



Consortio de
Universidades
Mexicanas
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

**Cátedra Nacional de Biología
(2008)
“Juan Luis Cifuentes Lemus”**

**Biología de la
conservación
II. Ecología**

Cuerpo Académico de Ecología-UAEH
coordinación



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

COMPILADORES

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Centro de Investigaciones Biológicas
Cuerpo Académico de Ecología
Iriana Leticia Zuria Jordan (Coordinadora)
Ignacio Esteban Castellanos Sturemark
Claudia Elizabeth Moreno Ortega
Raúl Ortiz Pulido
Numa Pompilio Pavón Hernández
Aurelio Ramírez Bautista
Alberto Enrique Rojas Martínez
Gerardo Sánchez Rojas

EDICIÓN Y DISEÑO

Gerardo Sánchez Rojas
Juan Carlos Gaytán Oyarzún



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Luis Gil Borja

Rector

Humberto A. Veras Godoy

Secretario General

Otilio Acevedo Sandoval

Coordinación de la División de Investigación y Posgrado

Marco Antonio Alfaro Morales

Coordinador de la División de Extensión de la Cultura

Octavio Castillo Acosta

Director del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Alberto Enrique Rojas Martínez

Jefe del Área Académica de Biología

Enrique Rivas Paniagua

Director de Ediciones y Publicaciones

Abel L. Roque López

Subdirector de Ediciones y Publicaciones

CONSORCIO DE UNIVERSIDADES MEXICANAS (CUMEX)

Luis Gil Borja

Presidente

Enrique Espinosa Aquino

Coordinador General

Portada: Ambiente contaminado. Fotografía: Raúl Ortiz Pulido

Primera edición: 2009

© Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Abasolo 600, Centro, Pachuca, Hidalgo, México, CP 42000
editor@uaeh.edu.mx

© Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex)
Abasolo 600, Centro, Pachuca, Hidalgo, México, CP 42000
www.cumex.org.mx

ISBN 978-607-482-051-5

ÍNDICE

Presentación y exposición de objetivos	5
<i>Juan Carlos Gaytán-Oyarzún, CIB- UAEH.</i>	
PONENCIAS (RESÚMENES <i>IN EXTENSO</i>)	
I. ¿Qué es la biología de la conservación?	7
<i>Gerardo Sánchez-Rojas, CIB-UAEH.</i>	
II. Conservación de mamíferos depredadores en el norte de México. El caso de jaguares y pumas	15
<i>Carlos A. López-González, UAQ.</i>	
III. Análisis poblacional de <i>Anolis nebulosus</i> . Una base para la conservación de los reptiles del bosque tropical caducifolio de México	21
<i>Aurelio Ramírez-Bautista, CIB-UAEH.</i>	
IV. Herbivoría por insectos en sistemas manejados y no manejados por el hombre	31
<i>Ignacio Castellanos-Sturemark, CIB-UAEH.</i>	
V. Redes mutualistas y conservación. (La arquitectura de la biodiversidad)	37
<i>Raúl Ortiz Pulido, CIB-UAEH.</i>	
VI. Elementos ecológicos e históricos de la biodiversidad en comunidades ...	47
<i>Claudia E. Moreno, CIB-UAEH; José R. Verdú, CIBIO.</i>	
VII. Selvas húmedas: Consecuencias del uso de la tierra sobre la riqueza florística e interacciones bióticas	55
<i>Armando Aguirre-Jaimes, CIB-UAEH; Juan Carlos López-Acosta, CONABIO; Rodolfo Dirzo, Stanford University.</i>	
VIII. Ecología para la conservación en agroecosistemas y zonas urbanas	65
<i>Iriana Zuria, CIB-UAEH.</i>	
IX. Restauración ecológica y modelos de estados y transiciones	75
<i>Roberto Lindig-Cisneros, Centro de investigaciones en Ecosistemas, UNAM.</i>	
X. Cambio climático: Implicaciones en los ecosistemas áridos	81
<i>Numa P. Pavón, CIB-UAEH.</i>	
XI. Biodiversidad y bienestar humano	91
<i>Patricia Balvanera, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM.</i>	

VI. ELEMENTOS ECOLÓGICOS E HISTÓRICOS DE LA BIODIVERSIDAD EN COMUNIDADES

Claudia E. Moreno

Laboratorio de Biología de la Conservación, Centro de Investigaciones Biológicas,
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
cmoreno@uaeh.edu.mx.

José R. Verdú

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad
Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig s/n, 03080, Alicante, España.
jr.verdu@ua.es

Introducción

En el nivel de organización de las comunidades ecológicas se estudian las asociaciones o conjuntos de especies que coexisten, aunque la delimitación de tales conjuntos se puede hacer por el lugar geográfico donde habitan, por el tipo de recursos que consumen o por su pertenencia a un grupo filogenéticamente diferenciado (Fauth *et al.*, 1996, Moreno *et al.*, 2007). Sea cual sea la forma de definir a las comunidades ecológicas, una de las propiedades que comúnmente se evalúa es su diversidad de especies, por su relevancia intrínseca para entender la estructura y el funcionamiento ecológico, y con más auge en las décadas recientes por el impacto que pueden tener las actividades humanas en esta propiedad.

La diversidad en las comunidades está influida tanto por elementos de tipo ecológico como por elementos históricos. En tiempo y espacio limitados influyen con más intensidad algunos procesos ecológicos como las interacciones bióticas, mientras que en periodos más amplios y en regiones amplias se notan con más intensidad elementos históricos como la especiación y los procesos biogeográficos (*Figura 1*) (Ricklefs y Schluter, 1993; Moreno *et al.*, 2007). En este trabajo se evalúa la diversidad de las comunidades de plantas de un paisaje de selva baja y las comunidades de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeoidea) en distintas regiones, utilizando la riqueza de especies (la medida más común) y medidas alternativas que tratan de reflejar

la influencia de los procesos ecológicos e históricos (para una revisión general de los análisis realizados se pueden consultar a Magurran, 2004).

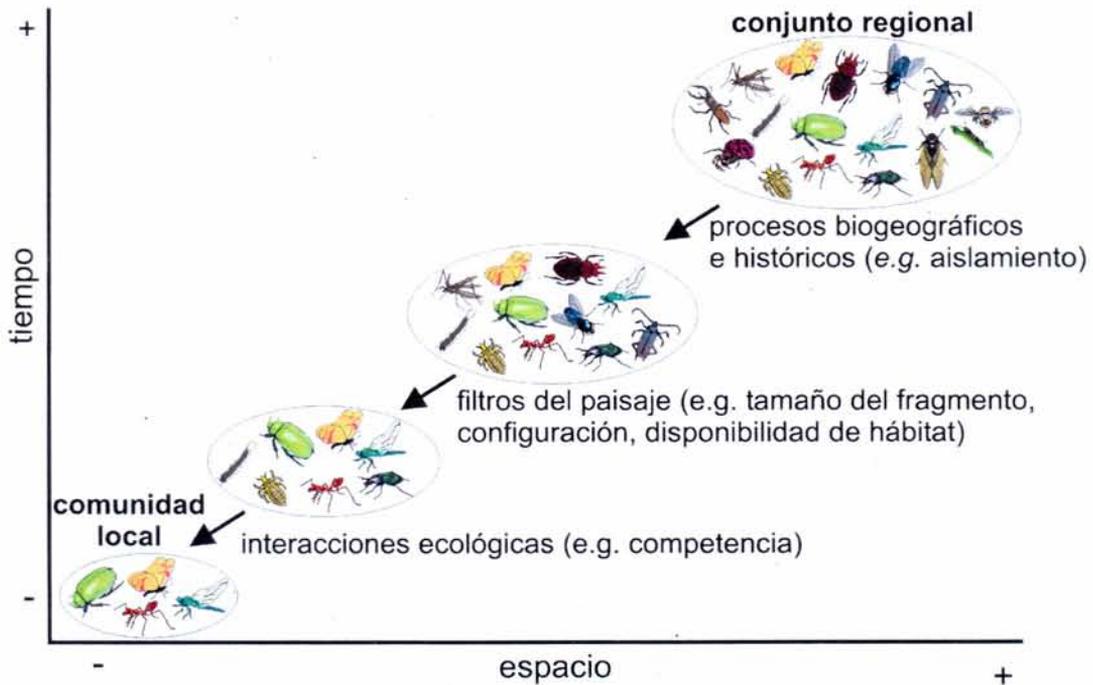


Figura 1. Las comunidades locales están ensambladas a partir de los conjuntos regionales por una serie de procesos ecológicos e históricos que se manifiestan con distintas escalas de tiempo y espacio.

Plantas de un paisaje de selva baja

La riqueza florística de la selva baja caducifolia es de importancia crítica por su elevado número de especies (diversidad alfa), por su alto cambio en la composición de especies entre localidades (diversidad beta) y por la acelerada tasa de deforestación que ha sufrido en las décadas recientes. Actualmente, casi todos los paisajes que originalmente estaban cubiertos de selva baja caducifolia son mosaicos compuestos por terrenos agrícolas, vegetación secundaria y pequeños fragmentos remanentes, relativamente bien conservados, de vegetación primaria. Se evaluó la diversidad de plantas en un paisaje de deslave volcánico del centro de Veracruz, México, comparando las comunidades de remanentes de selva primaria y de parches de vegetación secundaria. Para ello se siguieron dos aproximaciones: una basada solamente en la riqueza y composición de especies de las comunidades, y otra considerando su diversidad taxonómica, como una aproximación para conocer la diversidad de historias evolutivas en dichas comunidades.

Para la primera aproximación se evaluó la eficiencia de los muestreos y la totalidad de los inventarios florísticos, se comparó la riqueza de especies promedio y acumulada entre sitios de selva primaria y de vegetación secundaria, y se analizó la diversidad beta entre ambos tipos de vegetación. En cada tipo de vegetación se realizaron muestreos en distintos pisos altitudinales, de 400 a 900 msnm. En un área de muestreo de 12,300 m² se registraron 105 familias, 390 géneros y 683 especies (Castillo-Campos *et al.*, 2008). La riqueza de especies observada en ambos tipos de vegetación representa alrededor de 80% de la riqueza esperada. En términos de diversidad alfa promedio y acumulada, la vegetación secundaria es más diversa que la selva primaria. Además, registramos una diversidad beta muy elevada entre ambos tipos de vegetación (75% de complementariedad y 91.6% de disimilitud promedio) e identificamos a las especies que más contribuyen a la similitud dentro de las muestras de cada tipo de vegetación y a las especies que contribuyen a diferenciar ambas comunidades. Los resultados apoyan la idea de que la evaluación de la biodiversidad a escala de paisaje es apropiada para evaluar el impacto de las actividades humanas (Castillo-Campos *et al.*, 2008). Para este paisaje, en mosaico, la conservación de la flora no sería posible centrandos los esfuerzos únicamente en los remanentes de selva primaria. Por ello, proponemos la implementación de una red de áreas pequeñas de conservación en el marco de una estructura administrativa flexible, como en el modelo de reservas archipiélago.

Sin embargo, dado que el número de especies es una medida que asume que todas las especies contribuyen de la misma manera a la biodiversidad de un área, para la segunda aproximación incluimos los elementos históricos de las comunidades. Dado que no contamos con filogenias resueltas para un conjunto de plantas tan grande, utilizamos la diversidad taxonómica (*Figura 2*) como una medida complementaria a la riqueza de especies para evaluar los remanentes de selva primaria y los parches de vegetación secundaria (Moreno *et al.*, en preparación). Utilizamos dos medidas de diversidad taxonómica: la diferenciación taxonómica promedio ($\Delta+$) y la variación en la diferenciación taxonómica ($\Lambda+$). Realizamos pruebas de aleatorización para detectar diferencias entre la diversidad taxonómica observada y los valores esperados para comunidades ensambladas al azar. Encontramos que las especies de la vegetación secundaria están más cercanamente relacionadas que las especies de los remanentes de selva primaria. Además, en la vegetación secundaria la distribución de las especies entre los niveles y las categorías taxonómicas no es equitativa. Las familias Asteraceae, Euphorbiaceae, Fabaceae y Poaceae están sobre-representadas, mientras que las familias

Bromeliaceae, Cactaceae, Orchidaceae y Pteridaceae están sub-representadas en la vegetación secundaria. Estos patrones son consistentes para la diversidad taxonómica puntual, promedio y acumulada del paisaje. Con estos análisis obtenemos una visión mucho más amplia de la diversidad florística de la zona, al resaltar la importancia de la diversidad taxonómica de los remanentes de selva primaria. Los datos indican que para evaluar la biodiversidad de forma precisa debemos tratar de conocer los diferentes elementos que integran este concepto.

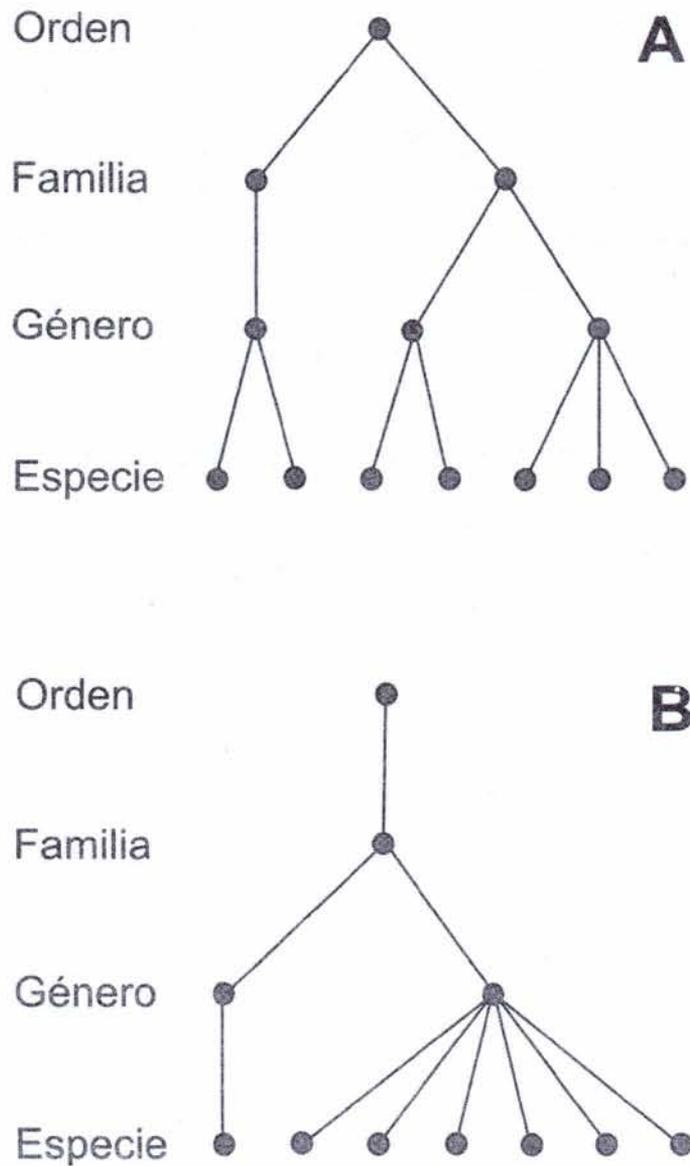


Figura 2. Dos comunidades con la misma riqueza de especies pueden tener diferente diversidad taxonómica, lo cual se asume como un reflejo de la diversidad de linajes evolutivos. En A se encuentra una mayor diversidad taxonómica, medida como la diferenciación taxonómica promedio ($\Delta+=74.60$), mientras que en B la diversidad taxonómica es menor ($\Delta+=42.86$).

Escarabajos coprófagos

Los escarabajos coprófagos juegan un papel ecológico muy importante acelerando los procesos de segregación y reciclaje del excremento de herbívoros. Sin ellos, muchos pastizales ganaderos pronto se convertirían en mosaicos con zonas sin valor nutritivo, eventualmente inservibles para la producción ganadera. Por muchas razones, hay un interés creciente por utilizar a las comunidades de escarabajos coprófagos como bioindicadores para comparar el grado de conservación entre distintos ecosistemas. A continuación se presentan ejemplos de la evaluación de la diversidad de este grupo biológico y la influencia de elementos ecológicos e históricos en sus comunidades.

Entre los elementos ecológicos que más influyen en el grupo están las actividades agropecuarias. Para desarrollar recomendaciones de manejo y conservación de los recursos biológicos en la reserva de la biosfera Barranca de Metztitlán, estado de Hidalgo, se analizó el impacto de la ganadería en la diversidad de escarabajos del estiércol (Verdú *et al.*, 2007). Se compararon la estructura de la comunidad y las diversidades alfa y beta en dos condiciones (vegetación abierta y cerrada) que representan el impacto del pastoreo ganadero en un hábitat, y entre tipos de hábitat (matorral submontano y matorral crasicaule). Con un esfuerzo de 576 trampas de caída, cebadas con excremento, se recolectaron 75,605 escarabajos coprófagos pertenecientes a 20 taxones. Mientras la riqueza y diversidad de especies fue diferente entre tipos de hábitat, la riqueza de especies acumulada no lo fue. La ganadería tiene un claro efecto en la estructura de la vegetación, lo cual influye en la riqueza y diversidad de especies de escarabajos en el matorral submontano, donde el ganado ha originado mosaicos de vegetación con una matriz de pastizal y fragmentos de matorral. Además, la ganadería genera cambios en la composición de especies en las comunidades de escarabajos, lo que permitió identificar especies indicadoras de distintas condiciones ambientales y tipos de vegetación. En general, los resultados muestran que la ganadería genera un paisaje diversificado que mantiene comunidades de escarabajos más diversos que los de áreas de vegetación densa. Por tanto, la ganadería controlada puede manejarse como una actividad que favorecería la conservación de algunos grupos biológicos, particularmente en regiones con una larga historia de uso humano (Verdú *et al.*, 2007).

Por otra parte, para evaluar la influencia de procesos históricos y ecológicos en las comunidades de escarabajos coprófagos se desarrollaron dos análisis distintos. En el primer análisis se exploró la relación entre la diversidad taxonómica (como un reflejo de la historia evolutiva) y la diversidad funcional (reflejo de los procesos ecológicos) de las comunidades de escarabajos coprófagos de dos regiones biogeográficas con historias

independientes, pero que coinciden en sus condiciones ambientales de calidez y aridez: la provincia de Alicante en España y la barranca de Metztitlán en México (Moreno *et al.*, 2007). Con los datos de composición de especies de ambas regiones se analizaron las relaciones taxonómicas entre las especies que forman parte de las comunidades, asumiendo que la taxonomía refleja el grado de parentesco entre las distintas especies. Además, cada especie fue identificada como perteneciente a uno de los tres grupos funcionales descritos para los escarabeidos de acuerdo con la ubicación del sitio de nidificación con respecto a la fuente de alimento: paracópridos, endocópridos o telecópridos (Halffter y Edmonds, 1982). Los análisis muestran que una comunidad de escarabeidos donde las especies se apropien de recursos de una sola manera, tiene menor diversidad de líneas evolutivas que un conjunto de especies con mayor variabilidad en la forma de apropiación de los recursos. Para las dos regiones es claro que una reducción en la diversidad funcional de los escarabajos puede estar ligada a una reducción en la diferenciación taxonómica promedio de las comunidades locales, independientemente de la riqueza de especies (Moreno *et al.*, 2007).

En el segundo se explora directamente la relación entre la riqueza de especies, la diversidad taxonómica y la diversidad funcional en 28 comunidades locales de escarabajos coprófagos de la provincia de Alicante, España (Moreno y Verdú, en preparación). Se construyó una clasificación taxonómica como una aproximación a la filogenia, pero también se construyó una clasificación jerárquica basada en la asignación de especies de grupos funcionales de acuerdo con sus patrones de anidamiento. Con ambas clasificaciones se utilizaron las medidas jerárquicas de diversidad originalmente aplicadas sólo a clasificaciones taxonómicas. Utilizando ambas clasificaciones (taxonómica y funcional) se detectaron medidas jerárquicas de diversidad independientes de la riqueza de especies. Se encontraron relaciones positivas entre la diversidad taxonómica y funcional de las comunidades de escarabajos coprófagos. Además, el valor promedio esperado de diversidad, obtenido mediante modelos aleatorios usando tanto la clasificación taxonómica como la funcional, no se relacionó con la riqueza de especies, y para 27 de las 28 comunidades los valores observados son estadísticamente similares a los encontrados mediante los modelos aleatorios. Por tanto, es posible que las extinciones locales no tengan un efecto claro en la diversidad taxonómica y funcional de las comunidades de escarabajos y que podrían conservar una gran variedad de grupos funcionales y linajes evolutivos más allá del número de especies (Moreno y Verdú, en preparación).

Conclusiones

La diversidad biológica de las comunidades suele evaluarse cuantitativamente con base en el número de especies presentes, aunque este único valor asume que todas las especies son iguales y contribuyen de forma equivalente a la estructura de la comunidad. Sin embargo, para evaluación ideal sería deseable incorporar de forma complementaria información sobre las múltiples facetas de la diversidad biológica, tales como la diversidad ecológica, funcional, evolutiva y fisiológica. Hasta ahora, son pocos los estudios que intentan expresar la relación entre algunas de estas facetas, tratando de dar una perspectiva integral de los procesos ecológicos e históricos que influyen en la diversidad. Para ello, es necesario reunir dentro de un mismo marco teórico la experiencia en el estudio de las comunidades desde el punto de vista de distintas disciplinas biológicas (ecología, biogeografía, sistemática), lo cual aún ha sido poco explorado.

Literatura citada

- Castillo-Campos, G., Halffter, G., y C. E. Moreno. 2008. *Primary and secondary vegetation patches as contributors to floristic diversity in a tropical deciduous forest landscape*. Biodiversity and Conservation 17:1701–1714.
- Fauth, J. E., Bernardo, J., Camara, M., Resetarits, W. J., Van Buskirk, J., y S. A. McCollum. 1996. *Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach*. The American Naturalist 147:282-286.
- Magurran, A. 2004. *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, London. p. 4-18.
- Moreno, C. E., Verdú, J. R., y H. T. Arita. 2007. *Elementos ecológicos e históricos como determinantes de la diversidad de especies en comunidades*. p. 7:179-192. In: M. Zunino y A. Melic (eds.) *Escarabajos, diversidad y conservación biológica: ensayos en homenaje a Gonzalo Halffter*. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) M3M.
- Ricklefs, R., y D. Schluter. 1993. *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Verdú, J. R., Moreno, C.E., Sánchez-Rojas, G., Numa, C., Galante E., y G. Halffter. 2007. *Grazing promotes dung beetle diversity in the xeric landscape of a Mexican biosphere reserve*. Biological Conservation 140:308-317.