

Áreas de distribución y endemismo en zonas continentales

Sergio Roig-Juñent
IADIZA, CC 507,
5500 Mendoza, Argentina

Jorge Víctor Crisci
LASBE, Museo de La Plata,
Paseo del Bosque s/n 1900
La Plata, Buenos Aires, Argentina

Paula Posadas
LASBE, Museo de La Plata,
Paseo del Bosque s/n
1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina
Museo Paleontológico E. Feruglio,
Fontana 140, 9100, Trelew, Argentina

& Susana Lagos
IADIZA, CC 507,
5500 Mendoza, Argentina

Proyecto de
Red Iberoamericana de Biogeografía
y Entomología Sistemática **PRIBES 2002**.
C. COSTA, S. A. VANIN, J. M. LOBO
& A. MELIC (Eds.)

ISBN: 84-922495-8-7

m3m : Monografías Tercer Milenio
vol. 2, SEA, Zaragoza, Julio-2002.
pp.: 247-266.

RIBES : Red Iberoamericana de
Biogeografía y Entomología Sistemática.
<http://entomologia.rediris.es/pribes>
Coordinadores del proyecto:
Dr. Jorge LLorente Bousquets (coord.)
Dra. Cleide Costa (coord. adj.)

Coeditores del volumen:

Sociedad Entomológica Aragonesa -SEA
<http://entomologia.rediris.es/sea>
Avda. Radio Juventud, 37
50012 Zaragoza (ESPAÑA)
amelic@retemail.es

CYTED— Programa Iberoamericano de
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
Subprograma Diversidad Biológica.
Coordinador Internacional:
Dr. Peter Mann de Toledo

ÁREAS DE DISTRIBUCIÓN Y ENDEMISMO EN ZONAS CONTINENTALES

Sergio Roig-Juñent, Jorge V. Crisci,
Paula Posadas & Susana Lagos

Distribution areas and endemism in continental areas

Abstract

The field of Historic Biogeography includes two basic patterns, one of them being distribution areas. The basic way of representing distribution areas is by drawing a symbol on a map for each species collected. This representation by symbols is the most objective one, but it has a great shortcoming since it prevents comparisons with other distribution areas. To solve this problem, some methods are used that transform symbols into continuous areas. Areas of endemism constitute the other basic pattern of Historic Biogeography. Most proposals to delimit areas of endemism are based on the premise of sympatry between two or more species. However, the degree of sympatry depends on the method used to delimit the distribution areas of different taxa, and on the method for comparing them. This contribution briefly presents the various working hypotheses used by biogeographers to delimit areas of both distribution and endemism. Of the different methods proposed, dividing the area into squares is considered to have more advantages, such as repetitiveness and objectivity, in the treatment of collected data.

Central and northwestern Argentina were analyzed with this methodology. The area was divided into 78 squares one degree longitude by one degree latitude. Information on the distribution of 47 species endemic to the area was put on the map. The first step was the elimination of 40 squares devoid of information. An analysis of endemism (PAE) was made for establishing inter-square relationships, applying a heuristic search with the NONA 2.0 program. A total 318 cladograms ($l=162$; $ci=29$; $ri=58$) were obtained, the strict consensus tree of which shows no resolution for 18 of the 39 squares analyzed. Nonetheless, the remaining 21 squares conform three groups representing areas of endemism. Second, an analysis using the same methodology was carried out, eliminating "conflicting" squares. On the basis of 38 squares, 12 cladograms ($l=155$; $ci=30$; $ri=58$) were obtained, the strict consensus tree of which exhibits higher resolution and has great agreement with areas of endemism found by other methods. The last section shows how areas of endemism can be assessed, taking 18 of them from southern South America as an example. The family Carabidae (Coleoptera) was chosen to achieve this assessment. Specific diversity, percentage of endemism, and phylogenetic value were estimated with a data base of 1251 Carabidae species for each area of endemism. Specific diversity might be biased because these are extensively prospected areas, on account of which this kind of map allows to visualize whether particular zones need further survey. The percentage of endemism and phylogenetic value are not biased and allow to determine the importance of each area.

Key words: Areas of distribution, Areas of endemism, Parsimony analysis of endemism, Argentina.

Resumen

En Biogeografía Histórica hay dos patrones básicos que constituyen sus unidades de estudio, siendo uno de ellos las áreas de distribución. La forma básica de representar este patrón es graficando en un mapa cada dato de colecta por medio de un símbolo. Esta representación puntual es la más objetiva, sin embargo presenta el gran inconveniente de no permitir la comparación con otras áreas de distribución. Para solucionar este problema, se aplican otras metodologías que transforman los datos puntuales en áreas más o menos continuas. El segundo patrón básico de la Biogeografía Histórica lo constituyen las áreas de endemismo. La mayoría de las propuestas para delimitar áreas de endemismo parten de la premisa de simpatria entre dos o más especies. Sin embargo, el grado de simpatria que se puede observar es dependiente de la metodología utilizada para delimitar áreas de distribución de los distintos taxones y del método de comparación. En este aporte, se presentan brevemente las distintas hipótesis de trabajo que utilizan los biogeógrafos para delimitar áreas de distribución y endemismo. De los distintos métodos expuestos, se considera que el que reúne mayores ventajas, como repetibilidad y objetividad para tratar los datos de colecta, es la cuadrícula del área.

Utilizando esta metodología se realizó un análisis de la región centro y noroeste de Argentina. El área fue dividida en 78 cuadrículas de un grado de longitud por un grado de latitud y se volvió la información de la distribución de 47 especies endémicas del área. El primer paso fue la eliminación de 40 cuadrículas que no poseían información. Para establecer las relaciones entre las cuadrículas se realizó un Análisis de endemismo (PAE), con las opciones de búsqueda heurística del programa NONA 2.0. Se obtuvieron 318 cladogramas ($l=162$; $ci=29$; $ri=58$), cuyo consenso estricto muestra una gran irresolución para 18 de las 39 cuadrículas analizadas. Sin embargo, las 21 restantes forman tres conjuntos que representan

áreas de endemismo. Un segundo, análisis utilizando la misma metodología, fue realizado eliminando cuadrículas "conflictivas". Sobre la base de 38 cuadrículas, se obtuvieron 12 cladogramas ($I=155$; $ci=30$; $ri=58$), cuyo consenso estricto muestra una mayor resolución y posee una gran concordancia con las áreas de endemismo obtenidas por otros métodos. En la última sección se muestra cómo las áreas de endemismo pueden ser valoradas, tomando como ejemplo 18 de ellas de América del Sur austral. Para poder realizar esta valoración se ha escogido la familia Carabidae (Coleoptera) y sobre la base de datos de 1251 especies de Carabidae se estimó la diversidad específica, el porcentaje de endemismo y el valor filogenético para cada área de endemismo. Se puede observar que la diversidad específica podría estar sesgada debido a que son áreas muy estudiadas, por lo que este tipo de mapa permite visualizar si determinadas zonas necesitan ser mejor prospectadas. El porcentaje de endemismo y la valoración filogenética no poseen este sesgo y permiten obtener el grado de importancia de cada región.

Palabras clave: Áreas de distribución, Áreas de endemismo, Análisis parsimonioso de endemismo, Argentina.

Del rigor en la Ciencia (Borges, 1997. *El Hacedor*. Alianza editorial, 136 pp.)

En aquel imperio, el arte de la cartografía logró tal perfección que el mapa de una sola Provincia ocupaba toda una Ciudad, y el mapa del imperio, toda una Provincia. Con el tiempo, esos Mapas Desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un Mapa del Imperio, que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos Adictas al Estudio de la Cartografía, las Generaciones Sigüientes entendieron que ese dilatado Mapa era Inútil y no sin Impiedad lo entregaron a las Inclemencias del Sol y de los Inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas Ruinas del Mapa, habitadas por animales y por Mendigos; en todo el País no hay otra reliquia de las Disciplinas Geográficas.

Suárez Miranda: viajes de varones prudentes, libro cuarto, cap. XLV, Lérida, 1658.

Introducción

La Biogeografía trata de describir los patrones de distribución de los organismos y de explicar los procesos que los condujeron a habitar esas áreas. La Biogeografía fue uno de los elementos decisivos en los que se apoyaron algunas teorías como la evolutiva (Wallace, 1876) y la de tectónica de placas (Condie, 1997). Si bien no todos los trabajos sistemáticos incluyen consideraciones biogeográficas, sí suelen representar los patrones de distribución en un mapa. Es a partir de la comparación de estos patrones como se establecen las áreas de endemismo. Sin embargo, existen algunos problemas relacionados con los métodos de comparación de áreas con distinta forma y con los métodos de delimitación del área de endemismo (trazado de los límites).

En este aporte, se realiza un análisis de endemismo en áreas continentales mostrando cómo establecer un área de endemismo, proponiendo algunos parámetros para futuros trabajos y estableciendo sus posibles usos para la conservación de la biodiversidad.

Conceptos y métodos para la delimitación de áreas de distribución y de endemismo

• Áreas de distribución

Antecedentes. Un área de distribución es el área ocupada por un taxón en un momento determinado. Su representación se realiza por medio de la traducción de datos de un inventario a un mapa (Cartan, 1978). Esta representación refleja el estado de nuestro conocimiento acerca de los lugares ocupados por la especie, pero no necesariamente la distribución real. La ventaja de realizar esta representación gráfica, sobre el conjunto de datos del inventario, es que resume la información y la hace clara y de rápida utilización, permitiendo la comparación con otras áreas de distribución y dando, además, una idea de los requerimientos ecológicos de dicha especie.

Representación puntual. Es la representación más utilizada y consiste en indicar cada localidad donde la especie está presente por medio de un punto (o símbolo) en un mapa (Fig. 1A; 2b-c). Este método es el más exacto en la traducción de datos y sólo posee una distorsión gráfica de acuerdo al símbolo usado para cada localidad, puesto que éste puede representar desde unos pocos a varios centenares de km² de superficie de acuerdo a la escala del mapa. Sin embargo, la mayor desventaja que presenta este método es su ineficacia a la hora de analizar las distribuciones de varias especies en conjunto. En consecuencia, cuando toda la información disponible para varias especies es reunida y marcada en un mapa, se obtiene una gran área cubierta por puntos aislados (Fig. 2b) que no permite establecer patrones comparables. Por ello es necesario transformar el conjunto de puntos (localidades) de cada especie en un área continua para permitir su comparación (Fig. 2a).

A mano alzada (Fig. 1b-c). Rapoport (1975) analizó los diferentes métodos que son utilizados para establecer el área de distribución de una especie partiendo de un conjunto de datos o localidades (Fig. 1a). El más utilizado es aquél en el cual se unen los puntos exteriores de la distribución englobando las localidades donde la especie está presente. Esto puede realizarse uniendo las localidades de manera que sea el área mínima (Fig. 1b) o uniendo los puntos más extremos, lo que resulta en un área mayor a la mostrada por las localidades (Fig. 1c). Para Cartan (1978), en este caso no hay ningún tipo de hipótesis biológicas que vinculen las localidades, ya que tan sólo es un método gráfico que une los puntos. Sin embargo, Delvosalle (1959) considera que en el interior del límite establecido, uno admite que la especie se encuentra en todos los lugares donde el ambiente le es favorable. Por lo tanto, sí se asume una hipótesis *a priori* y es que la especie estará distribuida en forma más o menos continua entre las localidades conocidas. Esta

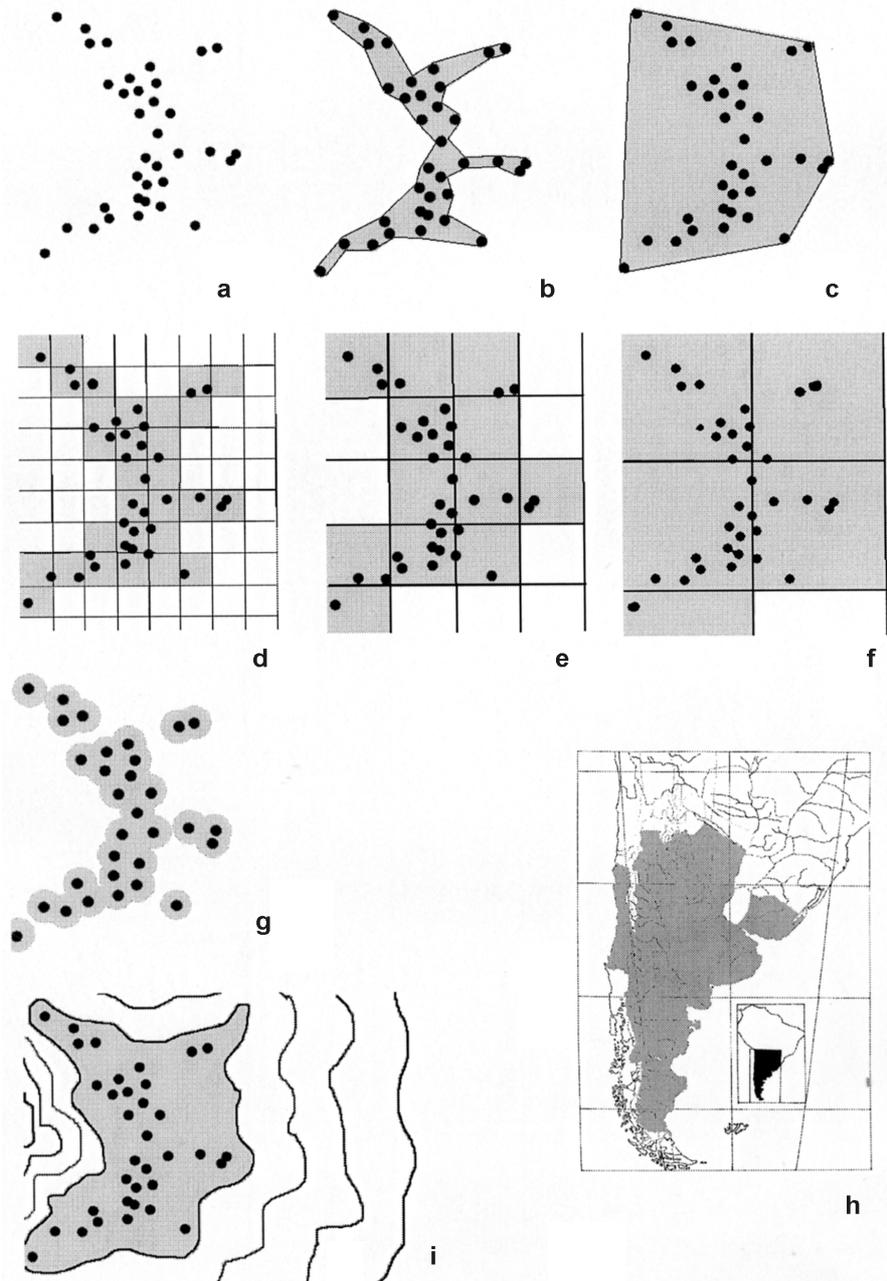


Fig. 1. Métodos utilizados para la delimitación de áreas de distribución. (a) representación de un conjunto de datos de localidades por medio de símbolos (puntos); (b) delimitación de área de distribución a mano alzada, utilizando la menor distancia; (c) idem utilizando la máxima distancia; (d-f) por medio de cuadrículas, de distinto tamaño; (g) propinquidad media; (h) ecológico; (i) por medio de referencias administrativas.

continuidad variará de acuerdo a la fragmentación del ambiente y las características fisiográficas del área. Por ello, para determinar las áreas de distribución se parte de dos datos objetivos (la localidades conocidas y el mapa de la región) y una premisa, que es una idea preconcebida del ambiente que ocupa cada especie. La premisa es generalmente subjetiva, ya que en muchos casos no hay elementos que pongan a prueba la correlación entre cada localidad y el ambiente existente en ese lugar. Considerando los datos y la premisa se plantea una hipótesis que explica la presencia de la especie en sitios donde no ha sido detectada. Esta hipótesis de continuidad casi nunca es explicitada y constituye el elemento más importante para transformar un conjunto de localidades en un área continua, es decir un área de distribución.

Cuantitativos o de las cuadrículas (Fig. 1d-f). Aplicando este método, el área se cuadrícula de antemano por medio de una grilla y se considera la distribución de una especie como la sumatoria de las cuadrículas que ocupa. Es un método arbitrario, repetible, sin connotaciones biológicas *a priori* y en donde cada cuadrícula es igual a las otras de acuerdo al tipo de grilla (Cartan, 1978). Sin embargo, el cuadrículado posee un alto grado de distorsión cuando se trata de estipular los límites de las áreas de distribución, sobre todo cuando se poseen pocos datos o las unidades de la grilla son muy grandes (Fig. 1f).

Existen distintos tipos de grillas (Cartan, 1978), siendo las más usadas aquéllas referenciadas a coordenadas geográficas (grados de latitud y longitud) y donde la malla está dada por los meridianos y paralelos. Esta metodología

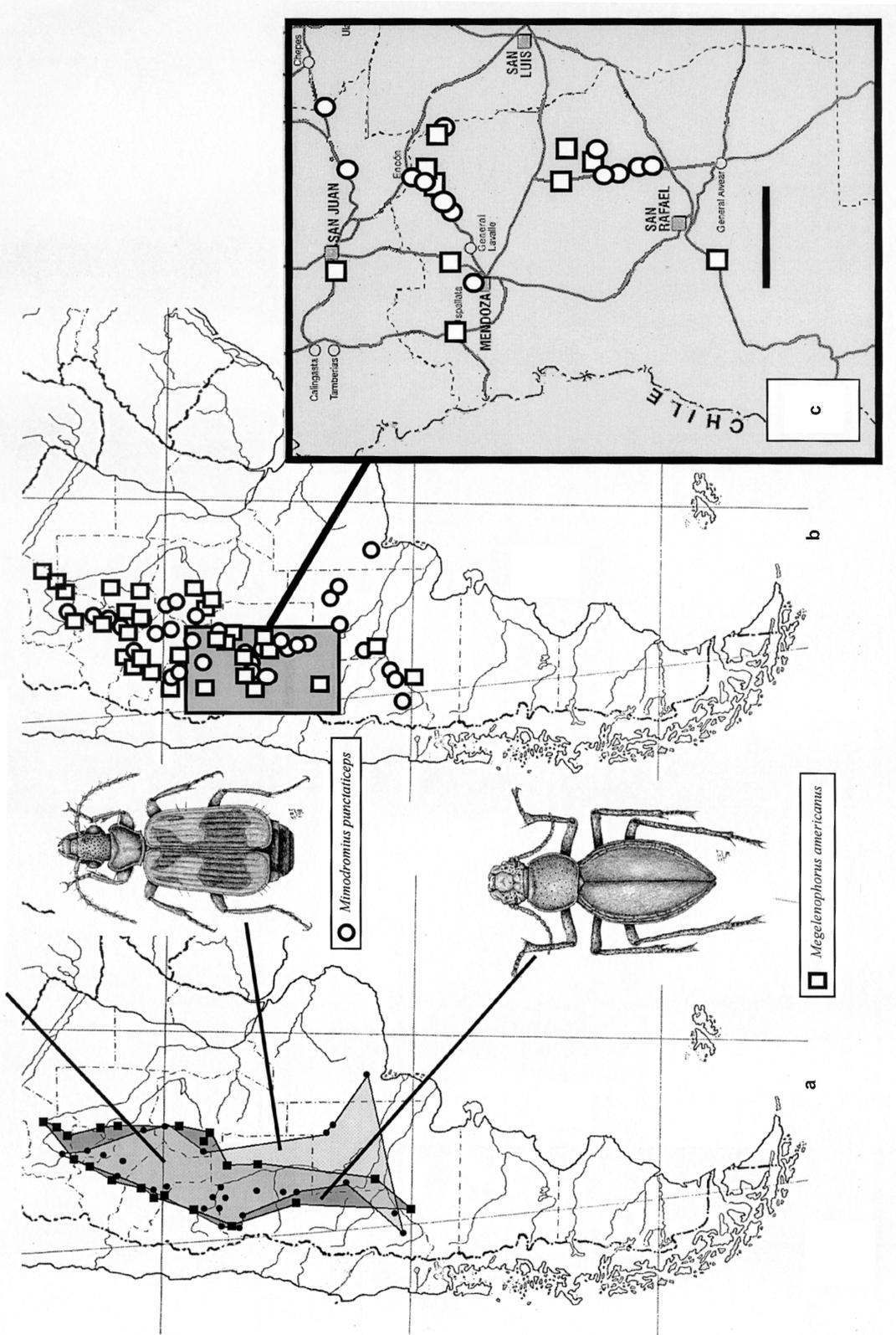


Fig. 2. Simpatria entre dos especies; (a) simpatria en las áreas de distribución; (b) simpatria entre las localidades; (c) idem a distinta escala.

no es nueva, ya que fue Rouy (1889) el primero en proponer que se usen grillas basadas en los grados Greenwich para graficar la distribución de las plantas. Las ventajas que posee este tipo de grillas es que son universales, no ligadas a proyecciones, son las más “naturales”, la conversión a otros sistemas de grillas es menos compleja y, finalmente, con el uso actual de geoposicionadores satelitales (GPS), las colectas son asignadas sin error a cada cuadrícula. Su mayor desventaja es que el tamaño de las cuadrículas varía con la latitud, por lo que la superficie de cada cuadrícula de la grilla no es la misma.

Otro sistema utilizado es el UTM (“Universelle Transverse Mercator”) que también usa grillas basadas en sistemas geodésicos, pero son particulares para cada país. Para establecer la malla, se divide el globo terráqueo en usos principales cada 6° y, a partir de cada meridiano principal, se trazan grillas rectangulares con cuadrículas de 100 x 100 km. Debido a la deformación de la Tierra, existen áreas que no quedan incluidas en la malla; por ello en los límites entre usos hay zonas de compensación. Por ejemplo, en Argentina se usa el sistema Gauss Kruger, tomando el meridiano 69 oeste, que va desde Ushuaia a la Quiaca. Este método posee como ventaja que el tamaño de las cuadrículas es igual en toda la grilla. Sin embargo, sus desventajas son mayores que en el cuadrículado por grados, puesto que no son sistemas universales, la igualdad de las cuadrículas es ficticia (hay que agregar zonas de compensación) y las conversiones a otros sistemas son muy complejas, incluso para georreferenciar los datos de colectas.

Propincuidad media (Fig. 2g). Este método fue planteado dentro del marco de las hipótesis de la Areografía de Rapoport (1975), la cual supone que el estudio del tamaño y la forma de las áreas de distribución puede revelar posibles patrones generales respecto al origen, formación y comportamiento de las áreas a un nivel geográfico. Está basado en el concepto de la distancia al vecino más cercano, conectando las localidades de forma que se obtenga un árbol sin circuitos. Luego sobre la base de la distancia media entre cada una de las localidades se trazan círculos cuyo centro sea los puntos de colecta y su radio la media calculada. De esta manera, se obtiene un área que es la sumatoria de todos los círculos y en donde existe una alta probabilidad de encontrar la especie. El error del área de distribución disminuye a medida que aumentamos la cantidad de localidades. Rapoport (1975) llega a la conclusión de que con un mínimo de 15-30 localidades se obtiene una distribución muy aproximada a la real y que con 45 localidades se obtiene un área de distribución con un error del 10%. Este método, al igual que el de las grillas es objetivo y repetible.

Referencias a unidades políticas, administrativas o ecológicas (Figs. 1h, 8, 9 y 10). Utilizando esta metodología se parte de un área que se encuentra dividida en regiones siguiendo tanto criterios biogeográficos, como administrativos o políticos y la distribución del taxón se considera como la sumatoria de las regiones en donde ha sido hallado. Si un taxón es sólo conocido en una localidad, se considerará su distribución como toda la región en donde esté dicha localidad. Este método no es comúnmente graficado, pero

es el más utilizado por los sistemáticos en los catálogos, en donde existen los mayores inventarios de la distribución de las especies. Por ejemplo, en el catálogo de coleópteros neotropicales de Blackwelder (1944-1957), casi todas las referencias son a países.

Ecológico (Fig. 1i). En este método, se trata de establecer qué parámetros están restringiendo al conjunto de localidades conocidas para una especie, tales como la precipitación, en cuyo caso se considera la distribución como aquella coincidente con la de la isoyeta correspondiente.

• Áreas de endemismo

Antecedentes. A través de la historia, se ha visto que en las distintas regiones del globo hay conjuntos de especies que muestran áreas de distribución coincidentes y que no existen en otras áreas. Estas regiones son conocidas como áreas de endemismo y pueden ser definidas sobre la base de un conjunto de especies pertenecientes a taxones no relacionados que ocupan un hábitat determinado y que no existen en otras áreas (Nelson & Platnick, 1981).

El plantear un zona como área de endemismo constituye una hipótesis que posee predicción, capacidad de corroboración y de falsabilidad. La predicción es que las especies pertenecientes a este conjunto no van a existir en otras áreas y es corroborable al encontrar más especies endémicas que aumenten el número del conjunto que define al área. De esta manera, las áreas de endemismo con mayor cantidad de especies endémicas serán más “robustas” que las que poseen pocas especies. Finalmente, la hipótesis es falsable al encontrar que las especies endémicas que definían un área se encuentran distribuidas en otras.

Lo fundamental para determinar la existencia de un área de endemismo es que los patrones de distribución de las especies endémicas sean coincidentes. Esta superposición parcial o total de las áreas de distribución es lo que se denomina *simpatria* y constituye un principio ya que, en general, es aceptado para cada especie y para cada localidad sin ser puesto a prueba. El grado de simpatria que visualizamos es relativo a la escala del mapa con el que se está trabajando y también al método de graficado. Trabajando a una escala 1:1.000.000, dos especies pueden ser simpátricas cuando se grafica su área de distribución (Fig. 2a), no así cuando graficamos cada localidad por medio de un punto (Fig. 2b) e, incluso, si se analiza a escalas menores (Fig. 2c), las localidades de ambas especies pueden no coincidir, ya que corresponden a sitios distintos, pero próximos que, al aumentar la escala del análisis visualizamos como independientes. A pesar de no existir esta simpatria estricta para todas las localidades, es necesario asumir que en esos casos es posible la existencia de una u otra de las especies en ese lugar. Sin embargo, cuando las representaciones puntuales son transformadas en áreas de distribución sucede que las distribuciones particulares de los organismos se superponen en parte con las de otros (Fig. 2a).

En muchos casos las áreas de endemismo terminan siendo definidas como el área en donde varias especies, que no existen en otras áreas, superponen su distribución. Sin embargo, esta propuesta tan sencilla no permite establecer con exactitud un área cuyos límites estén claramente definidos, siendo muy pocos los autores (Axelius, 1991;

Morrone, 1994; Harold & Moi, 1994) los que han estipulado cuál es el grado de superposición (simpatria) y cómo debe graficarse un área de endemismo.

Áreas de Congruencia. Müller (1975) trató de establecer los centros de dispersión de los vertebrados en América del Sur identificando lo que él llamó “áreas de congruencia”. A estas áreas las definió como aquéllas en donde los rangos de distribución individuales de especies endémicas se superponen, lo que se corresponde a lo que actualmente llamamos áreas de endemismo. Müller (1975) explicitó los requisitos que debían poseer las especies que fueran usadas para determinar el “área de congruencia”, pero empleó distintos métodos para la delimitación de las áreas de distribución, realizándola tanto en forma manual y como por medio de representaciones puntuales. Pero lo más problemático de su metodología fue la forma en que aplicó la intersección (simpatria) entre las distintas áreas de distribución, ya que los límites establecidos por Müller para cada área de congruencia no se corresponden con el área de superposición estricta de todas las especies consideradas, sino con algunas de ellas. Por ello este método utiliza la distribución más o menos coincidente de varias especies y luego se realiza el trazado a mano de lo que el autor cree considerar como el área de congruencia.

Cuadrícula de áreas. Este método no parte de la comparación de las distribuciones particulares, sino que se mapean las localidades de cada especie en cuadrículas. Las cuadrículas son consideradas como las unidades de estudio y pueden ser analizadas por simplicidad o por métodos fenéticos, formándose grupos que compartan o no determinadas especies. El análisis que utiliza algoritmos de simplicidad es conocido como “Parsimony analysis of endemismity (PAE)” y une las cuadrículas sobre la base de especies comunes. Este método fue utilizado previamente por Morrone (1994) para establecer y delimitar áreas de endemismo, proponiendo que cada grupo de cuadrículas que representa un área de endemismo debe tener al menos dos especies endémicas y que, una vez concluido el análisis, las áreas deben ser regraficadas sobre la base de las áreas de distribución de esas especies endémicas. Las cuadrículas también pueden ser analizadas por medio de métodos fenéticos (Artigas, 1975; Kohlmann & Sánchez, 1984), aplicando distintos tipos de índices y, a diferencia del PAE, permiten formar grupos de cuadrículas por la ausencia de especies.

Al igual que para delimitar las áreas de distribución, el sistema de grillas presenta el problema de graficado al tratar de establecer los límites. Sin embargo, este método ofrece las ventajas de ser objetivo y repetible que compensan las dificultades.

Superposición parcial o áreas agrupadas. Según Harold y Mooi (1994), un área de endemismo puede ser reconocida por dos o más especies endémicas, que no necesariamente tienen que superponer sus áreas de distribución, ya que la congruencia puede establecerse por factores en común, independientes de las propiedades de los organismos. Para ello, el investigador debe introducir información tales como climáticas o fisiográficas que pueden sugerir que el área constituye una unidad.

● Áreas de endemismo del Monte en la región centro y noroeste de Argentina

Introducción. Se han reconocido numerosas áreas de endemismo en América del Sur austral (Müller, 1975; Roig-Juñent, 1994a; Morrone *et al.*, 1994; Morrone, 1996) determinándolas a partir de la superposición de áreas de distribución. Existe una gran concordancia entre las distintas áreas propuestas y es que, en mayor o menor grado, se han seguido los límites propuestos por Cabrera & Willink (1981). Pocos trabajos han puesto a prueba estas áreas por medio de análisis cuantitativos. Para poder realizar estas comparaciones el método más apropiado lo constituye el PAE, ya que no sólo permite comparar gran cantidad de datos, sino que también evita la comparación entre áreas de distribución particulares al trabajar con cuadrículas como unidades.

Área de estudio. El área analizada es la región centro y norte de la provincia biogeográfica del Monte. Esta provincia ocupa 38 millones de hectáreas en Argentina y constituye una gran zona donde coexisten taxones de origen patagónico y neotropical (Roig-Juñent *et al.*, 2001). Se ha escogido esta región debido a que recientemente se han propuesto divisiones dentro esta provincia. Por otro lado, en los últimos años, la información acerca de la distribución de especies de insectos en la región central y boreal del Monte, se ha multiplicado. El área de estudio corresponde al centro y noroeste de Argentina entre los paralelos 24 y 37 sur y los meridianos 64 a 70 oeste, con un ancho de 570 km este-oeste y un largo de unos 1.400 km norte-sur (Fig. 3); su superficie comprende aproximadamente unos 815.000 km². Se dividió el área por medio de un cuadrículado geográfico de un grado de latitud por un grado de longitud, resultando una malla de 78 cuadrículas de aproximadamente 111 x 95 km (para la latitud 24 S) con una superficie de 10.545 km² cada una.

Taxones utilizados. Se eligieron taxones cuya distribución está restringida en mayor o menor grado al área estudiada, es decir que son endémicos. La fuente de información consiste en datos de colecciones, de colectas recientes y bibliográficos. Al recabar esta información, se nota la gran deficiencia en el conocimiento de la distribución de las especies de Argentina, pues son muy pocas las que cuentan con suficiente cantidad de datos. Muchas de las especies podrían ser utilizadas, pero sus distribuciones involucran a veces dos cuadrículas que se encuentran en sectores separados por 1.000 km. Por ello, se consideró que las especies a utilizar deben cumplir con los siguientes requisitos: 1) no deben estar en una única área o unidad de análisis (cuadrícula); 2) si están en dos o más cuadrículas, estas deben mostrar una cercanía menor al 30 ó 40% de la longitud máxima del área estudiada. Los datos que no cumplen dichos requisitos no han sido codificados, pues la información ausente para las numerosas cuadrículas intermedias generaría demasiados problemas en el análisis. En total, se han utilizado 47 especies de insectos para este análisis (Tabla I), en su mayoría correspondientes a Coleoptera y unos pocos a Hymenoptera. Los datos de distribución de cada especie se han codificado como ausente/presente (0/1) en una matriz de cuadrículas por especies (Tabla II).

Tabla I

Especies utilizadas en el análisis. El número de cada especie es correspondiente con el mismo de la matriz de datos.

Coleoptera: Buprestidae: 1-*Calcopoecila ornata*; 2-*Ectogonia denticollis*. **Carabidae:** 3-*Mimodromius punctaticeps*; **Curculionidae:** 4-*Enoplopactus hylula*; 5-*E. Lizeri*. **Scarabeidae:** 6-*Anomiopsoides cavifrons*; 7- *A. heteroclyta*; 8-*A. pereirae*; 9-*Euchranium aracnoides*; 10- *Glyphoderus sterculineus*. **Tenebrionidae:** 11-*Emallogera perlifera*; 12-*Entomoderes erebi*; 13-*E. infernalis*; 14-*E. pustulosus*; 15-*E. satanicus*; 16-*E. subauratus*; 17-*Epipedonota cristallisata*; 18-*E. ebenina*; 19-*E. intercostata*; 20-*E. microdera*; 21-*E. plicatissima*; 22-*E. senex*; 23-*Megelenophorus americanus*; 24-*Nyctelia alutacea*; 25-*N. explanata*; 26-*N. plicatipennis*; 27-*N. subsulcata*; 28-*N. vagimpresa*; 29- *Psectrascelis catamarcanus*; 30-*P. deplanata*; 31-*P. infravestita*; 32-*P. nitida*; 33-*P. pubescens*; 34-*P. vestita*; 35-*P. willinki*; 36-*Scelidospecta granulosa*; 37-*S. lobata*; 38-*S. roigi*; 39-*Scotobius wittmeri*. **Trogidae:** 40-*Omorgus pastillaris*. **Hymenoptera. Colletidae.** 41- *Brachyglossula comunis*. **Tiphiidae.** 42-*Calchaquila albinervis*. **Anthophoridae.** 43-*Doeringiella bipunctata*; 44- *D. crassicornis*. **Pompilidae.** 45- *Pompilocalus hirsutulus*. **Mutillidae.** 46- *Tallium catulus*. **Eumenidae.** 47-*Zeta mendozanum*

Tabla II

Matriz de datos de cuadrículas por especies (caracteres) de la tabla I

	1111111111	2222222222	3333333333	44444444
	123456789	0123456789	0123456789	01234567
Ancest	00000000	00000000	00000000	00000000
A5	00000000	00000000	00100000	00000000
A6	00000000	00000000	00100000	00000000
A7	00000000	00000000	0010001000	000001000
A8	00000000	00000000	001000000	100001110
A9	00000000	00000000	0011001100	100010110
A10	11100001	000000111	0000110100	000000000
A11	00000001	000000110	000010000	000000000
A12	00000000	000000010	000000000	000000000
B5	000001000	000000010	000100000	001010000
B6	001001000	000000010	000100000	001011000
B7	100001000	000000010	000000000	000010000
B8	010011000	000000011	000100000	001010001
B9	111011001	1000010011	0001000100	000010001
B10	110011001	1010000010	0001100000	000010000
B11	010011001	0000000101	0000100000	000000000
B12	000000001	0100000101	0001100000	000000000
C3	000000000	0000000011	0000000000	000000000
C4	001000100	0001001011	1101000001	010000000
C5	001100110	0001001011	1101000001	010000000
C6	001100110	0000011010	0000000000	000000000
C7	000000000	1110010010	0001000000	000011000
C8	011011001	1010000001	0000000000	000000000
C9	111011001	0110010011	0001100000	001110000
C10	110011001	1010010000	0001010000	001000000
C11	111011001	1110000010	0001010000	000010000
C12	011000000	0000000010	0000000000	000000000
D2	000000000	0000000000	1001000010	000000000
D3	001000000	0000100010	1100000000	010000000
D4	001100010	0000101011	1101000011	010000000
D5	000000000	0000001001	0000000000	000000000
D6	001000000	0000000011	0000000000	000000000
D7	101010001	1110010011	0000000000	000100000
D8	000000001	0110010010	0001000000	001000000
D10	111000001	1010000011	0001000000	000000000
D11	000100000	0000000000	0000000000	000000000
E2	000000000	0001000000	0000000000	000000000
E3	001000110	0001100000	1001000010	010000000
E7	000000000	0010000000	0000000000	000000000
E8	000000000	0010000000	0000000000	000000000

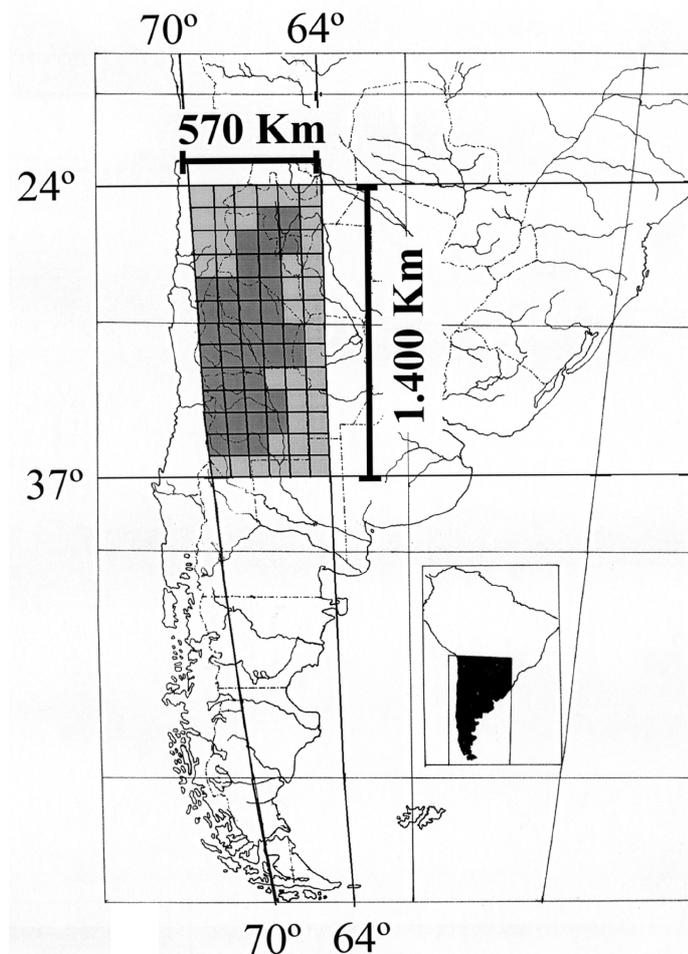


Fig. 3. Cuadrículado del centro-oeste de Argentina. Las cuadrículas en gris oscuro son aquellas que poseen información, mientras que las graficadas en gris claro han sido eliminadas del análisis por no poseer ningún taxón de los utilizados.

Análisis de las cuadrículas. Antes de realizar el análisis de las cuadrículas, se eliminaron 39 de ellas por no poseer ningún dato (Fig. 3, cuadrículas gris claro), es decir con ausencia para todos los caracteres (taxones). Las restantes 39 fueron analizadas por medio de un análisis de simplicidad, tal como fue sugerido por Morrone (1994), utilizando el programa NONA 2.0 (Goloboff, 1993), por medio de búsquedas heurísticas, con los parámetros hold 10000, hold/10, mult*100, max*.

Resultados. Se obtuvieron 318 ($l=162$, $ci=29$, $ri=58$) relaciones distintas entre las cuadrículas, que son representadas por medio de un cladograma de consenso estricto (Fig. 4) que muestra una gran irresolución debido a que 18 de las 39 cuadrículas poseen distintos tipos de relaciones entre los cladogramas obtenidos. Las 21 cuadrículas restantes formaron cinco grupos en todos los cladogramas obtenidos. Cuatro de esos grupos se corresponden con áreas de endemismo propuestas previamente por otros métodos (Roig-Juñent *et al.*, 2001): los valles de Uspallata y Calingasta (A5-A9), el Monte Central (B9, B10, C8-C11, D7-D10), el Monte Boreal (C4 y C5) y los Llanos Chaqueños (E7 y E8). El quinto grupo de cuadrículas (B5-B8) no ha sido reconocido antes (Roig-Juñent *et al.*, 2001) y corresponde al área más árida del Monte Central que comprende una estrecha franja paralela al este de la Precordillera en las provincias de San Juan y La Rioja. De estos cinco grupos

formados sólo el que corresponde a los valles de Uspallata y Calingasta (A5-A9) está justificado por una especie endémica. Los cuatro restantes están soportados por especies no son exclusivas de cada grupo pues están compartidas con las cuadrículas que conforman la politomía basal. Analizando la distribución de estas especies se pudo visualizar que son simpátricas en el área de Chilecito (La Rioja). En este área, encontramos especies endémicas del Monte Boreal como *Anomiopsoides heteroclyta* (Blanchard), *A. pereirae* (Martínez), *Entomoderes subauratus* Burmeister y *Enoplopactus hylula* (Heller), especies del Monte Central como *Entomoderes satanicus* Waterhouse y especies de otros ambientes. La localidad de Chilecito está ubicada en la cuadrícula C6, y dentro de esta cuadrícula existen diferentes ambientes, tales como Prepuna, Monte Boreal, Monte Central, Llanos Chaqueños y Altoandino. Por ello la cuadrícula C6 es conflictiva como lo demuestra su posición en la politomía basal (Fig. 4). Si ésta y otras cuadrículas son conflictivas deberán ser divididas usando datos de fisiografía o aumentando la división de la grilla. Cartan (1978) propone un sistema que denomina "Gigogne" que consiste en que algunas cuadrículas sean subdivididas en unidades menores de acuerdo a la heterogeneidad interna de cada cuadrícula. Un método más rápido para determinar si estas cuadrículas son las que producen problemas en el análisis es eliminarlas y realizar un nuevo análisis para corroborar si son efectivamente conflictivas.

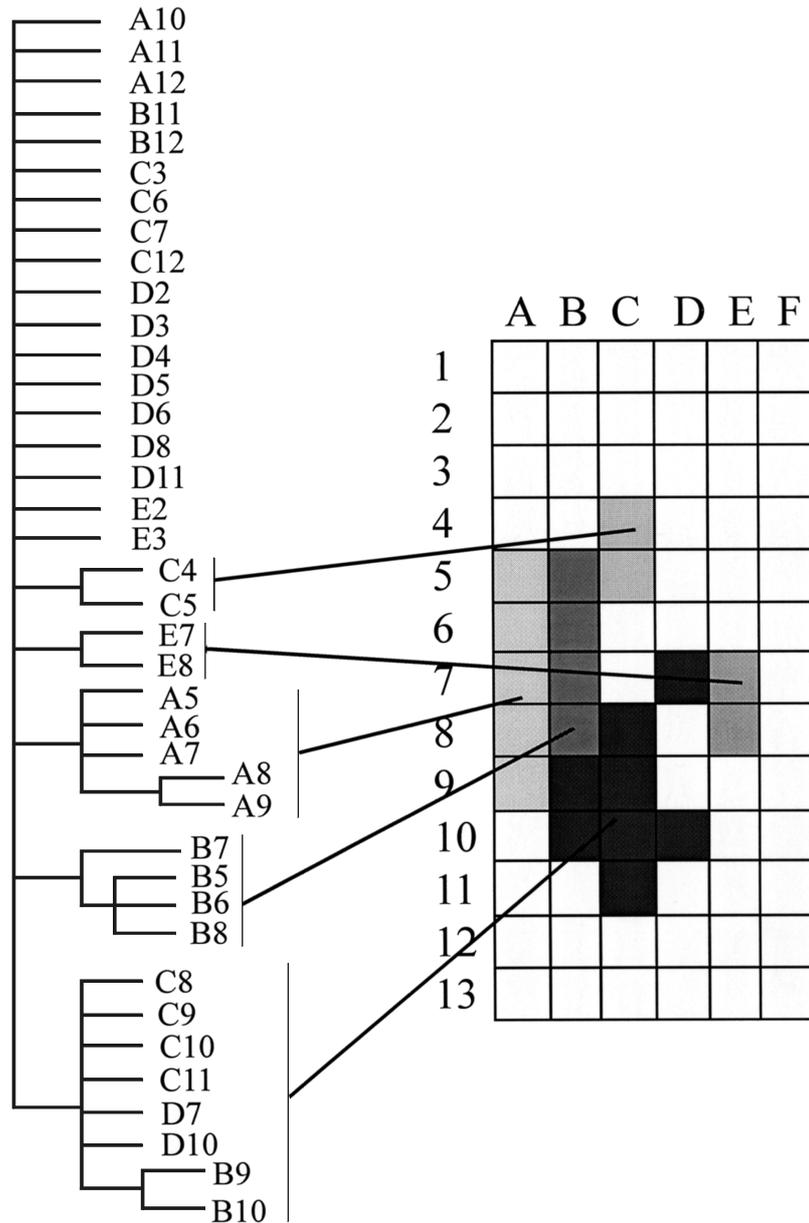


Fig. 4. Cladograma de consenso estricto obtenido del primer análisis, mostrando los grupos de cuadrículas formadas. Marcado en gris los únicos grupos de cuadrículas soportado por una especie endémica.

Se realizó un segundo análisis, eliminando la cuadrícula C6, en el que se obtuvieron tan sólo 12 cladogramas ($l=155$, $ci=30$, $ri=60$) que se grafican por medio de un consenso estricto (Fig. 5). En este patrón, se ven los mismos cinco agrupamientos de cuadrículas que en el análisis anterior, quedando tres cuadrículas sin asignar a algún grupo. Catorce de las 18 que en el primer análisis no se asignaron a ningún grupo se agregan a este al Monte Central y al Monte Boreal. Dos de los tres grupos de cuadrículas poseen al menos una especie endémica que los justifica. El tercer conjunto, el del Monte Boreal, sólo está justificado a partir del nodo que une a C4, C5, D2-D4 y E3 (Fig. 5). Si bien Morrone (1994) propone que se deben considerar sólo los grupos de cuadrículas con dos especies endémicas en su nodo basal, los conjuntos aquí obtenidos (Fig. 5) poseen otras especies endémicas que no se encuen-

tran en todas sus cuadrículas, pero que no son halladas en otros grupos. Para las cuadrículas A5-A9 (Valle Uspallata-Calingasta) existen datos de otra especie presente en tres de ellas (como así numerosas que están sólo en dos, Fig. 6), lo mismo sucede para el Monte Boreal donde hay otra especie compartida por cinco de las seis cuadrículas.

Una vez obtenidas estas tres áreas de endemismo, el siguiente paso es fijar sus límites. Morrone (1994) propone delimitar cada área sobre la base de las áreas de distribución de las especies endémicas que la soportan. Sin embargo, esta propuesta presenta problemas de aplicación para delimitar las áreas del Monte, ya que los grupos de cuadrículas están soportados por una especie endémica. Además, si utilizamos ya no sólo las especies endémicas que definen al conjunto completo de cuadrículas, sino a aquellas que son del área se nos presenta el problema que sus áreas de

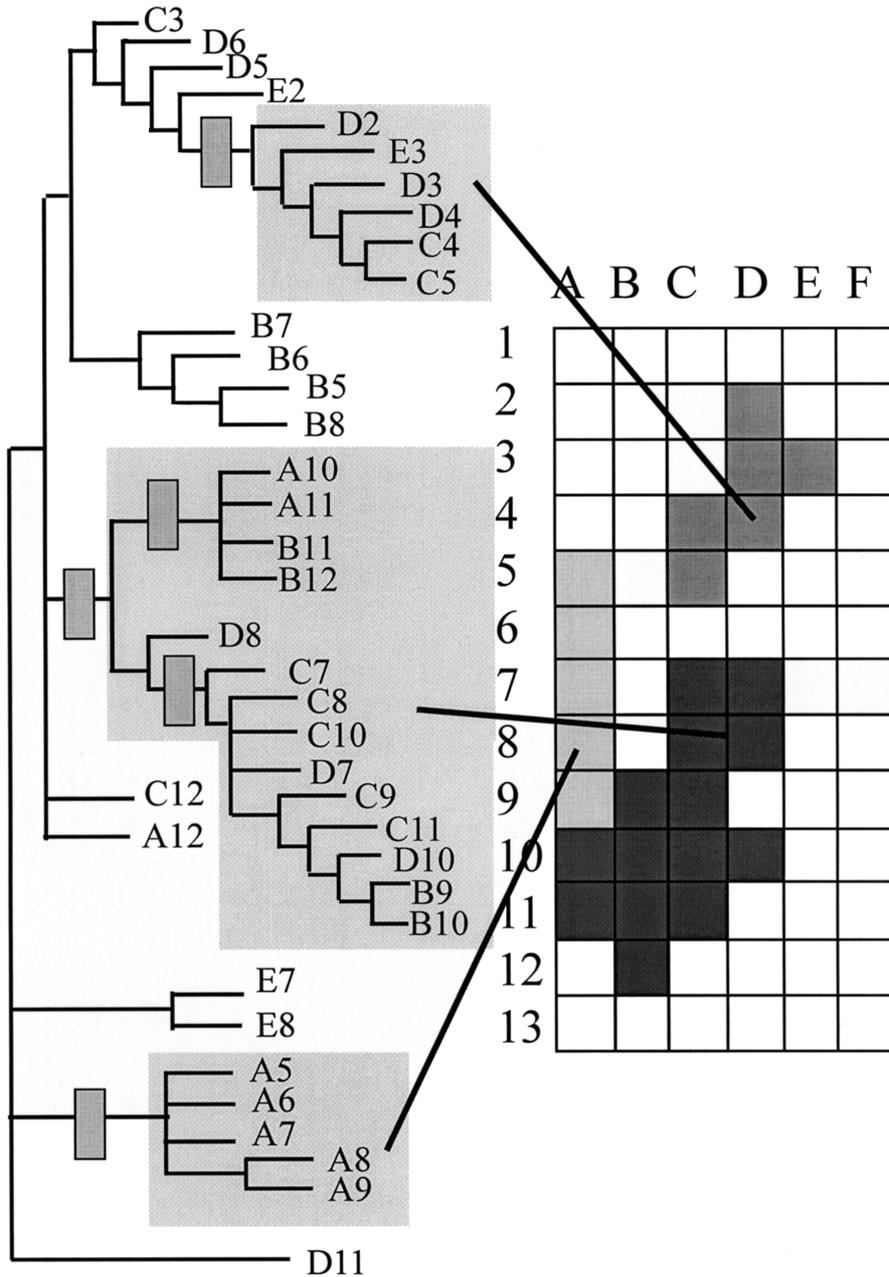


Fig. 5. Cladograma de consenso estricto obtenido del segundo análisis, mostrando los grupos de cuadrículas formadas. Marcado en gris los grupos de cuadrículas soportado por una especie endémica.

distribución se superponen parcialmente, por lo que el área de simpatria no incluiría a la totalidad de las localidades conocidas para estas especies. Por ello, se propone utilizar el conjunto de localidades conocidas de todas las especies endémicas del área y trazar, teniendo en cuenta los caracteres del medio, como fisiográficos (orogenia, altitud, ríos) o climáticos (precipitación, y temperatura), el límite que englobe la totalidad de las localidades. En la Fig. 6, se han marcado las distintas localidades conocidas para las especies endémicas del valle de Uspallata-Calingasta. Dicho valle está limitado por dos cadenas montañosas, los Andes al oeste, que alcanzan en esta latitud hasta 7.000 metros, y la Precordillera al este con picos de 3.200 metros. De acuerdo a la altitud en la cual han sido colectadas estas especies, se puede dar una primera aproximación de distribución, entre 1.500 y 2.700 metros. Un segundo parámetro que permite establecer el límite del área es la

precipitación. La información existente (De Fina, 1992) nos muestra que esta región es extremadamente árida, siendo la precipitación promedio para el valle de Uspallata entre 104 y 121 mm, dependiendo de las distintas localidades, mientras que en el valle de Calingasta es mucho menor, entre 33 y 124 mm por año. Esta escasa precipitación está determinada por el efecto sombra que realizan los Andes de las lluvias del pacífico y la Precordillera de las lluvias atlánticas. Este límite del área de endemismo de Uspallata-Calingasta definida sobre la base de dos parámetros, precipitación máxima de 120 mm y altitud mínima de 1500 metros, permite englobar a la totalidad de las localidades conocidas para esta región. De la misma forma, las otras dos áreas de endemismo obtenidas del análisis de cuadrículas (Fig. 7) del Monte, el Central y Boreal, pueden ser definidas claramente.

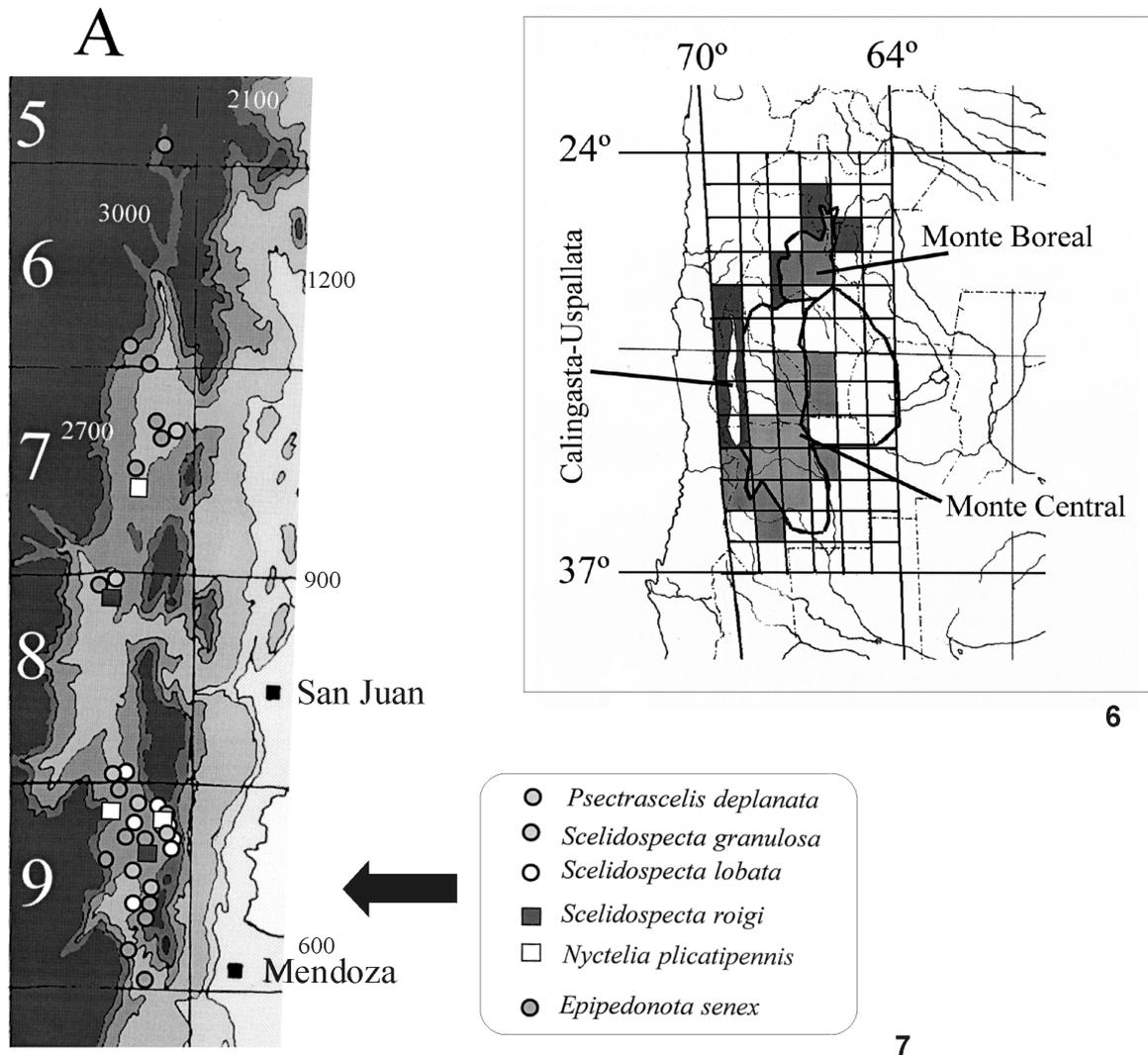


Fig. 6. Concordancia entre los grupos de cuadrículas obtenidos en el segundo análisis y las áreas de endemismo obtenidas por otros métodos.

Fig. 7. Localidades de las especies endémicas del valle de Uspallata-Calingasta.

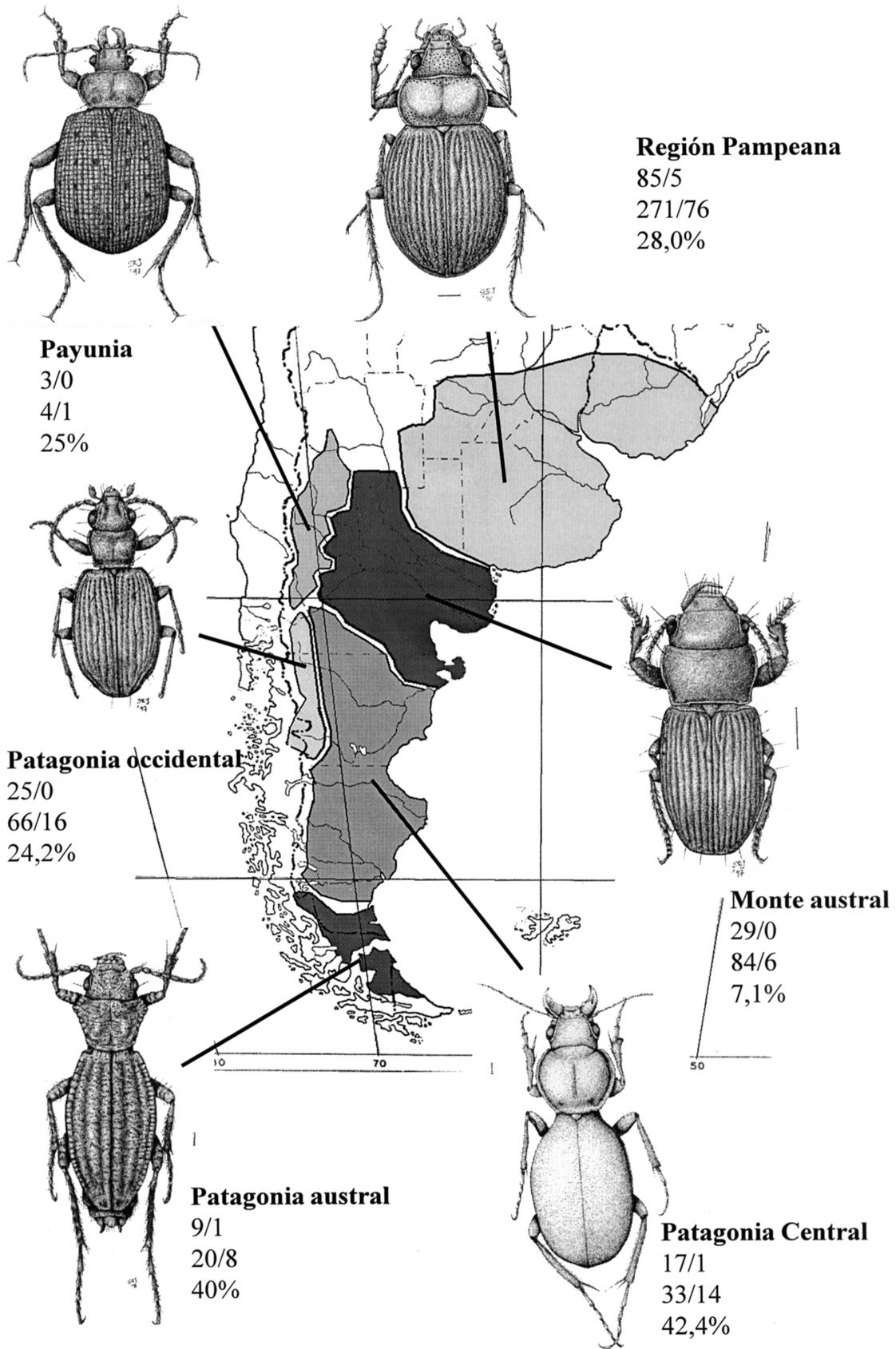
Valoración de las áreas de endemismo de América del Sur austral

Antecedentes. Las áreas de endemismo son usadas generalmente como unidades de estudio en Biogeografía histórica. Para América del Sur austral sólo en algunos casos se provee de información acerca de los valores que pueden tener estas áreas de endemismo con respecto a otras (Morrone *et al.*, 1996; Roig-Juñent *et al.*, 2001; Roig-Juñent & Domínguez, 2001; Posadas *et al.*, en prensa).

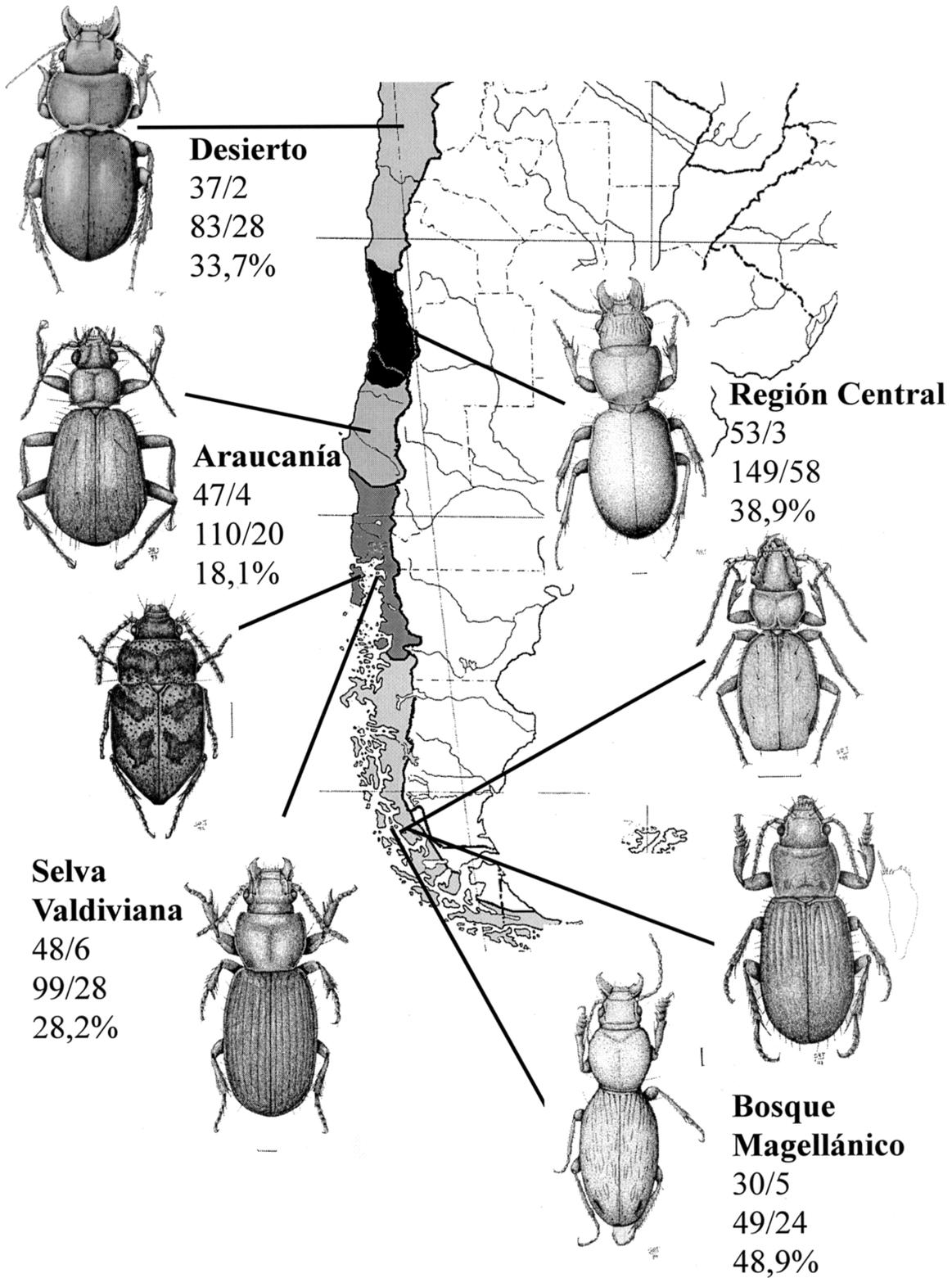
Áreas de endemismo. Se considerarán las áreas de endemismo propuestas con anterioridad (Roig-Juñent, 1994a; Morrone *et al.*, 1994; Roig-Juñent *et al.*, 2001; Roig-Juñent & Flores, 2001) y la distribución de cada especie es referida a unidades biogeográficas. La información utilizada está basada en datos de 1251 especies pertenecientes a 203 géneros, que se encuentran en la región austral de América del Sur. En las figuras 8, 9 y 10 se grafican las 18 áreas de endemismo establecidas y para cada una de ellas se cita, en primer término, la cantidad de géneros, seguido de la cantidad de géneros endémicos; debajo, la cantidad de

especies con su respectiva cantidad de especies endémicas; y finalmente, la proporción de especies endémicas de cada región, calculada en relación a las especies presentes en ese área y no con relación a las 1251 de América del Sur austral.

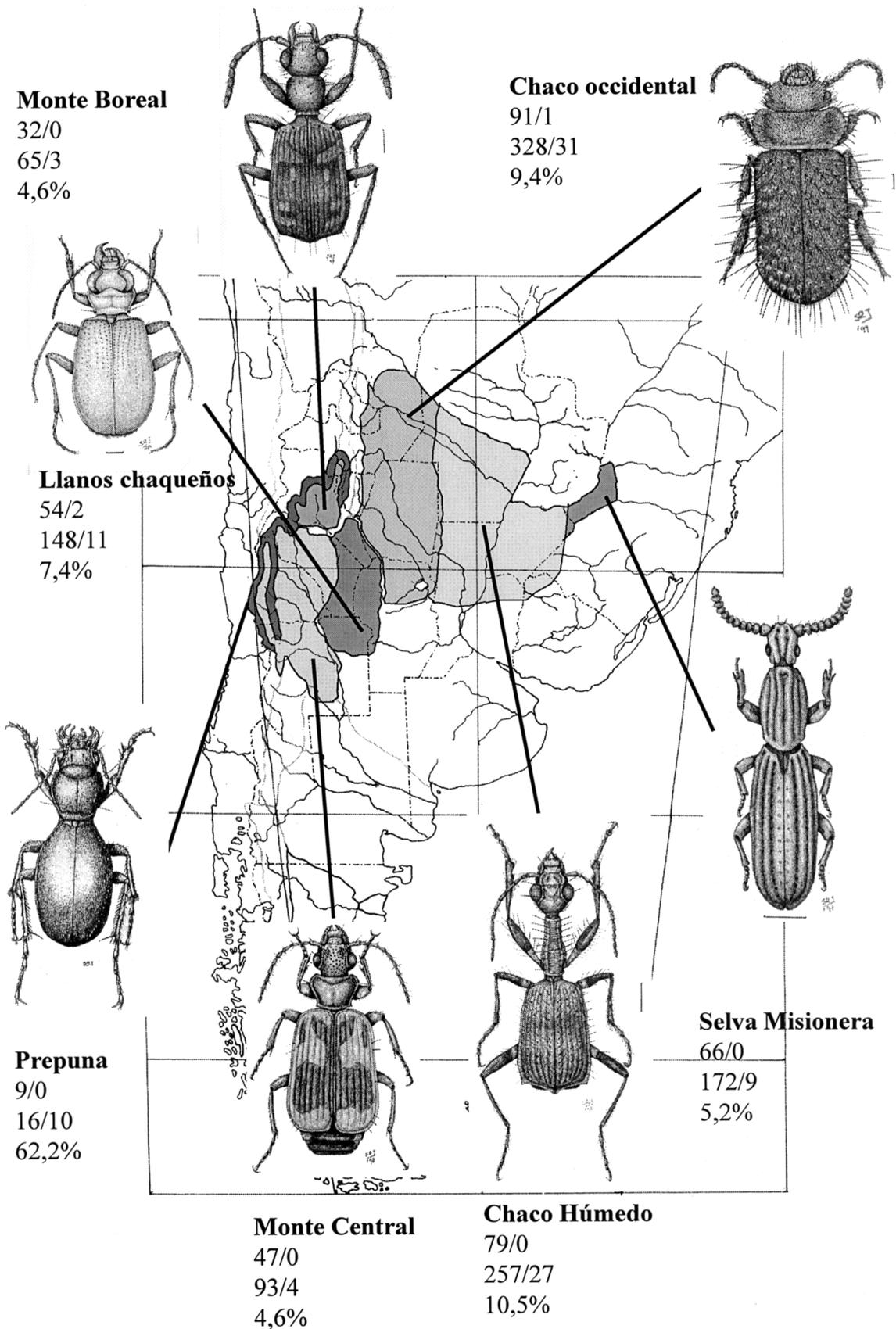
Riqueza específica. Los datos obtenidos de la cantidad de especies por cada área de endemismo (Figs. 8-10) son volcados en un mapa utilizando una escala de grises de acuerdo a la cantidad de especies presentes en cada una de las 18 áreas (Fig. 11). Esta forma gráfica de representar la diversidad específica permite una rápida visualización de zonas con alta y baja riqueza. En la Fig. 11, vemos que las regiones con mayor diversidad son el Chaco Occidental, la región Pampeana, el Chaco Húmedo, la Selva Misionera, la Regiones de Araucanía y Central de Chile. Exceptuando la Selva Misionera para las restantes áreas existe una coincidencia entre su alta riqueza y su cercanía con centros de investigación de larga trayectoria tales como el Museo de



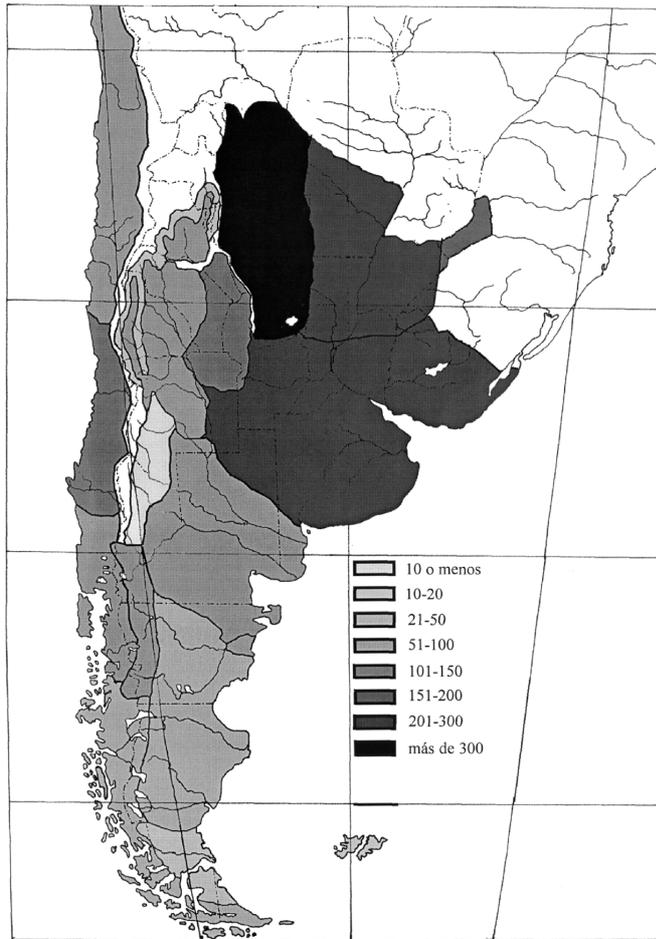
Figs. 8. Áreas de endemismo de América del Sur austral, mostrando la cantidad de géneros y especies de Carabidae para cada una de ellas. El primer número corresponde a los géneros, en relación a la cantidad de géneros endémicos, el segundo a especies, respecto de la cantidad de especies endémicas, el tercero al porcentaje de especies endémicas.



Figs. 9. Áreas de endemismo de América del Sur austral, mostrando la cantidad de géneros y especies de Carabidae para cada una de ellas. El primer número corresponde a los géneros, en relación a la cantidad de géneros endémicos, el segundo a especies, respecto de la cantidad de especies endémicas, el tercero al porcentaje de especies endémicas.

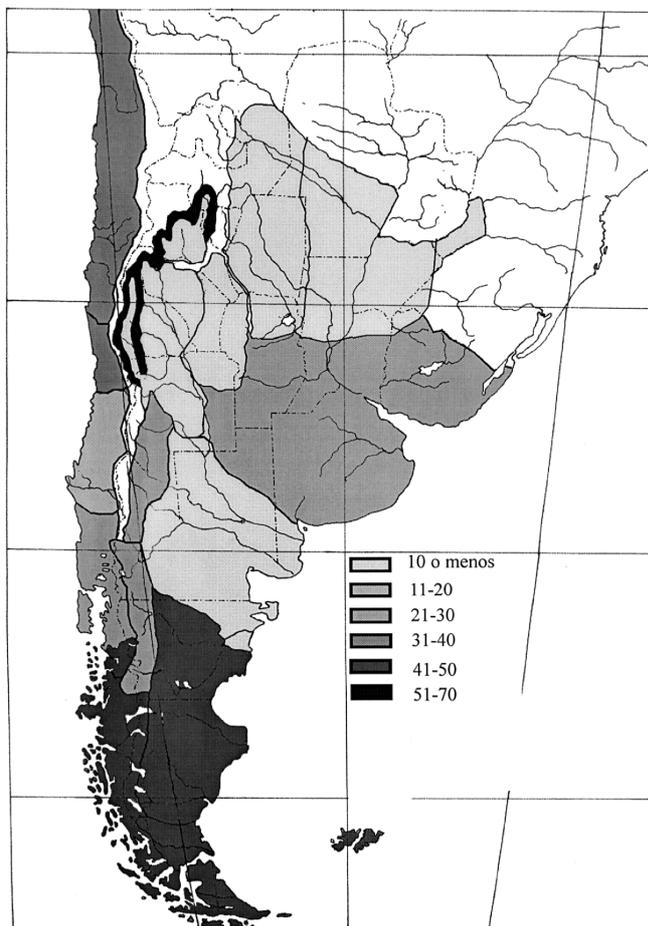


Figs. 10. Áreas de endemismo de América del Sur austral, mostrando la cantidad de géneros y especies de Carabidae para cada una de ellas. El primer número corresponde a los géneros, en relación a la cantidad de géneros endémicos, el segundo a especies, respecto de la cantidad de especies endémicas, el tercero al porcentaje de especies endémicas.



▲ Fig. 11. Cantidad de especies por área de endemismo.

▼ Fig. 12. Porcentaje de endemismo por áreas de endemismo.



La Plata, Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia”, Instituto Miguel Lillo, Universidad de Córdoba, Museo de Historia Natural de Santiago e Instituto de Biología de Concepción. Esto podría estar indicando un sesgo en la colecta, por lo que el mapa de diversidad específica (Fig. 11) podría también ser visto como un indicativo de las áreas poco y muy exploradas.

Porcentaje de endemismidad. De la misma forma que para la diversidad específica podemos graficar en un mapa el porcentaje de endemismo de cada área. El mapa obtenido (Fig. 12) muestra una tendencia opuesta al de la diversidad específica, ya que las áreas de mayor importancia como Chaco Occidental, Chaco Húmedo y Selva Misionera poseen un porcentaje de endemismo muy bajo (9,4, 10,5 y 5,2% respectivamente), mientras que las áreas con baja diversidad específica son las que tienen un mayor porcentaje de endemismo, tales como la Prepuna (62,2%), el Bosque Magallánico (48,9%), la Patagonia Central (42,4%) y la Patagonia Austral (40,0%).

Valoración filogenética. Otra forma de valorar las distintas áreas de endemismo es utilizando la filogenia de distintos grupos que ocupan el área. Se han propuesto varios métodos para utilizar la información filogenética en las prioridades de conservación (Vane-Wright *et al.*, 1991; Humphries *et al.*, 1991; Williams *et al.*, 1991; Posadas *et al.*, en prensa). Uno de los más usados es el de Vane-Wright *et al.* (1991), que propone aplicar un índice que toma en cuenta el número de clados del cladograma al que cada especie pertenece y, de acuerdo a ello, se asigna un valor a cada especie. Estos valores, según la topología (Fig. 13, I), reflejan la proporción en que cada especie contribuye al total de cada grupo; el valor total es dividido por el valor mínimo obtenido para el grupo, obteniéndose el valor basal (Fig. 13, Q). Este valor basal puede ser estandarizado dividiendo cada uno de ellos por el menor valor de Q obtenido, lo que da el peso taxonómico (Fig. 13, W).

Sin embargo, estos métodos no toman en cuenta ciertos aspectos como la cantidad de áreas ocupadas por cada taxón y no existe un método para comparar cladogramas con distinta cantidad de especies. Para solucionar estos problemas, utilizamos la metodología propuesta por Posadas *et al.* (en prensa) y Roig-Juñent *et al.* (2001), la cual consiste en incluir un factor de endemismidad al dividir el valor de cada taxón por el número de áreas que habita. También el valor para cada área debe ser calculado en función de la totalidad de las especies consideradas en el análisis. Como los valores de los índices son dependientes de la topología, aquellos cladogramas con gran número de especies arrojan valores significativamente más altos que aquéllos que se calculan sobre

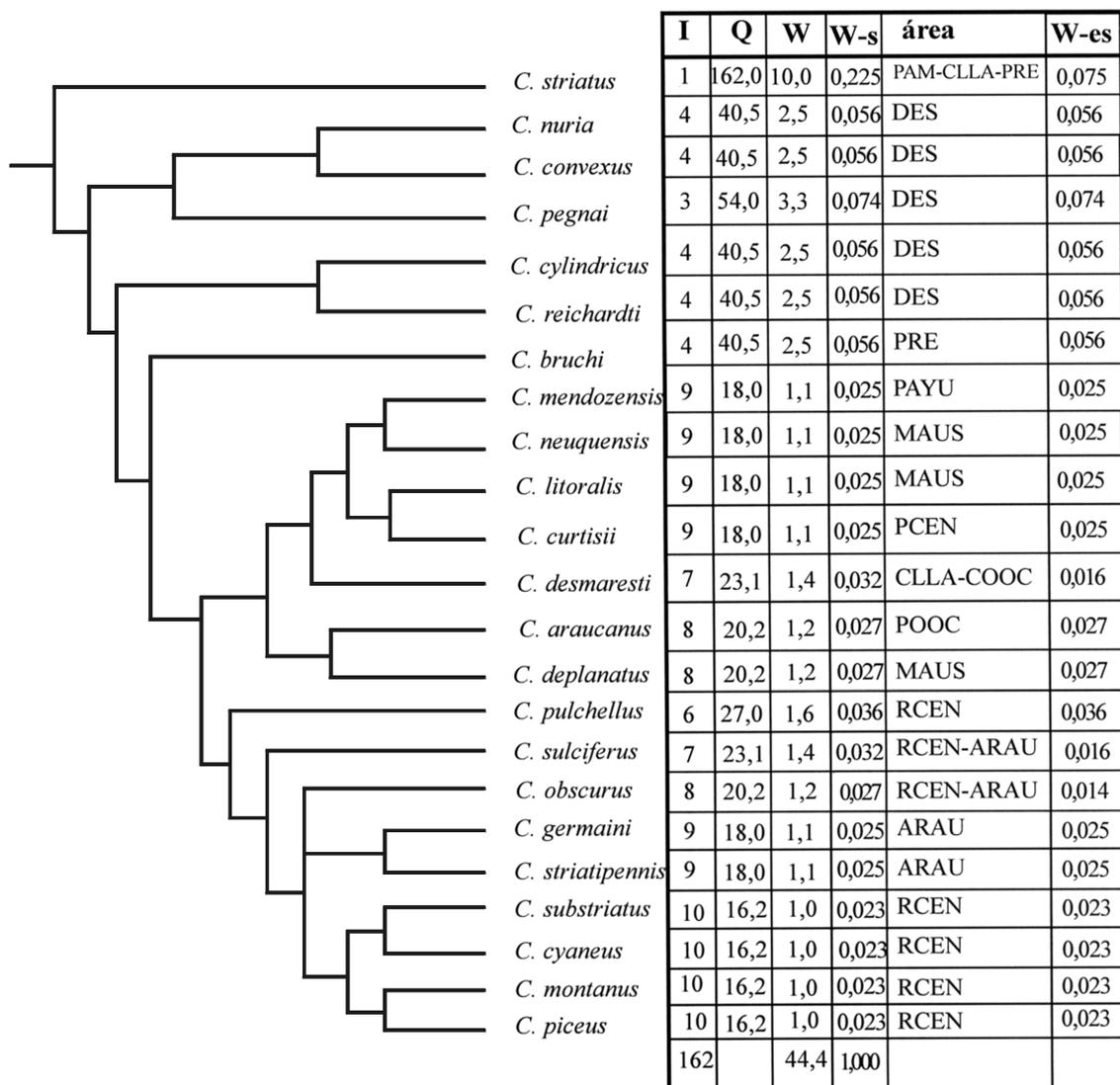


Fig. 13. Cladograma de Cnemalobini con el valor para cada área que ocupan sus especies.

Tabla III

Valoración de las áreas de acuerdo a su importancia filogenética

Área	Broschini	Cnemalobini	Total	promedio
Desierto	-	0,243	0,243	0,122
Región Central	0,084	0,155	0,240	0,120
Prepuna	0,051	0,131	0,182	0,091
Región Pampeana	0,103	0,075	0,178	0,089
Araucanía	0,021	0,079	0,100	0,050
Monte Austral	0,054	0,077	0,130	0,065
Patag. Central	0,099	0,025	0,124	0,062
Patag. Occidental	0,089	0,027	0,116	0,058
Selva Valdiviana	0,103	-	0,103	0,051
Bosque Magallánico	0,093	-	0,093	0,046
Llanos del Chaco	-	0,091	0,091	0,045
Patag. Austral	0,040	-	0,040	0,020
Payunia	0,010	0,025	0,035	0,017
Chaco Occidental	-	0,016	0,016	0,008
Otras áreas	0,224	-	0,224	0,112

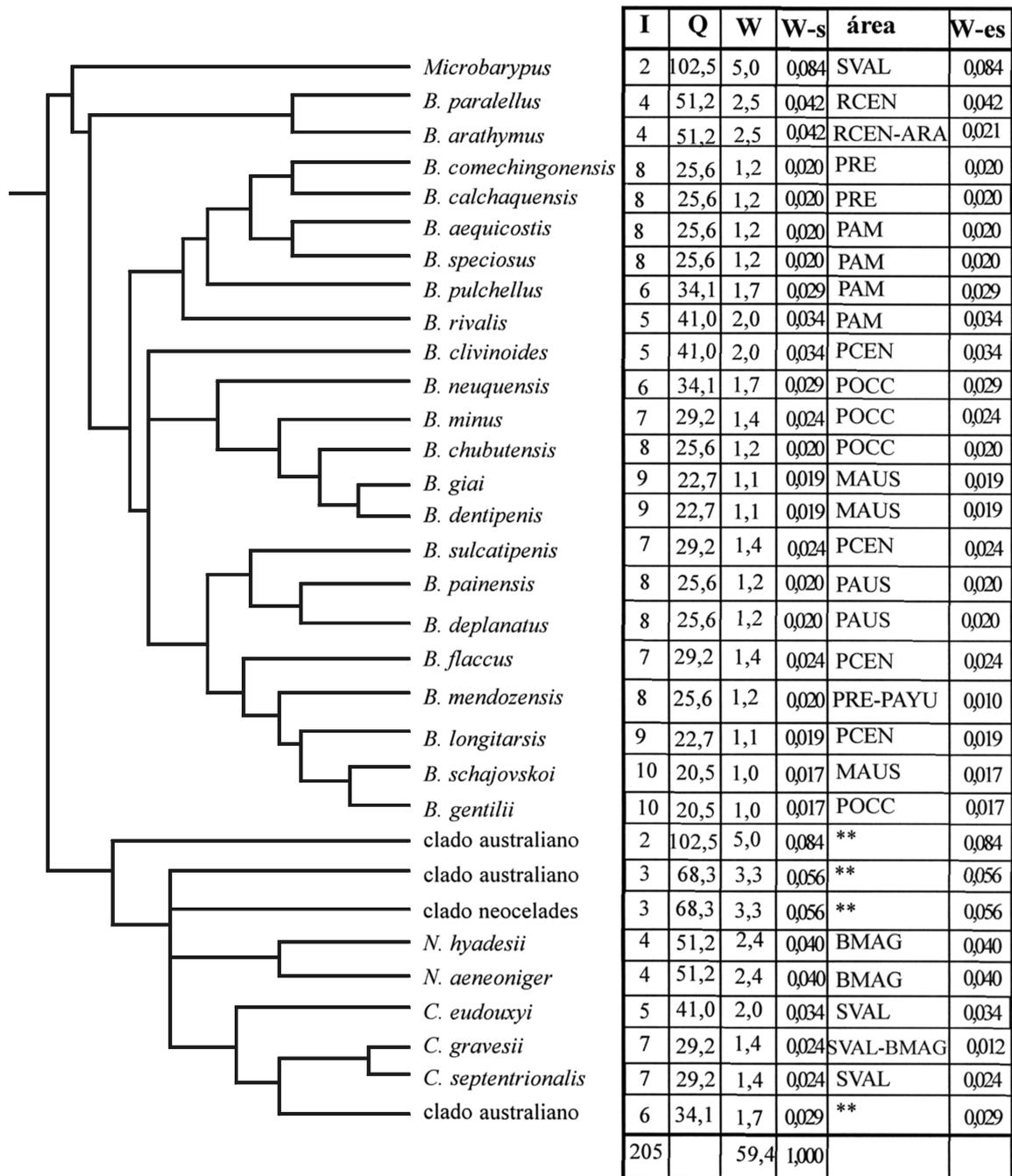


Fig. 14. Cladograma de Broscini con el valor para cada área que ocupan sus especies.

cladogramas de menor número de especies; por ello, Posadas *et al.* (en prensa) proponen estandarizar los valores dentro de cada cladograma, de manera de hacer comparables entre sí los índices obtenidos a partir de distintos cladogramas y sobre todo para que al sumarlos no se sobrevalore un área en función de este sesgo. Esta estandarización consiste en dividir el valor W obtenido para cada especie en un cladograma por la suma de los valores de W de todas las especies de dicho cladograma; de este modo, la suma de los valores recalculados W-s (peso estandarizado, Fig. 13) para un cladograma determinado siempre resulta igual a 1.

Para proponer el valor filogenético en las áreas de endemismo previamente definidas, se ha extraído la información filogenética de dos tribus de Carabidae: Broscini (Roig Juñent, 1994b, 1995, 2000) (Fig. 13) y Cnemalobini (Roig-Juñent & Flores, 1995) (Fig. 14). Las figuras muestran los cladogramas de estas tribus con los valores de cada especie, siguiendo a Vane-Wright *et al.* (1991) y las modificaciones propuestas por Posadas *et al.* (en prensa). Sumando los valores para todas las especies que habitan la misma área, se asigna el valor particular a cada área. De acuerdo con estos resultados (Tabla III), las áreas son ordenadas por su importancia filogenética (Fig.

15) de la siguiente manera: (1) Desierto y Región Central (0,122 y 0,120 de importancia, respectivamente); (2) Prepuna (0,091); (3) Pampa (0,089); (4) Patagonia Central (0,062) y Monte Austral (0,065); (5) Patagonia Occidental (0,058), Selva Valdiviana (0,051) y Araucanía (0,050); (6) Bosque Magallánico (0,046) y Llanos del Chaco (0,045); y las tres restantes categorías con menos de 0,02. Es de hacer notar que el Chaco Occidental, que poseía el más alto valor en cantidad de especies presenta aquí un valor de 0,008, como el área de más bajo valor filogenético.

Conclusiones

El principal problema para establecer las áreas de endemismo radica en los métodos para definir y comparar las áreas de distribución particulares. El método propuesto por Morrone (1994), un análisis de endemismo basado en cuadrículas, evita la comparación entre áreas de distribución. Esto es debido a que el análisis no utiliza los rangos distribucionales de cada especie, sino que se basa en los datos de colecta referenciados a cuadrículas, siendo estas últimas las unidades de estudio. Por ello, la división arbitraria de un área en cuadrículas es lo que permite una comparación objetiva del conjunto de localidades de distintas especies. Además, la grilla es el mejor método para ordenar la información existente, siendo posible determinar cuáles cuadrículas han sido visitadas y cuáles no y permite asegurar una repartición relativamente homogénea de las investigaciones sobre el terreno y una prospección sistemática y si la grilla es referenciada a grados de latitud y longitud, agiliza la ubicación de las colectas con el uso de GPS.

En el análisis realizado se pusieron a prueba tres de las cinco áreas de endemismo del Monte y los resultados muestran que el método permite establecer áreas de endemismo con suficiente certeza. La grilla aplicada de un grado por un grado resultó adecuada para delimitarlas. Grillas con mayor división podrían evitar el problema de heterogeneidad ambiental en cada una de ellas; sin embargo, en la actualidad, al menos para la región estudiada no existen datos de colecta suficientes para realizar estos análisis tan detallados. Una desventaja que poseen las grillas por coordenadas geográficas es la de la distorsión latitudinal; sin embargo, la universalidad de la grilla compensa este problema y trabajos realizados por distintos autores en

distintos países pueden ser comparables o incluso agruparse en un estudio de mayor envergadura.

También se propone graficar las áreas de endemismo no basadas en las áreas de distribución de sus especies endémicas sino en el conjunto de localidades conocidas de estas especies y tratar de establecer qué parámetros fisiográficos o climáticos las están englobando. Esta forma de graficar evita las posibles distorsiones producidas al traducir un conjunto de datos puntuales en áreas de distribución continuas.

Los tres parámetros considerados para valorar áreas de endemismo, la riqueza específica, el porcentaje de endemismo y la importancia filogenética, no son todos igual de confiables. De lo expuesto, se puede apreciar que el grado de endemismo y la filogenia proveen información no sesgada por las colectas, mientras que sí parece estarlo la que proporciona la diversidad específica. Con los datos obtenidos para la familia Carabidae, se pueden determinar algunas áreas de mayor importancia. La región del Desierto de Chile posee el mayor valor filogenético y un importante grado de endemismo. La Patagonia Central, a pesar de tener una diversidad baja (33 especies), posee al igual que la anterior altos valores en los otros parámetros. También el conocimiento de la superficie protegida, sumado a los mapas de importancia de cada una de las áreas de endemismo, nos permiten establecer el grado de protección que necesita cada una de ellas y proponer medidas de conservación, como la creación de áreas protegidas en determinados lugares. Por ejemplo, la provincia biogeográfica de la Prepuna posee uno de los registros más bajos de diversidad específica; sin embargo, es la tercera en importancia filogenética y la primera en importancia de acuerdo al grado de endemismo (62%), lo cual la convierte en un área prioritaria de estudio. En cuanto a las áreas protegidas, sólo hay tres reservas que incluyen en parte de su territorio a la Prepuna. Estas reservas son muy pequeñas y están muy distanciadas unas de otras, lo que no proporciona una protección eficaz de la biodiversidad de la Prepuna. Otros factores que deben ser tomados en cuenta para valorar estas áreas son el aporte de información de otros grupos y la existencia o no de áreas protegidas. Para el caso de la Prepuna este área posee numerosas especies endémicas de Tenebrionidae (Flores y Roig-Juñent, en prensa), la mayoría de gran importancia filogenética.

Agradecimiento

Agradecemos a Esperanza Cerdeño y Adriana Marvaldi por la lectura crítica y los comentarios realizados, como así también a los dos árbitros anónimos. Este trabajo forma parte del PIP 4678 del CONICET.

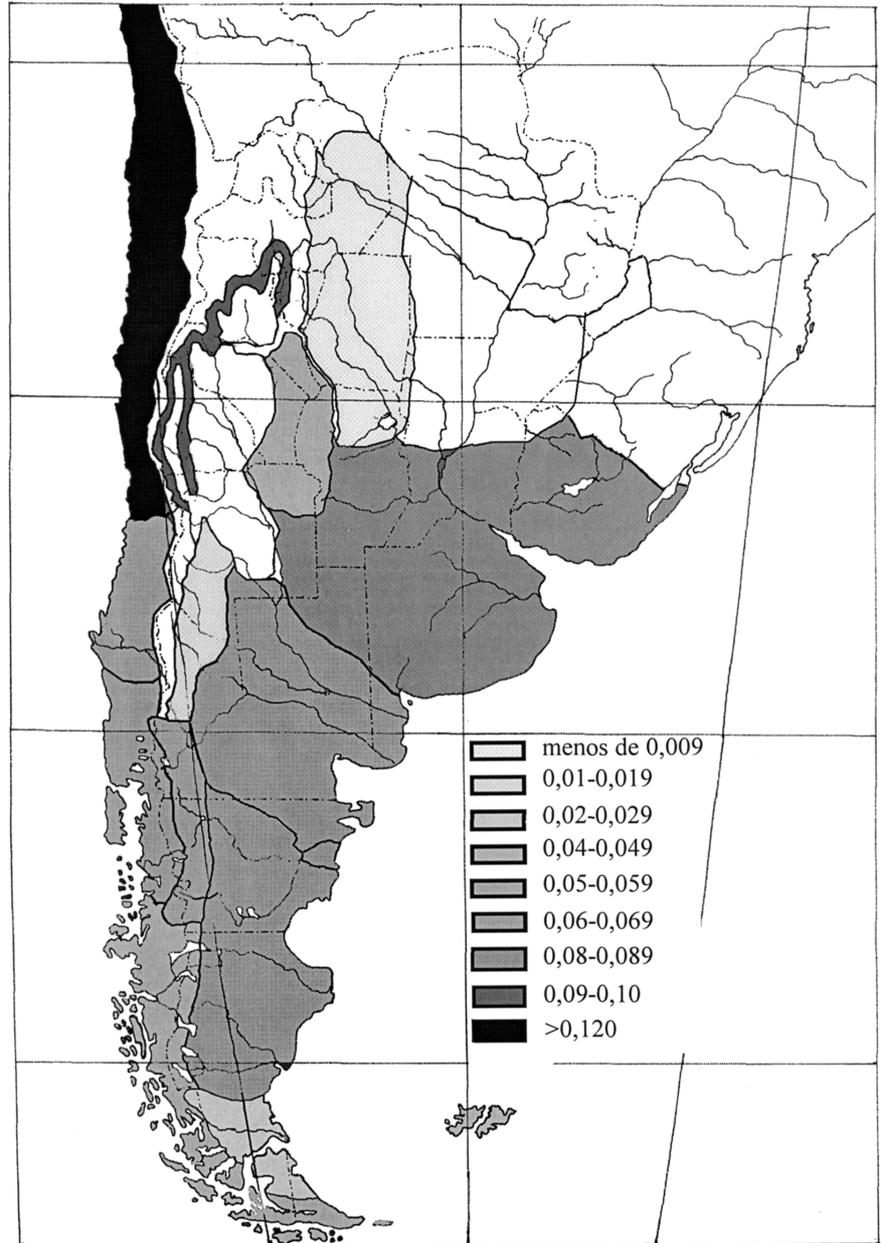


Fig. 15. Importancia filogenética de las áreas de endemismo.

Referencias

- AXELIUS, B. 1991. Areas of distribution and areas of endemism. *Cladistics* **7**: 197-199.
- ARTIGAS, J. N. 1975. Introducción al estudio por computación de las áreas zoogeográficas de Chile continental basado en la distribución de 903 especies de animales terrestres. *Gayana* **4**: 3-25.
- BLACKWELDER, R. E. 1944-1957. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, the West Indies, and South America. *Bulletin of the Smithsonian Institution* **185**: 1-1492.
- CARTAN, M. 1978. *Inventaires et cartographies des repartitions d' especes. Faune et Flore*. Editions du Centre national de la Recherche Scientifique 15, Anatole, Paris.
- CABRERA, A. & A. WILLINK 1981. *Biogeografía de América Latina*. Monografía 13. Serie Biología. OEA. 117 pp.
- CONDIE, K. 1997. *Plate tectonics and crustal evolution*. 4th edition, Butterworth & Heinemann, Woburn.
- DELVOSALLE, L. 1959. Carte floristique belge et son extension pour le nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. France* **12**: 34-44.
- DE FINA, A. L. 1992. *Aptitud agroclimática de la República Argentina*. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Buenos Aires. 402 pp.
- FLORES, G. E. & S. ROIG-JUÑENT En prensa. Cladistics and biogeographic analyses of the Neotropical genus *Epipedonota* Solier (Coleoptera: Tenebrionidae), with conservation considerations. *Journal of the N.Y. Entomological Society*.
- GOLOBOFF, P. A. 1993. *PIWE: parsimony and implied weights*. MS-Dos program and documentation, distributed by the author.
- HAROLD, A. S. & R. D. MOI 1994. Areas of endemism: definition and recognition criteria. *Syst. Biol.* **43**: 261-266.
- HUMPHRIES, C. J., R. I. VANE-WRIGTH & P. H. WILLIAMS 1991. Biodiversity reserves: setting new priorities for the conservation of wildlife. *Parks*, **2**: 34-38.
- KOHLMANN, B. & S. SÁNCHEZ 1984. Estudio Areográfico del género *Bursea* Jacq. Ex L. (Bursaceae) en México: una síntesis de métodos. In: *Métodos cuantitativos en la biogeografía*. Publicación 12 del Instituto de Ecología, México D.F.: 41-120.
- MORRONE, J. J. 1994. On the identification of areas of endemism. *Syst. Biol.* **43**(3): 438-441.
- MORRONE, J. J. 1996. The biogeographical Andean Subregion: A proposal exemplified by Arthropod taxa (Arachnida, Crustacea, and Hexapoda). *Neotropica* **42**: 103-114.
- MORRONE, J. J., S. ROIG-JUÑENT & J. V. CRISCI 1994. Cladistic biogeography of terrestrial subantarctic beetles (Insecta: Coleoptera) from South America. *National Geographic Research and Exploration* **10**(1): 104-115.
- MORRONE, J. J., L. KATINAS & J.V. CRISCI 1996. On temperate areas, basal clades and biodiversity conservation. *Oryx* **30**: 187-194.
- MÜLLER, P. 1975. *The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm. A study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- NELSON, G. & N. I. PLATNICK 1981. *Systematics and Biogeography. Cladistics and Vicariance*. Columbia Univ. Press. New York. 567 pp.
- POSADAS, P., D. R. MIRANDA ESQUIVEL & J. V. CRISCI En prensa. Using phylogenetic measures to set priorities in conservation: an example from Southern South America.
- RAPOPORT, E. H. 1975. *Areografía. Estrategias geográficas de las especies*. Fondo de Cultura Económica, México D.F. 214 pp.
- ROIG-JUÑENT, S. 1994a. Historia Biogeográfica de América del Sur Austral. *Multequina* **3**: 167-203.
- ROIG-JUÑENT, S. 1994b. Revisión sistemática de los Creobiina de América del Sur (Coleoptera, Carabidae, Broscini). *Acta entomol. chilena* **19**: 51-74.
- ROIG-JUÑENT, S. 1995. Cladistic analysis of *Barypus* Dejean 1828 (Coleoptera: Carabidae: Broscini). *American Museum Novitates* **3117**: 1-11.
- ROIG-JUÑENT, S. 2000. The subtribes and genera of the tribe Broscini (Coleoptera: Carabidae): cladistic analysis, taxonomic treatment, and biogeographical considerations. *Bulletin of the American Museum* **255**: 1-90.
- ROIG-JUÑENT, S. & M. C. DOMÍNGUEZ 2001. Diversidad de la familia Carabidae (Coleoptera) en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* **74**: 549-571.
- ROIG-JUÑENT, S. & G. FLORES 1995. Análisis cladístico del género *Cnemalobus* Guérin-Ménéville 1838 (Coleoptera: Carabidae: Cnemalobini). *Boletín Soc. Biol. Concepción (Chile)* **66**: 147-159.
- ROIG-JUÑENT, S. & G. FLORES 2001. Historia Biogeográfica de las áreas áridas de América del Sur austral. In: MORRONE J.J. & J. LLORENTE BOUSQUETS (eds). *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM, Mexico, D.F., pp. 257-266.
- ROIG-JUÑENT, S., G. FLORES, S. CLAVER, G. DEBANDI & A. MARVALDI 2001. Monte Desert (Argentina): insect biodiversity and natural areas. *Journal of arid environments* **47**(1): 77-94.
- ROUY, G. 1889. Intervention lors de la discussion du rapport de Paque, E., carte botanique universelle et projets relatifs à son mode d'exécution. *Bull. Soc. Bot. France, Actes Congrès Paris* **36**: XIV-XXV.
- VANE-WRIGTH, R. I., C. J. HUMPHRIES & P. H. WILLIAMS 1991. What to protect? Systematics and the agony of choice. *Biological conservation* **55**: 235-254.
- WALLACE, A. R. 1876. *The geographical distribution of animals, with a study of the relationships of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the earth's surface*. Vols. I-II. Reprinted ed., Hafner Publishing Co., New York, 1962.
- WILLIAMS, P. H., C. J. HUMPHRIES & R. I. VANE-WRIGTH 1991. Measuring biodiversity: taxonomic relatedness for conservation priorities. *Austr. Syst. Bot.* **4**: 665-667.