

# Conservadurismo filogenético del nicho ecológico

## un enfoque integral de la evolución

La existencia de la evolución y el mecanismo bajo el cual opera fueron revelados por Charles Darwin, causando gran impacto y provocando de inmediato reacciones en la ciencia, la sociedad y otros ámbitos —razón por la cual algunos filósofos de la ciencia han denominado este fenómeno “la revolución darwiniana”. Darwin señalaba que para entender mejor la historia evolutiva de las especies es recomendable integrar el conocimiento de sus diferentes disciplinas —y específicamente sugiere que los aspectos ecológicos desempeñan un papel importante en el origen de las especies. Sin embargo, hasta 1950 no fue posible desarrollar una metodología que permitiera el acercamiento de las distintas disciplinas biológicas relacionadas más estrechamente con la evolución, por lo que cada una generaba sus propios conocimientos de manera independiente, sin lograr la integración de los mismos. Recientemente la sistemática filogenética o cladística ha logrado la anhelada integración.

El método cladístico, desarrollado por Willi Hennig en la sistemática desde un enfoque filogenético, ha tenido una profunda influencia en diversas disciplinas biológicas como la ecología, la biogeografía y la paleontología debido a que puede aplicarse al estudio de

diferentes tipos de interacciones históricas. Por ello, algunos investigadores, como Crisci y Morrone, han señalado que la cladística, como también se le conoce, es el lenguaje de la biología comparada. Así, asociando el conocimiento de otras disciplinas con el método cladístico es posible obtener información valiosa que permita comprender mejor algunos aspectos evolutivos de los grupos biológicos.

Recientemente se ha tomado interés en una línea de investigación denominada conservadurismo filogenético del nicho ecológico, en la cual se produce la interacción de la sistemática, ecología y biogeografía para explicar cómo la tolerancia climática puede ser importante en limitar la distribución geográfica de las especies. De manera general este enfoque se refiere a un patrón evolutivo en el que las especies descendientes tienden a compartir una proporción sustancial de las características biológicas y fisiológicas que determinan

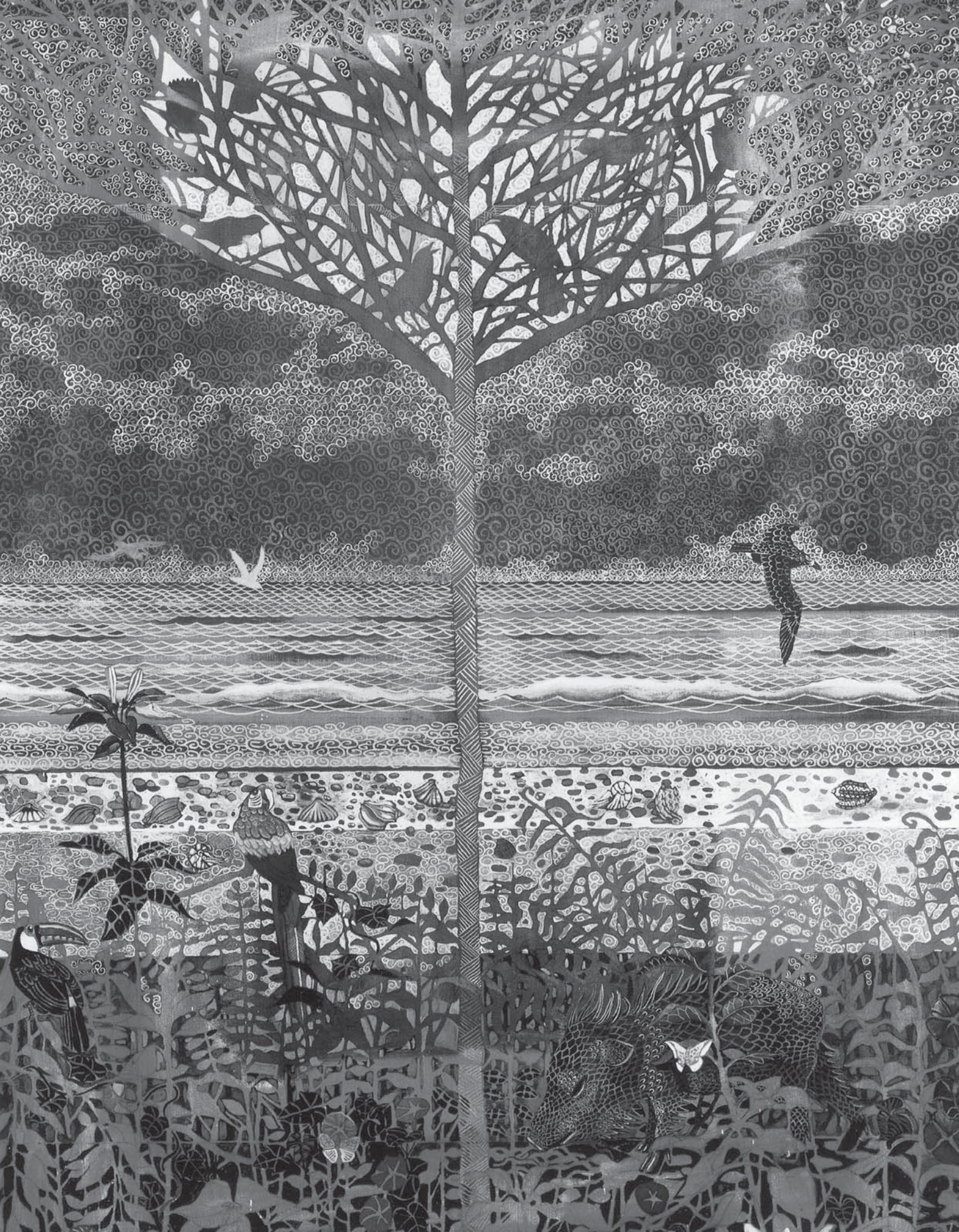
su nicho ecológico fundamental. Esto significa que las adaptaciones de la especie ancestral a un conjunto de condiciones ambientales tenderán a ser conservadas por las especies descendientes. El conocimiento así generado puede ser importante para un mejor entendimiento de la especiación alopátrica, los patrones de riqueza de especies, la estructura de la comunidad y otros aspectos relacionados.

### El nicho ecológico

Si bien el concepto de nicho ecológico surgió al final de la primera década del siglo XX, durante sus primeros cuarenta años el significado fue vago debido a las diferentes definiciones y perspectivas que sobre él se tenía. En 1910, Johnson se refería al nicho ecológico como la unidad de distribución determinada primariamente por el suministro de alimento y por factores ambientales; entre 1914 y 1920, Grinnell desarrolló la idea del nicho de manera ligeramente diferente y quizá poco precisa, ya que lo definía como el concepto de la unidad de distribución última, en cuyo seno cada especie es mantenida por limitaciones estructurales e instintivas, lo que aparentemente es equivalente a microhábitat. Por su parte, en 1927 Elton



**Héctor R. Eliosa León, Adrián Nieto Montes de Oca y Ma. del Carmen Navarro Carbajal**



se refiere al nicho ecológico como el lugar de los animales dentro de su comunidad, su relación con el alimento y sus enemigos y en cierta dimensión con otros factores.

La formalización del concepto de nicho ecológico, integrando las ideas precedentes y las propias, fue realizada por Hutchinson en 1957 para referirse al conjunto de condiciones bióticas y abióticas en las cuales las especies pueden mantener estables sus poblaciones, ha-

ciendo una distinción entre nicho fundamental y nicho real. El primero tiene que ver con las condiciones abióticas en las cuales las especies pueden mantener su existencia, por ejemplo, temperatura, humedad, pH y altitud, mientras que el segundo trata de las condiciones bióticas que limitan su distribución en la naturaleza, es decir, las que dependen de las interacciones bióticas como competencia, depredación parasitismo, etcétera.

Para clarificar esta idea, consideremos el siguiente ejemplo: las salamandras del género *Plethodon* ocupan microhábitats terrestres húmedos en las regiones boscosas de las montañas Apalaches de Norteamérica; algunas especies están limitadas en su distribución (nicho real) debido a que son excluidas competitivamente por otras especies, es decir, a pesar de que en ciertas áreas se presentan las condiciones climáticas adecuadas para su existencia no ocupan esas localidades (nicho fundamental) porque otras especies las desplazan por competencia a lugares menos favorables para su permanencia. En otras palabras, el nicho ecológico se refiere al espacio físico donde una especie vive, incluyendo los gradientes ambientales, qué hace y cómo es influenciado por las otras especies. El nicho es un concepto de suma importancia para la teoría ecológica y evolutiva.

#### La distribución geográfica

La manera como se distribuyen las especies depende de diversos factores, los cuales corresponden, en general, a dos clases principales: los componentes históricos y los ecológicos. Los primeros ya no intervienen más en la actualidad, pero en el pasado afectaron profundamente la distribución de las especies por su gran escala, es decir,



operaron durante millones de años y abarcaron áreas geográficas muy extensas, como continentes, países y regiones; los segundos actúan en el presente en función de las adaptaciones de los seres vivos al medio ambiente, es decir, la distribución de las especies depende de su tolerancia a los diferentes componentes ecológicos, se producen a escalas pequeñas de espacio y tiempo, como ecosistemas y microhábitats en cientos a miles de años, en cada caso. Básicamente, en virtud de la diferencia en las escalas, tradicionalmente los estudios sobre esta disciplina se realizan con uno u otro enfoque y no de manera integrada. Sin embargo, es necesario aclarar que, en ciertos niveles, la distinción entre ambos es difícil; se ha sugerido que esta división es coyuntural y en el futuro deberían reunirse en un mismo sistema de investigación.

#### La filogenia

Las relaciones evolutivas que tienen las especies entre sí se denominan comúnmente como filogenia, y se representan con figuras denominadas árboles filogenéticos. Por medio de ella podemos conocer las relaciones de parentesco de los integrantes de los grupos biológicos; nos permite por tanto entender los lazos de hermandad entre las especies. Es importante señalar que las especies evolucionan a partir de formas ancestrales, los nuevos linajes generalmente retienen las características de sus ancestros y eventualmente pueden cambiar, y el estudio de la filogenia nos



ayuda a entender las similitudes y diferencias entre los linajes. Además, las clasificaciones biológicas naturales, como propuso Darwin, deben reflejar de manera fiel la historia evolutiva de los taxa, por lo que la información filogenética es de suma importancia, entre otras cosas, en la selección adecuada de los taxa cuando se desea entender aspectos evolutivos que los relacionan.

### Filogenéticamente conservador

El conservadurismo filogenético del nicho es un concepto que implica la falta de expansión del nicho de las especies o su radiación adaptativa, es decir, representa la incapacidad de los organismos a adaptarse a condiciones diferentes de las que existen en su nicho ancestral y puede ser importante en la estructuración y distribución de las comunidades. Esto significa que la especie no puede tolerar nuevos regímenes climáticos, lo cual limita sus cambios, algo aparentemente opuesto a la evolución.

Se ha hipotetizado que si la conservación del nicho prevalece sobre la evolución en regiones altamente heterogéneas o fluctuantes, la diversificación puede ocurrir por un proceso de fragmentación en el rango de distribución, causado por la incapacidad de las especies de adaptarse a condiciones ambientales diferentes a las de su distribución ancestral. Por otra parte, la conservación del nicho puede ser im-



portante al inicio del proceso de especiación (diversificación).

Según Wiens y Graham, la conservación del nicho se puede deber a cuatro causas: a) selección natural direccional, b) pleiotropía, c) flujo de genes y d) carencia de variabilidad genética. Los estudios sobre conservación del nicho se realizan usando pares de especies hermanas, para lo cual es necesario conocer la filogenia del grupo de interés.

De acuerdo con la distribución geográfica, la conservación filogenética del nicho ecológico se basa en la hipótesis de que en el modelo de especiación alopátrica hay una tendencia general de las especies a permanecer en áreas ecológicas similares a las que ocupaba la especie ancestral, y el aislamiento ocurre donde existan hábitats favorables alternados con hábitats desfavorables. La especiación alopátrica es considerada el modo más común de generación de nuevas especies, y es causada generalmente por barreras geográficas con condiciones ambientales subóptimas para los taxa y puede estar asociada con la conservación filogenética del nicho porque limita la adaptación a las condiciones ecológicas de la barrera geográfica. Estudios recientes han encontrado que la conservación del nicho es un tema dominante en vertebrados e invertebrados.

El vacío entre biogeografía y ecología puede resolverse, en primera instancia, por ejemplo, asociando algunos factores abióticos del nicho fundamental de las especies de interés con el hábitat y las áreas de distribución que ocupan. Además, si esta información se complementa con la filogenia de las especies respectivas, se podrá determinar si existe una correlación entre los componentes históricos y ecológicos que permita comprender de manera global los



patrones de distribución de la biodiversidad.

En áreas ricas en biodiversidad y que enfrentan un alto riesgo de deforestación y fragmentación de hábitats, como México, es importante realizar estudios que permitan determinar los factores responsables de la presencia de las especies para poder así desarrollar estrategias adecuadas de conservación para dicha biodiversidad. Cuando se tenga identificado cómo los factores ambientales afectan a las especies, entonces será posible estimar cómo las especies responderán a los cambios climáticos.



### Modelos de nicho ecológico

El desarrollo de sistemas de información geográfica y la incorporación de estas técnicas a la biología permiten obtener en la red la referencia geográfica de las localidades de muestreo, es decir, longitud y latitud, información climática como temperatura y precipitación a partir de world-clim, por ejemplo. Al asociar datos ambientales con las localidades de registro de las especies se puede generar modelos que permitan predecir la distribución potencial de las especies con base en las variables climáticas empleadas.

En la medida que cada especie tiene su propio perfil bioclimático, el análisis de las variables que lo determinan puede servir para cuantificar las diferencias de sus nichos climáticos. Hay diversos programas de cómputo que sirven para hacer modelos de nicho ecológico, sin embargo, se ha documentado que el mejor de ellos es MAXENT. El modelo asume que las localidades usadas son las del hábitat de origen de la especie, descartando aquellas con registro dudoso debido entre otras causas a la inmigración. Es así que el programa emplea la información de las variables climáticas proporcionadas por el investigador para construir el modelo de nicho de las especies de interés, por lo tanto, la información así obtenida es una aproximación al ni-

cho real de la especie. También es posible cambiar el valor de las variables empleadas para proyectarlas al futuro y predecir el efecto que producirá en la distribución de las especies. Este enfoque general puede ser usado para despejar incógnitas existentes entre ecología y evolución, por ejemplo, para distinguir los tipos de especiación que han tenido ciertos taxa relacionándolos con los hábitats en que se distribuyen o en la comprensión de la organización de los taxa en las comunidades por medio de sus interacciones.

### ¿Es real?

Hay investigadores que sostienen que hay pocas bases para evaluar la hipótesis de que el nicho se mantiene sin cambio cuando ocurren cambios en la distribución de las especies en el espacio y el tiempo. También se ha señalado que el nicho no se conserva, debido a que es inestable evolutivamente, como ocurre en las lagartijas del género *Anolis* con relación a las preferencias de microhábitats, en ranas dendrobátidas donde ocurre divergencia climática del nicho durante la especiación de estos anfibios, como sucede en Ecuador. Por otro lado, hay trabajos que apoyan la idea de la conservación del nicho, como el de Prinzing y colaboradores, en el que comparando datos filogenéticos y ecológicos se demuestra que la conservación del nicho es un factor importante en la historia evolutiva de las plantas en Europa central. Asimismo, se ha señalado la conservación del nicho en taxa hermanos con distribución adyacente en aves, mamíferos y mariposas en México.

Dar una respuesta definitiva a este planteamiento no es fácil, se deben considerar diversos aspectos y además puede ser variable entre los taxa, por ello es

necesario realizar la selección de datos y el análisis correspondiente de manera adecuada. Una primera aproximación para la mejor comprensión de la dinámica del nicho ecológico debe combinar la información filogenética con datos ambientales en el modelado del nicho, ya que como se indicó, los modelos de distribución de especies usan como justificación la conservación del nicho, ya que, en general, en los estudios de diversificación y distribución geográfica de especies estos modelos asumen un cambio lento o nulo del nicho para pronosticar extinción o pérdida de biodiversidad en respuesta a cambios climáticos.

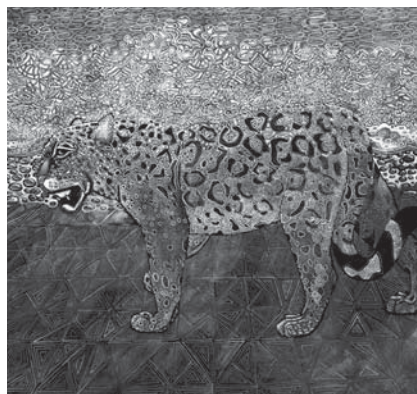
### Consideraciones finales

Sin duda, la conservación del nicho es un tema que ofrece la oportunidad de



combinar la información de diversas disciplinas biológicas e integrarlas en un enfoque evolutivo. Por otra parte, permite poner a prueba los conocimientos así generados para ser o no validados en el marco de la teoría de la evolución. Cabe destacar que los resultados obtenidos en este programa de investigación pueden ser relevantes para la conservación de la biodiversidad debido a que se podría predecir las áreas de distribución geográfica de las especies y la correcta identificación de los sitios para reintroducción de especies sujetas a programas de conservación.

Asimismo, comprender la dinámica del nicho es importante porque permitirá entender los patrones de la biodiversidad en respuesta a los cambios ambientales que la biota puede enfrentar en el futuro. También se ha señalado que es posible hacer una estimación



de posibles rutas invasoras que pudieran seguir plagas de cultivos o que causan enfermedades, lo cual desde el punto de vista agrícola y de salud, respectivamente, resulta importante. Este programa de investigación requiere estudios rigurosos sobre la dinámica del nicho porque a partir de sus resultados se puede contribuir al mejor entendimiento de los aspectos evolutivos y biogeográficos. Por tal razón, se espera que esta contribución estimule a los estudiantes de biología a desarrollar trabajos en este tema para incrementar el conocimiento integral de los diversos grupos biológicos. 🌿

**Héctor R. Eliosa León**

**Ma. del Carmen Navarro Carvajal**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

**Adrián Nieto Montes de Oca**

Facultad de Ciencias,

Universidad Nacional Autónoma de México.

Peterson A. T., J. Soberón y V. Sánchez-Cordero. 1999. "Conservatism of ecological niches in evolutionary", en *Time Science*, vol. 285, pp. 1265-1267.

Prinzig, A., W. Durka, S. Klotz y F. Brandl. 2001. "The niche of higher plants: evidence for phylogenetic conservatism. Proc", en *R. Soc. London Ser. B*, núm. 268, pp. 2383-2389.

Kozak, K. H. y J. J. Wiens. 2006. "Does niche conservatism promote speciation? A case study in North American salamanders", en *Evolution*, vol. 60, núm. 12, pp. 2604-2621.

Rangel, T. F., J. A. Diniz-Filho y R. K. Colwell. 2007. "Species richness and evolutionary niche dynamics: A spatial pattern-oriented simulation experiment", en *American Naturalist*, núm. 274, pp. 165-174.

Wiens, J. J. 2004. "Speciation and ecology revisited: phylogenetic niche conservatism and the origin of species", en *Evolution*, núm. 58, pp. 193-197.

Wiens, J. J. y C. H. Graham. 2005. "Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology", en *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, núm. 36, pp. 519-539.

IMÁGENES

Alfredo Arreguín. P. 64: Family Portrait, detalle, 1992. P. 65: Laguna azul, 1976. P. 66: Bahía, 1993; Colima, 1985. Pp. 67-68: Kahlo's Gardens, 1990; Campeche, 1977. P. 68: Chico en Piedra, 1992. P. 69: Sonora, 1979.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Díaz-Porras, D. F. 2006. *El nicho ecológico y la abundancia de especies*. Tesis de Maestría. Instituto de Biología. UNAM.

Morrone, J. J. 2001. *El lenguaje de la cladística*. Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial. UNAM. México.

PHYLOGENETIC CONSERVATISM OF THE ECOLOGICAL NICHE: A COMPREHENSIVE VIEW OF EVOLUTION

**Palabras clave:** cladó, evolución, filogenético.

**Key words:** Clade, Evolution, Phylogenetics.

**Resumen:** El método cladístico desarrollado por Willi Hennig en la sistemática como un enfoque filogenético ha tenido una profunda influencia en diversas disciplinas biológicas, gracias a él es posible obtener información valiosa que permita comprender mejor algunos aspectos evolutivos de los grupos biológicos.

**Abstract:** Cladistics, the method developed by Willi Hennig in his seminal work *Phylogenetic Systematics*, has had a profound influence on various biological disciplines, allowing biologists to obtain valuable information that helps them better understand certain evolutionary features of biological groups.

Héctor R. Eliosa León obtuvo la licenciatura y la maestría en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde 1991 es profesor de la Escuela de Biología de la BUAP.

Adrián Nieto Montes de Oca es biólogo y Maestro en Ciencias por la UNAM, y Doctor en Ciencias (Sistemática y Ecología) por la Universidad de Kansas, EUA. Actualmente es Profesor Titular en el Departamento de Biología Evolutiva de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

Ma. del Carmen Navarro Carvajal, es egresada de la licenciatura y maestría de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Actualmente es profesora investigadora de la Escuela de Biología de la BUAP.

Recibido el 09 de noviembre de 2009, aceptado el 15 de febrero de 2010.