
COMUNIDADES HERPETOLÓGICAS DE LA RESERVA LA QUEBRADA, RÍO CEBALLOS, CÓRDOBA (ARGENTINA)

GREGORIO GAVIER¹, MAURA BEATRIZ KUFNER^{2*}, LILIANA GIRAUDO³,
MARIANO SIRONI⁴, MARIANA ALTRICHTER⁵ & DANIELA TAMBURINI²

¹ Maestría en Manejo de Vida Silvestre, Centro de Zoología Aplicada, Universidad Nacional de Córdoba. Rondeau. CC 122. 5000 Córdoba, Argentina

² Centro de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Velez Sársfiel 299. 5000 Córdoba, Argentina. * CONICET.

³ Cátedra de Diversidad Animal II. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Av. Velez Sársfiel 299. 5000 Córdoba, Argentina.

⁴ School of Renewable Natural Resources. University of Arizona, Bio Sciences East 104 Tucson, AZ 85721.

⁵ Department of Zoology. University of Wisconsin, Madison. 1202 W. Johnson St. Madison, WI 53706.

R E S U M E N. — La presente investigación se desarrolló en un ambiente característico de las sierras Chicas de Córdoba, la Reserva La Quebrada. El objetivo del estudio fue describir la composición y diversidad de la comunidad herpetofaunística, sus cambios estacionales, y estudiar si existen comunidades diferentes asociadas a los ecosistemas de pastizal, bosque y borde de arroyo. También se analizó su relación con las variables ambientales climáticas. Se instalaron de una a tres líneas de muestreo por ambiente, cada una con 15 trampas de caída separadas por una distancia de 10 m, que se revisaron mensualmente entre febrero de 1991 y mayo de 1994. Se capturaron 147 especímenes distribuidos entre 21 especies: 8 anfibios (n= 114), 8 ofidios (n= 9) y 5 saurios (n= 24). *Odontophrynus occidentalis* e *Hyla pulchella cordobae* sumaron alrededor del 60% de la abundancia total. *H. p. cordobae* fue la especie de distribución más amplia. Las especies más abundantes en los diferentes ambientes fueron *Odontophrynus americanus* y *Leptodactylus gracilis* en pastizal, *O. occidentalis* y *Mabuya dorsivittata* en bosque, *O. occidentalis* e *H. p. cordobae* en bordes de arroyo. Los ambientes estudiados no mostraron diferencias en cuanto a la riqueza o abundancia de individuos, pero sí en relación a la composición de las comunidades y los cambios estacionales en abundancias. La diversidad fue mayor en el pastizal ($H'=1,93$) con respecto al bosque ($H'=1,41$) y al borde de arroyo ($H'=1,19$). Abundancia, riqueza y diversidad para la Reserva en su conjunto correlacionaron en forma directa con temperatura y precipitación. Se comprobó la existencia de dos comunidades diferentes, una relacionada al ambiente de pastizal y otra a la unidad formada por el bosque y el borde de arroyo. Las altas tasas de deforestación registradas en el área podrían modificar las relaciones de abundancias entre especies y los patrones de biodiversidad en el área.

Palabras Clave: herpetofauna, comunidades, abundancia, diversidad, Sierras Chicas.

A B S T R A C T. — This work was conducted in «La Quebrada» Reserve, a protected area that is a representative of the Sierras Chicas. The aim of the present study was to describe the composition and diversity of the herpetofaunal community, its seasonal changes, and to test the differences in composition among herpetofaunal assemblages in highland pastures, forest and stream borders. The relationship between abundance, diversity and climatic variables was also tested. One to three sampling lines with 15 pitfall traps 10 m apart from each other were set in each environment. The traps were monthly checked between February 1991 and May 1994. The total number of trapped animals was 147, distributed among 21 species: 8 amphibians (n= 114), 8 snakes and 5 lizards. *Odontophrynus occidentalis* and *Hyla pulchella cordobae* comprised 60% of the total abundance. *H. p. cordobae* was the only species found in all environments. The species with the highest abundance were *Odontophrynus americanus* and *Leptodactylus gracilis* in

highland pastures, *O. occidentalis* and *Mabuya dorsivittata* in forest and *O. occidentalis* and *H. p. cordobae* in stream borders. Neither of the 3 studied environments showed differences in both species abundance and richness, but in each environment the herpetofaunal community had different structural and functional features. The highland pastures had the highest diversity ($H' = 1,93$) followed by forest ($H' = 1,41$) and stream borders ($H' = 1,19$). Abundance, richness and diversity of the herpetofaunal community as a whole were related directly with temperature and rainfall. Two different communities were detected, one related to the grassland habitat and the other to the forest-stream border unity. The high deforestation rates recorded in the area might modify the abundance relationships between species and the patterns of herpetofaunal diversity.

Key Words: herpetofaunal communities, abundance, diversity, Sierras Chicas.

INTRODUCCIÓN

La herpetofauna de la provincia de Córdoba es rica, variada y presenta, particularmente en las sierras, un mosaico interesante con sustituciones, endemismos y distintos niveles de transición entre las faunas Andino-Patagónica y Guayano-Brasileña (Martori y Aùn, 1994). Los estudios que incluyen muestreos sistemáticos en áreas geográficas localizadas aportan información sobre la composición y distribución de la fauna regional (Vega y Bellagamba, 1994), y en caso de extenderse en el tiempo permiten obtener datos de la variación temporal y espacial de las especies presentes en una localidad (Cruz *et al.*, 1992; Fitzgerald *et al.*, 1999).

La importancia del enfoque de comunidades radica en que la organización de la misma está influenciada por las interacciones simultáneas de las especies que la forman y de éstas con el hábitat (Mac Arthur, 1972). Las respuestas de las especies resultarán en estrategias adaptativas, relacionadas con la reproducción, la utilización de los recursos alimenticios, el espacio físico o una fisonomía vegetal particular (Heyer, 1967; Perotti, 1994).

Numerosos trabajos muestran las relaciones entre la distribución y composición de la herpetofauna y los ambientes de un área o región (Duellman, 1960; Heyer, 1967; di Fonzo de Ábalos

y Bucher, 1981; Maury y Barbault, 1981; Bridarolli y di Tada, 1994). Sin embargo en Córdoba, los estudios a nivel de comunidades herpetológicas en sitios puntuales son escasos. Entre los más destacados se puede mencionar a di Tada *et al.* (1980), Martori y Aùn (1994), Salas *et al.* (1998) y Martino (1998).

El conocimiento de la relación entre composición de las comunidades y los ambientes donde éstas ocurren tiene importantes implicancias en la conservación de la biodiversidad. En Córdoba muchas especies de la herpetofauna se encuentran en estado crítico de conservación por la acción de factores directos (comercio, depredación por especies exóticas) e indirectos (desmontes, incendios) (Ávila y Acosta, 1996). Particularmente en las Sierras Chicas, las actividades antrópicas y el cambio en el uso del suelo están generando una transformación sustancial de los ecosistemas que definen el paisaje serrano, especialmente la desaparición de los bosques (Gavier, 2002). Las comunidades asociadas a los ecosistemas más degradados serían especialmente afectadas.

El objetivo de este estudio es caracterizar la herpetofauna de la Reserva La Quebrada en términos de su composición, diversidad, distribución estacional y espacial y probar la existencia de comunidades diferentes asociadas a los ambientes de pastizal de altura, bosque serrano y borde de arroyo, en

una primera aproximación sistemática a la ecología de comunidades herpetológicas de las Sierras Chicas de Córdoba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. — La Reserva Hídrica La Quebrada está ubicada sobre el faldeo oriental de las Sierras Chicas de Córdoba, aproximadamente 31°10' S y 64°20' W. Protege una superficie de 4.200 ha las que incluyen a un embalse con una superficie de unas 17 ha. Sólo el lago y sus alrededores (300 ha) son propiedad del fisco, el resto de la Reserva es de dominio privado (Fig. 1).

El clima de las Sierras Chicas ha sido clasificado dentro del dominio semi-seco con tendencia al semi-húmedo, térmicamente con tendencia mesotermal, con gran déficit de agua y sin invierno térmico. En un relieve tan quebrado como las Sierras Chicas, se da la presencia de microclimas en cada diferente región (Capitanelli, 1979). Para el invierno se han registrado máximas absolutas de 34,1° C y míni-

mas absolutas de -9,3° C. En verano el valor máximo absoluto es 44° C y el mínimo absoluto es 4° C. En el período 1993-2000 la temperatura media anual fue 18,9° C, la máxima 25,6° C y la mínima 12,3° C. El 70% de las lluvias se concentra en los meses de octubre a marzo con un régimen continental de tipo monzónico. La precipitación anual promedio de los últimos cuarenta años es de 949 mm (Fig. 2).

El relieve está constituido por sierras antiguas de baja altura, con cumbres redondeadas, quebradas y valles rodeados por numerosos arroyos. La altura sobre el nivel del mar fluctúa entre 750 m en el lago, hasta 1.350 m en los puntos más altos de las sierras. Pendientes pronunciadas y alteración o desaparición de la vegetación exponen la cuenca a la erosión hídrica por lluvias torrenciales (Capitanelli, 1979; Estrabou, 1983).

Existen tres pisos principales de vegetación, el pastizal de altura, el arbustal y el bosque serrano, cuyo desarrollo responde principalmente a la altitud (Luti *et al.*, 1979; Estrabou, 1983; Cabido y Zak, 1999). Se trabajó en áreas homogéneas de los siguientes ambientes:

— Pastizal de altura, el cual se encuentra aproximadamente a partir de los 1.000 m en adelante, cubriendo al-

Figura 1. Reserva Hídrica La Quebrada. Ubicación geográfica, sitios de muestreo y unidades de vegetación (adaptado de Estrabou, 1983).

Figura 2. Climograma de Walter-Lieth para el área de estudio. Temperatura: 1970-2001, Precipitaciones: 1960-1993. Datos de la Cooperativa de Vivienda, Provisión de Obras, Servicios Públicos, Asistenciales y Otros Servicios Río Ceballos Limitada.

rededor del 75% de la superficie de la reserva y ocupando relieves planos o colinados. Sus especies más importantes son: *Festuca hieronymi*, *Stipa tenuissima*, *Stipa trichotoma*, *Sida* sp., *Paspalum dilatatum*.

— Bosque serrano, el cual se estudió por su importancia en relación con la diversidad faunística (Kufner *et al.*, 1998) y por ser un ecosistema característico de las Sierras. Se extiende aproximadamente desde los 750 m a los 1.100 m sobre un relieve de laderas; sus especies dominantes son *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco*, *Celtis tala*, *Acacia caven*, *Croton* sp., *Cestrum parqui*, *Sida* sp., *Stipa pseudoichu*, *Duchesnea indica*.

— El borde de arroyo fue considerado por separado como un ambiente muy importante para los anfibios. Ocupa los fondos de los valles de las áreas de menor altitud de la Reserva. Tiene una fisonomía parecida a la del bosque, ecosistema al que se relaciona espacialmente. Sus especies dominantes son: *Paspalum quadrifarium*, *P. notatum*, *Trifolium repens* y *Taraxacum officinale*, más la presencia de árboles aislados (Fig. 1).

Metodología. — En cada ambiente se instalaron líneas de trampas de caída constituidas por recipientes cilíndricos de 4 litros de capacidad y 30 cm de diámetro, a los que se agregó un fondo de formol al 10% para conservar el material capturado (Martino, 1998). El formol era renovado mensualmente. Cada línea constó de 15 trampas, separadas 10 m una de otra. Se instalaron 6 líneas en total, tres en el bosque en relación con su heterogeneidad estructural, dos en borde de arroyo para garantizar la obtención de resultados considerando la actividad humana en este sitio y una en el pastizal, por ser éste un ambiente más homogéneo. En las márgenes del embalse no se instalaron trampas ya que es un ambiente creado artificialmente y no es representativo

de las Sierras Chicas. Esta metodología ha sido probada eficazmente en estudios de herpetofauna realizados en ambientes diversos (Creusere y Whitford, 1976; Whitford y Creusere, 1977; Campbell y Christman, 1982; Vogt y Hine, 1982; Basso, 1990; Cruz *et al.*, 1992; Martino, 1998). Las trampas de caída se revisaron mensualmente, desde febrero de 1991 hasta mayo de 1994. En laboratorio los especímenes fueron identificados y acondicionados para colección, en alcohol al 75%. Posteriormente fueron depositados en la colección del Museo de Zoología de la Universidad Nacional de Córdoba.

Al menos una vez por estación se realizaron recorridas en los ambientes estudiados con el fin de completar la lista de especies mediante observación o captura manual (Basso, 1990; Vitt y Blackburn, 1991; Cruz *et al.*, 1992; R. Martori, com. pers.). El uso de distintos tipos de muestreo complementarios a las trampas, permite la captura y observación de numerosas especies con características biológicas muy diversas (Block *et al.*, 1988). Estos muestreos permitieron constatar si las capturas en las trampas demostraban la abundancia de las especies según las observaciones a campo. Asimismo permitieron complementar la información sobre uso de los microhábitats e historia natural de las especies. En las recorridas se incluyeron las márgenes del lago a fin de tener una estimación de las especies más comunes en las áreas de menor altitud y mayor grado de modificación de la reserva.

La determinación sistemática de los especímenes se hizo en base a características exomorfológicas, etológicas y ecológicas, mediante la consulta de claves, trabajos biogeográficos y descriptivos de las especies (Barrio, 1964; di Tada *et al.*, 1976; di Fonzo de Ábalos y Bucher, 1981; Cabrera y Bee de Speroni, 1984 y 1986; Cei, 1986; Gallardo, 1987; Cei y Martori, 1991). También se consultó el material de la Cátedra de

Diversidad Animal II de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

La composición de la comunidad se determinó en base al registro de todas las especies capturadas y/u observadas, constatándose el número de especímenes, las especies, los cambios en los aportes numéricos estacionales y las proporciones correspondientes a cada especie en los ambientes muestreados.

Se tomó como valor de riqueza al número de especies presente en cada ambiente considerando el muestreo total y estacionalmente. Los números de especímenes capturados se estandarizaron según el esfuerzo de trapeo (Campbell y Christman, 1982; Fitzgerald *et al.*, 1999; Cavitt, 2000) obteniéndose un índice de abundancia relativa (IAR). Los datos estacionales obtenidos durante todo el muestreo se agruparon en un ciclo anual, con el objeto de establecer las tendencias más importantes de los patrones de variación estacional. Las diferencias de riqueza y abundancia relativa de las comunidades se probaron con el índice c^2 para un $\alpha = 0,05$.

La similitud en la composición de las comunidades se evaluó mediante el índice cuantitativo de Sorenson (Magurran, 1988), aplicado a los valores del índice de abundancia relativa de cada comunidad. El mismo mide el porcentaje de similitud o superposición de dos comunidades mediante la fórmula:

$$C_N = \frac{2jN}{(aN + bN)}$$

donde aN es la abundancia total de individuos en la comunidad a y bN la abundancia total de individuos en la comunidad b , y jN es la suma de las abundancias menores de las especies presentes en ambas comunidades. Proporciona valores entre 0 y 1; cuanto más cercano a 1 es el valor del índice, más similares son las comunidades comparadas.

Para describir la variación estacional de la composición de las comunidades, se efectuó un análisis de componentes principales (Gauch, 1996) donde se usó como OTU (unidades a clasificar) la composición de las comunidades en las distintas estaciones y en los ambientes estudiados y como variables asociadas la abundancia relativa de cada especie en las OTU.

La diversidad específica de la comunidad se estimó a partir de los valores de abundancia relativa, mediante el índice de Shannon (1948):

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \cdot \ln p_i$$

donde p_i es la proporción del total de individuos que pertenecen a la especie i y s es el número de especies. Las diferencias entre los valores de diversidad obtenidos en cada ambiente se probaron mediante un test t (Hutchinson, 1970).

La relación de las variables climáticas con la herpetofauna se analizó mediante regresiones lineares, calculándose el coeficiente de determinación (r^2) y las probabilidades de linealidad (Sokal y Rohlf, 1981). Se correlacionó la variación de los valores estacionales medios de las variables independientes temperatura y precipitación durante el período estudiado, con las variables dependientes abundancia relativa, riqueza y diversidad de las comunidades estandarizados a un ciclo anual. Estas correlaciones se llevaron a cabo considerando la comunidad herpetológica en su conjunto.

RESULTADOS

Se capturaron 147 especímenes en total, correspondientes a 21 especies: 8 anfibios ($n = 114$), 8 ofidios ($n = 9$) y 5 saurios ($n = 24$) (Tabla 1). El número de especies no presentó diferencias significativas entre las comunidades de

Tabla 1. Número de individuos y abundancia relativa por estación y por ambiente (individuos/número de trampas, por meses considerados, por 100) agrupando los datos en un ciclo anual. (*: registrada en observaciones a campo pero no en las trampas).

pastizal de altura, bosque serrano y borde de arroyo ($c^2= 0,92$; $P= 0,62$; g.l.: 2). La riqueza específica de la comunidad herpetológica de La Quebrada en su conjunto, fue mayor en verano y primavera ($n= 14$ y 13), intermedia en otoño ($n= 7$) y menor en el invierno ($n= 3$), siendo estas diferencias significativas ($c^2= 8,72$; $P= 0,03$; g.l.: 3).

En cada ambiente la comunidad herpetológica tuvo una composición específica diferente; con especies de aparición regular y otras esporádica. Las dominantes numéricas fueron diferentes para los tres ambientes. En la comunidad del pastizal de altura se hallaron 10 especies; las mejor representadas y de aparición regular considerando el porcentaje del total de capturas, fueron tres: *Odontophrynus americanus* (27%), *Leptodactylus gracilis* (26%) y *Mabuya dorsivittata* (20%). En el bosque se presentaron 11 especies, destacándose la presencia de varios reptiles. Las especies dominantes fueron *O. occidentalis* (68%) y *M. dorsivittata* (10%). En el borde de arroyo se encontraron 7 especies y fueron dominantes *O. occidentalis* e *Hyla pulchella cordobae*, que sumaron el 90% (Tabla 1). Las comunidades de bosque y borde de arroyo resul-

taron las más similares ($C_N = 0,56$), mientras que la del pastizal se diferenció de ambas ($C_N = 0,21$) y ($C_N = 0,08$), respectivamente.

Si bien los anfibios fueron más importantes numéricamente, los reptiles tuvieron mayor representación específica. Esto se cumplió en el pastizal y en bosque; en el borde de arroyo no se encontraron saurios. Entre las especies con mayor número de individuos se destaca *Odontophrynus occidentalis*. Los reptiles tuvieron escasa representación, siendo *Mabuya dorsivittata* relevante en las comunidades de bosque y pastizal. Las abundancias relativas totales de las tres comunidades no pre-

Figura 3. Variación estacional de la abundancia relativa de las comunidades en los ambientes estudiados.

sentaron diferencias significativas ($c^2=0,47$; g.l.: 2; $P=0,79$).

La abundancia relativa estacional de la comunidad herpetológica de La Quebrada en su conjunto varió significativamente desde el valor mayor en verano (15,31) debido principalmente al aporte de anfibios, fue intermedio en otoño (9,01) y primavera (7,61), y menor en invierno (1,04) en que se capturaron sólo saurios (*Cercosaura schreibersii schreibersii*, *Mabuya dorsivittata* y *Homonota fasciata*) ($c^2=13,3$; g.l.: 3; $P=0,004$). Esta tendencia fue similar en las comunidades de los tres ambientes muestreados (Fig. 3).

Las variaciones de la abundancia relativa en cada estación y ambiente muestran la influencia de las especies de anfibios en la variación de la abundancia relativa total (Tabla 1). En el verano la abundancia es alta debido al aporte de *Odontophrynus occidentalis* y *H. p. cordobae* en las comunidades de borde de arroyo y de *O. occidentalis* en bosque (posiblemente ejemplares provenientes desde el borde de arroyo), mas la presencia de *O. americanus* y *L. gracilis* en el pastizal. Es destacable la mayor presencia numérica de anfibios en las comunidades de borde de arroyo y bosque con respecto a la de pastizal, durante los meses de otoño y primavera.

Entre los reptiles, el bajo número de capturas no permitió definir una tendencia. Los ofidios fueron observados esporádicamente y en número escaso. Los saurios tuvieron mayor presencia en el bosque, principalmente durante la primavera y sólo *M. dorsivittata* se destacó en las comunidades de pastizal y bosque durante el otoño.

Las recorridas para observación y captura de individuos permitieron constatar las tendencias biocenóticas obtenidas con las trampas. Los reptiles fueron en general difíciles de observar. Grandes grupos de anfibios fueron detectados por sus cantos, principalmente después de tormentas estivales. En

mallines de los pastizales de altura se observaron concentraciones importantes de *O. americanus*, así como ejemplares aislados y en menor número de *Melanophryniscus stelzneri stelzneri* y *Leptodactylus gracilis*. En los arroyos relacionados con el bosque y a orillas del embalse eran abundantes *O. occidentales* e *H. p. cordobae*. En estas recorridas se constató la presencia de *Bufo arenarum* en la orilla del embalse y en las áreas periurbanas y algunos ejemplares en el arroyo, aunque ninguno fue capturado en las trampas.

El análisis de componentes principales muestra un grupo de puntos que representan la composición de las comunidades en las estaciones de menor riqueza y abundancia relativa, correspondientes al invierno y en menor medida al otoño. A partir de este gru-

Figura 4. Variación estacional en la composición de las comunidades de los ambientes estudiados según un análisis de componentes principales. El gráfico muestra el ordenamiento de las unidades a clasificar (composición de cada comunidad en cada estación) en los dos primeros componentes los que acumulan el 79% de la variabilidad. En el componente I los factores más importantes son *O. occidentalis* (0,92) e *H. p. cordobae* (0,26). En el componente II los factores más importantes son *O. americanus* (0,65) y *L. gracilis* (0,61). Cada comunidad se indica con su inicial seguida de la estación correspondiente (ej.: PV: pastizal en el verano).

Figura 5. Distribución esquemática de especies en un perfil altitudinal de la Reserva La Quebrada según datos de presencia/ausencia en los distintos ambientes.

po, los puntos se agrupan mostrando una evolución estacional distinta para la composición de la comunidad de pastizal con respecto a las de borde de arroyo y bosque (Fig. 4). Las composiciones estacionales del pastizal se distribuyen a lo largo del componente 2, determinado principalmente por las abundancias relativas de *Odontophrynus americanus* y *Leptodactylus gracilis*, mientras que los puntos correspondientes a las composiciones estacionales de las comunidades de borde de arroyo y bosque se distribuyen a lo largo del componente 1, determinado por las abundancias relativas de *O. occidentalis* e *H. p. cordobae*. De esta forma, las composiciones de las comunidades se diferencian progresivamente hasta el verano, en que son sustancialmente diferentes.

La diversidad fue significativamente mayor en el pastizal de altura ($H' = 1,93$), respecto al bosque ($H' = 1,41$) y al borde de arroyo ($H' = 1,19$) ($t = 2,11$; g.l.: 97; $P < 0,05$ y $t = 3,22$; g.l.: 74; $P < 0,01$ respectivamente), no así entre los dos últimos ($t = 1,11$; g.l.: 100; $P = 0,25$).

La distribución espacial de las especies a lo largo de un perfil altitudinal desde el pastizal de altura hasta el embalse presenta variaciones en la presencia de las especies. Un grupo de especies se presenta en un solo ambiente, mientras el resto ocuparon dos o tres ambientes. Sólo *H. p. cordobae* estuvo presente en todos los ambientes (Fig. 5).

La variación estacional de la abundancia relativa y de la riqueza de la comunidad herpetológica en su conjunto correlacionaron positiva y significativamente con los valores estacionales medios de precipitación ($r^2 = 65,3$; g.l. = 11; $P = 0,001$ y $r^2 = 56,6$; g.l. = 11; $P = 0,004$, respectivamente) y temperatura ($r^2 = 64,9$; g.l. = 11; $P = 0,002$ y $r^2 = 70$; g.l. = 11; $P = 0,001$, respectivamente). La diversidad se correlacionó en forma directa y positiva con la temperatura ($r^2 = 37,4$; g.l. = 11; $P = 0,03$) pero no con la precipitación ($r^2 = 18$; g.l. = 11; $P = 0,16$).

DISCUSIÓN

En la Reserva La Quebrada, la herpetofauna está organizada espacialmente en diferentes comunidades asociadas a distintos ambientes. Los anfibios son el grupo numéricamente dominante y, por consiguiente, determinantes de las diferencias encontradas entre comunidades y estaciones. Las comunidades no sólo se definieron por la presencia de especies características, sino también por las diferencias en abundancia de las especies de distribución más amplia, como *H. p. cordobae*.

El tipo y la dinámica del recurso hídrico en cada ambiente, determinaría las diferencias observadas en las comunidades. Para los anfibios, la disponibilidad de agua y su fluctuación anual (permanente-temporaria), es el factor más importante en su distribución ecológica por ambientes (Duellman, 1960; Jones, 1988a). En el pastizal, las especies dominantes *O. americanus*, *M. stelnzeri* y *L. gracilis* están adaptadas a reproducirse en cuerpos de agua temporales como mallines, charcos o pequeñas vertientes (Barrio, 1964; di Tada *et al.*, 1976; Gallardo, 1987, Martino, 1998). Por el contrario, en el bosque y el borde de arroyo los anfibios dominantes *O. occidentalis* e *H. p. cordobae* están adaptados a reproducirse y vivir en arroyos y cuerpos de agua permanentes (Barrio, 1964; di Tada *et al.*, 1976).

Un sistema de trampas de caída puede producir un sesgo en los resultados según las probabilidades diferentes de las especies a ser capturadas (Fitzgerald *et al.*, 1999). Por otra parte, utilizar diferentes métodos de muestreo adaptados a los grupos estudiados dificulta la posibilidad de integrar los datos para su análisis e interpretación.

En el caso de los reptiles, son necesarios más estudios para conocer con certeza la relación de las especies con los distintos ambientes de la Reserva.

Los saurios capturados han sido citados para bosques, pastizales y otros ambientes (Ceí, 1986; Cabrera, 1996). Si bien Cabrera (1996) considera que las especies de saurios en el área serían poco numerosas, un número mayor de capturas sería necesario para definir su distribución por ambientes. El tamaño de las trampas puede haber influido en la baja captura de ofidios. En general, las especies capturadas tienen una amplia distribución en distintos ambientes, con poblaciones importantes como *Bothrops neuwiedi diporus* y *Micrurus pyrrhocryptus* (di Fonzo de Ábalos y Bucher, 1983; Reati, 1996).

Considerando las especies presentes, la ubicación espacial de estos ambientes y sus similitudes estructurales en cuanto al tipo de vegetación, se puede concluir que las especies encontradas en el bosque y el borde de arroyo constituyen en realidad una única comunidad, claramente diferenciada de la del pastizal. Por ejemplo, en la comunidad de bosque la abundancia relativa estival dependió principalmente del aporte de *O. occidentalis*. Este anfibio accedería a este ambiente en verano, desde su hábitat reproductivo en el arroyo.

Las variaciones estacionales en riqueza, diversidad y abundancia relativa son coincidentes con patrones de variación descritos para otras comunidades herpetológicas en Córdoba y en general en el Chaco. La concentración de la abundancia relativa y la riqueza en el período estival coincide con la actividad reproductiva de la herpetofauna. La riqueza y abundancia de éstos en una localidad al sur de Córdoba es máxima en los meses de verano, cuando dominan las especies comunes (Martino, 1998). Si bien las especies de saurios en La Quebrada han sido encontrados en otros ambientes activos en todas las estaciones (Gallardo, 1968; Cruz, 1994), su abundancia y riqueza también es mayor en la estación reproductiva, en primavera o verano dependiendo de la

especie (Aún y Martori, 1994, 1996; Cruz, 1994; Cruz y Ramírez Pinilla, 1996; Fitzgerald *et al.*, 1999). También la riqueza y abundancia de ofidios en el Chaco se concentra en el período estival, coincidente con los picos de actividad reproductiva en primavera o a fines del verano (Yanosky *et al.*, 1996; Leynaud y Bucher, 2001). Estas variaciones están relacionadas con un aumento en las precipitaciones y la temperatura durante el período estival, disparadoras de la actividad reproductiva (Martino, 1998; Fitzgerald *et al.*, 1999; Yanosky *et al.*, 1996; Leynaud y Bucher, 2001).

La organización espacial de las especies de la herpetofauna de la Reserva mostró ser compleja y el resultado de adaptaciones a distintas condiciones ambientales, derivadas de la biología de las especies (Maury y Barbault, 1981; Fitzgerald *et al.*, 1999). Los factores físicos del ambiente influirían en la determinación de los períodos activos, las fluctuaciones de la abundancia y en consecuencia, en la estructuración de las comunidades a través del tiempo (Whitford y Creusere, 1977; Vogt y Hine, 1982; Scheibe, 1987).

Si bien es riesgoso discutir lo que no hay, una especie debe ser consideradas particularmente. *Physalaemus biligonigerus* es un anfibio muy abundante y de amplia distribución en las Sierras Chicas, citada incluso para la localidad de Río Ceballos (donde se ubica la Reserva La Quebrada) (Reati, 1996). Esta especie no fue observada en la Reserva a pesar de que posee un canto muy conspicuo que la hace fácilmente detectable en recorridos a campo, lo que disminuye considerablemente las posibilidades de un error de trampeo. Asimismo, *Leptodactylus ocellatus* fue muy poco representada en el muestreo y si bien es citada como muy abundante en los arroyos serranos, algunas de sus poblaciones estarían sufriendo una marcada disminución numérica (Reati, 1996).

Las actividades humanas constituyen una amenaza para muchas especies de herpetofauna. En particular los anfibios estarían sufriendo un proceso de declinación global relacionado a que sus características biológicas y ecológicas los hacen especialmente sensibles a diferentes tipos de alteraciones del hábitat. Por esta razón son considerados importantes indicadores del grado de alteración de los ecosistemas a diferentes escalas (Pough *et al.*, 1998).

Las Sierras Chicas, particularmente el área donde se ubica la Reserva La Quebrada, están sufriendo un importante proceso de transformación y cambio a nivel de paisaje. El Bosque Serrano en el área está desapareciendo a una tasa de 2,8 % anual, que redujo su superficie un 40% entre 1970 y 1997, con un sustancial aumento del nivel de fragmentación. Las áreas deforestadas son reemplazadas por arbustales, pastizales y urbanización (Gavier, 2002). Si bien las comunidades de anfibios están más influenciadas por las características hídricas del ambiente reproductivo, el tipo de cobertura y la vegetación también son claves en la determinación de su composición (Jones, 1988 a y b). Lo mismo ocurre con las comunidades de reptiles y la vegetación (Pianka, 1966).

Considerando las asociaciones entre comunidades y ambientes encontradas en La Quebrada, la transformación del paisaje serrano podría provocar cambios importantes en los patrones espaciales de abundancia y diversidad de la herpetofauna a nivel local y regional, favoreciendo a especies adaptadas a ambientes de pastizales o a vivir en áreas muy modificadas (urbanizaciones) y afectando negativamente a especies asociadas a bosques. Asimismo la degradación que sufren los ambientes por manejos incorrectos como el sobrepastoreo y la tala selectiva en los bosques (Jones, 1988a) podría afectar la composición de especies en las distintas comunidades, considerando los altos nive-

les de sobrepastoreo en pastizales y degradación en los bosques de la Reserva La Quebrada (Estrabou, 1983; Gavier MS en preparación).

La Reserva La Quebrada constituye un área representativa de la diversidad herpetofaunística de las Sierras Chicas. Es necesaria su conservación y manejo a fin de asegurar la integridad biológica de las comunidades presentes, considerando los cambios irreversibles que las actividades humanas están produciendo en el área.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a quienes colaboraron desinteresadamente en diversos aspectos de este trabajo. El Dr. Mario R. Cabrera, Ricardo Martori y la Dra. Margarita Chiaraviglio aportaron valiosas sugerencias en el desarrollo del trabajo. Ana Calabrese colaboró en el trabajo de campo. La Dirección Provincial de Agua y Saneamiento (D.A.S) nos facilitó sus instalaciones en la Reserva La Quebrada. El trabajo contó con un subsidio otorgado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba.

LITERATURA CITADA

- AÚN, L. & R. A. MARTORI. 1994. Biología de una población de *Homonota horrida*. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 90-96.
- AÚN, L. & R. A. MARTORI. 1996. Características de la biología de *Cnemidophorus serranus* y *Cnemidophorus lacertoides*. *Cuad. herpetol.* 9 (2): 95-99.
- ÁVILA, L. J. & J. C. ACOSTA. 1996. Evaluación del estado de conservación de la fauna de saurios, anfisbénidos y anfibios de la provincia de Córdoba (Argentina). *Facena* 12: 77-92.
- BASSO, N. G. 1990. Estrategias adaptativas en una comunidad subtropical de anuros. *Cuad. herpetol.* 1: 1-70.
- BARRIO, A. 1964. Caracteres eto-ecológicos diferenciales entre *Odontophrynus americanus* (Duméril et Bibron) y *Odontophrynus occidentalis* (Berg) (Anura, Leptodactyliidae). *Physis* 24 (68): 385-390.
- BLOCK, W. M., M. L. MORRISON, J. C. SLAYMAKER & G. JONGEJAN. 1988. Design considerations for the study of amphibians, reptiles and small mammals, in California's oak woodlands. Temporal and spatial patterns: 247-253. *En*: R. SZARO, K. SEVERSON y R. PATTON (Coordinators), Management of amphibians, reptiles, and small mammals in North America. USDA Forest Service. General Technical Report RM-166. 458 pp.
- BRIDAROLLI, M. E. & I. E. DI TADA. 1994. Biogeografía de los anfibios anuros de la región central de la República Argentina. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 63-82.
- CABIDO, M. R. & M. ZAK. 1999. Vegetación del Norte de Córdoba. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. Universidad Nacional de Córdoba y CONICET. Córdoba, Argentina. 56 pp.
- CABRERA, M. R. 1996. Lista y distribución geográfica de saurios, anfisbenas y tortugas (Amniota, Reptilia) de la provincia de Córdoba: 215-238. *En*: I. E. DI TADA y E. H. BUCHER (eds.), Biodiversidad de la Provincia de Córdoba, Fauna. Vol. I. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 1996. 378 pp.
- CABRERA, M. R. & N. T. BEE DE SPERONI. 1984. Composición y distribución de la lacertofauna de la provincia de Córdoba. I- Familias Gekkonidae, Scincidae y Teiidae. *Hist. Nat.* 4 (8): 69-78.
- CABRERA, M. R. & N. T. BEE DE SPERO-

- NI. 1986. Composición y distribución de la lacertofauna de la provincia de Córdoba, Argentina. II. Amphisbaenidae, Anguidae e Iguanidae. *Hist. Nat.* 6 (8): 1-12.
- CAMPBELL H. W. & S. P. CHRISTMAN. 1982. Field Techniques for Herpetofaunal Community Analysis: 193-200. *En*: J. SCOTT, JR. (ed.), *Herpetofaunal Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League*, August 1977. U.S. Fish and Wildlife Service Research Report, 13. Washington, D.C. USA. 239 pp.
- CAPITANELLI, J. 1979. Clima: 144-203. *En*: J. B. VÁZQUEZ, R. A. MIATELLO y M. E. ROQUÉ (Directores), *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Banco de la Provincia de Córdoba. Editorial Boldt, Buenos Aires.
- CAVITT, J. F. 2000. Fire and tallgrass prairie reptile community: Effects on relative abundance and seasonal activity. *J. Herpetol.*, 34 (1): 12-20.
- CEI, J. M. 1986. Reptiles del Centro, Centro-Oeste y Sur de la Argentina. Herpetofauna de las zonas áridas y semiáridas. *Mus. Reg. Sci. Nat. Monografie IV*. Torino, 527 pp.
- CEI, J. M. & R. A. MARTORI. 1991. A new species of *Cnemidophorus* of the *lacertoides* species group from the eastern Sierras de Córdoba, Central Argentina (Lacertilia, Teiidae). *Bol. Mus. Reg. Sci. Nat.*, Torino 9 (1): 33-38.
- CREUSERE, F. M. & W. G. WHITFORD. 1976. Ecological relationships in a desert anuran community. *Herpetologica* 32 (1): 7-18.
- CRUZ, F. B. 1994. Actividad reproductiva en *Homonota horrida* (Sauria: Gekkonidae) del Chaco occidental en Argentina. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 119-125.
- CRUZ, F. B., M. G. PEROTTI & L. A. FITZGERALD. 1992. Lista de anfibios y reptiles colectados en una localidad del Chaco salteño. *Acta zool. lilloana* 42 (1): 101-107.
- CRUZ, F. B., & M. RAMIREZ PINILLA. 1996. Actividad reproductiva en el lagarto *Liolaemus chacoensis*. (Sauria: Tropicuridae), del Chaco Oriental, Salta, Argentina. *Rev. Esp. Herp.* (1996) 10: 33-39.
- DI FONZO DE ÁBALOS, A. & E. H. BUCHER. 1981. La fauna de serpientes de la provincia de Córdoba, Argentina. I. Lista de especies y distribución. *Ecosur* 16: 89-98.
- DI FONZO DE ÁBALOS, A. & E. H. BUCHER. 1983. La fauna de serpientes de la provincia de Córdoba, Argentina. II. Comunidades asociadas a las formaciones vegetales. *Ecosur* 10 (19/20): 19-35.
- DI TADA, I. E., M. M. SALUSSO & R. A. MARTORI. 1976. Lista de los batracios de Córdoba. *Bol. Acad. Nac. Ciencias*, Córdoba 51 (3-4): 325-362.
- DI TADA, I. E., R. A. MARTORI, A. C. DE OCAÑA & M. B. KUFNER. 1980. Herpetofauna endémica de Pampa de Achala (Córdoba, Argentina). *Act. I Re. Iber. Zool. Vert.*: 493-512. La Rábida, España, 1977.
- DI TADA, I. E., M. V. ZAVATTIERI, M. E. BRIDAROLLI, N. E. SALAS, & A. L. MARTINO. 1996. Anfibios anuros de la provincia de Córdoba: 191-214. *En*: I. E. DI TADA y E. H. BUCHER (eds.), *Biodiversidad de la provincia de Córdoba, Fauna*. Vol. I. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 1996. 378 pp.
- DUELLMAN, W. E. 1960. A distributional study of the amphibians of the Isthmus of Tehuantepec, México. *Occ. Pap. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist.* 96: 1-53.
- ESTRABOU, C. 1983. Relevamiento de variantes fisonómicas de la cuenca La Quebrada. Seminarios I y II, Cátedra de Geobotánica, F.C.E.F. y N., Córdoba. 33 pp.

- FITZGERALD, L. A., F. B. CRUZ & G. PERROTTI. 1999. Phenology of a lizard assemblage in the dry Chaco of Argentina. *J. Herpetol.* 33 (4): 526-535.
- GALLARDO, J. M. 1968. Las especies argentinas del género *Mabuya* Fitzinger. *Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat.* 9 (8): 177-196.
- GALLARDO, J. M. 1987. Anfibios Argentinos: Guía para su identificación. Biblioteca Mosaico, Librería Agropecuaria. B. Aires. 68 pp.
- GAUCH, H. G. 1996. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, Cambridge, USA. 298 pp.
- GAVIER, G. 2002. Deforestación y fragmentación del bosque en las Sierras Chicas de Córdoba, Argentina. Magister Thesis, Centro de Zoología Aplicada. Universidad Nacional de Córdoba. 138 pp.
- HEYER, W. R. 1967. A herpetofaunal study of an ecological transect through the Cordillera de Tilarán, Costa Rica. *Copeia* 1967 (2): 259-271.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theoretical Biology* 29: 151-154.
- JONES, K. B. 1988 a. Distribution and habitat associations of herpetofauna in Arizona: Comparisons by habitat type: 109-128. *En*: R. SZARO, K. SEVERSON y R. PATTON (Coordinators), Management of amphibians, reptiles, and small mammals in North America. USDA Forest Service. General Technical Report RM-166. 458 pp.
- JONES, K. B. 1988 b. Comparison of herpetofaunas of a natural and altered riparian ecosystem: 222-227. *En*: R. SZARO, K. SEVERSON y R. PATTON (Coordinators), Management of amphibians, reptiles, and small mammals in North America. USDA Forest Service. General Technical Report RM-166. 458 pp.
- KUFNER, M. B.; L. GIRAUDO; G. GAVIER, M. ALTRICHTER; D. TAMBURINI & M. SIRONI. 1998. Fauna de vertebrados y sus biotopos en la reserva La Quebrada de Río Ceballos, Córdoba. *Acta zool. lilloana* 44 (1): 177-184.
- LEYNAUD, G. C. & E. H. BUCHER. 2001. Composition, relative abundance and activity patterns of the snake fauna of Los Colorados biological station (Western Chaco of Argentina). *Bol. Acad. Nac. Cienc.* 66: 125-132.
- LUTI, R.; M. A. BERTRÁN DE SOLIS, F. M. GALERA.; N. MÜLLER DE FERREYRA; M. BERZAL; M. NORES; M. A. HERRERA. & J. C. BARRERA. 1979. Vegetación: 297-368. *En*: VÁZQUEZ, J. B., R. A. MIATELLO y M. E. ROQUÉ (Eds.), Geografía física de la provincia de Córdoba; Editorial Boldt. Rep. Arg.
- MAGURRAN, A. M. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. USA. 200 pp.
- MAC ARTHUR, R. H. 1972. Geographical Ecology. Harper y Row. New York, 269 pp.
- MARTINO, A. L. 1998. Análisis estructural de una comunidad de Anfibios (Barreto, Córdoba-Argentina). Tesis Doctoral. Carrera del Doctorado en Ciencias Biológicas, Fac. Cs. Ex. Fís. Quím. y Nat. Universidad Nacional de Río Cuarto. 154 pp.
- MARTORI, R. A. & L. AÚN. 1994. Análisis comparativo de tres comunidades de Squamata de la Sierra Grande de Córdoba, Argentina. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 97-103.
- MAURY, M. E. & R. BARBAULT. 1981. The spatial organization of the lizard community of the Bolsón of Mapimí (Chihuahuan desert, México): 79-87. *En*: R. BARBAULT y G. HALFFTER (Eds.), Ecology of the Chihuahuan desert. MAB/

- UNESCO. Instituto de Ecología. México. D.F. 167 pp.
- PEROTTI, M. G. 1994. Aportes preliminares sobre la reproducción en una comunidad de anuros chaqueños en Argentina. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 39-50.
- PIANKA, E. R. 1966. Convexity, desert lizards and spatial heterogeneity. *Ecology* 6 (47): 1055-1059.
- POUGH, F. H., R. M. ANDREWS, J. E. CADLE, M. C. CRUMP, A. H. SANITZKY & K. D. WELLS. 1998. Herpetology. Prentice Hall, inc. New Jersey, USA. 577 pp.
- REATI, G. J. 1996. Serpientes de la provincia de Córdoba, Argentina: 239-254. *En*: I. E. DI TADA y E. H. BUCHER (eds.), Biodiversidad de la Provincia de Córdoba, Fauna. Vol. I. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, 1996. 378 pp.
- SALAS, N. E., V. ZAVATTIERI, I. E. DI TADA, A. MARTINO & M. E. BRIDAROLLI. 1998. Bioacustical and etho-ecological features in amphibian communities of southern Córdoba province (Argentina). *Cuad. herpetol.* 12 (1): 37-46.
- SCHEIBE, J. S. 1987. Climate, competition, and the structure of temperate zone lizard communities. *Ecology* 68 (5): 1424-1426.
- SHANNON, C. E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell. Systems Tech.* 27: 379-423, 623-656.
- SOKAL, R. & F. J. ROHLF. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in the biological research. Freeman and Company. New York. 859 pp.
- VEGA, L. E. & P. J. BELLAGAMBA. 1994. Reptiles de la reserva de usos múltiples Caleta de los Loros, Río Negro, Argentina. *Cuad. herpetol.* 8 (1): 141-145.
- VITT L. J. & D. G. BLACKBURN. 1991. Ecology and life history of the viviparous lizards *Mabuya bistriata* (Scincidae) in the Brazilian Amazon. *Copeia* 1991 (4): 916-927.
- VOGT, R. C. & R. L. HINE. 1982. Evaluation of techniques for assessment of amphibian and reptile populations in Wisconsin: 201-217. *En*: J. SCOTT, JR. (ed.), Herpetofaunal Communities: A Symposium of the Society for the Study of Amphibians and Reptiles and the Herpetologist's League, August 1977. U.S. Fish and Wildlife Service Research Report, 13. Washington, D.C. USA. 239 pp.
- WHITFORD, G. W. & F. M. CREUSERE. 1977. Seasonal and yearly fluctuations in Chihuahuan desert lizard communities. *Herpetologica* 33: 54-65.
- YANOSKY, A., J. R. DIXON & C. MERCOLLI. 1996. Ecology of the snake community at the El Bagual ecological reserve, northeastern Argentina. *Herp. Nat. Hist.* 4 (2): 97-109.