

Usando patrones de biodiversidad para la evaluación y diseño de áreas protegidas: las serpientes de la provincia de Santa Fe (Argentina) como ejemplo

Using biodiversity patterns for assessment and design protected areas: snakes of Santa Fe province (Argentina) as example

VANESA ARZAMENDIA & ALEJANDRO R. GIRAUDO

Instituto Nacional de Limnología (CONICET-UNL), José Maciá 1933, (3016) Santo Tomé, Santa Fe, Argentina; e-mail: alegiraud@arnet.com.ar.

RESUMEN

Las serpientes son usualmente muy perseguidas por el hombre y poco consideradas en estrategias de conservación de la biodiversidad, siendo las áreas protegidas esenciales para su preservación. Se analizaron los patrones de riqueza y biogeográficos de las serpientes de Santa Fe, Argentina, para priorizar áreas para su conservación y evaluar si las reservas existentes coinciden con ellas. Los patrones de diversidad y distribución fueron establecidos mediante el análisis de 2.532 especímenes de ofidios de Santa Fe, obtenidos en muestreos de campo y revisión de colecciones, complementados con registros bibliográficos y un banco de datos regional de 8.000 ejemplares. Se determinaron las áreas de endemismos de serpientes, las que fueron comparadas con las divisiones fitogeográficas. Se dividió Santa Fe en 16 celdas de un grado de latitud y longitud, para comparar su riqueza, similitud y complementariedad, aplicándose un método para priorizar áreas de conservación según la riqueza y el valor de conservación de cada taxón. La riqueza de especies en Santa Fe aumenta con la disminución de la latitud y longitud en relación con un gradiente de aumento de temperatura y precipitaciones anuales promedio. En consecuencia las celdas ubicadas en el extremo nordeste poseen la mayor riqueza (conteniendo 84 % de las especies) y las celdas ubicadas en el extremo suroeste la menor riqueza (20 %). Todas las celdas atravesadas por el río Paraná tienen una mayor riqueza que las celdas contiguas, probablemente, debido al efecto de este río como corredor de especies tropicales y subtropicales. Se definieron cinco áreas de endemismos, cuatro de ellas coinciden con una o dos divisiones fitogeográficas y son relevantes en análisis de conservación por tener especies exclusivas. El análisis de similitud entre celdas muestra tres grupos mayores, "noroeste", "noreste-centro" y "sur", que coinciden con tres áreas de endemismos. El análisis conjunto de los valores de prioridad de conservación, áreas de endemismos, similitud y complementariedad indicó que poblaciones de todos los taxones de serpientes de Santa Fe pueden ser conservadas si se protegen adecuadamente tres celdas ubicadas en los extremos noroeste (Chaco Seco), noreste (Chaco Húmedo-valle del Paraná) y sureste (Pampeana). Las dos primeras no tienen áreas protegidas, y la tercera celda tiene una pequeña reserva, una isla en el río Paraná, que no contiene ecosistemas pampeanos. El Chaco Seco no tiene reservas presentando la mayor deficiencia de áreas protegidas. La superficie de áreas protegidas es insuficiente y no están adecuadamente distribuidas en relación con los patrones de biodiversidad debido a la falta de criterios científicos para su selección. Este problema, sumado a graves deficiencias de implementación, hacen poco efectivo el sistema de reservas de Santa Fe para proteger a las serpientes y posiblemente a la biodiversidad provincial.

Palabras clave: biodiversidad, serpientes, áreas de endemismos, prioridades de conservación, áreas protegidas.

ABSTRACT

Snakes are usually persecuted by people and few are considered in biodiversity conservation strategies, being protected areas essential for their preservation. We analysed species richness and biogeographical patterns of the snakes of Santa Fe province, Argentina, to prioritise areas for their conservation and to assess if the existent reserves coincide with these areas. Species richness and distributional patterns were established from 2,532 specimens, obtained on field samplings and revision of collections, supplemented with bibliographical records and a regional database of 8,000 specimens. Areas of endemism were determined and compared with phytogeographical divisions. Santa Fe was divided in 16 cells of one degree of latitude and longitude, to compare species richness, similarity and complementarity. We applied a method to prioritise cells for

conservation according to species richness and a conservative value of each taxa. Species richness in Santa Fe greatly increased with decreasing latitude and longitude in relation to an increasing gradient of temperature and rainfall. In consequence, the north-eastern cell presents the highest richness (containing 84 % of Santa Fe species and the south-western cell the lowest diversity (20 %). All cells crossed by the Paraná river have a higher richness than the western contiguous cells, probably, due to the corridor effect of this river for tropical and subtropical species. Five areas of endemism were defined, four of them coincide with one or two phytogeographical divisions and they are important in conservation analysis because of the presence of exclusive species. Similarity analysis among cells showed three major groups: the north-west, the north-east-centre and the south. Combined analysis of conservation priority values, areas of endemism, similarity and complementarity among cells showed that populations of all Santa Fe snakes would be conserved by protecting three cells appropriately, located in the north-east corner (Chaco Humid-Paraná valley), the north-west corner (Dry Chaco) and the south-west corner (Pampeana). The first two do not have protected areas and the third cell has a small reserve, an island in the Paraná river, that does not contain Pampean ecosystems. The Dry Chaco region does not have any reserve, showing the major protected areas deficiency. Protected areas surface is insufficient and not adequately distributed in relation to biodiversity patterns due to lack of scientific approaches for their selection. This problem, in addition to serious implementation deficiencies, makes the Santa Fe reserve system ineffective to protect snakes, and possibly, all the provincial biodiversity.

Key words: biodiversity, snakes, areas of endemism, conservation priorities, protected areas.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años la atención de los biólogos de la conservación ha dejado de estar enfocada en algunas pocas especies bandera o animales grandes y espectaculares. Frecuentemente la conservación de la naturaleza entra en conflicto con las necesidades humanas y con las estrategias de desarrollo nacionales, por ello es esencial planificar el uso de la tierra para el desarrollo y la conservación, y designar de la manera más eficiente las áreas naturales protegidas (Fjeldsa 2001). Una de las estrategias propuestas es que las áreas protegidas contengan el mayor número de especies posible (Myers et al. 2000) o que contengan un elevado número de especies endémicas (Stattersfield et al. 1998).

La pérdida de la biodiversidad mundial ha atraído mucha atención, aunque la principal literatura y discusiones sobre conservación raramente mencionan a las serpientes, debido a que constituyen un grupo poco atractivo para el hombre (Dodd 1993). Las serpientes son usualmente muy perseguidas en Occidente, debido a un exacerbado temor cultural. En consecuencia la mayoría de las personas las matan cuando las encuentran, bajo la presunción de que todas son peligrosas. En Argentina solo 14 (un 11 %) de las 130 especies y subespecies existentes son venenosas y peligrosas, y el 89 % restante son inofensivas para el hombre (Giraudó & Scrocchi 2002). Por esta razón, actualmente, la conservación de las serpientes solo es factible en las áreas protegidas, jugando estas un rol fundamental para su preservación (Giraudó 2001).

Sudamérica, con 642 taxa, ocupa el segundo lugar en diversidad de serpientes en el mundo,

con un 22 % de la riqueza mundial y un 86 % de sus especies endémicas (Uetz 2000). Argentina, con 130 taxa, contiene un 20 % de las serpientes sudamericanas. Santa Fe es una de las provincias con mayor riqueza con un 39 % de las serpientes argentinas debido a su extensión y ubicación en un área transicional entre diferentes regiones biogeográficas y entre climas subtropicales y templados, convergiendo especies de diferentes linajes biogeográficos (Arzamendia & Giraudó 2002, Giraudó & Scrocchi 2002). Una reciente categorización del estado de conservación de las serpientes argentinas (Scrocchi et al. 2000) indica un 27 % de los taxa incluidos en alguna categoría de amenaza, y un 12 % considerados insuficientemente conocidos.

Frecuentemente, las áreas protegidas se eligen con criterios muy diversos y a menudo conflictivos, como las bellezas paisajísticas, la posibilidad de explotaciones turísticas, la existencia de tierras poco productivas o marginales para fines agrícolas, la existencia de tierras fiscales, y la gestión de conservacionistas (Morrone & Crisci 1992, Pressey & Tully 1994, Pressey 1995, Giraudó et al. 2003). Como ha ocurrido en otros países, en Argentina, estos aspectos han prevalecido sobre los criterios científicos para la protección integral de la biodiversidad (Pressey & Tully 1994, Pressey 1995, Giraudó et al. 2003). Como consecuencia, la inversión de recursos humanos y económicos es poco efectiva en la conservación de la biodiversidad regional, invirtiéndose dinero en proteger áreas poco representativas o muy similares en su composición faunística y florística (Pressey & Tully 1994, Pressey 1995) mientras que otras áreas con especies y comunidades diferentes o sin-

gulares no son adecuadamente protegidas (Giraud 2001).

La información sobre los patrones de distribución de las especies, la detección de áreas de alta diversidad y endemismos pueden contribuir al desarrollo de estrategias de conservación con criterios científicos (Ceballos et al. 1998, Fjeldsa 2001). En este aporte se analizan los patrones de riqueza y biogeográficos de las serpientes en la provincia de Santa Fe, Argentina, para priorizar áreas para su conservación y evaluar si las áreas

protegidas existentes se encuentran ubicadas en zona de alta diversidad y endemismos de serpientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio fue realizado en la provincia de Santa Fe, ubicada en el este de Argentina, que tiene una superficie de 133.007 km² (Fig. 1).

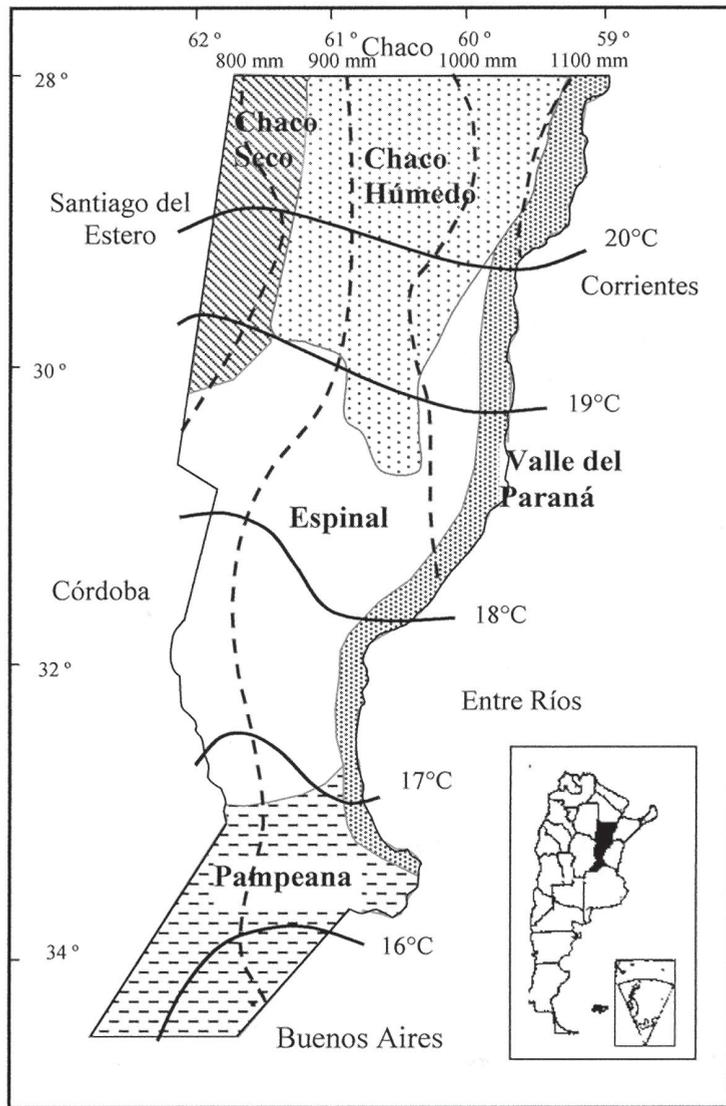


Fig. 1: Provincia de Santa Fe, Argentina, incluyendo las subdivisiones fitogeográficas y las isólinas de temperatura (línea continua) y precipitaciones (línea interrumpida) anuales promedio.

Santa Fe Province, Argentina, including the phytogeographic subdivision and mean annual rainfalls (interrupted line) and temperatures (continued line) isoline.

El clima de Santa Fe presenta dos gradientes, uno térmico de norte a sur, y otro hídrico de este a oeste. Por el régimen térmico el clima puede definirse como templado sin estación fría en el sur y templado y cálido en el norte; y por el régimen hídrico varía de húmedo a subhúmedo de este a oeste (Lewis & Collantes 1974). El relieve es llano con una altura promedio de 40 m de altitud. Los principales tipos de vegetación de Santa Fe han sido incluidos en cuatro provincias fitogeográficas y cinco subdivisiones (Lewis & Collantes 1974, Cabrera 1976, Prado 1993, Dinerstein et al. 1995, Burkart et al. 1999, Fig.1): (1) la provincia Chaqueña que presenta dos formaciones: (a) el Chaco Seco: ubicado al noroeste se caracteriza por su déficit hídrico, con predominio de bosques xerófilos dominados por el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*), el quebracho blanco (*Aspidosperma quebrachoblanco*) y varias especies de algarrobos (*Prosopis* spp.) y espinillos (*Acacia* spp.). (b) El Chaco húmedo: ubicado en el nordeste y centro norte, posee mayores precipitaciones (más de 1.000 mm). Su vegetación esta formada por un mosaico de fisonomías que van desde bosques deciduos subhúmedos subtropical dominado por quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), sabanas de palmeras y prados que incluyen diversos tipos de humedales. (2) La provincia del Espinal, en el centro, se caracteriza por la presencia de bosques bajos xerófilos compuestos por algarrobo negro (*Prosopis nigra*), ñandubay (*P. algarrobilla*), acompañado por quebracho blanco (*Aspidosperma quebrachoblanco*), tala (*Celtis spinosa*), espinillos (*Acacia caven*, *A. atramentaria*) y el chañar (*Geoffroea decorticans*). (3) Valle de inundación del río Paraná: algunos autores lo incluyen en la provincia Paranaense (Cabrera 1976), aunque otros mencionan a las sabanas inundables de este valle con identidad propia como ecorregión (Dinerstein et al. 1995, Burkart et al. 1999). El río Paraná es el segundo río más grande en caudal en Sudamérica y su valle de inundación conforma un mosaico muy complejo de hábitats con una amplia influencia de las formaciones fitogeográficas con las que limita en su recorrido como la Chaqueña, el Espinal y la Paranaense, con una dinámica fuertemente modelada por los ciclos de crecientes y bajantes (Hueck 1978, Neiff 1990, Burkart et al. 1999). Sus principales tipos de vegetación son bosque subtropical húmedo, selva en galería, sauzales de *Salix humboldtiana* y alisales de *Tessaria integrifolia*, diversos tipos de sabanas inundables y humedales (ríos,

arroyos, lagunas, bañados y esteros). (4) La provincia Pampeana en el sur está compuesta principalmente por distintos tipos de praderas, principalmente "flechillar" de *Stipa neesiana*, *S. hyalina* y *S. papposa*, y "espartillares" de *Spartina argentinensis* y *S. densiflora* en los suelos bajos salobres. La existencia de lagunas con juncos y totoras es característica de la provincia Pampeana.

Métodos

Los patrones de distribución fueron establecidos mediante el análisis de 2.532 especímenes de serpientes, de 807 localidades de Santa Fe, obtenidos mediante muestreos de campo, entre 1995 y 2002, y la revisión de las principales colecciones herpetológicas de museos y universidades: Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino, Santa Fe (MFA); Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Buenos Aires (MACN); Fundación Miguel Lillo, Tucumán (FML); Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes (UNNEC); Museo de Ciencias Naturales de La Plata (MLP). Las serpientes fueron registradas a través de 6.000 km de muestreos en rutas y caminos, a velocidad baja y constante, y mediante la búsqueda activa en diferentes hábitats y refugios (según Campbell & Christman 1982), examinándose de esta manera 1.006 ofidios, muchos de ellos depositados en el Instituto Nacional de Limnología, Santa Fe, Argentina (INALI). Adicionalmente, se cuenta con un banco de datos de 8.000 ejemplares de serpientes del centro y norte de Argentina, y de países limítrofes, y se realizó la revisión exhaustiva y crítica de la literatura que contiene registros de ofidios, obteniéndose de esta manera una gran cantidad de datos adicionales para complementar las distribuciones de las serpientes de Santa Fe. Con estos datos se realizaron mapas de distribución con localidades puntuales (ver Arzamendia & Giraudo 2002) y luego se construyeron rangos de distribución uniéndose los puntos de distribución de las especies. Estos mapas fueron superpuestos con una grilla de 16 cuadrículas de un grado de latitud y longitud. Para evitar celdas limítrofes con escasas superficies que dificultan comparaciones, tales celdas fueron consideradas en toda su extensión incluyéndose los registros de provincias limítrofes (160 localidades). Por la misma razón las dos celdas del extremo sur fueron unidas con las superiores, que presentan homogeneidad y continuidad en hábitat y fisiografía (Fig. 2). La nomenclatura utilizada para las serpientes sigue a Giraudo & Scrocchi (2002).

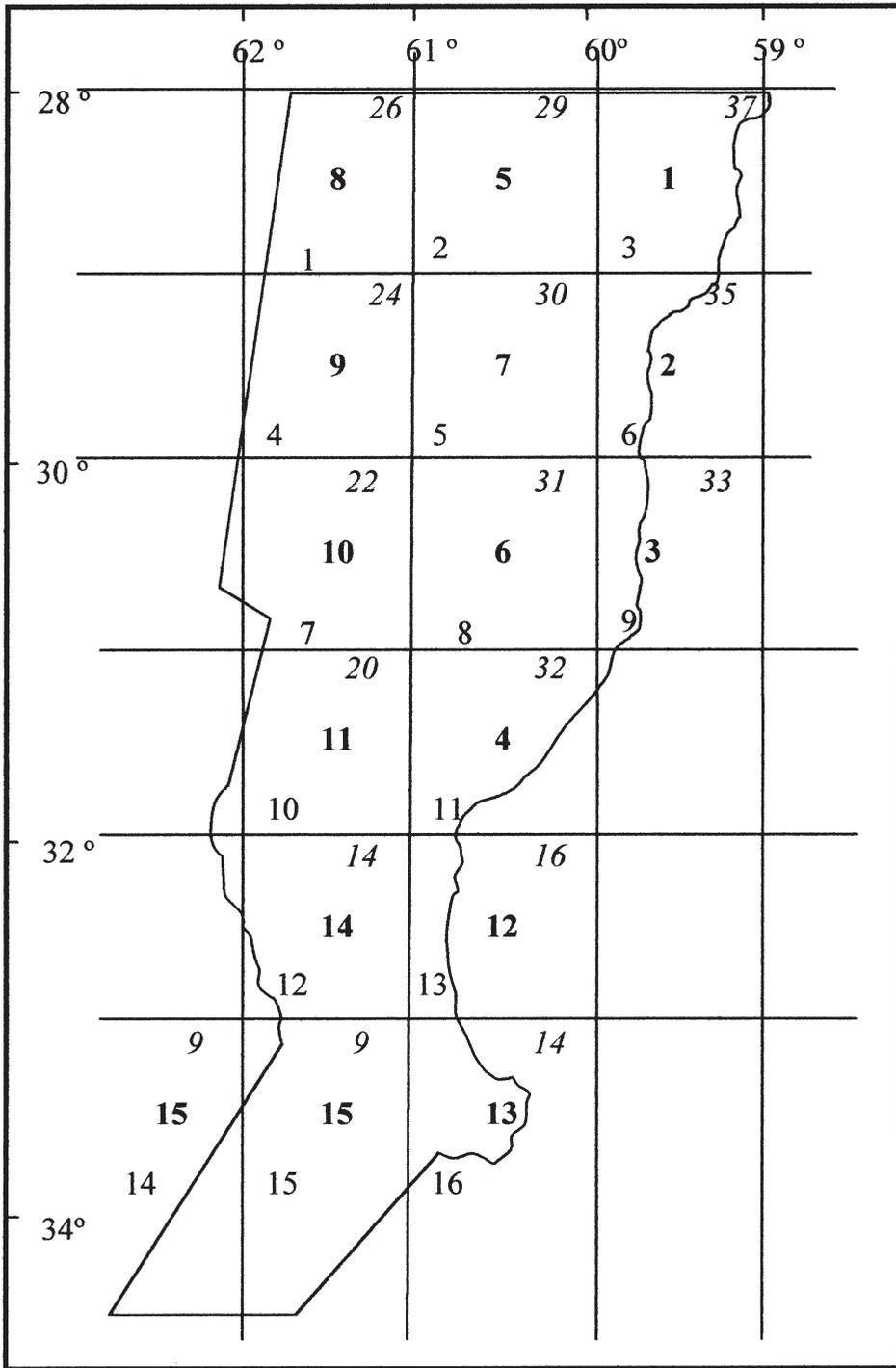


Fig. 2: Riqueza de especies (número superior) y orden de prioridad de conservación según el método de Rapoport et al. (1986) (número central) en cada celda de Santa Fe (el número de celda está indicado en su parte inferior).

Species richness (upper numbers), priority order of conservation according to Rapoport et al. (1986) (central numbers) of each cell from Santa Fe (cell number in lower left corner).

Los patrones de riqueza y distribución fueron evaluados a los siguientes niveles: (A) Se comparó la riqueza de especies y el grado de similitud entre los ensambles de serpientes de las formaciones fitogeográficas y las celdas. Para ello se superpusieron los mapas de distribución de los taxa con el mapa fitogeográfico de Santa Fe (Fig. 1) y se elaboró una matriz de presencia (1) y ausencia (0) de los taxa en las provincias fitogeográficas y celdas. La similitud fue evaluada mediante el coeficiente de Jaccard y se realizó un análisis de Cluster mediante el método de agrupamiento de ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) (Crisci & López Armengol 1983, Magurran 1987). Se realizó un análisis de correlación múltiple entre el número de especies y la precipitación y temperatura (promedios anuales) de cada cuadrante. El nivel de significancia fue determinado por un $\alpha = 0,05$. Todas las variables se ajustaron a la distribución normal según la prueba de Kolmogorov y Smirnov. (B) Se determinaron áreas de endemismos por el método de Müller (1973), que consiste en identificar áreas de superposición de rangos de distribución de dos o más taxones superponiendo los mapas de distribución (ver Morrone & Crisci 1995 para detalles). Estas áreas fueron comparadas con las regiones fitogeográficas de la provincia. Se consideraron como especies endémicas a aquellas confinadas a un área específica (Huston 1996), en este caso a una de las áreas de endemismos de Santa Fe.

Para detectar las áreas prioritarias para la conservación se utilizó el método de Rapoport et al. (1986) que consiste en dividir la región en celdas (16 de 1 x 1 grado geográfico) y calcular un valor de conservación total para cada celda (V_{t_i}) considerando dos componentes: (1) la riqueza de especies en cada celda y (2) el valor de conservación de cada especie (V_{s_i}). El valor de conservación total de la i -ésima celda es $V_{t_i} = \sum (V_{s_i})$, que es la suma de los valores conservativos de cada especie presente en la i -ésima celda. El valor de conservación para cada especie es $V_{s_i} = V_{m_i} * V_{c_i} * V_{f_i}$, donde V_{m_i} (valor de ocupación local) = $1 - [m(n+1)^{-1}]$, mide el área de ocupación en Santa Fe, siendo m el número de celdas ocupadas por la especie en Santa Fe y n es el número total de celdas de Santa Fe (16). V_{c_i} (valor de ocupación regional) = $1 - (a/c)^{-1}$, mide el área de ocupación de la especie en Argentina, donde a es el número de celdas ocupadas por la especie en Argentina y c es la cantidad total de celdas de dos grados de latitud y longitud del territorio continental de Argentina. Para esto se construyeron mapas marcando la distri-

bución del taxón en el país sobre la base de una amplia revisión de la literatura y colecciones de museos (ver Cei 1986, 1993, Giraudo 2001, Giraudo & Scrocchi 2002 para una síntesis). V_{f_i} (valor de frecuencia) = $1 - [f_o(f_{máx} + 1)^{-1}]$, mide al grado de escasez de la especie donde f_o es el número de individuos del taxón y $f_{máx}$ es el valor que posee el taxón más numeroso. De esta manera se establece un rango de prioridad de conservación en cada cuadrícula del territorio santafesino en relación con la cantidad de especies presentes y su valor de conservación.

Como celdas con altos valores de conservación pueden compartir una alta proporción de su fauna de serpientes, siendo redundante la conservación de áreas muy similares, se aplicó el principio de complementariedad que surge de la necesidad de conservar la mayor diversidad posible de especies en la menor cantidad de áreas, para lo cual, una vez determinada el área de mayor importancia, las subsiguientes deberán contener el mayor número posible de especies no representadas en la primera (Humphries et al. 1991). Se compararon las áreas prioritarias obtenidas con la ubicación y superficie de las áreas protegidas de Santa Fe según Rozzatti & Mosso (1997).

RESULTADOS

Patrones de riqueza

La riqueza de especies en Santa Fe varió entre 37 especies en la celda tres, y nueve en las celdas 14 y 15 (Tabla 1, Fig. 2). Esto tendría relación con un gradiente de temperatura norte-sur y de aridez este-oeste que existe en Santa Fe (Fig. 1), como lo confirma una elevada correlación múltiple positiva, y altamente significativa, entre la riqueza, la temperatura y la precipitaciones anuales promedio ($R^2 = 78,85\%$; este porcentaje representa el porcentaje de varianza de la riqueza explicada por la variación de la temperatura y las precipitaciones anuales promedio, $g.l. = 13$; $P < 0,0001$).

Patrones de distribución

La mayoría de las especies de serpientes de Santa Fe, tiene una amplia distribución nacional y en algunos casos neotropical (Giraudo 2001, Giraudo & Scrocchi 2002). En consecuencia, de un total de 44 taxa, 24 (55%) se distribuyen en ocho o más celdas de la provincia (Tabla 1), ocupando desde aproximada-

TABLA 1

Matriz de presencia (1) ausencia (0) de las especies de serpientes de Santa Fe. Se indica al final la riqueza total de especies, el valor de conservación total (V_T) y el orden de prioridad de conservación de cada celda.
La última columna muestra el valor de conservación de cada especie (V_S)

Presence (1) -absence (0) matrix for the Santa Fe snakes species. Total species richness, conservative value (V_T) and conservation priority order of each cell are indicated at the end. The last column show the species conservative value (V_S)

Especie	Número de celdas																V _s
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Leptotyphlops melanotermus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,268	
<i>Typhlops brongersmianus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,192	
<i>Boa constrictor occidentalis</i>	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,667	
<i>Eumeces notaeus</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0,526	
<i>Boiruna maculata</i>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,266	
<i>Clelia bicolor</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,683	
<i>Clelia rustica</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,233	
<i>Chironius quadricarinatus maculovenris</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,821	
<i>Echimanthera occipitalis</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,834	
<i>Helicops infrataeniatus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0,61	
<i>Helicops leopardinus</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0,002	
<i>Hydrodynastes gigas</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0,301	
<i>Leptodeira amulata pulchriceps</i>	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0,441	
<i>Leptophis abaeulla marginatus</i>	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0,622	
<i>Liophis almadensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,298	
<i>Liophis anomalus</i>	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,144	
<i>Liophis dilepis</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0,533	
<i>Liophis jaegeri corallivenris</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0,538	
<i>Liophis miliaris semitaureus</i>	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0,351	
<i>Liophis poecilogyryus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,033	
<i>Liophis sagittifer</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,504	
<i>Lystrophis dorbigny</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,023	
<i>Lystrophis pulcher</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0,325	

TABLA 1
(continuación)

Especie	Número de celdas																Vs
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Mastigodryas bifossatus triseriatus</i>	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,654	
<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0,3	
<i>Phalotris bilineatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,233	
<i>Philodryas aestivus subcarinatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,043	
<i>Philodryas baroni</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,788	
<i>Philodryas olfersii latirostris</i>	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0,627	
<i>Philodryas patagoniensis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,009	
<i>Philodryas psammophideus psammophideus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,593	
<i>Phimophis guerini</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0,431	
<i>Phimophis vittatus</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,721	
<i>Pseudablables agassizii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0,312	
<i>Psomophis obtusus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0,358	
<i>Sibynomorphus turgidus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,258	
<i>Thamnodynastes chaquensis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,833	
<i>Thamnodynastes hypoconia</i>	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0,47	
<i>Tomodon ocellatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,34	
<i>Waglerophis merremi</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,137	
<i>Micrurus pyrrhocryptus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0,131	
<i>Bothrops alternatus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,024	
<i>Bothrops neuwiedi diporus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,365	
<i>Crotalus durissus terrificus</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0,247	
Riqueza	26	29	37	24	30	35	22	31	33	20	32	14	16	9	9	14	
Valor de conservación (V _t)	8,4	9,2	13,2	7,02	8,39	11,6	5,08	9,1	9,73	4,49	9,4	2,22	3,33	1,08	1,08	3,00	
Orden de prioridad de conservación	8	5	1	9	7	2	10	6	3	11	4	14	12	15	15	13	

mente la mitad de la provincia hasta todo el territorio. No existe ninguna especie restringida a una sola celda, aunque cinco especies fueron registradas en solo dos celdas (*Echinanthera occipitalis*, *Philodryas baroni*, *Philodryas psammophideus*, *Phimophis vittatus* y *Thamnodynastes chaquensis*). La celda uno contiene a cuatro de estas cinco especies, y la celda tres presenta dos de estas especies. Tres de estas especies (*Philodryas baroni*, *Philodryas psammophideus*, *Phimophis vittatus*) son endémicas del noroeste provincial coincidiendo con el área fitogeográfica del Chaco Seco y una, *Thamnodynastes chaquensis*, es endémica del nordeste provincial (ver áreas endémicas). Solo tres especies ocupan tres celdas (*Boa constrictor occidentalis*, *Liophis sagittifer* y *Chironius quadricarinatus maculiventris*), las dos primeras están presentes en la celda uno, y son endémicas del Chaco Seco, mientras que la última habita en la celda tres y es endémica del nordeste de la provincia. Dos especies (*Clelia bicolor* y *Mastigodryas bifosatus triseriatus*), que se encontraron en cuatro celdas, y una (*Philodryas olfersii latirostris*) presente en cinco celdas, son endémicas del noreste provincial y fueron registradas en la celda tres. En consecuencia, si se protegen adecuadamente las celdas uno y tres, se incluyen a todas las especies de distribución restringida en la provincia.

Áreas de endemismos de las serpientes y áreas fitogeográficas

Se definieron cinco áreas de endemismo para las serpientes (Fig. 3). Cuatro de estas áreas coinciden con una o dos áreas fitogeográficas. El área endémica del Chaco Húmedo, valle del Paraná, se ubica en el noreste de la provincia y se encuentra definida por 13 especies y subespecies, siendo la segunda área de endemismo más diversa. Algunas de las especies de esta área alcanzan latitudes más meridionales por el valle del río Paraná (por ejemplo *Hydrodynastes gigas*, *Philodryas olfersii latirostris*, *Leptophis ahaetulla marginatus*). El área endémica del valle del Paraná está definida por la coincidencia de solo dos especies, ya que la mayoría de las especies del valle del Paraná habitan en el Chaco Húmedo. Esto se corrobora mediante una muy alta similitud entre los ensambles de serpientes del Chaco Húmedo y del valle del Paraná (coeficiente de Jaccard de 0,833; Fig. 4). El área endémica del Chaco Seco está ubicada en el noroeste de Santa Fe y coincide con el área fitogeográfica del mismo nombre. Fue

definida por la distribución de siete especies endémicas de esta región y propias del Chaco Seco en Sudamérica (Giraud & Scrocchi 2002). Cuatro taxa tienen una distribución que coincide con las áreas fitogeográficas Pampeana y del Espinal y determinan el área endémica Pampeana-Espinal. Estas serpientes habitan principalmente en pastizales y sabanas (*Clelia rustica*, *Liophis anomalus*, *Liophis poecilogyrus sublineatus* y *Tomodon ocellatus*). Por último, el área endémica norte-central fue definida por 14 taxones de serpientes que se distribuyen en el norte y centro de la provincia, siendo el límite de distribución sur de varias especies de serpientes tropicales y subtropicales, muchas de ellas propias de hábitats boscosos y sabanas (Giraud 2001, Giraud & Scrocchi 2002). Las especies de este grupo habitan en todas las áreas fitogeográficas de Santa Fe, excepto la Pampeana y tienen una amplia distribución provincial.

Análisis de similitud

La similitud faunística de los ensambles de serpientes fue analizada entre áreas fitogeográficas y entre celdas (Fig. 4). El análisis entre celdas muestra tres grandes grupos: un grupo “sur” que incluye las celdas 12 hasta la 16, un grupo “noroeste” que incluye las celdas uno y cuatro (con alta similitud entre ellas, coeficiente de Jaccard 0,917) y un grupo “centro y noreste” que incluye varios subgrupos (Fig. 4). Los patrones de similitud entre las celdas y áreas fitogeográficas son bastante coincidentes (Fig. 4). El grupo “sur” es de menor similitud (coeficiente de Jaccard 0,282 en el nodo entre el grupo “sur” y el nodo entre los grupos “noroeste” y “centro-noreste”). Este grupo “sur” de celdas coincide con el área endémica y fitogeográfica Pampeana-Espinal, las diferencias con las demás celdas se debe a la presencia de un grupo de cuatro especies restringidas en esta área y a la ausencia de un considerable número de especies respecto a las demás celdas. El siguiente grupo más diferente está constituido por las celdas uno y cuatro en el noroeste de la provincia que tiene una relativamente baja similitud con el grupo del noreste y centro (coeficiente de Jaccard 0,436 en el nodo entre ambos grupos) y coincide con el área endémica y fitogeográfica del Chaco Seco caracterizada por la presencia de siete especies de distribución restringida. El grupo centro-noreste presenta varios subgrupos, las celdas tres y seis formando el subgrupo de mayor similitud que forman un subgrupo

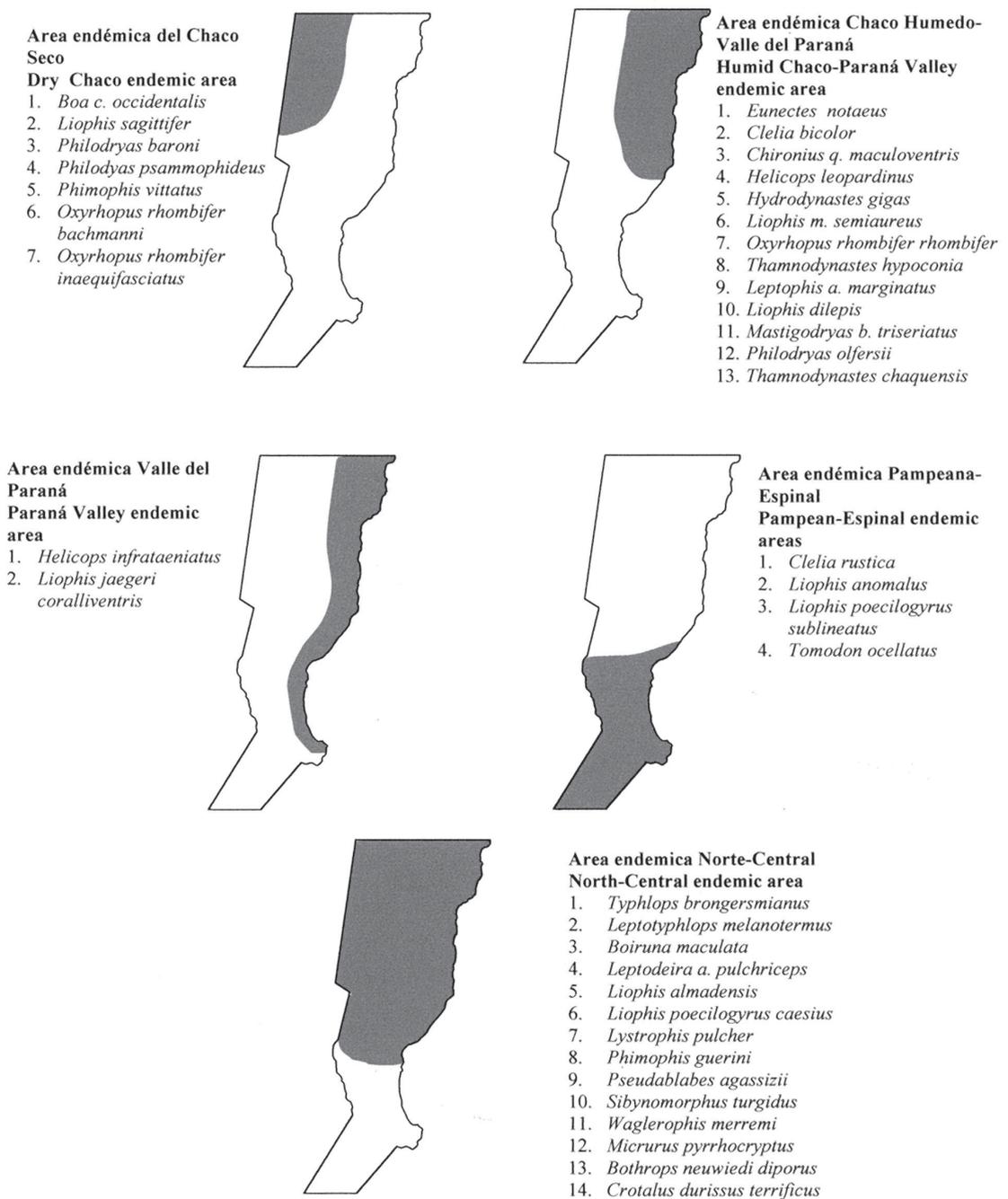


Fig. 3: Áreas de endemismos de serpientes en Santa Fe incluyendo sus especies características.
 Areas of endemism of snakes in Santa Fe including its characteristic species.

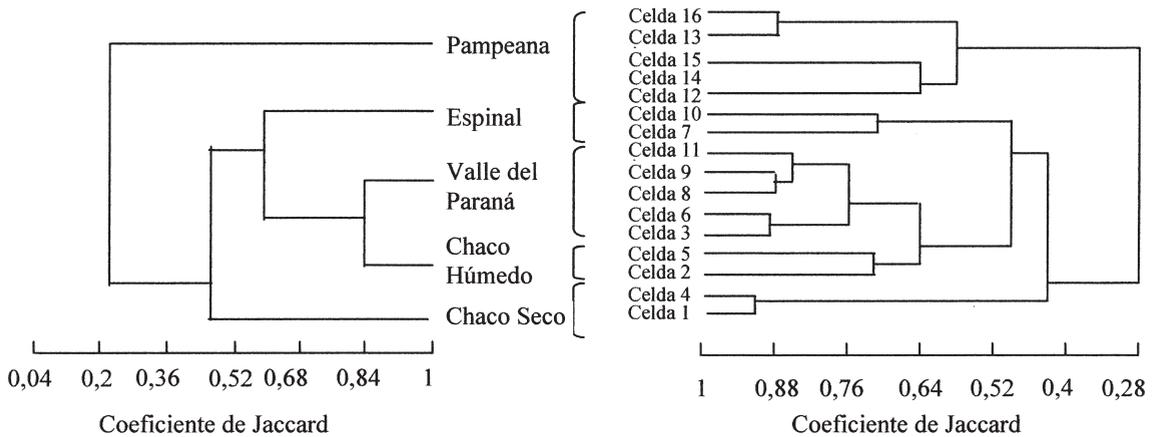


Fig. 4: Dendrogramas de similitud usando el coeficiente de Jaccard y el método UPGMA para la fauna de serpientes de las áreas fitogeográficas (izquierda) y para la fauna de serpientes de las 16 celdas de Santa Fe (derecha).

UPGMA cluster using Jaccard similarity index for the snake fauna in phytogeographical areas (left) and for the snake fauna in 16 cells in Santa Fe province (right).

con las celdas 8, 9, 11 y 5, 2 de elevada similitud que coincide con el área endémica Chaco Húmedo, valle del Paraná (Fig. 3). Las celdas 10 y siete, del centro-oeste de Santa Fe, forman un subgrupo dentro del tercer grupo con menor similitud respecto al subgrupo anterior, coincidiendo con el área fitogeográfica del Espinal siendo un área transicional entre los tres grupos definidos con elementos faunísticos de cada uno de ellos y sin especies propias.

La mayor similitud la muestran la celda 14 y 15 dentro del grupo "sur", que comparten todas las especies. Dentro del grupo sur las celdas 13 y 16 forman un subgrupo más diferente al subgrupo 12, 15, 14, porque están atravesadas por el río Paraná que aporta varias especies que no están presentes en las otras celdas del sur, entre ellas resulta importante *Helicops infrataeniatus*, que habita solo en el sector inferior del río Paraná (Arzamendia & Giraudó 2002).

DISCUSIÓN

La disminución de la riqueza con el aumento de la latitud ha sido ampliamente discutida en la literatura (ver Fisher 1960). Este patrón de variación de la riqueza ya fue citado en Argentina para las aves (Rabinovich & Rapoport 1975). En consecuencia, la celda tres, ubicada en el extremo noreste, posee la ma-

yor riqueza conteniendo un 84 % de los taxa de Santa Fe, y las celdas 14 y 15 ubicadas en el extremo sur la menor riqueza con un 20 %. Todas las celdas atravesadas por el río Paraná tienen una riqueza más elevada que las celdas contiguas ubicadas al oeste (Fig. 2). En coincidencia con lo que observaron Rabinovich & Rapoport (1975) en las aves, la distribución de algunas especies tropicales y subtropicales de serpientes se extienden a través de la vegetación en galería y hábitat acuáticos del río Paraná (e.g., *Eunectes notaeus*, *Hydrodynastes gigas*, *Helicops leopardinus*, *Leptophis ahaetulla marginatus*, *Liophis jaegeri coralliventris*, *Liophis miliaris semiaureus*, *Philodryas olfersii latirostris* y *Thamnodynastes hypoconia*). Además, el valle del río Paraná tiene una gran heterogeneidad de hábitats, algunos de ellos son estructuralmente complejos y multiestratificados como las selvas en galerías subtropicales, ambos factores frecuentemente mencionados como causa del incremento de la riqueza de especies (Moreau 1935, MacArthur 1960, 1964, Rabinovich & Rapoport 1975).

La alta similitud entre el Chaco Húmedo y el valle del Paraná, seguida por el Espinal, y la baja similitud entre el Chaco Húmedo y el Chaco Seco (Fig. 4) apoya la hipótesis de Prado (1993) que propone la exclusión del Chaco Húmedo de la región fitogeográfica Chaqueña en sentido estricto sobre la base de estudios de co-

munidades vegetales. El dendrograma de similitud entre celdas coincide notablemente con el dendrograma entre áreas fitogeográficas, lo que confirma los patrones de diversidad analizados (Fig. 4). El área fitogeográfica del Espinal no posee especies de serpientes propias y sus diferencias con las demás regiones fitogeográficas ocurre principalmente por la ausencia de determinadas especies, siendo un área transicional entre la Pampeana y las Chaqueñas tal como fue sugerido por Cabrera (1976, 1993).

Selección de áreas prioritarias para la conservación

El método de Rapoport et al. (1986) permitió establecer un rango de valores de conservación entre las 16 celdas (Tabla 1, Fig. 2), lo que en conjunto con los patrones de endemismo, similitud y el principio de complementariedad permiten discutir cuáles son las áreas prioritarias para la conservación de las serpientes en Santa Fe. La celda tres presenta el mayor valor de conservación total (Vt) en coincidencia con la mayor riqueza de especies. Las celdas 6, 9, 11, 2, 5, y 8 continúan en orden decreciente con los mayores valores de Vt y riqueza (Tabla 1, Fig. 2), aunque estas celdas tienen una alta similitud con la celda tres (Fig. 4 y discusiones anteriores), conteniendo esta última todas las especies de estas celdas (Tabla 1). Por esta razón, protegiendo adecuadamente la celda tres se preservarían poblaciones de todos los taxa de las celdas 2, 5, 6, 8, 9 y 11.

Las siguientes son las celdas uno y cuatro del noroeste, que a pesar de tener valores de conservación intermedios (Fig. 2, Tabla 1) son muy diferentes en composición de especies respecto a las demás, principalmente por contener varias especies endémicas del Chaco Seco (Figs. 3 y 4). Aplicando el principio de complementariedad resulta necesario la protección de una de estas celdas, como segunda prioridad de conservación, siendo adecuada la celda uno que posee mayor riqueza para asegurar la protección de las especies endémicas y el ensamble de serpientes más rico de esta área. El resto de las celdas (10, 12, 13, 14, 15 y 16) ubicadas en el sur de la provincia tienen los valores más bajos en prioridad de conservación y riqueza, especialmente las más australes (Tabla 1, Fig. 2), aunque estas celdas poseen el ensamble faunístico más diferente (celdas 12-16), por la presencia de cuatro especies endémicas y la ausencia de varias de las especies del norte provincial. Según el principio de complementariedad sigue en tercer lugar de prioridad de conservación la celda 16,

que contiene todas las especies exclusivas de sur provincial, además de una mayor riqueza por estar atravesada por el Paraná y la presencia de *Helicops infrataeniatus*, especie que habita principalmente en la parte sur del río Paraná (Arzamendia & Giraudo 2002), no incluida en la celda tres. En resumen, las celdas de mayor prioridad para la conservación son la 3, 1 y 16.

¿Están las áreas protegidas ubicadas en las celdas con mayor prioridad de conservación?

La superficie total de áreas protegidas (AP) de Santa Fe es relativamente baja respecto a la superficie de la provincia. Las 19 AP abarcan 37.076,38 hectáreas, representando solo un 0,28 % de la superficie provincial. Además, su representatividad por áreas fitogeográficas es poco equitativa y se encuentra protegido solamente entre un 0,0012 % y un 0,68 % de la superficie de cuatro de ellas (Tabla 2). El Chaco Húmedo posee ocho AP que representan el 53,8 % de la superficie total de AP de Santa Fe, el Valle del Paraná tiene seis con un 42,04 % de la superficie, la región Pampeana tres AP con un 4,02 %, el Espinal dos con 0,14 % de la superficie y el Chaco Seco no tiene áreas protegidas.

Según se discutió anteriormente, la protección adecuada de las celdas 1, 3 y 16 permitiría conservar poblaciones de todos los taxa de serpientes de Santa Fe. Las celdas uno y tres no tienen AP. La celda uno, al noroeste de la provincia (Chaco Seco), se convierte en la celda de mayor prioridad para la creación de reservas, por contener especies endémicas y de altos valores conservativos (*Boa constrictor occidentalis*, *Philodryas baroni*, *Philodryas psammophideus* y *Phimophis vittatus*), y los ensambles de serpientes de esta región de endemismo carecen de protección alguna. Por ello resulta prioritaria la creación de un AP en la celda uno en sectores donde se conserven los bosques xerófilos del Chaco Seco y otros hábitats representativos de la región (pastizales y humedales).

La celda tres, del extremo noreste de la provincia, posee la mayor diversidad, con especies de ofidios con altos valores conservativos (*Chironius quadricarinatus maculoventris*, *Echivanthera occipitalis* y *Thamnodynastes chaguensis*), aunque se debe destacar que las celdas contiguas 2, 5 y 6 presentan AP, y por compartir un elevado porcentaje de especies con la celda 3, muchas de las especies de esta región se encuentran protegidas. No obstante, la creación de reservas en la celda tres es necesaria para la protección de especies de serpientes exclusivas de este sector, siendo importante que en su diseño se incluyan sectores del valle

TABLA 2

Representatividad de las áreas protegidas de Santa Fe respecto a la superficie de las áreas fitogeográficas (en hectáreas)

Representativeness of Santa Fe protected areas with respect to the phytogeographical areas surface (in hectares)

Área fitogeográfica	Superficie total de las divisiones fitogeográficas	Superficie de las áreas protegidas en cada división y representatividad porcentual
Chaco Húmedo	2.947.900	19.951 (0,68 %)
Chaco Seco	1.673.000	0
Valle del Paraná	2.291.900	15.582 (0,68 %)
Espinal	4.298.800	53 (0,0012 %)
Pampeana	2.088.900	1.490,38 (0,07 %)

del río Paraná y áreas del Chaco Húmedo con todos sus hábitats incluidos.

Por último, la celda 16 posee una única AP, la Reserva Municipal Isla del Sol, de 120 hectáreas, aunque por estar ubicada en el valle del río Paraná no protege ecosistemas pampeanos (Rozzatti & Mosso 1997). El área Pampeana presenta tres AP, que suman 1.490,38 hectáreas, en las celdas 12 y 14, superficie que muy probablemente sea insuficiente para la protección de esta área de endemismo. Por esta razón es necesaria la creación de reservas en la celda 16, incluyendo ecosistemas pampeanos, y si fuese posible ecosistemas ribereños del Paraná. La región Pampeana ha sido muy perturbada por el hombre principalmente por ganadería, agricultura, urbanización e industrialización intensivas (Lewis & Collantes 1974) y los remanentes de hábitats naturales son actualmente escasos.

Surge como observación importante que las AP de Santa Fe presentan en general superficies pequeñas como para conservar poblaciones y comunidades viables de vertebrados, lo que sumado a sus falencias de diseño y ubicación, aquí discutidas, y a otros problemas como la falta de presupuesto y personal capacitado, escasez de información sobre las especies y procesos ecológicos, poca integración de los pobladores locales, pérdida de conectividad y aumento de la insularización por modificaciones del paisaje externo (Rozzatti & Mosso 1997), transforman en cuestionable la efectividad que tiene en la conservación de la biodiversidad regional, en coincidencia con lo indicado por Halffter (1995).

En las últimas décadas, mediante iniciativas aisladas de organismos provinciales, municipales y privados sucedió un rápido crecimiento en el número de áreas protegidas, aunque este proceso se desarrolló sin ningún tipo de dirección, coordinación ni valoración provincial o nacional (Rozzatti & Mosso 1997). Esta evaluación permite

aportar criterios científicos para seleccionar áreas prioritarias para la conservación en Santa Fe.

AGRADECIMIENTOS

A Soledad López por su ayuda en el campo. A Roque Quaini por el aporte de datos. A Juan Carlos Rozzatti por facilitarnos información sobre las áreas protegidas de Santa Fe. A todas las personas que nos permitieron la consulta de las colecciones de los museos: Gustavo y Sonia Scrocchi, a Gustavo Carrizo y Gustavo Couturier, Carlos Virasoro, Beatriz Álvarez y Jorge Williams. A la Universidad Nacional del Litoral y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas por las becas y financiación que nos posibilitaron estos estudios. A los revisores anónimos por sus acertadas sugerencias.

LITERATURA CITADA

- ARZAMENDIA V & AR GIRAUDO (2002) Lista y distribución de los ofidios (Reptilia: Serpentes) de la provincia de Santa Fe, Argentina. Cuadernos de Herpetología (Argentina) 16: 15-32.
- BURKART R, NO BÁRBARO, RO SÁNCHEZ & DA GÓMEZ (1999) Eco-regiones de la Argentina. Programa de desarrollo Institucional, Componente de Política Ambiental, Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires, Argentina. 42 pp.
- CABRERA AL (1976) Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería: 1-85. Editorial Acme, Buenos Aires, Argentina.
- CABRERA MR (1993) Los saurios de la provincia del Espinal y su presencia en provincias biogeográficas vecinas. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (Argentina) 4: 17-34.
- CAMPBELL HW & SP CRISTMAN (1982) Field techniques for herpetofaunal community analysis. En: Scott NJ Jr(ed) Herpetological communities: 193-200. United States Department of Interior, Fish and Wildlife Service. Wildlife Research Report 13, Washington, District of Columbia, USA.

- CEBALLOS G, P RODRÍGUEZ & RA MEDELLÍN (1998) Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* 8: 8-17.
- CEI JM (1986) Reptiles del centro, centro-oeste y sur de la Argentina. Museo Regionale Scienze Naturali, Torino, Italia. Monografía 4. 527 pp.
- CEI JM (1993) Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina. Herpetofauna de las selvas subtropicales, puna y pampas. Museo Regionale Scienze Naturali, Torino, Italia. Monografía 14. 949 pp.
- CRISCI JV & MF LÓPEZ-ARMENGOL (1983) Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Organización de Estados Americanos. Serie de Monografías Biológicas 26: 1-128.
- DINERSTEIN E, DM OLSON, DJ GRAHAM, AL WEBSTER, SA PRIMM, MP BOOKBINDER & G LEDEC (1995) A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and Caribbean. The World Bank & World Wildlife Foundation, Washington, District of Columbia, USA. 9 Maps + 129 pp.
- DODD CK (1993) Strategies for snake conservation. En: Seigel RA & JT Collins (eds) *Snakes: ecology and behavior*: 363-393. McGraw-Hill, Inc., New York, New York, USA.
- FJELDSA J (2001) Cartografiar la afivauna andina: una base científica para establecer prioridades de conservación. En: Kappelle M & AD Brown (eds) *Bosques nublados del Neotrópico*: 125-152. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.
- FISHER AG (1960) Latitudinal variation in organic diversity. *Evolution* 14: 64-81.
- GIRAUDO AR (2001) Diversidad de serpientes de la selva Paranaense y del Chaco húmedo. *Taxonomía, biogeografía y conservación. Literature of Latin America*, Buenos Aires, Argentina. xvi +285 pp.
- GIRAUDO AR & GJ SCROCCHI (2002) Argentinean snakes: an annotated checklist. *Smithsonian Herpetological Information Service (USA)* 132: 1-70.
- GIRAUDO AR, KRAUCZUK E, ARZAMENDIA V & H POVEDANO (2003) Critical analysis of protected areas in the Atlantic forest of Argentina. En: Galindo-Leal C & IG Cámara (eds) *State of the hotspots: Atlantic forest*. Center for Applied Biodiversity Science, Island Press, Washington, District of Columbia, USA.
- HALFETER G (1995) Reservas de la biosfera y conservación de la biodiversidad en el siglo XXI. *Ciencias. Revista de difusión de la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (México)* 39: 9-13.
- HUECK K (1978) Los bosques de Sudamérica: ecología, composición e importancia económica. Publicación de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Echborn, Alemania. 476 pp.
- HUMPHRIES CJ, RI VANE-WRIGHT & PH WILLIAMS (1991) Biodiversity reserves: setting new priorities for the conservation of wildlife. *Parks* 2: 34-38.
- HUSTON MA (1996) *Biological diversity. The coexistence of species on changing landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 681 pp.
- LEWIS JP & MB COLLANTES (1974) La vegetación de la provincia de Santa Fe. *Reseña general y enfoque del problema*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 15: 343-356.
- MAGURRAN AE (1987) *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA. 200 pp.
- MACARTHUR RH (1960) On the relative abundance of species. *American Naturalist* 94: 25-36.
- MACARTHUR RH (1964) Environmental factors affecting bird species. *American Naturalist* 98: 387-398.
- MOREAU RE (1935) A critical analysis of the distribution of birds in a tropical area in Africa. *Journal of Animal Ecology* 4: 167-191.
- MORRONE JJ & JV CRISCI (1992) Aplicación de métodos filogenéticos y panbiogeográficos en la conservación de la diversidad biológica. *Evolución Biológica (España)* 6: 53-66.
- MORRONE JJ & JV CRISCI (1995) Historical biogeography: Introduction to methods. *Annual Review of Ecology and Systematics* 26: 373-401.
- MÜLLER P (1973) The dispersal centres of terrestrial vertebrates in the Neotropical realm: a study in the evolution of the Neotropical biota and its native landscapes. Junk Publisher, The Hague, The Netherlands. 244 pp.
- MYERS N, RA MITTERMEIER, CG MITTERMEIER, GAB DA FONSECA & J KENT (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.
- NEIFF JJ (1990) Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia* 15: 424-441.
- PRADO DE (1993) What is the Gran Chaco vegetation in South America? A redefinition. Contribution of the study of the flora and vegetation of the Chaco. *Candollea* 48: 615-629.
- PRESSEY RL (1995) Conservation reserves in NSW. Crown jewels or leftovers? *Search* 26: 47-51.
- PRESSEY RL & SL TULLY (1994) The cost of ad hoc reservation: a case study in western New South Wales. *Australian Journal of Ecology* 19: 375-384.
- RABINOVICH JE & EH RAPOPORT (1975) Geographical variation of diversity in Argentina passerine birds. *Journal of Biogeography* 2: 141-157.
- RAPOPORT E H, G BORIOLI, JA MONJEAU, JG PUNTIERI & R OVIEDO (1986) The design of nature reserves: a simulation trial assessing the specific conservation value. *Biological Conservation* 37: 269-290.
- ROZZATTI JC & E MOSSO (ed) (1997) *Sistema provincial de áreas naturales protegidas de Santa Fe. Gobierno de la Provincia de Santa Fe, Administración de Parques Nacionales, Edición de la Cooperadora de la Estación Zoológica Experimental de Santa Fe, Argentina*. 174 pp.
- SCROCCHI GJ, I AGUER, V ARZAMENDIA, P CACIVIO, H CARCACHA, M CHIARAVIGLIO, A GIRAUDO, S KRETZSCHMAR, G LEYNAUD, MS LÓPEZ, L REY, T WALLER & J WILLIAMS (2000) Categorización de las serpientes de Argentina. En: Lavilla E, E Richard & G Scrocchi (eds) *Categorización de los anfibios y reptiles de la República Argentina*: 75-93. Asociación Herpetológica Argentina, Tucumán, Argentina.
- STATTERSFIELD AJ, MJ CROSBY, AJ LONG & DC WEGE (1998) *Endemic birds areas of the World. Priorities for biodiversity conservation*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 813 pp.
- UETZ P (2000) How many reptile species? *Herpetological Reviews (USA)* 31: 13-15.