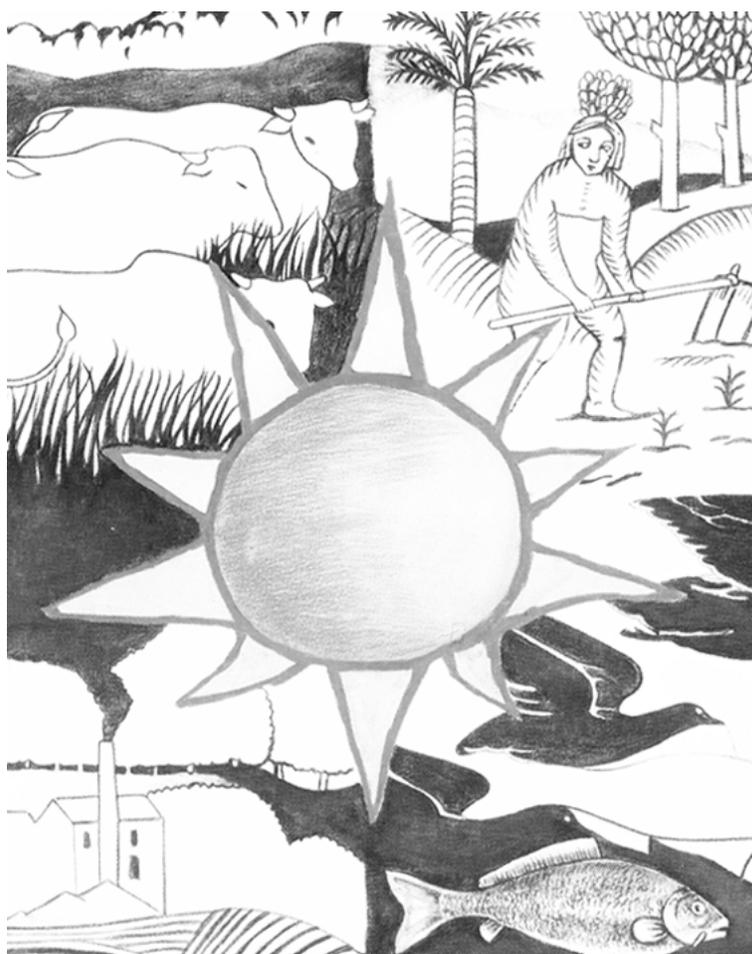


## **DIVERSIDAD INVERNAL DE AVES TERRESTRES EN AMBIENTES DESÉRTICOS DEL NORTE DE CHILE**

Winter bird diversity in terrestrial environments desert of northern Chile

*P. Contreras & M. C. González*



Centro de Estudios Agrarios y Ambientales. Casilla 164, Valdivia, Chile. Correos electrónicos:  
pcontreras@ceachile.cl, cgonzalez@ceachile.cl.

## **RESUMEN**

Conocer la biodiversidad de un sitio o ecosistema permite otorgarle a éste un valor instantáneo y específico a la hora de realizar una investigación. Los ecosistemas áridos del Norte de Chile, se caracterizan por poseer una escasa productividad y con ello una escasa riqueza de especies, viéndose ambos factores influenciados por los eventos climáticos asociados a lluvias ocasionales producidas por el fenómeno del Niño que configura en esta región de Chile eventos como el Desierto Florido. Este estudio tiene por objetivo, conocer la biodiversidad del ensamble de aves existente en cuatro ambientes de la Quebrada Leones, región de Atacama, a través de puntos de censos y avistamientos realizados en cada ambiente definido, en un período carente de los efectos climáticos producidos por el Niño. Se registraron en total 16 especies de aves con una abundancia de 43 individuos. En base al análisis de los índices de diversidad Shannon, el ambiente más diverso fue Ladera (2,61 bits), mientras que el menos diverso fue Duna (0,97 bits). Se analizan y discuten los resultados de acuerdo a la diversidad calculada para los cuatro ambientes (diversidad alpha) y para el total de los cuatro ambientes descritos para la Quebrada Leones (diversidad beta).

Palabras clave: aves, diversidad, ecosistemas áridos, Chile.

## **ABSTRACT**

Knowing biodiversity of a site or ecosystem can allows us to give it a specific and instant value when conducting an investigation. Arid ecosystems of northern Chile, are characterized by low productivity and thus a low species richness, being both factors influenced by climatic events associated with occasional rains caused by El Niño phenomenon that sets in this region of Chile events like the Desierto Florido like. This study aims to know the biodiversity of the existing bird assemblage in four areas of the Quebrada Leones, Atacama region, through surveys and sightings points made in each definef environment in a period devoid of climatic effects caused by El Niño. There were a total of 16 species of birds with an abundance of 43 individuals. Based on the analysis of the Shannon diversity index, Ladera was the more diverse environment (2.61 bits), while the least Duna (0.97 bits). We analyze and discuss the results according to the diversity calculated for the four environments (alpha diversity) and the total of the four environments described for Quebrada Leones (beta diversity).

Key words: birds, diversity, arid ecosystem, Chile.

## INTRODUCCIÓN

En Chile habitan 438 especies de aves (sensu Marín 2004) de éstas 11 especies son endémicas, 9 introducidas y 83 clasificadas como raras. Marín (2004) propone siete zonas de vida para las aves en Chile, en este caso para la zona Mediterránea, que se extiende desde Antofagasta (23° S) hasta Concepción (37 °S) cubriendo hasta Vallenar (29 °S) una zona costera muy angosta, se describen 230 especies de aves equivalente al 52% de las aves descritas para Chile. Las condiciones de aridez que presenta el desierto de Atacama son causadas por un régimen climático influenciado por la corriente fría de Humboldt que fluye de sur a norte y por la zona de alta presión del pacífico accidental central que impide el movimiento de frentes de lluvia hacia el norte. Estas condiciones sumado a la presencia de un anticiclón tropical estable resultan en un clima costero templado uniforme con lluvias escasas (Rundel et al. 1991) que según su intensidad provocan el fenómeno del «Desierto Florido», donde gran cantidad de plantas florecen por un corto período cambiando la biota del desierto (Holmgren et al. 2006). Los ecosistemas áridos constituyen en general sistemas ecológicos relativamente simples con baja productividad y riqueza de especies (Noy- Meir 1973) pero con una alta heterogeneidad espacial (Kelt et al. 1996).

Al igual que en otras zonas desérticas del mundo, en la región de Atacama las precipitaciones son tan bajas que el agua es el factor controlador dominante de los procesos biológicos (Gutiérrez 2008), y establece un patrón espacial de recursos disponibles para los consumidores, en este caso para las aves (Wiens 1985). De esta manera diversos autores señalan que la biodiversidad depende en gran medida de los patrones estructurales de los paisajes naturales (Forman 1995, Forman & Collinge 1996). De acuerdo a Gantz

et al. (2009) la heterogeneidad de hábitat y la dispersión de especies desde zonas cercanas serían factores importantes que permitirían sostener la riqueza local de aves del desierto de Atacama. Los mismos autores atribuyen a los eventos de lluvias ocasionales asociados a fenómenos ENOS (El Niño, Oscilación del Sur), la variación de los gremios tróficos de aves, en especial de granívoros y la inmigración de especies debido a movimientos latitudinales y altitudinales desde zonas adyacentes.

Por lo tanto es relevante evaluar la diversidad de especies de aves en estos ecosistemas sometidos a tales variaciones en las precipitaciones, por lo que el objetivo de este estudio es caracterizar la diversidad invernal de aves presentes en un periodo sin lluvias en un área que presenta una alta heterogeneidad espacial como Quebrada Leones y que además es considerada sitio prioritario para la conservación en la región de Antofagasta, el cual fue definido como tal dentro de la Estrategia de Biodiversidad de la región de Atacama en el año 2002 (CONAMA 2002). Este sitio prioritario correspondiente al ecosistema del Desierto Florido de los Llanos (Gajardo 1994) y actualmente se encuentra sin representación o protección oficial dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestre Protegidas del Estado (SNASPE).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

Quebrada Leones está ubicada a 20 km al norte de la ciudad de Caldera, provincia de Copiapó, región de Atacama, situada en una cuenca exorreica ubicada entre las coordenadas UTM Este (322790; 334557) y UTM Norte (7013776; 7019544), abarcando una superficie de 2.971,48 ha, a una distancia de 4 km aproximadamente de la línea de costa (Fig. 1)

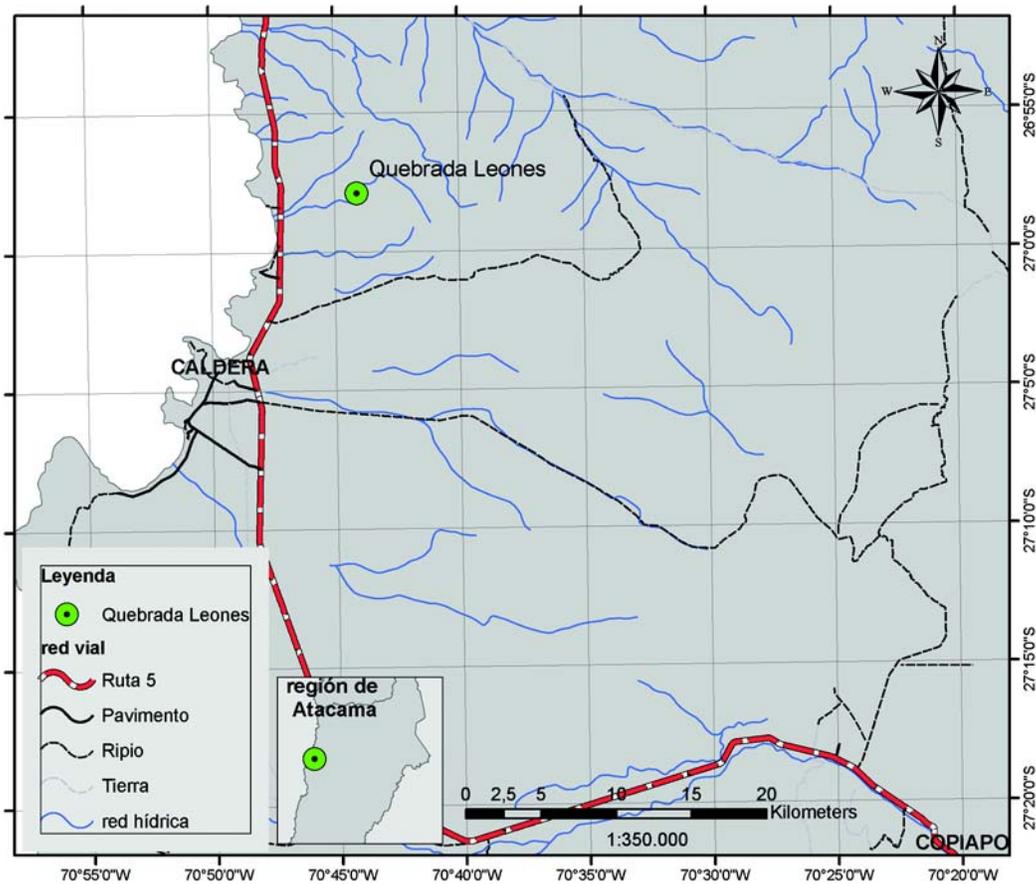


FIGURA 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Geographic location of the study area.

y con alturas máximas que promedian los 500 metros. Gajardo (1994) indica que la vegetación presente en este sitio es una mezcla de dos ecosistemas del desierto, el Desierto costero de Taltal y el Desierto Florido de los Llanos. La vegetación costera llamada desierto costero por Gajardo (1994), se extiende por el litoral de la Serena hasta Perú y se caracteriza por presentar una marcada zona de neblinas, donde la vegetación alcanza gran desarrollo y donde aparecen cactáceas columnares del género *Eulychnia* las que se ven asociadas a una gran diversidad de

arbustos de diferentes géneros como *Nolana*, *Heliotropium*, *Euphorphia* y *Tetragonia*, mientras que las plantas suculentas varían tanto en altitud como en latitud y las cactáceas del género *Copiapoa* se ubican sobre y por debajo de la zona de neblinas (Luebert & Pliscoff 2004). Por otro lado el Desierto Florido de los Llanos se caracteriza por eventos de lluvia cortos e infrecuentes que permiten sustentar una comunidad biótica rica pero de corta vida como bulbosas y arbustos latentes en verano (Armesto et al. 1993). Su rápido crecimiento y floración abundante después de

las lluvias es un fenómeno que se conoce como Desierto Florido (Muñoz 1985), que tiene importantes implicancias económicas y ecológicas para la región y representa un aumento notable de la disponibilidad de recursos para las redes tróficas locales (Gutiérrez 2008).

En el área de estudio los pisos vegetacionales (sensu Luebert & Pliscoff, 2004) son: a) Matorral desértico tropical costero de *Euphorbia lactiflua* y *Eulychnia saint-pieana*, el cual presenta suculentas columnares dominados por *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia saint-pieana*, *Echinopsis deserticola*, cuya ubicación está fuertemente determinada por la influencia de neblinas; b) Matorral desértico mediterráneo costero de *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*, dominado por *Heliotropium floridum* y *Atriplex clivicola*; y c) Matorral desértico mediterráneo interior de *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola*, en el que dominan los arbustos *Skytanthus acutus* y *Atriplex deserticola*.

### Metodología

En el invierno de 2007, entre los días 6 y 9 de agosto, se muestreó la avifauna del área de estudio. La riqueza de especies y sus abundancias se determinó con el método de transecto de ancho indefinido (Bibby et al. 1992), el que se consideró adecuado por el carácter lineal y el ancho variable de los hábitats estudiados. La longitud de los transectos fue en promedio de 442 m, los cuales se recorrieron unidireccionalmente, contando todas las aves observadas y/o escuchadas en un período promedio de 20,2 minutos cubriendo 50 m a cada lado del transecto. Para los conteos se utilizaron binoculares (10x40), observación a ojo descubierto, acompañado de registros auditivos

y uso de telescopio (12-36x50). Los conteos se realizaron entre las 8:00 y las 11:00 hrs. La sistemática, taxonomía y los nombres librescos siguieron a Marin (2004). Sin embargo, se consideró la familia Cathartidae como parte del orden Falconiformes.

Para el análisis de la biodiversidad se estimaron: (a) la riqueza de especies (S) entendida como el número de especies de una muestra, frecuencia absoluta (N) correspondiente al número total de individuos; (b) la abundancia relativa (AB%) entendida como la fracción porcentual del total de animales (sensu Krebs 1985) lo que permitió identificar las especies de baja representatividad (poco abundantes); (c) La diversidad alpha (intra-ambiente) se determinó según el índice de equidad de Shannon (Shannon & Weaver 1949), que cuantifica la diversidad total de una muestra, siendo influida por dos componentes fundamentales: la riqueza y la equidad, considerando el valor de importancia de cada especie y expresando la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Además, se calculó el índice de equidad de Pielou (J) según la ecuación:  $J = H'/H'_{\text{máx}}$ . Este índice cuantifica la contribución de la equidad a la diversidad total observada. De este modo mide la proporción de la diversidad observada ( $H'$ ) con relación a la máxima diversidad esperada ( $H'_{\text{máx}}$ ). Sus valores fluctúan entre 0 (mínima heterogeneidad) y 1 (máxima heterogeneidad, es decir, las especies son igualmente abundantes) (Magurran 1998). Para probar la hipótesis nula que la diversidad  $H'$  de los cuatro ambientes es igual se siguió el procedimiento de Hutcheson (1970) descrito en Zar (1996) que calcula el índice de diversidad ponderado ( $H_p = (M \log N) - (\sum f_i \log f_i)/N$ ), incluido el cálculo de su varianza para cada ambiente según  $S_{H'}^2 = [\sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2/N]/N^2$  ( $P < 0,05$ ); (d) La diversidad beta (entre ambientes) se representó por el

recambio de especies mediante un cluster o dendrograma de similitud/disimilitud (entre los ambientes) basado en el índice de Bray-Curtis (1957), utilizando el programa BioDiversity Professional (McAleece 1998); y (e) diferenciación taxonómica calculada según la proporción resultante entre el número de especies registrado y la cantidad de géneros presentes.

La identificación de los ambientes se realizó según: (a) la superficie del área de estudio, en este caso el área de la cuenca hidrográfica; (b) los aspectos vegetacionales teniendo como referente un patrón altitudinal que evidencia la concentración de especies características en los pisos altitudinales superiores y medios (Luebert & Pliscoff 2004) expuestos a la acción de la neblina o camanchaca; y (c) las principales formaciones geomorfológicas, dado que no existen grandes diferencias de altitud en el área de estudio (desde 240 los 780 msm).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Caracterización de los ambientes*

Se identificaron cuatro ambientes para la avifauna al interior de la cuenca: (a) vegetación azonal de la Aguada, (b) Laderas (exposición norte y sur), (c) Dunas y (d) Cumbres (ver Fig. 2).

(a) Vegetación azonal de la Aguada (Aguada). Destaca como el ambiente que presenta la formación de mayor cobertura vegetal. Se registró allí el mayor parche de *Nolana*, entre las que se encuentran las especies *Nolana albescens*, *N. villosa*, *N. divaricata* y *N. sedifolia*, además de Grama salada *Distichlis spicata*. Esta última especie tapiza el suelo en un 70 %. Además, posee una gran heterogeneidad de microhábitats,

incluyendo sectores con ramas secas y suelos desnudos.

(b) Laderas. En esta área, se observó una mayor cobertura vegetal asociada principalmente a las laderas de exposición Sur con una pendiente mayor a 40°. En cuanto a cobertura, las especies que dominan en orden decreciente y que son representativas de este piso altitudinal son: *Euphorbia lactiflua*, *Eulychnia breviflora* y *Atriplex clivicola*. Por otro lado las especies presentes y que ocupan estos ambientes en casi toda su extensión, pero con coberturas reducidas, son *Nolana villosa*, *Frankenia chilensis* y *Polyachyrus poeppigii*. Otras especies con presencia escasa en cuanto a cobertura en el área fueron *Copiapoa* sp. y *Opuntia sphaerica* ambas suculentas. La diferencia en cobertura es notable entre las exposiciones norte y sur. En la primera, la cobertura alcanza en promedio hasta el 25%, mientras que las laderas de exposición sur o sur-oeste poseen, a esta altitud, coberturas cercanas a 33%.

(c) Dunas. Se ubican en un sector caracterizado por un ecotono de transición. Las formaciones vegetacionales presentes en el área de transición (alrededor de los 360 msm.), sigue un patrón de cobertura vegetal donde predominan *Eulychnia breviflora*, *Euphorbia lactiflua*, insertándose un parche menor de las especie *Atriplex clivicola* y *Nolana coelestis*. Las especies señaladas precedentemente están más directamente relacionadas con la vegetación propia de la Quebrada Leones. Las especies *Tiquilia litoralis*, *Solanum remyanum* y *Fagonia chilensis*, están mejor representadas en el sistema dunario propiamente tal. Saliendo del área de transición e internándose en las dunas, las especies dominantes en este sistema son *Tiquilia litoralis*, y *Skytanthus acutus*, aunque esta última se presenta hacia el interior de la duna y con exposición nor-este y sur. La

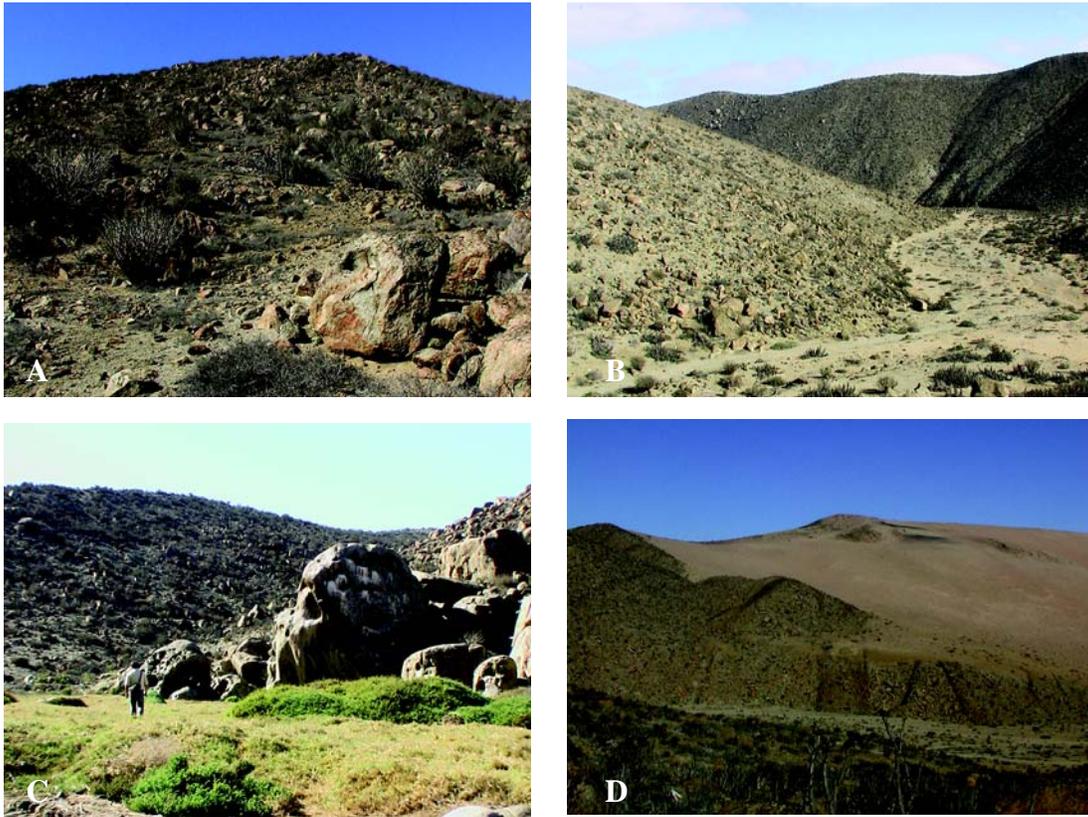


FIGURA 2. IMÁGENES DE LOS AMBIENTES DESCRITOS EN QUEBRADA LEONES. A=CUMBRES, B=LADERA, C:=AGUADA Y D= DUNA.

Images of the environments described in Quebrada Leones.

cobertura de estas especies en la duna es muy baja, alcanzando hasta el 5%.

(d) Cumbres. Inicialmente, las especies dominantes corresponden a individuos secos de *Atriplex clivicola*, *Tetragonia angustifolia* y la cactácea *Eulychnia breviflora*. Además, en menor importancia se encuentran *Nolana villosa*, *Alona carnososa* y *Frankenia chilensis*. A medida que se acerca a la protección que ofrecen los cerros en el inicio de la quebrada, la densidad vegetal aumenta y las plantas dominantes se consolidan en las especies *Tetragonia angustifolia* y *Eulychnia breviflora*, además

de las acompañantes *Atriplex clivicola*, *Tetragonia marítima*, *Nolana villosa* y *Alona carnososa*. Por su parte, las especies que están presentes y que ocupan estos ambientes en casi toda su extensión pero con coberturas reducidas son *Nolana villosa*, *Frankenia chilensis* y *Polyachyrus poeppigii*.

#### Registros de aves

Se registraron 43 individuos pertenecientes a 11 especies, 10 familias y cinco órdenes (ver Anexo). El orden más abundante fue

Paseriformes, seguido por Falconiformes. Se realizaron un total de 7,13 km de revisión sistemática de avifauna, obtenidos desde 16 itinerarios censales, cubriendo cuatro ambientes y totalizando 0,71 km<sup>2</sup>, registrándose 16 especies.

#### Diversidad alpha

En el ambiente la Aguada se registraron 10 individuos pertenecientes a seis especies, existiendo una baja abundancia para cada especie. La diversidad calculada en el ambiente la Aguada ( $H'$ ) fue igual a 2,52 bit, para un máximo ( $H_{max}$ ) de 2,58 bit, con una alta equidad ( $E$ ) (0,98). Mientras que en el ambiente de Ladera (exposición norte y sur) se registraron un total de 16 individuos pertenecientes a ocho especies, de las cuales *D. diuca* y *Z. capensis* son las más abundantes (38% y 19%). La diversidad calculada para este ambiente ( $H'$ ) fue igual a 2,61 bit, para un máximo ( $H_{max}$ ) de 3,00 bit.

La equidad calculada ( $E$ ) fue de 0,87.

Para el ambiente descrito como Cumbres se registró un total de 12 individuos pertenecientes a cinco especies, siendo las más abundantes *Z. capensis* (25%) y *C. aura* (33,3%). La diversidad calculada ( $H'$ ) fue igual a 2,19 bit, para un máximo ( $H_{max}$ ) de 2.32 bit. La equidad calculada ( $E$ ) fue de 0,94. Por último en el ambiente correspondiente a Duna, sólo se registraron dos especies, con un total de cinco individuos, en donde *M. maculirostris* es la especie más abundante (60%). La diversidad calculada ( $H'$ ) fue igual a 0,97 bit, para un máximo ( $H_{max}$ ) de 1,00 bit. La equidad calculada ( $E$ ) fue de 0,97 correspondiendo a la diversidad más baja para el área de estudio (Tabla 1 y 2).

Al comparar estadísticamente los valores obtenidos para  $H'$  entre los cuatro ambientes, se obtienen seis pares de comparaciones existiendo diferencias significativas entre cinco pares (Tabla 3), mientras que entre los ambientes Ladera y Aguada ( $t_{0.05(2)}=3,24=1,71$ ) no existieron diferencias significativas.

Índice	Aguada	Ladera	Cumbre	Duna	Total
S	6	8	5	2	11
N	10	16	12	5	43
$H'$	2,52	2,61	2,19	0,97	3,115
$H_{max}$	2,58	3,00	2,32	1,00	3,46
J	0,98	0,87	0,94	0,97	0,90

TABLA 1. ÍNDICES DE DIVERSIDAD OBTENIDOS PARA LOS CUATRO AMBIENTES MUESTREADOS EN QUEBRADA LEONES. S= RIQUEZA DE ESPECIES, N= FRECUENCIA ABSOLUTA, AB%= FRECUENCIA RELATIVA,  $H'$  = ÍNDICE DE DIVERSIDAD CALCULADO,  $H_{MAX}$ = ÍNDICE DE DIVERSIDAD MÁXIMO ESPERADO,  $J'$  = ÍNDICE DE EQUIDAD SHANNON.

Diversity index obtained for the eight sampling stations in Quebrada Leones.

*Ensamble de aves*

	Aguada		Ladera		Cumbre		Duna	
	N	AR%	N	AR%	N	AR%	N	AR%
Cachudito	1	10	1	6,25				
Jote cabeza colorada			2	12,5	4	33,3		
Aguilucho variado			1	6,25	2	16,6		
Gallina ciega			1	6,25				
Chincol	1	10	3	18,75	3	25		
Diuca	2	20	6	37,5	2	16,6		
Tapaculo del norte	2	20						
Dormilona de nuca rojiza	2	20						
Dormilona chica							3	60
Minero cordillerano	2	20	1	6,25	1	8,3	2	40
Bandurrilla de la cordillera			1	6,25				
Total individuos	10		16		12		5	
Total especies	6		8		5		2	

**TABLA 2. REGISTROS DE AVES PARA CADA UNO DE LOS AMBIENTES DESCRITOS EN QUEBRADA LEONES. AR%= ABUNDANCIA RELATIVA Y N=ABUNDANCIA ESPECÍFICA.**

Bird records for each environment described for Quebrada Leones.

Ambientes	Aguada	Ladera	Cumbre	Duna
Aguada	*	-3,24 (22,10)	24,73 (21,19)	158,90 (13,22)
Ladera		*	13,72 (25,77)	60,94 (20,67)
Cumbre			*	89,52 (16,62)
Duna				*

**TABLA 3. MATRIZ DE COMPARACIÓN PARA EL TEST DE HUTCHENSON EN LOS AMBIENTES PRESENTES EN QUEBRADA LEONES. SE PRESENTA EL VALOR DE T CALCULADO JUNTO A LOS GRADOS DE LIBERTAD.**

Matrix of comparison for Hutchenson test between the environment presents in Quebrada Leones. Calculated T value is shown with the degrees of freedom.

*Diversidad entre ambientes (beta)*

Al analizar la similitud entre los ambientes muestreados, se observa que los ambientes Cumbres y Laderas, presentan más de un 60% de similaridad, mientras que el ambiente Duna muestra una clara diferencia respecto de los demás ambientes, dado principalmente por la composición de las especies allí registradas, siendo el único ambiente donde se observó *M. maculirostris* (ver Fig. 3 y Tabla 4).

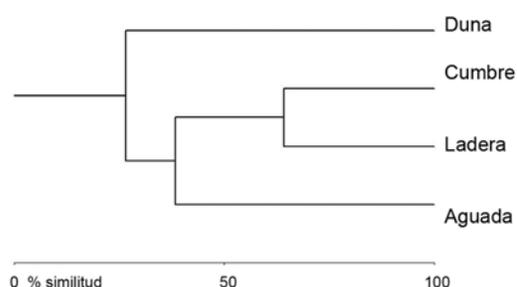


FIGURA 3. ANÁLISIS DE CLUSTER BRAY-CURTIS PARA LOS AMBIENTES BAJO ESTUDIO EN LA QUEBRADA LEONES.

Bray-Curtis cluster analysis for environmental under study in Quebrada Leones.

La diversidad calculada para el área de estudio corresponde a 3,11 bits para un índice máximo de 3,46 bits, siendo relativamente bajo en comparación a otros sitios teniendo en consideración las particulares características y la ubicación latitudinal del área de estudio. En relación a la proporción del número de especies por género (S/G) para este estudio se obtuvo un valor de 1,07 lo que resulta bajo al compararlo con los resultados obtenidos por Spotorno et al. (1998) quienes calcularon un número de especies por género de 1,5 para la región de Antofagasta, lo que igualmente resulta bajo si se le compara con las ecorregiones precordilleranas y altoandinas de Bolivia (Kempff 1985), las del Monte y altoandinas de Argentina y la avifauna de la estepa patagónica chilena, donde todas ellas presentaron una proporción de 1.7 especies por género (Cracraft 1985 en Spotorno et al. 1998).

En este estudio se han registrado un total de 11 especies de aves, número relativamente bajo si se le compara con el número de especies registradas por Gantz et al. (2009) para la zona desértica litoral de la región de Atacama, zona que alcanza las 37 especies. Esto podría

Ambientes	Aguada	Ladera	Cumbre	Duna
Aguada	*	38,46	36,36	26,67
Ladera	*	*	64,29	9,52
Cumbre	*	*	*	1,76
Duna	*	*	*	*

TABLA 4. MATRIZ DE SIMILITUD ENTRE LOS AMBIENTES PRESENTES EN LA QUEBRADA LEONES.

Matrix of similarity between the environments presents in Quebrada Leones.

explicarse en función de la escasa superficie y cobertura vegetal del área de estudio. Así mismo, el número de especies en la zona litoral de la región de Atacama es bajo en relación a otras zonas de la región, donde la zona Tropical de Altura alcanza 57 especies mientras que la zona del Desierto Interior 34 especies.

Numerosos estudios han demostrado que la estructura física de la vegetación y la composición florística son dos componentes del hábitat que influyen marcadamente en la composición y abundancia de los ensambles de aves, por su asociación con recursos críticos como el alimento y refugio, protección contra el clima, la predación y parasitismo de nidadas (Cody 1985, Schlutter & Ricklefs 1993). Así, la escasa riqueza y abundancia de especies registrada en la Quebrada Leones, podría estar asociada a las variaciones de la oferta y disponibilidad de recursos tróficos determinada por las precipitaciones locales eventualmente asociadas al fenómeno ENOS, lo que provoca incrementos y decrementos en la productividad primaria (semillas) en el norte de Chile (Rau et al. 1998, Jaksic et al. 1997, Jaksic 1998 en Gantz et al. 2009). Así mismo, la presencia de este fenómeno podría favorecer la inmigración de especies debido a migraciones latitudinales y altitudinales desde zonas adyacentes como lo han señalado Blendinger (2005) y Marone et al. (1997) para el desierto del Monte en Argentina, lo que provocaría fluctuaciones en la riqueza y abundancia de la especies de aves en la Quebrada Leones y en zonas adyacentes, frente a la ocurrencia de fenómenos ENOS, efecto que merece ser estudiado para contribuir al conocimiento de la avifauna de la región de Atacama

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los revisores anónimos quienes contribuyeron a mejorar sustancialmente este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- ARMESTO JJ, P VIDIELLA & J GUTIÉRREZ (1993) Plant communities of the fog-free coastal desert of Chile: plant strategies in a fluctuating environment. *Revista Chilena de Historia Natural*, 66: 271-282
- ARROYO MTK, F SQUEO, JJ ARMESTO & C VILLAGRÁN (1988) Effects of aridity on plant diversity in the northern Chilean Andes: results of a natural experiment. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 55-78.
- BENNET AF (1990) *Habitat Corridor. Their role in wildlife management and conservation*. Victoria, Australia: Department of Conservation & Environment.
- BLONDEL J (1991) Birds in biological isolates. In: Perrins JD, Lebreton & GM Hirons (eds) *Bird population studies*. Oxford Ornithology Series, Oxford University Press. Oxford. UK.
- BIBBY CJ, N BURGESS & D HILL (1992) *Bird census techniques*. Academic Press. United Kingdom. 257 pp.
- BLENDINGER PG (2005) Abundance and diversity of small-bird assemblages in the Monte desert, Argentina. *Journal of Arid Environment* 61: 567-587.
- BRAY JR & JT CURTIS (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monograph* 27: 325-349.
- CABRERA A & A WILLINK (1973) *Biogeografía de América Latina*. OEA Depto. De asuntos Científicos. Washington, EE.UU.
- CRACRAFT J (1985) Historical biogeography and patterns of differentiation within the South American avifauna areas of endemism. *Ornithological Monographs* 36: 49-84.

- CODY ML (1985) Habitat selection in birds. Nueva York, Academic Press.
- CONAMA (2002) Agenda Ambiental 2002-2006. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Santiago, Chile.
- FAÚNDEZ L (2005) Localización Espacial y Caracterización de Núcleos de Biodiversidad en el Sitio Prioritario Desierto Florido, Región de Atacama. CONAMA III Región de Atacama.
- FORMAN RTT (1996) Land mosaics: the ecology of landscape and regions. Cambridge University Press, Cambridge. U.K.
- FORMAN RTT (1995) Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology* 10(3): 133-142.
- FORMAN RTT & SK COLLINGE (1996) The «spatial solution» to conserving biodiversity and landscape regions. In: DeGraaf RM & RI Miller (eds) Conservation of Faunal Diversity in Forested Landscape. Chapman and Hall. London.
- GAJARDO R (1994) La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria S.A. CONAF.
- GANTZA, JRAU & E COUVE (2009) Ensamblajes de aves en el desierto de Atacama, norte grande de Chile. *Gayana* 73(2): 172-179.
- GUERRA-CORREAC & A MALINARICH (2004) Biodiversidad de la Zona de Desierto y Tropical de Altura en la II Región de Antofagasta. Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental, CREA. 86 pp.
- GUTIÉRREZ J (2008) El desierto florido de la región de Atacama. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez eds) Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 15: 285-291.
- HARRIS L (1984) The fragmented Forest. Island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. In: Ricklefs RE & D Schluter (eds) Species diversity in ecological communities. University of Chicago Press, Chicago, Illinois. USA.
- HOLMGREN M, P STAPP, CR DICKMAN, C GRACIA, S GRAHAM, JR GUTIÉRREZ, CH HICE, F JAKSIC, DA KELT, M LETNIC, M LIMA, BC LÓPEZ, PL MESERVE, W MILSTEAD, GA POLIS, M PREVITATI, M RICHTER, S SABATÉ, & FA SQUEO (2006) Extreme climatic events shape arid and semiarid ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4: 87-95.
- JAKSIC FM, P MESERVE & J GUTIERRES (1997) A long-term study of vertebrate predator response to an El Niño (ENSO) disturbance in western South America. *Oikos* 78: 34-354.
- JAKSIC (1998) Las múltiples facetas del fenómeno del Niño/Oscilación Sur. *Ambiente y Desarrollo* 14: 53-61.
- JARAMILLO A (2005) Aves de Chile. Lynx Ediciones. Ingoprint, S.A. Barcelona. 240 pp.
- KELT D, BROWN JH, HESKE EJ, MARQUET P, MORTON S, REID J, ROGOVIN K & G SHENBROT (1996) Community structure of deserts small mammals: comparison across four continents. *Ecology* 77: 746-761.
- KEMPF N (1985) Aves de Bolivia. Editorial Gisbert, La Paz. 156 pp.
- KREBS CH (1985) Ecología. Estudio de la distribución y abundancia. 2ª ed. Editorial Harper & Row Latinoamericana. México. 486 pp.
- LUEBERT F & PPLISCOFF (2004) Clasificación de Pisos Vegetacionales y Análisis de Representatividad de Áreas Propuestas para la Protección en Chile WWF/TNC/CONAMA, Informe 3. Pisos de vegetación de la Zona Norte de Chile (I-III).
- McALEECE N (1998) Biodiversity: Professional Beta 1. The Natural History Museum and the Association for Marine Science. London, United Kingdom. [Http://www.sama.ac.uk](http://www.sama.ac.uk).
- MARÍN M (2004) Lista comentada de las aves de Chile. Lynx Ediciones, Barcelona. 141 pp.
- MAGURRANAE (1998) Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179 pp.
- MARONEL, JLÓPEZ DE CASANDE & VRCUETO (1997) Patterns of habitat selection by wintering and breeding granivorous birds in the central Monte desert, Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 73-81.
- MUÑOZ M (1985) Flores del Norte Chico. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos. Museo de La Serena. 95 pp.

- MUÑOZ M, H. NUÑEZ & J YAÑEZ eds (1996) Libro Rojo de los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad Biológica en Chile. 203 p. CONAF. Santiago de Chile.
- NOY- MEIR I (1973) Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 25-51.
- RAUJ, C ZULETA, A GANTZ, F SAIZ, A CORTES, L YATES, A SPOTORNO & E COUVE (1998) Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte Grande de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71:527-554.
- RIVAS-MARTÍNEZ S (2004) *Global Bioclimatics*. Phytosociological Research Center, Madrid, ES.
- RUNDEL PW, MO DILLON, B PALMA, HA MOONEY & SL GULMON (1991) The phytogeography and ecology of the coastal Atacama and Peruvian deserts. *Aliso* 13: 1-49.
- WIENS J (1991) Ecological similarity of shrub-desert avifauna of Australia and North America. *Ecology* 72:479-495.
- SAUNDERS DA, RJ HOBBS & CR MARGULES (1991) Biological consequences of ecosystems fragmentation: A review. *Conservation Biology* 5: 18-29.
- SHANNON C & W WEAVER (1949) *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 125 pp.
- SCHLUTTER D & RE RICKLEFS (1993) Species diversity: An introduction to the problem. En: *Species diversity ecological communities* (Eds. Ricklefs R.E & D Schlutter), pp. 1-10. The University of Chicago Press. USA.
- SPOTORNO A, C ZULETA, A GANTZ, F SAIZ, J RAU, M ROSENMANN, A CORTES, G RUIZ, L YATES, E COUVE & J MARÍN (1998) Sistemática y adaptación de mamíferos, aves e insectos fitófagos de la Región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 71:501-526.
- WIENS JA (1985) The ecology of natural disturbance and patchiness in arid and semiarid ecosystems. En: *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (Eds. Pickett, STA & White PS) pp: 169-193. Academic Press. New York, USA.
- ZAR J (1996) *Biostatistical Analysis*. Third Edition. Prentice Hall Inc, New Jersey. USA. 662 pp.

Recibido 20/01/2008; aceptado 12/11/2008.

*Contreras & González*

ANEXO. INVENTARIO DE LA AVIFAUNA PRESENTE EN LA QUEBRADA LEONES EN BASE A CENSOS Y REGISTROS EN AGOSTO DE 2007. O= ORÍGEN, R= RESIDENTE E= ENDÉMICO, T= TIPO DE REGISTRO, C= CENSO, A= AVISTAMIENTO, \*= Estado de conservación Vulnerable.

Inventory of species registered in Quebrada Leones based on census and records in August 2007

Orden	Familia	Especie	Nombre vulgar	O	T
Ciconiiformes	Threskiornithidae	<i>Theristicus melanopis</i> (Gmelin)*	Bandurria	R	A
Falconiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linné)	Jote cabeza colorada	R	C
	Accipitridae	<i>Parabuteo unicinctus</i> (Temminck)	Peuco	R	A
		<i>Buteo polyosoma</i> (Quoy & Gaimard)	Aguilucho variado	R	C
Strigiformes	Strigidae	<i>Glacidium nanum</i> (King)	Chuncho austral	R	A
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i> Bonaparte	Gallina ciega	R	C
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta rufipennis</i> (Burneister)	Minero cordillerano	R	C
		<i>Upucerthia dumetaria</i> Geoffroy Saint-Hilaire	Bandurrilla	R	C
	Rhinocryptidae	<i>Scelorchilus albicolis</i> (Kittlitz)	Tapaculo del norte	E	C
	Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i> (Kittlitz)	Cachudito	R	C
		<i>Xolmis pyrope</i> (Kittlitz)	Diucón	R	A
		<i>Muscisaxicola rufivertex</i> d'Orbigny & Lafersnaye	Dormilona de nuca rojiza	R	C
		<i>Muscisaxicola maculirostris</i> d'Orbigny & Lafersnaye	Dormilona chica	R	C
	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot	Chercán	R	A
	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i> (Muller)	Chincol	R	C
	Fringillidae	<i>Diuca diuca</i> (Molina)	Diuca	R	C