halffter 1998b) como de alto valor teórico y práctico, porque permite realizar un análisis integral de un problema complejo. En México, en el Instituto de Ecología, A. C., nuestro grupo de trabajo ha desarrollado una estrategia para medir y monitorear la diversidad de especies a nivel de paisaje, que se sustenta en cuatro elementos (Halffter 1996 a, b; 1998 a, b; Halffter *et al.* 2001): a) Definición precisa de la escala geográfica de interés. b) El uso de uno o varios grupos

indicadores de forma apropiada. c) La ejecución de protocolos de muestreo comparables en diferentes condiciones. d) El análisis conjunto de la diversidad alfa (diversidad de especies en un sitio o comunidad), beta (recambio de especies entre sitios) y gamma (riqueza de especies en un paisaje). Este último punto constituye un aspecto fundamental, debido a la estrecha relación, antes mencionada, entre escala de muestreo e importancia relativa de los procesos que determinan la diversidad al nivel de especies.

Algunas de las dificultades para la comparación de datos provenientes de distintos países y autores, y que fueron motivo para el desarrollo y aplicación de esta estrategia, son principalmente dos: 1) en pocos trabajos, y sólo en los más recientes, se indica la escala de trabajo usada y el número de hábitats (naturales y antrópicos) incluidos en el estudio, por lo que resulta casi imposible diferenciar la contribución de cada uno de los componentes que integran a la diversidad, 2) cuando se utiliza un esfuerzo de muestreo no planificado en tiempo y espacio, se impide una comparación robusta de la información obtenida.

Mediante la estrategia desarrollada se intenta proporcionar de manera rápida y sencilla un panorama sobre la diversidad en especies y los procesos que la afectan a nivel de paisaje, especialmente de aquellos procesos relacionados con las actividades humanas, tales como la fragmentación y modificación de los ecosistemas.

OBJETIVO

- Consolidar y aplicar una estrategia fácil, rápida y científicamente sólida para la evaluación de la diversidad biológica a través de grupos indicadores a nivel de paisaje

VENTAJAS, AVANCES Y APLICACIONES DE LA ESTRATEGIA

En este apartado se presentan las ventajas, los avances y las aplicaciones que hasta el momento se han tenido con la estrategia desarrollada para la evaluación de la biodiversidad a nivel paisaje mediante el uso de diferentes grupos parámetro

VENTAJAS DEL USO DE LA ESTRATEGIA

- Utiliza una unidad geográfica con dimensiones claras: el paisaje.
- Mide la diversidad de especies, pues representa uno de los elementos más fáciles de medir a diferentes escalas geográficas
- Trabaja con métodos de captura y análisis de eficacia comprobada.
- Usa uno o varios grupos indicadores con características biológicas y ecológicas contrastantes para conocer la relación entre su propia diversidad bajo un mismo escenario
- Proporciona de manera rápida y sencilla un panorama sobre la diversidad en especies y los procesos que la afectan a nivel de paisaje, especialmente de aquellos procesos relacionados con las actividades humanas.

- Contribuye al diseño e implementación de estrategias de conservación en paisajes compuestos por un mosaico de hábitats naturales y de uso humano.

AVANCES DE LA ESTRATEGIA

Consideramos que hemos cumplido con los objetivos propuestos y obtenido a la fecha grandes avances entre los que resaltan:

- Hemos consolidado nuestro planteamiento y lo estamos aplicando en una amplia gama de escenarios y condiciones ambientales que van desde reservas de la Biosfera y sus áreas de transición e influencia, hasta paisajes muy heterogéneos y antropizados como los de la región central de Veracruz.
- Estamos trabajando simultáneamente con diferentes grupos indicadores en diferentes tipos de ecosistemas, lo que nos ha permitido evaluar las ventajas y desventajas de su uso en diferentes situaciones y realizar los ajustes metodológicos necesarios.
- Hemos podido complementar los fondos otorgados por CONABIO, ORCYT/ UNESCO y CYTED para dar a conocer esta metodología (a nivel de divulgación y en revistas de alto nivel), conformar un grupo de investigación sobre diversidad biológica que cuenta con objetivos y métodos de trabajo claros y entrenar a profesionales en las áreas de biodiversidad y conservación.
- Contamos con resultados comparables para lograr un diagnóstico de la biodiversidad y sus cambios en relación a las modificaciones antropogénicas, utilizando diferentes grupos parámetro y trabajando en diferentes paisajes.

- Hemos fortalecido las colecciones de referencia de los grupos para las zonas trabajadas y generado información geográfica precisa para los grupos parámetro.

APLICACIONES

Como resultado de la aplicación de la estrategia con diferentes grupos parámetros en paisajes de distintas regiones, hemos obtenido los siguientes resultados.

I. Uso de diferentes grupos parámetro en un mismo paisaje

Veracruz Central

1. Comparamos las respuestas de dos grupos parámetro: los **murciélagos** de las familias Phyllostomidae y Mormoopidae y los **escarabajos copronecrófagos** de las subfamilias Scarabaeinae, Geotrupinae (Scarabaeoidea) y de la familia Silphidae; en un paisaje tropical ubicado entre el nivel del mar y los 900 m de altitud. De acuerdo con nuestros resultados cada uno de los grupos respondió de una manera diferente a los cambios provocados por las actividades humanas en las comunidades naturales. Para los **murciélagos**, el paisaje, aún con la heterogeneidad marcada con la que cuenta, resulta homogéneo. Al parecer, la fragmentación ha permitido la persistencia de las especies en los remanentes de dos tipos de vegetación originales: la selva mediana y la vegetación riparia. El resto de los elementos del paisaje presenta una fauna empobrecida con relación a los dos tipos de vegetación antes mencionados. Para los **escarabajos** la selva baja caducifolia o subcaducifolia original no ha sido cambiada a un solo tipo de

formación, sino a una gran gama de comunidades que integran un paisaje en parches en el que sobrevive una rica fauna de especies características del bosque junto con un alto número de especies asociadas a ambientes abiertos (heliófilas). No todas en el mismo lugar, integrando una rica diversidad gamma característica del paisaje en conjunto. El resto de los elementos del paisaje presentó una fauna semejante a la encontrada en la selva, pero disminuida.

2. Comparamos las respuestas de tres grupos parámetro (con historias evolutivas, naturales y funciones ecológicas muy distintas) en un mismo escenario de transformación del hábitat: de bosque de niebla a cafetal con sombra.

Realizamos muestreos simultáneos en tres remanentes de bosque y tres cafetales. La diversidad de **escarabajos copro-necrófagos** en remanentes del bosque de niebla es un subconjunto de la diversidad presente en los cafetales. Con relación a los **murciélagos**, no observamos diferencias en la riqueza, abundancia o estructura de las comunidades entre ambos hábitat. Las **ranas** resultaron ser el grupo más sensible a la transformación del bosque a cafetal con una reducción del 20% de la riqueza de especies y un cambio en las relaciones dominancia-diversidad. Los resultados sugieren que los cafetales pueden ser un hábitat adecuado sólo para algunas especies o grupos biológicos, mientras que otros pueden ser afectados notoriamente.

Reserva El Triunfo, Chiapas

Analizamos el efecto de la fragmentación sobre la diversidad de **anfibios**, **reptiles** y **roedores** de la Reserva de la Biosfera El Triunfo. Realizamos muestreos en bosques mesófilos conservados, bosques mesófilos perturbados, cafetales de sombra, acahuales y pastizales. El bosque mesófilo es el que mayor diversidad alfa observada presenta, tanto en los diferentes grupos, como en total. Los cafetales tienen un papel importante en cuanto a la conservación de la riqueza de especies, en comparación con otros usos del suelo como maizales y pastizales. La mayor diversidad se observa en las zonas con una fragmentación intermedia, ya que aquí se presenta la mayor riqueza de especies (45) y la mayor abundancia de individuos totales (730). La menor diversidad se encuentra en la región más transformada (El Plan). El recambio de especies entre los sitios conservados y los sitios fragmentados es alto en los tres grupos estudiados, pero es mayor en el grupo de los **roedores**.

Del 30 al 40 % de los **anfibios y roedores** no toleran cambios drásticos en el ambiente. Por lo tanto estos grupos animales pueden ser útiles como herramienta para determinar los efectos de la fragmentación sobre la biodiversidad en ambientes similares. Los **reptiles** parecen ser un taxón poco útil para cuantificar el efecto de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad, ya que es necesario un esfuerzo de muestreo muy alto para conocer la riqueza real o acercarnos al 90 % de las especies potenciales en cada hábitat.

II. Uso del mismo grupo parámetro bajo distintas condiciones

1. Comparamos la diversidad de **escarabajos copronecrófagos** en tres paisajes antropizados de la región central de Veracruz. En el conjunto de los tres paisajes realizamos muestreos completos en 67 sitios, más muestreos complementarios en 69 lugares más. En el paisaje tropical la comunidad más rica en especies es la que se encuentra en la selva baja caducifolia; en el paisaje de transición es la que corresponde a los bosques mesófilos. Ambas son las comunidades naturales más importantes de sus pisos altitudinales. Por el contrario en el paisaje de montaña la mayor riqueza se encuentra en praderas y potreros, un tipo de comunidad favorecido o incluso creado por la intervención humana. En el paisaje tropical los potreros presentan una riqueza en especies próxima a la de las selvas, 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 la selva. En el paisaje de transición se puso en relieve la importancia para la conservación de la fauna del bosque mesófilo, de los cafetales de sombra poliespecífica. Estos cafetales, el tipo de comunidad con cubierta arbórea que ocupa la mayor superficie en este paisaje, permiten al grupo estudiado la intercomunicación entre los fragmentos remanentes de bosque mesófilo. Para los **escarabajos** que constituyen el grupo indicador, a nivel de paisaje (no puntualmente) la fragmentación de las comunidades naturales no parece haber ocasionado pérdidas en el número de especies. Aparentemente, la perturbación humana ha sido superada por razones distintas

en cada paisaje. En el tropical porque existe una fauna heliófila característica de los potreros, fauna que incluso ha aumentado con dos especies invasoras recientes. En el paisaje de transición por el efecto de los cafetales de sombra poliespecífica que crean una matriz de intercomunicación. En el de montaña porque la expansión de las praderas ha ampliado las condiciones favorables para las especies heliófilas.

2. Trabajamos el grupo de los **anfibios** tanto en la Reserva El Triunfo, Chiapas, como en Veracruz central en los mismos tipos de vegetación: bosque mesófilo y cafetales. De acuerdo con los resultados obtenidos hasta ahora, a nivel de paisaje se demarcan las diferencias en el grado de transformación que tiene cada región. En la Región Cofre de Perote, cuyos paisajes son muy heterogéneos y están muy transformados se encontró una diversidad gamma de 21 especies de anfibios y una riqueza máxima de 19 especies en el bosque mesófilo. En la Reserva El Triunfo, que tiene una superficie mucho mayor de bosques, la riqueza máxima de anfibios en bosques mesófilos conservados fue de 27 especies y en bosques mesófilos fragmentados de 29 especies. Sin embargo a nivel local los resultados obtenidos con ambos grupos son semejantes, la diversidad alfa promedio de anfibios fue de 7.75 en la Región de Perote y de 7.5 en El Triunfo. En cuanto a las diferencias entre las especies de bosque, cafetal y pastizal todavía no tenemos resultados para realizar la comparación.

3. Estudiamos los cambios altitudinales en la diversidad de escarabajos coprófagos (Scarabaeinae y Geotrupinae) en la parte central de Veracruz en dos gradientes altitudinales, uno ubicado en las inmediaciones del Pico de Orizaba y el otro en la región Cofre de Perote. La diversidad gamma y la diversidad alfa promedio en ambos gradientes fue semejante. La diferencia más marcada se encontró en la diversidad beta, porque se observó un mayor recambio en el gradiente ubicado en la región Cofre de Perote (61.85%) que en el Pico de Orizaba (49.56%). La complementariedad entre ambos gradientes fue del 60%, lo que nos habla de diferencias marcadas en composición de especies, resultado de equivalentes ecológicos. Los resultados en los dos gradientes son semejantes en cuanto a su diversidad de **escarabajos copronecrófagos**, lo que comprueba que estos insectos tienen un comportamiento regular en condiciones parecidas, dentro de la misma región.
4. Estudiamos los cambios altitudinales en la diversidad de **escarabajos coprófagos** (Scarabaeinae y Geotrupinae) en dos regiones biogeográficamente distintas: 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.

5. Realizamos muestreos para poner a prueba la estrategia propuesta por Halffter para evaluar los componentes alfa, beta y gamma de la diversidad biológica, utilizando el mismo grupo parámetro (los escarabajos del estiércol (Scarabaeoidea) en dos regiones biogeográficamente distintas: Por ahora se está procesando el material, pero se puede mencionar que a diferencia de lo que sucede en la región Cofre de Perote, el recambio de especies de escarabajos entre las comunidades de la Reserva Tehuacan Cuicatlán es bajo y la diversidad gamma es menor.

SÍNTESIS DE LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA Y RESULTADOS GENERALES

Como se ha visto en el apartado anterior, mediante esta aproximación ha sido posible proporcionar información sobre la respuesta de los diferentes grupos indicadores a las transformaciones antrópicas de las comunidades naturales en los paisajes de diferentes regiones: Veracruz central, la Reserva El Triunfo en Chiapas y los Andes colombianos. En esta sección sintetizaremos las respuestas de cada grupo indicador en las regiones estudiadas y daremos un panorama general sobre la diversidad en especies de estas regiones de acuerdo a cada grupo.

Veracruz Central

La región central de Veracruz es un área históricamente perturbada cuyos paisajes son complejos mosaicos de parches de vegetación primaria, comunidades secundarias, pastizales y cultivos perennes y anuales, donde se combinan toda una

serie de condiciones climáticas, topográficas, morfoedafológicas y geológicas. Los grupos indicadores usados, tuvieron diferentes respuestas a la transformación de las comunidades naturales, en seguida comentaremos las principales conclusiones sobre la diversidad de especies de esta región.

Escarabajos copronecrófagos

La región central de Veracruz mantiene todavía una considerable diversidad de escarabajos copro-necrófagos. En las inmediaciones del Cofre de Perote, a nivel de paisaje (no localmente) la fragmentación de las comunidades naturales no parece haber ocasionado pérdidas en el número de especies. Aparentemente, la perturbación humana ha sido superada por razones distintas en cada uno de los tres paisajes estudiados en esta región. En el paisaje tropical porque existe una fauna heliófila característica de los potreros, fauna que incluso ha aumentado con dos especies invasoras recientes. En el paisaje de transición por el efecto de los cafetales de sombra poliespecífica que crean una matriz de intercomunicación. En el paisaje de montaña porque la expansión de las praderas ha ampliado las condiciones favorables para las especies heliófilas.

En el área del Pico de Orizaba, el número de especies totales (diversidad gamma) y la riqueza por sitio muestreado (diversidad alfa promedio) fue semejante a la encontrada en las inmediaciones del Cofre de Perote. La diferencia más marcada se encontró en el porcentaje de recambio, porque tuvo mayor valor en la región Cofre de Perote (61.85%) que en el Pico de Orizaba (49.56%). La complementariedad entre

ambas regiones fue del 60%, lo que nos habla de diferencias marcadas en composición de especies, resultado de equivalentes ecológicos. Aparentemente las dos áreas estudiadas en Veracruz central, a pesar de sus diferencias históricas, son semejantes en cuanto a su diversidad de escarabajos copronecrófagos. Estos insectos, entonces, tienen un comportamiento regular en condiciones ecológicamente parecidas.

Murciélagos

Para los murciélagos, los paisajes de la región central de Veracruz, aún con la heterogeneidad marcada con la que cuenta, resultan homogéneos. Al parecer, la fragmentación ha permitido la persistencia de las especies en los remanentes de los tipos de vegetación originales. El resto de los elementos de los paisajes presenta una fauna empobrecida con relación a los tipos de vegetación originales. Hay un componente muy importante de especies turistas. Con base en lo anterior, pensamos que los murciélagos no deben ser usados como grupo indicador en la medida de la diversidad de especies.

Ranas

En una región antropizada como Veracruz central, las ranas resultaron ser el grupo más sensible a la transformación del bosque mesófilo de montaña a cafetal con una reducción del 20% de la riqueza de especies y un cambio en las relaciones dominancia-diversidad. Los resultados sugieren que los cafetales pueden ser un hábitat

adecuado sólo para algunas especies o grupos biológicos, mientras que otros pueden ser afectados notoriamente.

Reserva El Triunfo

La Reserva El Triunfo, en Chiapas, es un área con una gran diversidad biológica donde el establecimiento de grandes centros productores de café, ejerce una fuerte presión, generando una severa fragmentación del hábitat. De acuerdo con nuestros resultados los anfibios y roedores no toleran cambios drásticos en el ambiente y su diversidad se ha visto afectada por la transformación de las comunidades naturales. Por lo tanto estos grupos animales pueden ser útiles como herramienta para determinar los efectos de la fragmentación sobre la biodiversidad en ambientes similares. Los reptiles parecen ser un taxón poco útil para cuantificar el efecto de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad, ya que es necesario un esfuerzo de muestreo muy alto para conocer la riqueza real.

Qué se puede decir cuando se trabaja con el mismo grupo indicador en dos regiones biogeográficamente distintas?

1. De acuerdo con nuestros resultados la diversidad gamma de escarabajos copronecrófagos en los paisajes estudiados en los Andes colombianos y en la región central de Veracruz es semejante. Sin embargo, las diferencias en el grado de transformación que tiene cada región se vieron reflejadas en los resultados. 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. 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 en los Andes colombianos. En Veracruz centro, las especies tienen una distribución promedio más amplia y en los colombianos hay un alto porcentaje de especies con una distribución promedio restringida. La diversidad gamma en ambas regiones fue semejante y la complementariedad entre las mismas fue muy alta, sin importar su ubicación.

Por otra parte, desde el punto de vista biogeográfico, la ubicación de las zonas estudiadas es determinante en los linajes presentes en cada área estudiada: en México se encuentran 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.

2. Cuando trabajamos con anfibios en la Reserva El Triunfo, Chiapas y en Veracruz central en los mismos tipos de vegetación: bosque mesófilo y cafetales, nuestros resultados reflejan las diferencias en el grado de transformación que tiene cada región.

En la Región Cofre de Perote, cuyos paisajes son muy heterogéneos y están muy transformados la diversidad gamma es de 21 especies de anfibios y la riqueza máxima es de 19 especies en el bosque mesófilo. En la Reserva El Triunfo, que tiene una superficie mucho mayor de bosques, la riqueza máxima de anfibios en bosques mesófilos conservados es de 27 especies y en bosques mesófilos fragmentados es de 29 especies. Sin embargo a nivel local los resultados obtenidos con ambos grupos son semejantes, la diversidad alfa promedio de anfibios es de 7.75 en la Región de Perote y de 7.5 en El Triunfo.

NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

1. DIVERSIDAD DE ESCARABAJOS DEL ESTIÉRCOL Y CARABIDOS: SU RESPUESTA AL USO DE LA TIERRA A LO LARGO DE UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN VERACRUZ CENTRAL.

Trabajo de campo.

Desde Septiembre de 1999 hasta Abril del 2001 hicimos muestreos sistemáticos en 14 localidades y 40 sitios a lo largo de la pendiente SE del Cofre de Perote cubriendo un gradiente altitudinal desde los 250 a los 3200 m snm. Empleamos trampas de caída sin cebo y con cebo para la captura de carábidos y escarabajos del estiércol respectivamente. Todas las trampas se revisaron en períodos de 34 ± 10 días completándose 13 períodos de muestreo para todos y cada uno de los sitios.

Además del material que colectamos con el sistema de muestreo descrito en el protocolo de trabajo, en septiembre del 2000 obtuvimos material adicional de carábidos mediante colectas directas en los sitios de muestreo, áreas circunvecinas o bien sitios

similares en la región. Asimismo hicimos colectas a la luz y en epífitas (bromelias) en algunos de estos sitios.

Trabajo de gabinete.

En Abril de 2001 acabamos de revisar las muestras de carábidos y a mediados de ese año identificamos todos los ejemplares de este grupo. La revisión de las muestras de escarabajos del estiércol la terminamos a principios de 2002 y su identificación a mediados del 2002. De ambos grupos montamos una muestra representativa que se incluirá a la colección de referencia una vez que se encuentre etiquetada de manera formal.

En Septiembre del 2001 terminamos la base de datos de carábidos conteniendo la información trampa por trampa del material colectado. Esto mismo lo realizamos para los escarabajos del estiércol concluyendo a mediados del 2002. Esta información se incluyó en la base de datos del proyecto. Cabe reiterar que casi todos estos especímenes se encuentran almacenados en viales con alcohol 70% y sólo una parte menor se encuentran montados como referencia

Como resultado de las colectas en trampas y de las colectas directas obtuvimos un total de 200 especies, pertenecientes a 73 Géneros y 31 Tribus de carábidos. De todas estas especies 26 se consideran como especies nuevas por describirse. Usando sólo colectas en trampas capturamos 93 especies y 43 géneros de escarabajos del estiércol y afines (Scarabaeinae, Aphodiinae, Geotrupinae, Ceratocanthinae).

Colección de referencia.

Casi todo este material está representado en la Colección de Referencia elaborada a lo largo del período de trabajo de campo y conformada por poco más de 1400 especímenes. Parte de este material se encuentra en la Colección del Strickland Museum de la Universidad de Alberta, Canadá, ya sea como material de estudio para descripción o bien en otras colecciones de especialistas para complementar estudios monográficos de algunos géneros (i.e. *Euchroa*). Todo este material colectado, preservado y montado para esta colección de referencia, se ha incluido también en la

base de datos de la CONABIO, asimismo dicha colección eventualmente contribuirá al acervo institucional contribuyendo al conocimiento de un grupo de coleópteros que no se había incluido formalmente en etapas anteriores del proyecto. Se cuenta ya con el listado que conformará el catálogo de la colección de referencia.

Avances

Ya concluimos la fase de campo y de obtención de datos. Estamos iniciando los análisis de la información.

2. CONSECUENCIAS DE LA FRAGMENTACIÓN DE LA SELVA HÚMEDA DE LOS TUXTLAS, VER. SOBRE LOS PARÁMETROS DE HISTORIA DE VIDA DE DOS ESPECIES DE ESCARABAJOS DEL ESTIÉRCOL (COLEÓPTERA: SCARABAEIDAE: SCARABAEINAE)"

Avances: Septiembre 2001 a septiembre 2002.

Las actividades durante este primer año han estado concentradas en tres grandes líneas o frentes de trabajo: 1. Recopilación de información secundaria de la zona de estudio. 2. Reconocimiento del área de estudio, ubicación, selección de sitios de trabajo y muestreo piloto. 3. Elaboración de la cartografía.

1. Recopilación de información secundaria de la zona de estudio. La búsqueda se ha concentrado en la recopilación de bibliografía relacionada con los siguientes temas: Efectos de la fragmentación sobre la diversidad, estudios realizados sobre el tema anterior en la zona de estudio y compilación de los listados de especies de escarabajos del estiércol conocidos hasta ahora para la Sierra de Los Tuxtlas.

2. Reconocimiento del área de estudio, ubicación y selección de sitios de trabajo y muestreo piloto. Como parte del diseño de experimental se seleccionaron dos áreas de muestreo de similar extensión. Una ubicada al sur, sobre las faldas del San Martín Pajapan y la otra al norte de la Sierra de Los Tuxtla, en las cercanías de la Estación Biológica de la UNAM. Algunos de los resultados de esta primeras visitas son la ubicación de 64 fragmentos entre > 1 y 45 ha sobre un área aproximada de 40 km² en la zona sur de Los Tuxtlas y 55 fragmentos entre 1 y 150 ha sobre 35 km² en la zona norte. El muestreo piloto de escarabajos de estiércol se realizó entre Junio y Julio del 2002 en 10 fragmentos de distinto tamaño, seis localizados en la parte sur y cuatro en la parte norte. En cada fragmento se colocó un total de 10 trampas de caída separadas 20 m entre sí, cebadas de forma intercalada con excremento humano (cinco trampas) y calamar en descomposición (cinco trampas). Las trampas permanecieron 48 horas con el cebo, al cabo del cual se retiraron todos los especímenes para su identificación. El proceso de identificación del material se encuentra en marcha.
3. Elaboración de la cartografía. En la actualidad nos encontramos en el proceso de elaboración de la cartografía digital para cada una de las zonas seleccionadas para el estudio. Esto nos permitirá cuantificar de forma adecuada las siguientes variables: tamaño y forma de los fragmentos y distancia entre fragmentos. Asimismo, sobre el SIG, se pretende vaciar información como: altura del dosel, tipo de vegetación de cada fragmento, presencia / ausencia de monos y número de monos por fragmento

PRODUCTOS DEL PROYECTO

INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS

La base de datos cuenta con 3647 registros de escarabajos, carábidos, melolóntidos, afodinos, dípteros y anfibios que corresponden a 21 familias, 135 géneros y 278 especies (Ver Apéndice 1). El total de especímenes es de 28156. Estamos satisfechos con los resultados del proyecto pues rebasamos nuestro compromiso en el aporte de datos.

ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD

Manuales

En esta sección se incluyen varios manuales que representan una parte central en la difusión de nuestros planteamientos para evaluar la biodiversidad.

1. Moreno, C. E. 2001. Métodos para la evaluación de la biodiversidad.
Universidad Veracruzana. 49 pp.
2. Moreno, C. E. 2001. Métodos para la evaluación de la biodiversidad.
M&T Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
3. Halffter, G., C. E. Moreno y E. Pineda. 2001. Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera. M & T- Manuales y Tesis SEA. vol.
2. Zaragoza, España. 80 pp.

Trabajos publicados

1. Halffter, G. y M. E. Favila. 2000. Cómo medir la biodiversidad. *In: J. E. Péfaur (Ed.). Ecología Latinoamericana*. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Pp 29-40.
2. Moreno, C.E. and G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*. 37:149-158.
3. Moreno, C. E. y G. Halffter. 2001. On the measure of sampling effort used in species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*, 38: 487-490.

Se anexa a este informe una copia de cada una de estas publicaciones.

Trabajos en prensa

Arellano, L. and G. Halffter. Gamma diversity: derived from and a determinant of alpha diversity and beta diversity. An analysis of three tropical landscapes. *Acta Zool. Mex. (n.s)* (sometido). Se trata de un trabajo muy amplio que reúne mucho de lo hecho con escarabajos y es uno de los productos más importantes de la III Etapa.

Formación de recursos humanos

1. Arellano Gámez, Lucrecia. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría en Ecología y Ciencias Ambientales. Título de tesis: "Evaluación de la diversidad alfa, beta y gamma de Scarabaeoidea y Silphidae

(Insecta: Coleoptera) en la zona centro de Veracruz, México" Fecha de exámen:
15 de febrero de 2002.

2. Muñoz Alfonso, Luis Antonio. Postgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de tesis: "Patrones de diversidad, distribución y endemismos herpetofaunísticos en el Estado de Chiapas, México". Avance 95%.
3. 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". Avance 90%.
4. Montes de Oca, Enrique. Doctorado Programa de Biología Ambiental y Ecología del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Alberta, Edmonton, Canadá. Diversity of dung beetles and ground beetles: faunal response to land use along a mexican altitudinal gradient. 70%. Fecha tentativa para su defensa: Septiembre 2003.

Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto.

- Agosto 2000. Halffter, G. y C. E. Moreno. Indicator groups for biodiversity assessment: results and perspectives of a strategy. XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguassu, Brazil.
- Noviembre del 2000. Halffter, G. Conferencia magistral en el Taller "Biodiversidad", en la Universidad de Alicante, CIBIO.

- Julio del 2001. Montes de Oca, E. G.E. Ball y J.R. Spence. 2001. Riqueza de carábidos en una región del centro de Veracruz: Efectos de un gradiente altitudinal y del uso del suelo (Coleoptera, Carabidae). XXXVI Congreso Nacional de Entomología. ITESM, Querétaro, México. Querétaro, México.
- 18 de febrero al 1^o de marzo de 2002. Halffter, G. Docente en el Curso Iberoamericano " Conceptos y Estrategias para Estimar y Analizar la Biodiversidad ". Organizado en el Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo.
- Mayo 2002. Halffter, G. Conferencia magistral: "Relaciones entre la diversidad puntual y la riqueza de especies de un paisaje - Extinción de especies". Congreso Estudiantes de Postgrado, Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz.
- Junio 2002. Moreno, C. E. La biodiversidad en México. Primera Semana Estatal de Ecología, Guanajuato 2002. Universidad de Guanajuato e Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
- Julio 2002. Halffter, G. Conferencia magistral " Protección de la Biodiversidad y Reservas de la Biosfera, Perspectivas para los Próximos Años". Encuentro Latinoamericano de Gestión de Reservas de Biosfera, Áreas Protegidas y Corredores Biológicos, organizado por la Universidad para la Cooperación Internacional (ICI). San José, Costa Rica.

- 15 al 20 de septiembre de 2002. Moreno, C., F. Escobar, G. Halffter y E. Pineda. Biodiversidad en Bosque Montano y Cafetales de Sombra: análisis de tres grupos biológicos". VI Congreso de la Asociación Mesoamericana para la Biología y la Conservación. San José, Costa Rica.
- Septiembre 2002. Análisis de la biodiversidad usando grupos indicadores: el cambio de bosque mesófilo a cafetal de sombra en el centro de Veracruz. Centro de Educación Ambiental e Investigación de la Sierra de Huautla (CEAMISH), Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Cuernavaca.
- Septiembre 2002. Montes de Oca, E. 2002. Mosaicos de uso de suelo y su efecto en la diversidad en el Cofre de Perote: respuesta de dos grupos de insectos coleópteros. En el *II Seminario-Taller Nacional sobre el Programa de Manejo para el Parque Nacional Cofre de Perote*. Universidad Veracruzana y Colegio Profesional de Biólogos del estado de Veracruz, A.C. Xalapa, México Montes de Oca, E. 2002. Beetle diversity in central Veracruz, México: response to land use mosaics on an altitudinal gradient. *50th Annualmeeting of The Entomological Society of Alberta*, Lethbridge, Alberta, Canadá, p. 20.

ESCARABAJOS COPRO-NECRÓFAGOS

Artículos publicados

1. Montes de Oca, T. E. 2001. Escarabajos coprófagos de un escenario ganadero típico de la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México: importancia del paisaje en la composición de un gremio funcional. *Acta Zool. Mex.* (n.s.) 82: 111-132.
2. López-Guerrero, Y and G. Halffter. 2000. Evolution of the spermatheca in the Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera). *Fragmenta Entomologica* 32(2): 225-285.
3. Favila, M. E., G. Ruíz-Lizárraga and J. Nolasco. 2000. Inheritance of a Red Cuticular Color Mutation in the Scarab Beetle, *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera: Scarabaeidae). *Coleopterists Bulletin* 54(4):541-545.
4. Favila, M. E. 2001. Historia de vida y comportamiento de un escarabajo necrófago: *Canthon cyanellus cyanellus* LeConte (Coleoptera: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* 40(2): 245-278.
5. Favila, M. E. 2001. Ecología química en escarabajos coprófagos y necrófagos de la subfamilia Scarabaeinae. *En:* Anaya, A. L., F. J. Espinosa-García y R. Cruz-Ortega (Eds.). *Relaciones químicas entre organismos Aspectos básicos y perspectivas de su aplicación*. Editorial Plaza y Valdés S. A. de C. V. México, D. F. Pp 541-580.
6. Halffter, G. y L. Arellano. 2001. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. *In: Tópicos sobre Coleoptera de México*. Navarrete-

- Heredia, J. L., H. E. Fierros-López y A. Burgos-Solorio (Eds.). 2001. Universidad de Guadalajara-Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Guadalajara, México. Pp 35-53. ISBN 970-27-0079-5.
7. Halffter, G. and L. Arellano. 2002. Response of dung beetle diversity to human-induced changes in a tropical landscape. *Biotropica*, 34 (1): 144-154.

Artículos en prensa

1. Montes de Oca, T. E. y L. L. Delgado. Escarabajos copro-necrófagos (Insecta: Coleoptera, Scarabaeidae). *In*: R. Dirzo, P. Reyes-Castillo y G. Sánchez-Ramos (Eds.). Historia Natural de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México.
2. Vaz de Mello, F. & G. Halffter. New species of *Pedaridium* Harold from México and Guatemala (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: Coprini: Ateuchina). *Colleopterist Bulletin* (en prensa)
3. Huerta, C., Gonzalo Halffter, Violeta Halffter and R. López. 2003. Comparative analysis of reproductive and nesting behavior in several species of *Eurysternus* Dalman (Coleoptera: Scarabaeinae: Eurysternini). *Acta Zool. Mex.* (n.s.), 88: 141 (en pruebas de galera).
4. Halffter, Gonzalo. Escarabajos rodadores: Scarabaeini. *In* Morón, M.A. (Ed.). Atlas de los Escarabajos de México. Vol. 2. Soc. Mex. de Entomol. y CONABIO, México. (En prensa).

Artículos en preparación

1. Arellano, L, M. E. Favila and C. Huerta. **Diversity of dung and carrion beetles in Mexican fragmented tropical montane cloud forests and shade coffee plantations.** Enviado a Biodiversity and Conservation. En este estudio se compara la diversidad de Scarabaeinae y Silphidae en un mosaico de comunidades (bosque mesófilo-cafetal con sombra poliespecífica-cafetal con sombra monoespecífica-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. También la relación entre especies asociadas al bosque y a áreas abiertas es similar, no así la composición de estos sitios.

2. Arellano, L., G. Halffter y R. García. **Algunas recomendaciones sobre el uso de trampas de caída cebadas para colectar escarabajos del estiércol.** En estudios donde se evalúa la diversidad biológica es necesario estructurar los muestreos de manera que se tenga la seguridad de que se están atrapando la mayor cantidad de especies posible de acuerdo con la región que se desea estudiar, los recursos disponibles (humanos y materiales) y los métodos de captura más eficientes. En este trabajo se propone una metodología de muestreo para escarabajos del estiércol en estudios de diversidad biológica en paisajes antropizados. Se describen algunos ensayos sobre efectividad de diferentes diseños de trampas en comunidades representativas de la región y sus resultados, y se discute el papel que tienen las capturas manuales como complemento de los trampeos. Con los datos del número de individuos obtenidos mediante diferentes métodos de captura usados en la región, se propone el empleo de Unidades de Captura para la planeación del trabajo de campo. Se analiza el efecto del factor temporal sobre las capturas de escarabajos. La experiencia adquirida se aplica en una etapa de capturas mejoradas.

3. Verdú, J. R y L. Arellano. **Papel de la termorregulación y actividad de vuelo en la distribución de Canthonina (Coleoptera: Scarabaeinae) en Veracruz Central.** En este trabajo se trata de comprobar si existen diferencias en las temperaturas de vuelo que determinan de algún modo los distintos patrones de distribución así como los patrones de actividad diaria e incluso alimentarios de Canthonina en la región Cofre de Perote, Veracruz. Se midió la temperatura ambiente

de las localidades estudiadas, así como la temperatura torácica y abdominal de todas las especies de la tribu Canthonina de la región. Se determinó el área alar y la carga alar (g/cm^2) de cada individuo. De acuerdo con nuestros resultados, las especies más grandes, como son los *Deltochilum* (y *Canthon humectus*, que además se trata de una especie de montaña) han desarrollado endotermia y este proceso, al menos en el caso de los *Deltochilum*, les permite volar por la noche evitando subsecuentemente posibles interacciones con otras especies de escarabeidos y principalmente con dípteros necrófagos y/o coprófagos. En el caso de *C. humectus* la mayor talla y una posible endotermia le permite establecerse en áreas de montaña con condiciones climáticas muy distintas a las del resto de *Canthon*. Se encontró que los patrones de vuelo (élitros cerrados-abiertos) y la forma de vuelo (rápido-zigzag) se relacionan con el tamaño, la capacidad de endotermia y la distribución de las especies.

4. Montes de Oca, E., E. J.R. Spence y G.E. Ball. Carabids in Bromeliads: a component for the study of its diversity. En este artículo se puntualiza la importancia de las bromelias como hábitat para los carábidos y su contribución a la diversidad total de este grupo en Veracruz Central.

Formación de recursos humanos

1. López Hernández, Ma. Del Rosario. Posgrado del Instituto de Neuroetología.

Universidad Veracruzana. Título de la tesis: "Factores relacionados con el infanticidio en *Eurysternus* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae)" 90%.

2. Escobar, Federico. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología, A. C. Título de la tesis: Consecuencias de la fragmentación de la selva húmeda de los Tuxtlas , Ver. sobre los parámetros de historia de vida de dos especies de escarabajos del estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae). 20%.

Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

- Julio 2001. G. Halffter y L. Arellano. Variación de la diversidad en especies de Scarabaeinae (Coleoptera:Scarabaeidae) como respuesta a la antropización de un paisaje tropical. Simposio de Coleópteros de México. Querétaro, Qro.
- 2001. Montes de Oca, E. J.R. Spence y G.E. Ball.
- 2001. Effects of forest conversion and "campesino's" forestry on the ground beetle fauna in central Veracruz, Mexico. Concurrent Workshop (Session 6) *The North American Forest Insect Work Conference (NAFIWC)*Edmonton, Alberta, Canadá, p. 42. In: Boreal Odyssey: Proceedings of the North American Forest Insect Work Conference.

MURCIÉLAGOS

Trabajos publicados

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

Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

- Noviembre de 2000. Moreno, C. E. y Gonzalo Halffter. 2000. Análisis espacial y temporal de las diversidades alfa, beta y gamma de murciélagos en un paisaje fragmentado. V Congreso Nacional de Mastozoología, Mérida, Yucatán.
- Octubre 2002. Moreno, C. E., E. Pineda y F. Escobar. Murciélagos en bosque mesófilo y cafetales de sombra: comparación de su diversidad con la de otros grupos biológicos. VI Congreso Nacional de Mastozoología. Oaxaca, México.
- Octubre 2002. Sánchez-Rojas, G. y C. E. Moreno. Diversidad de mamíferos del Estado de Hidalgo: ¿Qué tanto conocemos? VI Congreso Nacional de Mastozoología. Oaxaca, México.

ANFIBIOS

Trabajos en preparación (en etapa final)

Pineda, E. y G. Halffter. **Frog diversity and habitat fragmentation in a tropical montane cloud forest.** Con el propósito de evaluar cómo la fauna de ranas es afectada por la fragmentación del bosque mesófilo de montaña, así como la importancia de la matriz de hábitats transformados para la conservación de ranas, evaluamos las diversidades alfa, beta y gamma de un paisaje fragmentado (9390 ha), en la región centro de Veracruz. Se muestrearon cinco sitios representando fragmentos de bosque de niebla y cinco sitios representando hábitats transformados (tres cafetales con sombra y dos pastizales para ganado). En la zona se han registrado desde 1899, 21 especies de anuros, pertenecientes a siete géneros y seis familias. En el presente trabajo se registró el 81% (17) de esas 21, así como otras cuatro (nuevos registros para la zona) por lo tanto, el total acumulado es de 25 especies para todo el paisaje. El bosque mesófilo fue la comunidad más rica (17 especies) y el potrero la más pobre (4 especies). La diversidad alfa por fragmento osciló entre 13 y 3 especies y la diversidad alfa promedio fue de 8.16. La riqueza de especies estuvo relacionada positivamente con la cobertura del dosel y con el área del sitio. De acuerdo con el análisis de complementariedad, cada par de sitios comparten el 33% de su anfibiofauna. Cada especie se distribuye en 4.7 sitios de los 12 elementos del paisaje. El 100% de las especies se registraron en los fragmentos de bosque y 62% en la matriz de hábitats transformados (de los cuales 100% en cafetales y 31% en pastizales). En promedio, dos sitios no comparten el 67% de las especies. El recambio de especies estuvo

asociado con las diferencias altitudinales y en cobertura del dosel entre sitios. Los ensambles de especies forman subconjuntos anidados entre todos los sitios pero esto no sucede si sólo consideramos a los fragmentos de bosque. La diversidad gamma esta determinada en mayor medida por la diversidad beta, lo que puede atribuirse a la elevada heterogeneidad ambiental, a la complejidad histórica del paisaje y a la distribución "en parches" de las ranas.

Conferencias y seminarios exponiendo resultados del proyecto

- 30 de Octubre de 2000. Fragmentación de hábitat y Biodiversidad ¿Qué dicen los anfibios? Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México. La conferencia se ofreció en el marco del XVI aniversario de la fundación de la Facultad.
- 30 de Agosto de 2002. Pineda, E. Anfibios como grupo indicador de la calidad del hábitat. Diplomado "Herpetología". Centro de Investigaciones en Recursos Bióticos, Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de México, Red Regional de Recursos Bióticos e Instituto de Biología de la UNAM.

DIPTERA

Trabajos publicados

La información publicada en estos trabajos fue obtenida durante la expedición que se llevó a cabo en la Reserva Tehuacán-Cuicatlán en 1998, con el apoyo de

CONABIO (proyecto K038):

1. Rotheray, G., M. A. Marcos-García, E. G. Hancock and F. Gilbert. 2000. The systematic position of *Alipumilio* and *Nausigaster* based on early stages (Diptera, Syrphidae). *Studia dipterologica*, 7 (1):133-144.
2. Marcos-García, M. A. & C. Pérez-Bañón. 2001. Inmatura stages, morphology and feeding behaviour of the saprophytic syrphids *Copestylum tamaulipanum* and *Copestylum lentum* (Diptera: Syrphidae). *Eur. J. Entomol.*, 98: 375-385.
3. Marcos-García, M. A. & C. Pérez-Bañón. 2002. Life cycle, adult and immature stages of a new species of *Copestylum* (Diptera: Syrphidae) from Mexico reared from Cactaceae. *Annals of the Entomological Society of America*, 95(4): 432-440.

ESTUDIOS COMPARATIVOS.

Trabajos en preparación.

1. Pineda, E., F. Escobar y C. Moreno. **Bosque de niebla y cafetales con sombra: una comparación de la diversidad de especies de tres grupos indicadores.**
2. 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.

Ver resumen de estos trabajos en la sección APLICACIONES

Literatura citada

- Forman, R. T. T. y S. K. Collinge, 1996. The "spatial solution" to conserving biodiversity in landscapes and regions, *In* R. M. DeGraaf y R. I. Miller (Eds.). *Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscapes* Chapman y Hall. Pp 537-568.
- Franklin, J. F. 1993. Preserving biodiversity: species, ecosystems or landscapes? *Ecological Applications*, 3(2): 202-205.
- Halffter, G. 1996a. *How should biodiversity be measured at the scale of landscape?* XX International Congress of Entomology. Florencia, Italia.
- Halffter, G. 1996b. *¿Cómo Medir la Diversidad Biológica?* Taller Iberoamericano sobre Diversidad Biológica. 22-25 de Abril. Viña del Mar, Chile.
- Halffter, G. 1998a. A Strategy for Measuring Landscape Biodiversity. *Biology International*, 36: 3-17.
- Halffter, G. 1998b. Una estrategia para medir la biodiversidad a nivel de paisaje. *In* G. Halffter (comp.). *La Diversidad biológica de Iberoamérica Vol.II*. Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie. Número especial 1998. CYTED-Instituto de Ecología, A. C. Pp 3-18
- Halffter, G., C. Moreno y E. Pineda. 2001. *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biosfera*. Sociedad Entomológica Aragonesa, CYTED, ORCYT-UNESCO.

Harris, L. D. T., T. S. Hoctor y S. E. Gergel. 1996. Landscape processes and their significance to biodiversity conservation. *In* O. E. J. Rhodes, R. K. Chesser y M. H. Smith (Eds.). *Population dynamics in ecological space and time*. The University of Chicago Press. Chicago. Pp. 319-347.

McNaughton, S. J. 1994. Conservation goals and the configuration of biodiversity. *In* *Systematics and Conservation Evaluation*. P. L. Forey, C. J. Humpries y R. I. Vane-Wright (Eds.). Oxford. Pp 41-62.

Miller, K. R. 1996. Conserving biodiversity in managed landscapes. *In* *Biodiversity in managed landscapes*. R. C. Szaro y D. W. Johnston (Eds.). Oxford University Press, Oxford. Pp 425-441.

Noss, R. F. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *Bioscience*, 33: 700-706.

Noss, R. F. 1996. Conservation of biodiversity at the landscape scale. *In* Szaro, R. y D. W. Johnston. (Eds.) *Managed Landscapes*. Oxford University Press. Pp 574-592.

SÍNTESIS DE RESULTADOS

TRABAJOS PUBLICADOS, EN PRENSA O EN PREPARACIÓN

Categoría	Número
Manuales	3
Publicados	14
En prensa	5
En preparación	7

CONFERENCIAS IMPARTIDAS EN EVENTOS

Nacionales	Internacionales
11	7

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

GRADO	Terminadas	en proceso
Doctorado		4
Maestría	1	1

Atentamente

Dr. Gonzalo Halffter Salas
Investigador Emérito
Responsable del Proyecto

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Carabidae	<i>Abaris aequinoctialis</i>	15
Carabidae	<i>Aephnidius piceolus</i>	1
Carabidae	<i>Agonum placidum</i>	328
Aphodiidae	<i>Agrilinus azteca</i>	81
Aphodiidae	<i>Agrilinus azteca euprosopus</i>	11
Aphodiidae	<i>Agrilinus indutilis</i>	4
Aphodiidae	<i>Agrilinis lansbergei</i>	2
Aphodiidae	<i>Agrilinis sallei</i>	253
Carabidae	<i>Amara deparca</i>	16
Carabidae	<i>Amara lugens</i>	133
Carabidae	<i>Amara moerens</i>	691
Carabidae	<i>Amara sera</i>	2038
Carabidae	<i>Amara tenebrionella</i>	20
Carabidae	<i>Amblygnathus mexicanus</i>	2
Aphodiidae	<i>Amidorus glyptus</i>	205
Aphelidesmidae	<i>Amplinus klugi</i>	1
Carabidae	<i>Anchonoderus binotatus</i>	17
Melolonthidae	<i>Anómala cincta</i>	6
Melolonthidae	<i>Anómala discodalis</i>	61
Melolonthidae	<i>Anómala xantholea</i>	5
Carabidae	<i>Apenes lunulata</i>	27
Carabidae	<i>Apenes parvula</i>	3
Carabidae	<i>Aporesthus whiteheadi</i>	2
Carabidae	<i>Apristus mexicanus</i>	4
Carabidae	<i>Aspidoglossa mexicana</i>	8
Scarabaeidae	<i>Ataenius cribrithorax</i>	191
Scarabaeidae	<i>Ataenius rickardasi</i>	66
Carabidae	<i>Athrostictus punctatulus</i>	13
Carabidae	<i>Athrostictus sericatus</i>	2
Carabidae	<i>Axinopalpus jucundus</i>	1
Carabidae	<i>Aztecarpalus platyderus</i>	2
Carabidae	<i>Barysomus metallicus</i>	5
Carabidae	<i>Bembidion aversans</i>	9
Carabidae	<i>Bembidion macrogonum</i>	15
Carabidae	<i>Bembidion pullulum</i>	14
Carabidae	<i>Bembidion mexicanum</i>	1
Carabidae	<i>Bembidion submaculatum</i>	228
Aphodiidae	<i>Blackburneus charmionus</i>	397
Aphodiidae	<i>Blackburneus guatemalensis</i>	75
Aphodiidae	<i>Blackburneus guatemalensis scotinus</i>	12
Scarabaeidae	<i>Boibelasmus arcuatus</i>	8
Sphaeriodesmidae	<i>Bonetesmus novenus</i>	1
Sphaeriodesmidae	<i>Bonetesmus ojo</i>	1
Sphaeriodesmidae	<i>Bonetesmus verus</i>	8
Carabidae	<i>Brachinus costipennis</i>	30
Carabidae	<i>Brachinus geniculatus</i>	11

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Carabidae	<i>Brachinus rhytiderus</i>	10
Carabidae	<i>Bradycellus fiohri</i>	63
Carabidae	<i>Bradycellus nigrellus</i>	59
Carabidae	<i>Bradycellus nitidus</i>	543
Bufo	<i>Bufo cristatus</i>	4
Bufo	<i>Bufo valliceps</i>	10
Carabidae	<i>Calathus aztec</i>	64
Carabidae	<i>Calathus mexicanas</i>	77
Carabidae	<i>Calleida cyanippe</i>	1
Carabidae	<i>Calleida decora</i>	9
Carabidae	<i>Calleida planulata</i>	1
Carabidae	<i>Calleida purpuripennis</i>	1
Carabidae	<i>Calleida sumptuosa</i>	1
Melolonthidae	<i>Callistethus cupricollis</i>	3
Melolonthidae	<i>Callistethus vidua</i>	24
Carabidae	<i>Calosoma laevigatum</i>	1828
Carabidae	<i>Calosoma laevigatum laevigatum</i>	24
Carabidae	<i>Calybe laetula</i>	2
Scarabaeidae	<i>Canthidium puncticolle</i>	416
Scarabaeidae	<i>Canthon cyanellus cyanellus</i>	664
Scarabaeidae	<i>Canthon indigaceus chevrolati</i>	3512
Scarabaeidae	<i>Canthon leechi</i>	1586
Aphodiidae	<i>Cephalocyclus hogei</i>	729
Carabidae	<i>Chiaenius azurescens</i>	8
Carabidae	<i>Chiaenius leucoscelis</i>	1
Carabidae	<i>Chiaenius orbus</i>	1
Carabidae	<i>Chiaenius validus</i>	1
Carabidae	<i>Cicindela cyaniventris</i>	1
Cleidogonidae	<i>Cleidogona crucis</i>	13
Cleidogonidae	<i>Cleidogona tequila</i>	2
Carabidae	<i>Clinidium mexicanum</i>	2
Carabidae	<i>divina dentifemorata</i>	1
Carabidae	<i>divina fasciata</i>	2
Carabidae	<i>divina férrea</i>	8
Carabidae	<i>divina limbipennis</i>	7
Carabidae	<i>Colliuris pilatei</i>	1
Carabidae	<i>Colliuris subdistincta</i>	1
Syrphidae	<i>Copestylum alberlena</i>	8
Syrphidae	<i>Copestylum lentum</i>	2
Syrphidae	<i>Copestylum tamaulipanum</i>	7
Scarabaeidae	<i>Copris incertus</i>	204
Scarabaeidae	<i>Copris lugubris</i>	131
Scarabaeidae	<i>Coprophaneus pluto</i>	13
Scarabaeidae	<i>Coprophaneus telamón</i>	65
Carabidae	<i>Coptodera aurata</i>	2
Carabidae	<i>Coptodera festiva</i>	2

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Melolonthidae	<i>Cotinis mutabilis</i>	1
Melolonthidae	<i>Cyclocephala fasciolata</i>	1
Melolonthidae	<i>Cyclocephala sanguinicollis</i>	2
Melolonthidae	<i>Cyclocephala sparsa</i>	3
Carabidae	<i>Cymindis basipunctata</i>	2
Carabidae	<i>Cymindis chevrolati</i>	141
Scarabaeidae	<i>Deltochilum gibbosum sublaeve</i>	22
Scarabaeidae	<i>Deltochilum lobipes</i>	1
Scarabaeidae	<i>Deltochilum mexicanum</i>	132
Scarabaeidae	<i>Deltochilum scabriusculum scabriusculum</i>	45
Scarabaeidae	<i>Dichotomius amplicollis</i>	90
Scarabaeidae	<i>Dichotomius carolinus</i>	3
Scarabaeidae	<i>Dichotomius colonicus</i>	325
Scarabaeidae	<i>Dichotomius satanas</i>	841
Scarabaeidae	<i>Digitonthophagus gazella</i>	17
Carabidae	<i>Diploharpus mexicanus</i>	1
Carabidae	<i>Dyschromus flohri</i>	9
Pyrgodesmidae	<i>Eirenyma munda</i>	7
Carabidae	<i>Elaphropus micropilus</i>	8
Carabidae	<i>Elaphropus pericallis</i>	14
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus berkenbuschi</i>	6
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus cystignathoides</i>	5
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus decoratus</i>	6
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus mexicanus</i>	5
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus pygmaeus</i>	7
Leptodactylidae	<i>Eleutherodactylus rhodopis</i>	8
Leptodactylidae	<i>Eouniticellus intermedius</i>	27
Melolonthidae	<i>Epectinaspis mexicana</i>	8
Carabidae	<i>Eripus nitidus</i>	43
Carabidae	<i>Eripus suturalis</i>	7
Carabidae	<i>Euchroa nitidipennis</i>	87
Melolonthidae	<i>Euphoria leprosa</i>	4
Melolonthidae	<i>Euphoria lesueuri</i>	3
Carabidae	<i>Euproctinus abjectus</i>	1
Carabidae	<i>Euproctinus pallidus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Eurysternus angustulus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Eurysternus caribaeus</i>	60
Scarabaeidae	<i>Eurysternus foedus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Eurysternus magnus</i>	38
Scarabaeidae	<i>Eurysternus mexicanus</i>	188
Carabidae	<i>Galerita aequinoctialis</i>	14
Carabidae	<i>Galerita ruficollis</i>	2
Carabidae	<i>Galerita simplex</i>	1
Glomeridae	<i>Glomeroides pellucidus</i>	1
Carabidae	<i>Glyptolenus purpuripennis</i>	12
Melolonthidae	<i>Golofa imperialis</i>	1

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Aphodiidae	<i>Gonaphodiellus bimaculosos</i>	305
Aphodiidae	<i>Gonaphodiellus ophistius</i>	721
Scarabaeidae	<i>Halffterius rufoclavatus</i>	408
Melolonthidae	<i>Hologymnetis cinerea</i>	1
Melolonthidae	<i>Hoplopyga liturata</i>	1
Centrolenidae	<i>Hyalinobatrachium fleischmanni</i>	9
Scarabaeidae	<i>Hybosorus illigeri</i>	2
Hylidae	<i>Hyla arborescandens</i>	6
Hylidae	<i>Hyla eximia</i>	2
Hylidae	<i>Hyla miotypanum</i>	21
Hylidae	<i>Hyla picta</i>	5
Hylidae	<i>Hyla taeniopus</i>	9
Aphodiidae	<i>Labarrus pseudolividus</i>	460
Carabidae	<i>Laemostenus complanatus</i>	10
Carabidae	<i>Lebia picicollis</i>	4
Carabidae	<i>Lebia quadriplagiata</i>	1
Carabidae	<i>Lebia rufolimbata</i>	2
Carabidae	<i>Lebia urania</i>	1
Carabidae	<i>Lebia xanthogaster</i>	1
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus labialis</i>	5
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	2
Melolonthidae	<i>Ligyryus sallei</i>	3
Siphonophoridae	<i>Linozonium mexicanum</i>	1
Carabidae	<i>Loricera rotundicollis</i>	4
Carabidae	<i>Loxandrus sculptilis</i>	6
Melolonthidae	<i>Macroductylus mexicanus</i>	29
Melolonthidae	<i>Macroductylus nigripes</i>	6
Melolonthidae	<i>Macropoides crassipes</i>	1
Carabidae	<i>Megacephala carolina</i>	11
Carabidae	<i>Megacephala sobrina</i>	1
Carabidae	<i>Meotachys amplicollis</i>	1
Hirudisomatidae	<i>Mexiconium absidatum</i>	3
Carabidae	<i>Morion cordatas</i>	2
Carabidae	<i>Morion lafertei</i>	1
Syrphidae	<i>Nausigaster texana</i>	1
Syrphidae	<i>Nausigaster unimaculata</i>	2
Carabidae	<i>Negrea aldretei</i>	3
Carabidae	<i>Negra mexicana</i>	2
Scarabaeidae	<i>Neoathyreus excavatus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Neoathyreus fissicornis</i>	1
Scarabaeidae	<i>Neoathyreus interruptus</i>	2
Aphodiidae	<i>Nialaphodius nigrita</i>	255
Silphidae	<i>Nicrophorus mexicanus</i>	2
Carabidae	<i>Notiobia aequata</i>	2
Carabidae	<i>Notiobia brevicollis</i>	146
Carabidae	<i>Notiobia melaena</i>	3

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Carabidae	<i>Notiobia mexicana</i>	3
Carabidae	<i>Notiophilus specularis</i>	22
Carabidae	<i>Omophron mexicanus</i>	3
Scarabaeidae	<i>Ontherus mexicanus</i>	85
Scarabaeidae	<i>Onthophagus batesi</i>	89
Scarabaeidae	<i>Onthophagus chevrolati chevrolati</i>	4034
Scarabaeidae	<i>Onthophagus corrosus</i>	5
Scarabaeidae	<i>Onthophagus cyanellus</i>	445
Scarabaeidae	<i>Onthophagus hopneri</i>	211
Scarabaeidae	<i>Onthophagus incensus</i>	896
Scarabaeidae	<i>Onthophagus landolti</i>	7
Scarabaeidae	<i>Onthophagus marginicollis</i>	1
Scarabaeidae	<i>Onthophagus mexicanus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Onthophagus mextexus</i>	106
Scarabaeidae	<i>Onthophagus nasicornis</i>	27
Scarabaeidae	<i>Onthophagus rhinolphus</i>	114
Scarabaeidae	<i>Onthophagus schaefferi</i>	479
Geotrupide	<i>Onthotrupes herbeus</i>	1
Geotrupide	<i>Onthotrupes sobrinus</i>	1
Carabidae	<i>Onypterygia famini</i>	1
Carabidae	<i>Onypterygia iris</i>	8
Carabidae	<i>Onypterygia tricolor</i>	2
Paradoxosomatidae	<i>Oxidus gracilis</i>	1
Carabidae	<i>Pachyteles mexicanus</i>	13
Carabidae	<i>Panagaeus quadrisignatus</i>	1
Melolonthidae	<i>Paragymnetis flavomarginata</i>	1
Melolonthidae	<i>Paragymnetis hebraica</i>	1
Carabidae	<i>Paratachys monostictus</i>	3
Carabidae	<i>Paratrechus batesi</i>	18
Carabidae	<i>Paratrechus erwini</i>	1
Carabidae	<i>Pasimachus quirozi</i>	7
Carabidae	<i>Pasimachus sallei</i>	2
Carabidae	<i>Pasimachus sallei sallei</i>	9
Scarabaeidae	<i>Pedaridum maya</i>	22
Melolonthidae	<i>Pelidnota strigosa</i>	8
Melolonthidae	<i>Pelidnota virescens</i>	6
Carabidae	<i>Pelmatellus nitescens</i>	46
Carabidae	<i>Pelmatellus obtusus</i>	138
Carabidae	<i>Pentagonica bicolor</i>	1
Carabidae	<i>Pentagonica felix</i>	1
Carabidae	<i>Pentagonica flavipes</i>	2
Carabidae	<i>Perigona laevigata</i>	1
Scarabaeidae	<i>Phanaeus endymion</i>	42
Scarabaeidae	<i>Phanaeus tridens</i>	50
Carabidae	<i>Phloeoxena picta batesi</i>	3
Aphodiidae	<i>Planolinus vittatus</i>	296

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Carabidae	<i>Platynus acutulus</i>	5
Carabidae	<i>Platynus aphaedrus</i>	1
Carabidae	<i>Platynus ballorum</i>	19
Carabidae	<i>Platynus coerulea</i>	2
Carabidae	<i>Platynus cupripennis</i>	20
Carabidae	<i>Platynus delicatulus</i>	25
Carabidae	<i>Platynus dominicensis</i>	1
Carabidae	<i>Platynus fratellus</i>	14
Carabidae	<i>Platynus gracilis</i>	13
Carabidae	<i>Platynus machetellus</i>	17
Carabidae	<i>Platynus moestus</i>	207
Carabidae	<i>Platynus montezumae</i>	11
Carabidae	<i>Platynus obscurellus</i>	1
Carabidae	<i>Platynus obscurus</i>	1
Carabidae	<i>Platynus pallidipes</i>	1
Carabidae	<i>Platynus ruficornis</i>	1
Carabidae	<i>Platynus sexfoveolatus</i>	4
Carabidae	<i>Platynus trujilloi</i>	2
Carabidae	<i>Platynus variabais</i>	8
Scarabaeidae	<i>Pseudocanthon perplexus</i>	18
Ranidae	<i>Rana berlandieri</i>	17
Scarabaeidae	<i>Scatimus ovatus</i>	40
Carabidae	<i>Schizogenius auripennis</i>	1
Carabidae	<i>Schizogenius kulti</i>	5
Hylidae	<i>Scinax staufferi</i>	3
Carabidae	<i>Selenophorus aequinoctialis</i>	14
Carabidae	<i>Selenophorus intermedius</i>	18
Carabidae	<i>Selenophorus pyritosus</i>	20
Carabidae	<i>Selenophorus quadricollis</i>	1
Carabidae	<i>Selenophorus seriatoporus</i>	53
Carabidae	<i>Selenophorus striatopunctatus</i>	13
Carabidae	<i>Selenophorus subsinuatus</i>	5
Carabidae	<i>Sericoda bembidioides</i>	159
Scarabaeidae	<i>Sisyphus mexicanus</i>	92
Hylidae	<i>Smilisca baudini</i>	6
Carabidae	<i>Stenolophus obesus</i>	72
Carabidae	<i>Stenomorphus californicus rufipes</i>	1
Melolonthidae	<i>Strategus longichomperus</i>	1
Carabidae	<i>Tetragonoderus fasciatus</i>	6
Carabidae	<i>Tetragonoderus intersectus</i>	13
Carabidae	<i>Tetragonoderus mexicanus</i>	27
Carabidae	<i>Tetragonoderus sinuosus</i>	33
Carabidae	<i>Thalpius rufulus</i>	1
Aphodiidae	<i>Trichaphodius opisthius</i>	17
Aphodiidae	<i>Trichonotuloides glyptus</i>	20
Melolonthidae	<i>Trigonopeltastes geometrica</i>	1

APÉNDICE 1

FAMILIA	ESPECIE	NO. INDIVIDUOS
Typhlobolellidae	<i>Typhlobolellus fortinus</i>	1
Scarabaeidae	<i>Uroxys boneti</i>	116
Carabidae	<i>Xenodromius fiohri</i>	10
	Total de ejemplares	28156
	Total de familias	21
	Total de géneros	135
	Total de especies	278
	Total de registros	3647