

## ESTRUCTURA DE EDAD Y SEXO DE CÓNDOR ANDINO (*VULTUR GRYPHUS*) EN ÁREAS DE ALIMENTACIÓN DE CHILE CENTRAL

Víctor Escobar-Gimpel<sup>1,6</sup>, Sergio Alvarado<sup>3,4,5</sup>, Hernán Vargas<sup>2</sup>, & Cristian Bonacic<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. *E-mail*: vegimpel@gmail.com

<sup>2</sup>The Peregrine Fund; World Center for Birds of Prey, 5668 West Flying Hawk Lane, Boise, Idaho 83709, USA.

<sup>3</sup>Programa de Salud Ambiental, Instituto de Salud Poblacional, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>4</sup>Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.

<sup>5</sup>Laboratorio de Ecología de Vida Silvestre, Facultad de Ciencias Forestales y de Conservación de la Naturaleza, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

<sup>6</sup>Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), Santiago, Chile.

**Abstract.** – Age and sex structure of Andean Condor (*Vultur gryphus*) in feeding areas of central Chile. – The age and sex structures of the Andean Condor are known for some parts of its range while in other such areas data are lacking. The aim of this study was to obtain demographic data from the Andes of central Chile and to compare them with those available from other areas of distribution. From 2009–2010, we studied the age and sex structure of the Andean Condor in central Chile at feeding sites. Four carrion points were provided by us. The carrion comprised carcasses of sheep, donkey, and guanaco. Condor abundance at experimental carrion (mean = 36.25, SE = 48.45) was highly variable (CV = 134%), and we observed a higher proportion of adults (54%) than immatures (46%). Overall the sex ratio of adults was male-biased (52:48). The age and sex structures in our study are consistent with those found in other areas of the species' distribution. Our results show a higher proportion of adult birds and males at feeding sites in the Andes of central Chile, which has implications on the population viability of the Andean Condor.

**Resumen.** – La estructura de edad y sexo de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) es conocida en algunas partes de su rango mientras que en otras estos datos son escasos. El objetivo de este estudio fue obtener datos demográficos de los Andes de Chile central y compararlos con los disponibles en otras áreas de su distribución. Desde 2009 a 2010 estudiamos la estructura de edad y sexo de Cóndor Andino en lugares de alimentación de Chile central. Cuatro puntos de carroñas fueron proporcionados por el hombre (carroñas experimentales). Las carroñas consistieron en cadáveres de oveja, burro y guanaco. La abundancia de cóndores en las carroñas experimentales (media = 36,25, DE = 48,45) fue muy variable (CV = 134%), y observamos una mayor proporción de cóndores adultos (54%) que inmaduros (46%). En general, la proporción de sexos en los adultos estuvo sesgada hacia los machos (52:48). Las estructuras de edad y sexo en nuestro estudio son consistentes con lo encontrado en otras áreas de la distribución de la especie. Nuestros resultados muestran una proporción mayor de aves adultas y machos en sitios de alimentación de los Andes de Chile central, lo cual tiene implicancia en la viabilidad poblacional del Cóndor Andino.

**Key words:** Abundance, Andean Condor, experimental carrion, pulsed resource, social hierarchy, *Vultur gryphus*.

**Handling editor:** André Weller; **Receipt:** 7 September 2014; **First decision:** 5 January 2015; **Final acceptance:** 31 May 2015.

## INTRODUCCIÓN

Muchos ecosistemas terrestres se caracterizan por la producción de “recursos pulsados”; episodios intermitentes de gran abundancia de alimento, caracterizado por tener una baja frecuencia, gran magnitud y corta duración (Ostfeld & Keesing 2000, Yang *et al.* 2008, Cortés-Avizanda 2010). Algunos ejemplos de este tipo de recursos son la mayor producción de flores, frutas o semillas por las plantas en períodos de precipitaciones inusualmente fuertes, agregación o brotes de insectos, crecimiento poblacional elevado de pequeños mamíferos, episodios en el mar de ascenso de aguas profundas ricas en nutrientes y la oferta aumentada de animales muertos (Ostfeld & Keesing 2000, Yang *et al.* 2008). La disponibilidad repentina de animales muertos, puede atraer a varias especies carroñeras, incluyendo aves, insectos y mamíferos. Al mismo tiempo, si la cantidad de carroña es alta, una gran cantidad de individuos pueden congregarse en un sitio. Estos eventos pueden facilitar el estudio de algunos aspectos demográficos y sociales de las especies carroñeras.

La proporción de sexos y estructura de edad en especies de animales silvestres son variables demográficas importantes para modelar la dinámica poblacional y proyectar la tendencia poblacional hacia el futuro (Groenendaal *et al.* 1988, Ezard *et al.* 2006). En general, en las poblaciones de aves silvestres la proporción de sexos en individuos adultos está sesgada hacia los machos, a diferencia de lo observado en individuos juveniles, donde la proporción de sexos por lo general se encuentra en equilibrio (Donald 2007). En el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*), una especie de ave típicamente carroñera

ampliamente distribuida en Sudamérica (McGahan 1972, Fjeldsa & Krabbe 1990, del Hoyo 1994), parece haber una tendencia consistente hacia un predominio numérico de machos dentro de los individuos adultos, a diferencia de la equilibrada proporción de sexo en individuos juveniles (Lambertucci *et al.* 2012), además de una mayor proporción de aves adultas sobre juveniles (Wallace *et al.* 1983, Koenen *et al.* 2000, Kusch 2006, Lambertucci 2010, Arnulphi *et al.* 2013).

En Chile, el Cóndor Andino se distribuye a lo largo de todo el país considerándose localmente común en la zona sur y austral (Goodall *et al.* 1946, Ferguson-Lees & Christie 2001). La poca información sobre abundancia y estructura de edad del Cóndor Andino en Chile proviene de fracciones poblacionales estudiadas en el extremo austral del país (Sarno *et al.* 2000; Kusch 2004, 2006). En la zona central nada se conoce sobre los aspectos demográficos y del estado poblacional de la especie. El Cóndor Andino es considerado Vulnerable en Chile (Glade 1988, SAG 2012) y la población de la zona central es una de las más amenazadas debido a la modificación del hábitat y fuentes de alimento por actividades antrópicas (Pavez 2001). De esta manera, un mejor conocimiento sobre sus aspectos demográficos contribuiría a comprender mejor los procesos poblacionales de la especie y mejorar los programas de conservación y manejo (Donald 2007).

La estructura de edad y sexo de Cóndor Andino es conocida en algunas partes de su rango de distribución mientras que en otras este tipo de datos son escasos o inexistentes. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue obtener datos demográficos de los Andes de Chile central y compararlos con los encontrados en otras áreas de su distribución.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*Área de estudio.* Nuestro estudio se realizó en la cordillera de los Andes de Chile central, al Este de la ciudad de Santiago, Región Metropolitana. Esta zona se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad, con precipitaciones concentradas durante el período invernal, el que se alterna con un período de aridez estival (Luebert & Pliscoff 2006). La vegetación corresponde al bosque esclerófilo abierto dominado por frangel (*Kageneckia angustifolia*) en el estrato arbóreo y por guindillo (*Guindilia trinervis*) y colliguay (*Colliguaja integerrima*) en el estrato arbustivo. El estrato herbáceo está típicamente dominado por abrojo (*Acaena pinnatifida*) y lahuén-lahuén (*Stachys grandidentata*). En las laderas de exposición norte es frecuente el matorral espinoso dominado por puya (*Puya berteroniana*) y quisco (*Echinopsis chiloensis*) (Luebert & Pliscoff 2006). Los sitios de estudio (Fig. 1), corresponden al Santuario de la Naturaleza Yerba Loca (33°20'26"S, 70°19'56"W, 1884 m s.n.m) y el sector denominado El Alfalfal (33°32'23"S, 70°14'23"W, 2024 m s.n.m).

*Metodología.* Entre enero de 2009 y octubre de 2010, realizamos una búsqueda intensiva de lugares habituales de alimentación de Cóndor Andino en zonas de alta montaña asociadas a la ganadería extensiva durante primavera-verano y otoño-invierno. La conducta de alimentación fue estudiada en cuatro puntos de carroñas experimentales, distribuidos en dos áreas distintas y seleccionados en base a una mayor disponibilidad de alimento y una mayor frecuencia de eventos de alimentación de cóndor.

En los cuatro puntos de carroñas experimentales se dispuso del cadáver de un animal muerto (Tabla 1), colocado durante la noche de modo que los cóndores puedan visualizar tempranamente la carroña al día siguiente. Los cadáveres usados pertenecieron a distin-

tos mamíferos de tamaño relativamente grande (Tabla 1). Estos incluyeron una oveja (*Ovis aries*), un burro (*Equus asinus*) y dos guanacos (*Lama guanicoe*). Tres puntos de carroña fueron establecidos en la localidad de El Alfalfal y uno en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca, distantes 23 km entre sí. Estos puntos de carroña fueron operados en diferentes épocas del año (Tabla 1).

La permanencia de las carroñas, determinada por el consumo total del animal muerto, fue monitoreada mediante el uso de una trampa-cámara (HC800 Hyper-Fire, Reconyx), instalada a 3 m de la carroña y de acuerdo a lo recomendado para aves de tamaño grande, donde la presencia de un observador humano puede causar una respuesta de escape de las aves (O'Brien & Kinnaird 2008). Para los puntos de carroña 3 y 4 (Tabla 1) se utilizaron dos cámaras distintas, debido a que se realizaron en forma simultánea.

La abundancia de cóndores fue registrada diariamente sobre la base de registros fotográficos programados cada un minuto. Para evitar el sobreconteo, consideramos el máximo número de individuos por día observados en las carroñas por medio de las fotografías, su edad y sexo fueron registrados sólo cuando observamos la máxima cantidad de individuos.

La edad de los cóndores fue clasificada en dos categorías: adultos e inmaduros. Los individuos adultos fueron reconocidos por su plumaje de color negro con las plumas secundarias de las alas blancas y un conspicuo collar blanco en el cuello. Los individuos inmaduros presentan tres niveles de inmadurez secuencial: (i) plumaje del cuerpo y las alas de color café y el collar gris, (ii) plumaje del cuerpo y las alas de color café y el collar blanco, y (iii) plumaje del cuerpo negro-café, las plumas secundarias de las alas blanco-gris y el collar blanco (McGahan 1972, Sarno *et al.* 2000). No obstante, para los propósitos de nuestro estudio los individuos con estas

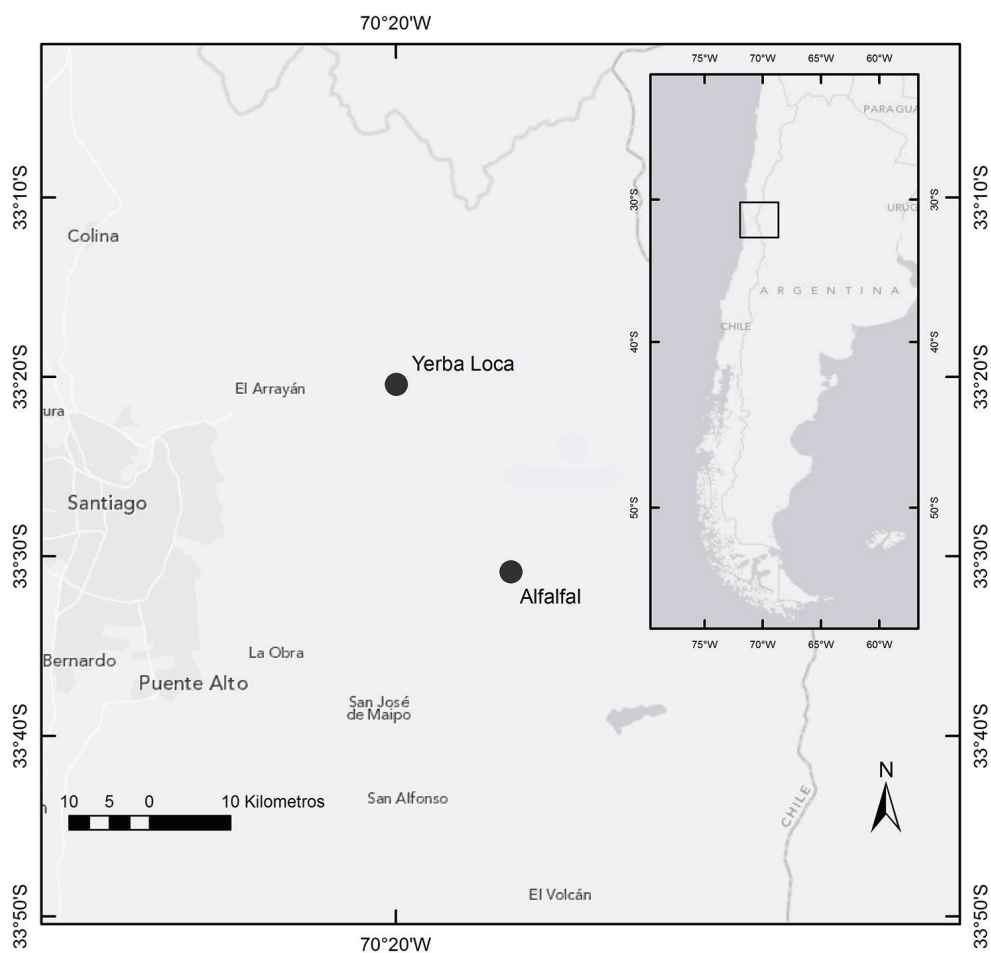


FIG. 1. Localidades de estudio en la cordillera andina de Chile central.

características fueron agrupados todos en la categoría de inmaduros.

El sexo de los cóndores fue determinado de acuerdo al dimorfismo sexual presente en la especie. Los individuos machos a diferencia de las hembras poseen una cresta sobre la cabeza al momento de nacer, la cual crece durante el desarrollo y madurez del individuo (McGahan 1972). De esta forma se identificaron cuatro categorías de sexo-edad: 1) adulto macho, 2) adulto hembra, 3) inmaduro macho

e 4) inmaduro hembra. Para evaluar la asociación entre la proporción de sexos y las distintas clases de edad se utilizó la prueba exacta de Fisher considerando un nivel de significación del 5% (Fisher 1935, Pagano & Halvorsen 1981). Para evaluar diferencias entre dos grupos o muestras se trabajó con la prueba de comparación de medias (Sokal & Rohlf 1981). Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa estadístico Stata 12.

TABLA 1. Características de los puntos de carroñas de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) estudiados entre 2009 y 2010 en la cordillera andina de Chile central.

Carroña	Fecha	Tipo	Localidad	Duración (días)	Esfuerzo muestreo (h)	Tipo de carroña	Masa disponible por carroña
1	Mayo 2009	Experimental	Alfalfal	8	80	Oveja adulta	37–40 kg (Fraga <i>et al.</i> 2004)
2	Junio 2010	Experimental	Alfalfal	12	264	Burro	
3	Septiembre 2010	Experimental	Alfalfal	16	360	Guanaco	80–120 kg (González <i>et al.</i> 2006)
4	Septiembre 2010	Experimental	S.N. Yerba Loca	12	264	Guanaco	

## RESULTADOS

La duración de las carroñas experimentales varió entre 8 y 16 días, determinada por el consumo total del animal muerto. La abundancia de cóndores por carroña presentó una alta variabilidad (CV = 134%, media = 36,25, DE = 48,45) con un rango de variación entre 5 y 108 individuos. La cantidad de cóndores adultos (media = 6,3, DE = 4,0, rango = 2–57 ejemplares) fue levemente superior a los inmaduros (media = 4,7, DE = 3,4, rango = 2–51 ejemplares) en casi todas las carroñas excepto en la carroña 3, la cual se destacó por concentrar el mayor número de individuos inmaduros (Fig. 2a). Considerando las carroñas experimentales de manera conjunta, las abundancias máximas de cóndores machos fue mayor ( $n = 15$ ) que la de las hembras ( $n = 14$ ) entre los individuos adultos. En cambio, las abundancias máximas para los cóndores hembras ( $n = 15$ ) fue mayor que la de los machos ( $n = 10$ ) entre los individuos inmaduros. Sin embargo, tales diferencias no fueron estadísticamente significativas de acuerdo al test de Fisher ( $P = 0,425$ , Fig. 2b).

Por otra parte, considerando los días de carroñas, las abundancias máximas de cóndores machos ( $n = 11$ ) fue mayor que la de las hembras ( $n = 7$ ) entre los individuos adultos. En cambio las abundancias máximas para los

cóndores hembras ( $n = 10$ ) fue mayor que la de los machos ( $n = 7$ ) entre los individuos inmaduros. Tales diferencias no fueron estadísticamente significativas de acuerdo al test de Fisher ( $P = 0,318$ , Figs 3a–b).

Las abundancias máximas de cóndores adultos e inmaduros se correlacionan positivamente ( $r = 0,75$ ,  $P = 0,0009$ ) a lo largo de los días (Fig. 3a), considerando todas las carroñas. Los cóndores inmaduros fueron los primeros en arribar en mayor número a los puntos de carroña experimental, disminuyendo en abundancia cuando aparecieron los individuos adultos y sólo volviendo a incrementar su número cuando los últimos disminuyeron su abundancia. Al considerar exclusivamente a los individuos adultos, se aprecia una tendencia hacia una mayor abundancia de machos por sobre hembras específicamente entre los días 8 y 11. Sólo al inicio y al final de las carroñas las hembras superaron en número a los machos (Fig. 3b).

Dentro de los cóndores hembra, la abundancia máxima de individuos adultos versus individuos inmaduros ocurrió en días distintos (Fig. 4a). En varios de los días de observación, las hembras inmaduras (media = 2,6, DE = 2,9, rango = 0–10 ejemplares) superaron en número a las hembras adultas (media = 1,9, DE = 2,3, rango = 0–7 ejemplares), e incluso aparecieron antes en la carroña (Fig.

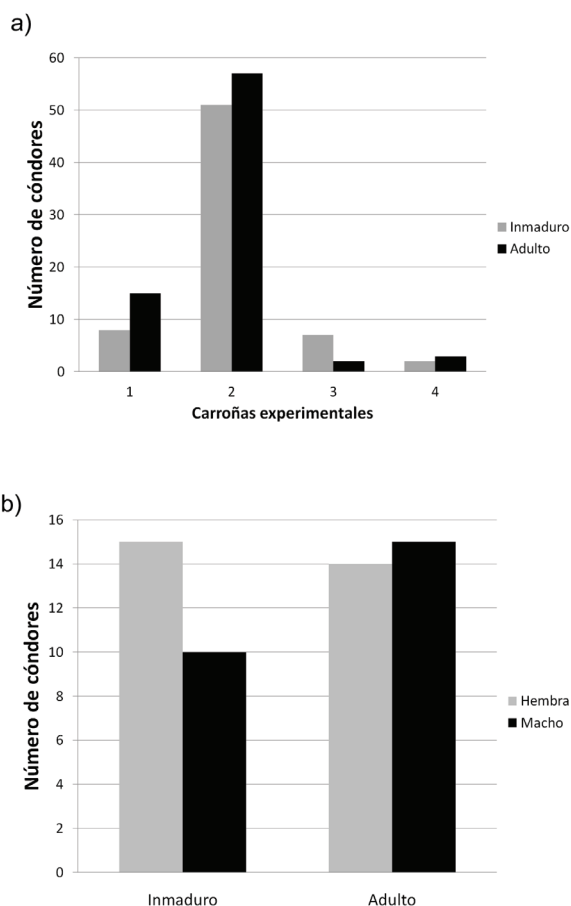


FIG. 2. Abundancia de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en carroñas experimentales observadas entre 2009–2010 en la cordillera andina de Chile central: a) Abundancia por clase de edad en cada una de las carroñas; b) Abundancia máxima por edad y sexo en todas las carroñas.

4a). Dentro de cóndores machos, la abundancia máxima de individuos adultos e inmaduros ocurrió durante los mismos días (Fig. 4b). Los individuos adultos (media = 2,5, DE = 3,8, rango = 0–11 ejemplares) siempre superaron en número a los individuos inmaduros (media = 1,6, DE = 2,1, rango = 0–7 ejemplares), aunque los primeros tendieron a desaparecer antes de acabarse la carroña (Fig. 4b). La baja frecuencia de cóndores registrada entre el quinto y séptimo día de observación se debió

a factores climáticos adversos (ej., lluvia y nieve) en la carroña 2, y en las otras tres los cóndores aparecieron sólo después del séptimo día de ofrecida la carroña.

## DISCUSIÓN

Si bien la estructura etaria observada en nuestras carroñas experimentales es similar a lo observado en otros estudios, la diferencia entre la proporción de individuos adultos

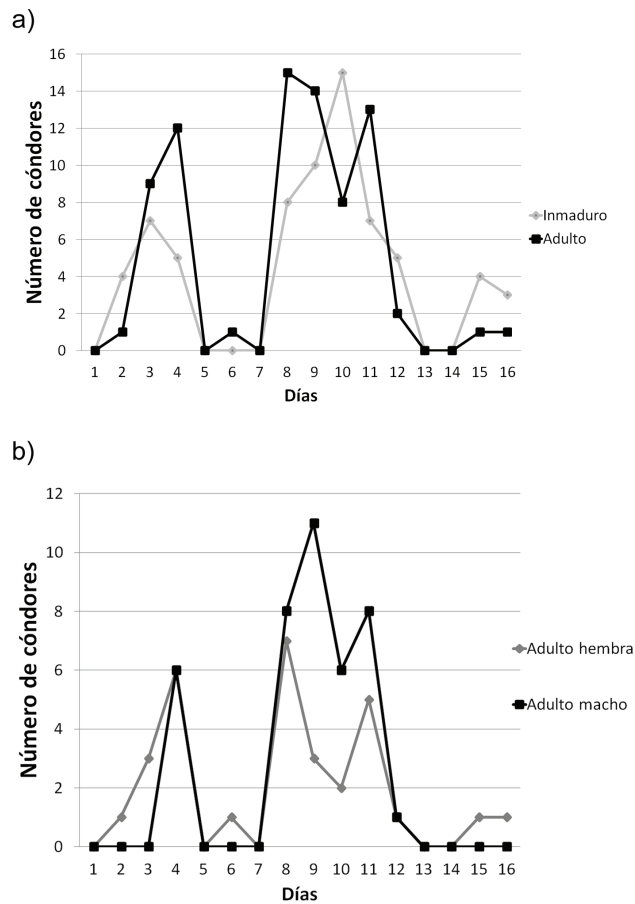


FIG. 3. Abundancia máxima diaria de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en carroñas experimentales estudiadas entre 2009–2010 en la cordillera andina de Chile central: a) Abundancia de cóndores por edad; b) Abundancia de cóndores adultos por sexo.

(54%,  $n = 29$ ) versus cóndores inmaduros (46%,  $n = 25$ ) no fue muy marcada como lo observado en Perú, Ecuador y Argentina (Wallace *et al.* 1983, 1988; Koenen *et al.* 2000, Lambertucci 2010, Arnulphi *et al.* 2013). En la Patagonia chilena, Sarno *et al.* 2000, observaron una marcada diferencia a favor de los individuos adultos. Sin embargo, en un estudio posterior realizado en la misma región, Kusch (2006) no detectó una marcada diferencia. En Bolivia, por el contrario, se observó una mayor proporción de cóndores

inmaduros con respecto a los adultos en carroñas experimentales (Ríos-Uzeda & Wallace 2007). El desbalance a favor de los individuos adultos se ha sugerido como una señal de la declinación poblacional en el Cóndor Andino (Wallace & Temple 1988). Sin embargo, tal hecho puede deberse a la larga historia de vida de la especie, baja tasa reproductiva y baja mortalidad natural, como también por diferencias en el uso de hábitat por clases de edad (Donázar *et al.* 1999, Lambertucci 2010). Por otra parte, el predominio

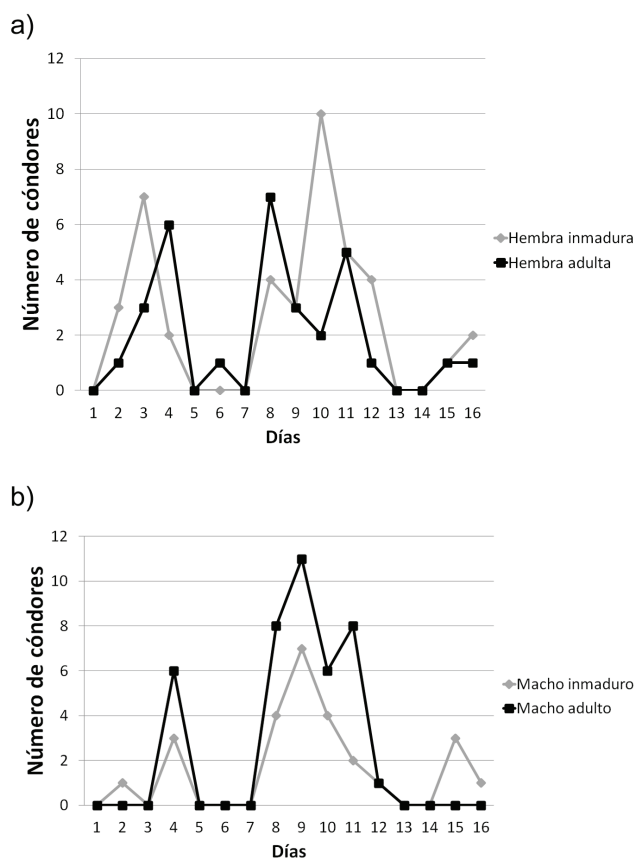


FIG. 4. Abundancia máxima diaria de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) según sexo y edad en carroñas experimentales estudiadas entre 2009–2010 en la cordillera andina de Chile central: a) Abundancia de hembras adultas e inmaduras; b) Abundancia de machos adultos e inmaduros.

numérico de individuos inmaduros en poblaciones de cóndores es considerado una señal positiva para la viabilidad de la especie (Wallace & Temple 1988).

La leve tendencia hacia una mayor proporción de machos que hembras adultas (52%, n = 15 vs 48%, n = 14), aunque no sea estadísticamente significativa, coincide con lo observado en otras localidades. Una mayor cantidad de individuos machos entre cóndores adultos fue observada en sitios de carroñas experimentales y en posaderos estudiados en Argentina y Bolivia (Donázar *et al.* 1999, Ríos-

Uzeda & Wallace 2007, Alcaide *et al.* 2010, Lambertucci *et al.* 2012). Este patrón puede ser el resultado de una segregación sexual en el uso de hábitat, debido a que las hembras prefieren generalmente buscar su alimento en los valles donde el riesgo asociado con las actividades humanas es mayor (Donázar *et al.* 1999, Lambertucci *et al.* 2012). La proporción de sexos en individuos inmaduros fue superior para las hembras (60%, n = 15) por sobre los machos (40%, n = 10). De acuerdo a lo observado en otras localidades de Sudamérica, la proporción de sexos en individuos



juveniles es similar o incluso desbalanceada hacia las hembras (Lambertucci *et al.* 2012). Desde el punto de vista de la conservación, el desbalance en la proporción de sexo podría reducir el tamaño efectivo de la población, aumentando el riesgo de extinción de la especie (Donald 2007).

El mayor número de cóndores inmaduros sobre adultos y hembras sobre machos en los primeros días y al final de las carroñas podría explicarse por el ordenamiento jerárquico de la especie dentro del grupo de alimentación, donde los individuos adultos desplazan a los juveniles y los machos dominan sobre las hembras (McGahan 1972). El número de cóndores presentes en las carroñas tiene un efecto positivo en la tasa individual de consumo de alimento, debido a que un mayor número de cóndores puede reducir la cantidad de tiempo dedicado a la vigilancia individual (McGahan 1972, Donázar *et al.* 1999). Por lo tanto, los machos adultos que parecen ser más cautelosos que los cóndores inmaduros y hembras al momento de alimentarse podrían ser beneficiados por un mayor número de individuos si esto no afecta su capacidad de asegurar el alimento (McGahan 1972). Así, cuando los machos adultos presentan una baja abundancia al inicio de las carroñas y hacia el final, los juveniles y hembras tienen la posibilidad de acceder con mayor facilidad a la carroña (Donázar *et al.* 1999).

Para evaluar de manera más rigurosa la distribución de abundancias de las distintas clases de edad y sexo en eventos de alimentación, se requiere obtener datos de una mayor cantidad de carroñas, donde se registre el número de cóndores que arriban y permanecen posados alrededor de la comida sin alimentarse, como también determinar el tiempo de arribo a la carroña y la tasa de alimentación en relación al tamaño del grupo (Hiraldo *et al.* 1991, Kirk & Houston 1995, Donázar *et al.* 1999).

Sin duda, es necesario profundizar sobre la relación entre carroñas y la estructura social del Cóndor Andino ya que esto constituye una oportunidad para determinar parámetros importantes de la población, especialmente en la zona central de Chile donde existe escasa información disponible de posaderos que puedan sustentar un gran número de individuos. Además, es necesario establecer un diseño de muestreo adecuado basado en carroñas experimentales. Este diseño debería permitir hacer comparaciones válidas entre distintos estudios considerando y estandarizando aspectos tales como el número de carroñas, tiempo de exposición de las carroñas, tipo de animales utilizados como cebos, equipos (cámaras), época del año y esfuerzo de muestreo.

El hallazgo relevante de este estudio es la proporción mayor de cóndores adultos y machos en lugares habituales de alimentación en la cordillera andina de Chile central, lo cual coincide con lo observado en otros lugares de su distribución en Sudamérica y que tiene implicancia en la viabilidad poblacional de la especie (Lambertucci *et al.* 2012). Si bien estos antecedentes son insuficientes para determinar una tendencia en la población de cóndores de la zona central, debieran considerarse para futuros estudios poblacionales y programas de introducción de cóndores que se llevan a cabo en Chile.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los arrieros de la zona de los Maitenes, Alfalfal Cajón del Maipo, por ayudarnos en el transporte de animales usados como carroña, a Víctor Troncoso por permitirnos realizar el estudio de alimentación en el Santuario de la Naturaleza Yerba Loca el 2010 cuando era actual administrador. A Leonardo Cabeza, Nicolás Guarda y Tomás Altamirano por ayudar desinteresadamente en las labores técnicas y de terreno. Durante el

estudio VE-G fue financiado por una beca de postgrado de la Comisión Nacional de Investigación y Ciencia (CONICYT) y por The Peregrine Fund. Agradecemos también los comentarios de Ricardo Figueroa a este artículo, y la revisión y sugerencias de Alejandro Kusch y un revisor anónimo para mejorar el manuscrito.

## REFERENCIAS

- Alcaide, M., L. Cadahía, S. A. Lambertucci, & J. J. Negro. 2010. Noninvasive estimation of minimum population sizes and variability of the major histocompatibility complex in the Andean Condor. *Condor* 112: 470–478.
- Arnulphi, V. C., S. G. Ortiz, & C. E. Borghi. 2013. Características poblacionales del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el parque natural provincial Ischigualasto, Argentina. *Ornitol. Neotrop.* 24: 1–5.
- Cortés-Avizanda, A. 2010. Efectos ecológicos de la heterogeneidad espacial y predecibilidad en la distribución de los recursos: carroñas y gremios de carroñeros. Tesis Doc., Univ. Autónoma de Madrid, Sevilla, España.
- Cortés-Avizanda, A., M. Carrete, D. Serrano, & J. A. Donazar. 2009. Carcasses increase the probability of predation of ground-nesting birds: a caveat regarding the conservation value of vulture restaurants. *Anim. Conserv.* 12: 85–88.
- del Hoyo, J., A. Elliott, & J. Sargatal (eds). 1994. Handbook of the birds of the world. Volume 2: New World vultures to guinea fowl. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Donald P. F. 2007. Adult sex ratios in wild bird population. *Ibis* 149: 671–692.
- Donazar, J. A., A. Travaini, O. Ceballos, A. Rodríguez, M. Delibes, & F. Hiraldo. 1999. Effects of sex-associated competitive asymmetries on foraging group structure and despotic distribution in Andean Condors. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 45: 55–65.
- Donazar, J. A., & J. E. Feijóo. 2002. Social structure of Andean Condor roosts: Influence of sex, age, and season. *Condor* 104: 832–837.
- Donazar, J. A., A. Cortés-Avizanda, & M. Carrete. 2010. Dietary shifts in two vultures after the demise of supplementary feeding stations: consequences of the EU sanitary legislation. *Eur. J. Wildl. Res.* 56: 613–621.
- Ezard, T. H., P. H. Becker, & T. Coulson. 2006. The contributions of age and sex to variation in common tern population growth rate. *J. Anim. Ecol.* 75: 1379–1386.
- Ferguson-Lees, J., & D. A. Christie. 2001. Raptors of the world. Christopher Helm, London, UK.
- Fisher, R. A. 1935. The logic of inductive inference. *J. Roy. Stat. Soc.* 98: 39–82.
- Fjeldsa, J., & N. Krabbe. 1990. Birds of the high Andes. Univ. of Copenhagen and Apollo Books, Svendborg, Denmark.
- Fraga, A. S., C. Ovalle, F. Blu, J. Avendaño, & F. Fernández. 2004. Ovinos alimentados con raciones que incluyen tagasaste (*Chamaecytisus proliferus* subsp. *palmensis*) en reemplazo de heno de alfalfa. I. Consumo y variaciones de peso vivo. *Agric. Téc.* 64: 264–270.
- Glade, A. A. 1988. Libro rojo de los vertebrados terrestres chilenos. Corporación Nacional Forestal, Santiago, Chile.
- González, B. A., R. E. Palma, B. Zapata, & J. C. Marín. 2006. Taxonomic and biogeographical status of Guanaco *Lama guanicoe* (Artiodactyla, Camelidae). *Mammal Rev.* 36: 157–178.
- Goodall, J. D., A. W. Johnson, & R. A. Philippi. 1946. Las aves de Chile su conocimiento y sus costumbres. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, Argentina.
- Goic L., A. Fröhlich, & J. Eichholz. 1974. Efecto del mes de nacimiento sobre el crecimiento de terneros en pastoreo bajo las condiciones de la provincia de Osorno. *Agro Sur.* 2: 21–24.
- Groenendaal, J., H. de Kroon, & H. Caswell. 1988. Projection matrices in population biology. *Trends Ecol. Evol.* 10: 264–269.
- Koenen, M. T., S. G. Koenen, & N. Yanez. 2000. An evaluation of the Andean Condor population in northern Ecuador. *J. Raptor Res.* 34: 33–36.
- Kusch, A. 2004. Distribución y uso de dormideros por el Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Patagonia chilena. *Ornitol. Neotrop.* 15: 313–317.
- Kusch, A. 2006. Posaderos de Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el extremo sur de Chile: antecedentes para la conservación de la especie. *Cotinga* 25: 65–68.

- Lambertucci, S. A. 2010. Size and spatio-temporal variations of the Andean Condor (*Vultur gryphus*) population in north-west Patagonia, Argentina: communal roosts and conservation. *Oryx* 44: 441–447.
- Lambertucci, S. A., M. Carrete, J. A. Donázar, & F. Hiraldo. 2012. Large-scale age-dependent skewed sex ratio in a sexually dimorphic avian scavenger. *PlosOne* 7(9): e46347.
- Luebert, F., & P. Pliscoff. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- McGahan, J. 1972. Behavior and ecology of the Andean Condor. Ph.D. thesis, Univ. of Wisconsin, Madison, USA.
- Mujica F. (ed.) 2005. Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Osorno, Chile. Boletín INIA N° 127, 88 pp.
- O'Brien, T. G., & M. F. Kinnaird. 2008. A picture is worth a thousand words: the application of camera trapping to the study of birds. *Bird Conserv. Int.* 18: S144–S162.
- Ostfeld, R. S., & F. Keesing. 2000. Pulsed resources and community dynamics of consumers in terrestrial ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 15: 232–237.
- Pagano, M., & K. T. Halvorsen. 1981. An algorithm for finding the exact significance levels of  $r \times c$  contingency tables. *J. Am. Stat. Assoc.* 76: 931–934.
- Pavez, E. 2001. El Cóndor Andino: conservación y nuevas fuentes de alimentación. Pp. 409–410 *en* Primack, R., R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo (eds). Elementos de Conservación biológica: perspectivas latinoamericanas. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México, D.F., México.
- Ríos-Uzeda, B., & R. B. Wallace. 2007. Estimating the size of the Andean Condor population in the Apolobamba Mountains of Bolivia. *J. Field Ornithol.* 78: 170–175.
- SAG. 2012. La ley de caza y su reglamento. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile.
- Sarno, R. J., W. L. Franklin, & W. S. Prexl. 2000. Actividad y características poblacionales de Cóndor Andino en el sur de Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 73: 3–8.
- Wallace, M. P., & T. W. Torres. 1983. Ecología del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en el norte del Perú. Pp. 69–76 *en* Stiles, F. G., & P. G. Aguilar (eds). Primer Simposio de Ornitología Neotropical (14–15 octubre 1983, Arequipa-Perú). Apeco, Lima, Perú.
- Wallace, M. P., & S. A. Temple. 1988. Impacts of the 1982-1983 El niño on population dynamics of Andean Condor in Perú. *Biotrópica* 20: 144–150.
- Yang, L. H., J. L. Bastow, K. O. Spence, A. N. Wright, & N. Wright. 2008. What can we learn from resource pulses? *Ecology* 89: 621–634.

