

DIETA ESTACIONAL Y ALTERNANCIA EN EL CONSUMO DE PRESAS POR EL TUCÚQUERE (*Bubo magellanicus*) EN EL ALTIPLANO DEL NORTE DE CHILE

Seasonal diet and prey switching for the Magellanic Horned Owl (*Bubo magellanicus*) in the high plateau of northern Chile

JORGE E. MELLA¹, ALEJANDRO DELGADO¹, IVÁN MOYA¹, JESÚS ACEVEDO¹,
CLAUDIO SILVA¹, CRISTIÁN MUÑOZ¹ & JOSÉ GONZÁLEZ¹

¹Centro de Ecología Aplicada Ltda. Avenida Príncipe de Gales 6465, La Reina, Santiago.

Correspondencia: Jorge Mella, jorge.mella@cedrem.cl

RESUMEN.— Entre diciembre de 2007 a marzo de 2009 colectamos egagrópilas para estudiar la dieta del tucúquere (*Bubo magellanicus*) en la Quebrada Zorras, cercana a Llullaillaco, en el altiplano de la II Región de Antofagasta. En total, recolectamos 317 egagrópilas, cuyo tamaño (largo x ancho) varió estacionalmente, con valores mínimos en primavera y máximos en otoño. *B. magellanicus* consumió principalmente micromamíferos, de los cuales *Phyllotis xanthopygus* y *Abrothrix andinus* fueron las presas dominantes, representado entre un 87 a un 100% de la dieta, dependiendo de la estación. La amplitud de nicho trófico varió entre valores de 1,58 (invierno 2008) a 2,26 (en otoño 2008), siendo estos valores menores a los registrados para esta misma especie en otras localidades del centro y sur de Chile. Al comparar la proporción de consumo de las dos presas dominantes, se observa un caso de inversión por especies-presa, ya que cuando *P. xanthopygus* aumenta en la dieta de *B. magellanicus*, disminuye el consumo de *A. andinus* y viceversa. Se discute la proporción diferencial en la dieta en relación a la disponibilidad ambiental de las especies presa.

PALABRAS CLAVE.— Altiplano, *Bubo magellanicus*, ecología trófica estacional, egagrópilas, norte de Chile, permutación.

ABSTRACT.— Between December 2007 to March 2009, we collected pellets and studied the diet of the Great Horned Owl (*Bubo magellanicus*) in Quebrada Zorras, near Lllullaillaco, in Northern Chile altiplano. In total, we collected 317 pellets, differing in sizes seasonally, with minimal values observed in spring and maximum values in the fall. *B. magellanicus* fed mainly on small mammals. *Phyllotis xanthopygus* and *Abrothrix andinus* were the rodent most preyed, comprising between 87 to 100% of the diet, depending on the season. Great Horned Owl food-niche breadth varied between 1,58 (winter 2008) and 2,26 (fall 2008), being smaller values to the ones registered in other localities of Central and South Chile. We observed a case of prey switching for *B. magellanicus*: when *P. xanthopygus* increases in the diet, the consumption of *A. andinus* decreases, and *vice versa*. The availability of prey in relation to proportion the items in the diet is discussed.

KEYWORDS.— *B. magellanicus*, northern Chile, pellets, puna, seasonal trophic ecology, switching.

Manuscrito recibido el 21 de septiembre de 2015, aceptado el 30 de junio de 2016.

INTRODUCCIÓN

Existen diversos estudios específicos sobre la dieta de las aves rapaces nocturnas en Chile, pero en su mayoría son descriptivos y acotados estacionalmente. Pocos estudios abordan las variaciones estacionales o recambios temporales de presas en la dieta de los búhos chilenos.

En términos de nicho trófico, algunos estudios han estimado amplitud y solapamiento de nicho y sus cambios estacionales, aunque en ambientes con una alta riqueza y diversidad de presas (micromamíferos), como en el centro y sur del país (Jaksic & Yáñez 1980, Jaksic *et al.* 1986). Sin embargo, en estos estudios no hubo una evaluación del

potencial cambio de preferencia por presas alternativas en distintas estaciones.

La inversión, alternancia o *switching* de presas corresponde al cambio en el consumo de presas por un depredador, de una presa en particular por otra alternativa más abundante, a consecuencia de variaciones en la abundancia de las presas en el ambiente (Murdoch 1969, Ricklefs 1990). Este comportamiento debiera ser evidente cuando se analizan los cambios temporales de dieta, ya que estudios puntuales realizados en una sola estación del año, o estudios acumulativos que describen la dieta en general (sin separarlas en periodos), podrían no revelar la alternancia de presas por parte del depredador.

Por otra parte, las dietas de las aves rapaces que habitan el extremo norte de Chile recién comienzan a ser conocidas. Hasta ahora, existe información disponible para cuatro especies: aguilucho de la Puna (*Buteo poecilochrous*, Jiménez & Jaksic 1990), aguilucho común (*Geranoaetus polyosoma*, Valladares *et al.* 2015), lechuza blanca (*Tyto alba*, Jaksic *et al.* 1999, Carmona & Rivadeneira 2006, Valladares *et al.* 2016) y pequén (Carevic 2011). Con excepción de un estudio no publicado formalmente (Torres-Mura *et al.* 1997), la dieta del tucúquere (*Bubo magellanicus*) en el extremo norte de Chile es casi totalmente desconocida.

El tucúquere es la especie de búho más grande que habita en Chile, con 50 cm de longitud y 118 cm de envergadura alar (Figueroa *et al.* 2015). Se distribuye desde el extremo norte del país hasta Tierra del Fuego, incluyendo áreas al nivel del mar hasta los 4.500 m.s.n.m. en zonas cordilleranas elevadas (Pavéz 2004, Figueroa *et al.* 2015). Con relación a sus hábitos tróficos, distintos estudios indican que la especie tiende a ser especialista en micromamíferos, consumiendo especies según la disponibilidad, tamaño y periodo de actividad de las presas (Jaksic & Yáñez 1980, Jaksic *et al.* 1986, Tala *et al.* 1995, Mella 2002). Un análisis reciente que toma en cuenta la contribución de biomasa de las presas, confirma que el tucúquere es un búho especializado en el consumo de mamíferos, con un elevado consumo de micromamíferos, en particular de roedores. Sin embargo, consume también presas de mayor tamaño, como lagomorfos, en cantidades relativamente bajas, pero que en biomasa pueden llegar a equiparar la contribución de los roedores (Figueroa *et al.* 2015).

Tomando en cuenta estos antecedentes, nuestra investigación estudia los cambios estacionales de la dieta del tucúquere en el altiplano del extremo norte de Chile. En particular, evaluamos la existencia de cambios estacionales en la composición de presas y en la amplitud del nicho trófico. Debido a la baja riqueza de micromamíferos, es esperable que el tucúquere tenga una baja amplitud de nicho trófico en el altiplano del norte de

Chile. Además, evaluamos si la especie muestra cambios notorios en la estructura de su dieta como resultado de los cambios temporales atribuibles a la disponibilidad de presas (*i.e.*, inversión en el consumo de presas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Salar de Punta Negra se encuentra localizado a 3.000 msnm, a los pies del Volcán Llullaillaco, en la Región de Antofagasta. Desde este volcán, se originan varias quebradas que desembocan en el salar, como las quebradas Llullaillaco, Zorras y Zorritas (CEA 2008). La vegetación terrestre se compone básicamente de dos formaciones vegetacionales: el Desierto Montano de la Cordillera de Domeyko y la Estepa Desértica de los Salares Andinos (Gajardo 1994). A nivel más específico, existen tres grandes formas de vida: a) dominando los sectores más fríos y cubriendo grandes extensiones, los pajonales o coironales representados por las gramíneas cespitosas de los géneros *Festuca*, *Stipa* y *Deyeuxia*; b) los tolares, representados por arbustos leñosos bajos de follaje reducido de los géneros *Baccharis* y *Parastrephia*; y c) los bofedales o vegas, los cuales se ubican en los sectores de menor drenaje y vegetación compuesta por plantas de los géneros *Deyeuxia*, *Oxychloe* y *Distichia*, principalmente (Peñaloza *et al.* 2013).

La fauna de vertebrados se encuentra distribuida irregularmente, desde áreas desprovistas de vegetación hasta áreas de alta diversidad de especies vegetales y disponibilidad de agua (CEA 2008). En el área específica de estudio, y como resultado de monitoreos trimestrales de fauna (realizados entre agosto de 1995 a octubre de 2013), se ha registrado un total acumulado de 51 especies de vertebrados terrestres, incluyendo un reptil, 43 especies de aves y siete de mamíferos (CEA 2013). Estos sectores andinos presentaron una baja riqueza relativa tanto de especies de roedores como de rapaces diurnas y nocturnas. Así, las aves rapaces registradas en el sector fueron el aguilucho de la puna (*B. poecilochrous*), el carancho cordillerano (*Phalcoboenus megalopterus*) y el tucúquere (*B. magellanicus*).

Entre diciembre de 2007 y marzo de 2009 colectamos egagrópilas de tucúqueres mensualmente, bajo cinco sitios utilizados como perchas. Los sitios (identificados por registro de egagrópilas en recorridos previos) se ubicaron dentro de la Quebrada Zorras, (24°29'54" S, 68°43'54" O; aproximadamente a 3.400 m.s.n.m) en las cercanías de la Minera Escondida y el Parque Nacional Llullaillaco en la Región de Antofagasta. Los sitios estuvieron separados por una distancia máxima de 1,5 km y se caracterizan, en general, por ser ambientes de quebrada semi-profunda, con bordes rocosos abruptos y escarpados (entre 30 a 40

Tabla 1. Variación temporal en el tamaño de las egagrópilas del tucúquere (*Bubo magellanicus*) colectadas en la Quebrada Zorras, Altiplano de la Región de Antofagasta, extremo norte de Chile.

| Estación | Largo (cm) | | Ancho (cm) | | N |
|----------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Media (Rango) | D.E. | Media (Rango) | D.E. | |
| Hasta Diciembre 2007 | 4,47 (3,1-5,9) | 0,77 | 2,89 (2,4-3,4) | 0,31 | 20 |
| Verano 2008 | 4,12 (2,6-6,3) | 0,85 | 2,60 (1,8-3,5) | 0,38 | 51 |
| Otoño 2008 | 4,26 (2,6-6,8) | 0,99 | 2,59 (1,6-3,8) | 0,45 | 90 |
| Invierno 2008 | 3,74 (2,7-5,4) | 0,72 | 2,24 (1,4-3,2) | 0,45 | 46 |
| Primavera 2008 | 3,52 (1,9-6,1) | 0,86 | 2,28 (1,4-3,5) | 0,45 | 86 |
| Verano 2009 | 3,98 (3,0-7,3) | 0,89 | 2,62 (2,0-3,5) | 0,39 | 24 |
| Total | 3,96 (1,9-7,3) | 0,93 | 2,48 (1,4-3,8) | 0,47 | 317 |

m de altura), con sustrato arenoso y vegetación compuesta principalmente por arbustos (*e.g.*, *Atriplex imbricata*) y coironales (*e.g.*, *Stipa sp.*, *Festuca sp.*). En la parte baja de la quebrada, el entorno es de desierto plano con escasa o nula vegetación, mientras que en la parte más alta de la quebrada, el ambiente básicamente es de coironales ralos.

Análisis de egagrópilas

Las muestras fueron rotuladas según los meses de recolección, y luego agrupadas en las estaciones de verano (enero a marzo), otoño (abril a junio), invierno (julio a septiembre) y primavera (octubre a diciembre). La primera recolección de egagrópilas, realizada en diciembre de 2007, fue excluida del análisis estacional debido a que pudo tener egagrópilas correspondientes a más de una estación climática. Antes de su análisis, todas las egagrópilas enteras fueron medidas por su largo y ancho utilizando una regla milimetrada. Estas mediciones permitieron determinar la existencia de cambios estacionales en el tamaño de las egagrópilas.

Para determinar la composición de presas, las egagrópilas fueron disgregadas manualmente, separando restos de plumas, pelos y huesos, y fragmentos de insecto. Adicionalmente, el material óseo fue lavado con agua oxigenada (H_2O_2). Las muestras craneales fueron identificadas por el análisis de patrones dentarios a nivel de especie, utilizando las claves de Reise (1973), Pearson (1995) y colecciones de referencia de ejemplares muertos encontrados en el área de estudio.

La variación estacional en el tamaño de las egagrópilas fue analizada mediante un análisis de varianza, con prueba *a posteriori* de Tukey para muestras desiguales (suponiendo simetría y normalidad en los datos), utilizando el programa Statistica 7.0.

La amplitud de nicho trófico fue calculada mediante el índice de diversidad de Levins, B:

$$B = 1/\sum p_i^2$$

donde: $p_i = n_i/N$, es la proporción del número total de ejemplares de la especie i , n_i = número de ejemplares de la especie i en la dieta y N = número total de ejemplares en la dieta.

RESULTADOS

Tamaño de egagrópilas

En total, recolectamos 317 egagrópilas. Durante abril y septiembre de 2008 no recolectamos material debido a imposibilidad de acceso. Al combinar todas las muestras, el tamaño de las egagrópilas fue de $3,96 \pm 0,93$ cm de largo x $2,48 \pm 0,47$ cm de ancho (media \pm DE, Tabla 1). El tamaño de las egagrópilas difirió significativamente entre estaciones climáticas ($F = 4,57$; $p = 0,001$ para largo; $F = 5,74$; $p < 0,00001$ para ancho), siendo las muestras de la estación de primavera las más pequeñas y las de otoño las más grandes (Tabla 1). Diferencias significativas fueron observadas entre el largo de las egagrópilas de la primavera 2008 con las de verano 2008 ($p = 0,005$) y del otoño 2008 ($p < 0,00002$), y de las del otoño con las del invierno 2008 ($p < 0,04$). En el resto de las comparaciones no encontramos diferencias significativas. En el caso del ancho, detectamos diferencias significativas entre la primavera 2008 con todas las otras estaciones ($p < 0,03$), excepto con el invierno 2008. Además las muestras del verano 2008 difirieron significativamente del invierno 2008 ($p < 0,0002$) y de la primavera 2008 ($p < 0,001$), y las muestras del otoño 2008 difirieron significativamente de las del invierno 2008 ($p < 0,001$) y de la primavera 2008 ($p < 0,0001$).

Variación estacional de la dieta

En nuestra área de estudio, el tucúquere consumió siete especies de micromamíferos, siendo *Phyllotis xanthopygus* y *Abrothrix andinus* los más depredados, mientras que las otras cinco especies de micromamíferos fueron consumidas esporádicamente y en bajas proporciones (Tabla 2). Las aves e insectos constituyeron una fracción marginal del total de presas, y trazas de material vegetal fueron encontradas en algunas egagrópilas (Tabla 2).

Considerando solo las presas vertebradas, la amplitud de nicho trófico varió entre $B = 1,58$ durante el invierno 2008 y $B = 2,26$ durante el otoño 2008 (Tabla 2).

Al comparar la representación de *P. xanthopygus* y *A. andinus* en la dieta del tucúquere observamos una

Tabla 2. Variación estacional en la dieta del tucúquere (*Bubo magellanicus*) en la Quebrada Zorras, Altiplano de la Región de Antofagasta, extremo norte de Chile.

| Especies presa | Periodo | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-------------|------------|---------------|----------------|-------------|
| | Acumulado hasta Dic-07 | Verano 2008 | Otoño 2008 | Invierno 2008 | Primavera 2008 | Verano 2009 |
| Aves sin identificar | 2,27 | 0 | 1,59 | 0 | 0 | 0 |
| Mamíferos | | | | | | |
| <i>Phyllotis xanthopygus</i> | 20,45 | 25,51 | 38,10 | 78,13 | 52,53 | 42,86 |
| <i>Abrothrix andinus</i> | 77,27 | 70,41 | 49,21 | 14,06 | 44,44 | 57,14 |
| <i>Ctenomys fulvus</i> | 0 | 1,02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Neotomys ebriosus</i> | 0 | 1,02 | 5,56 | 3,13 | 1,01 | 0 |
| <i>Thylamys pallidior</i> | 0 | 2,04 | 0 | 4,69 | 0 | 0 |
| <i>Abrocoma cinerea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,01 | 0 |
| <i>Eligmodontia puerulus</i> | 0 | 0 | 5,56 | 0 | 1,01 | 0 |
| Insectos | 0 | 3 | 6 | 6 | 9 | 1 |
| Material vegetal | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Tamaño muestral (cráneos) | 44 | 98 | 126 | 64 | 99 | 28 |
| Amplitud nicho (B) | - | 1,78 | 2,26 | 1,58 | 2,11 | 1,96 |

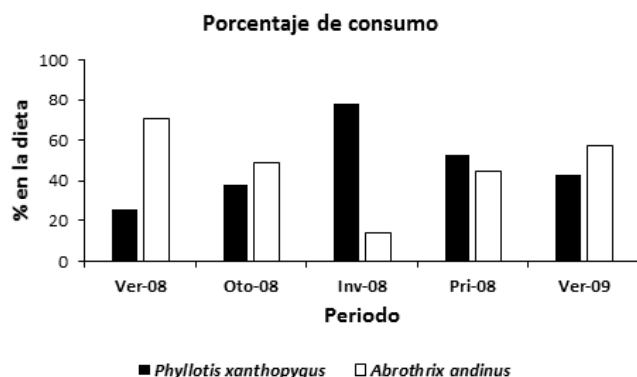


Figura 1. Representación porcentual de las dos especies de micro-mamíferos más consumidos por el tucúquere (*Bubo magellanicus*) en la Quebrada Zorras, Altiplano de la Región de Antofagasta, extremo norte de Chile.

evidente inversión temporal en su consumo. Es decir, cuando una de las presas aumentó en la dieta del tucúquere la otra disminuyó (Fig. 1). Así, en el verano de 2008 la mayor proporción de consumo fue sobre *A. andinus* (70,4%) la que casi triplicó el consumo de *P. xanthopygus* (25,5%). Luego, en el otoño 2008, la proporción de consumo, aunque algo menor, favoreció a *A. andinus* (54,7% versus 35,9%, respectivamente). En el periodo de invierno de 2008 *P. xanthopygus* fue considerablemente más depredado que *A. andinus* (Fig. 1). Finalmente, en el verano 2009 *A. andinus* fue nuevamente la especie más consumida (Fig. 1). Concordante, hubo una correlación negativa significativa entre el consumo de *A. andinus* y *P. xanthopygus* (Coeficiente de correlación de Spearman, $r = -0,90$; $p < 0,0005$).

DISCUSIÓN

El tamaño promedio de las egagrópilas del tucúquere en nuestra área de estudio fue similar al documentado para la misma especie en San Fernando (4,4 x 2,2 cm, Yáñez *et al.* 1978), Aysén (3,91 x 2,64 cm, Tala *et al.* 1995), Torres del Paine (4,9 x 2,8 cm, Yáñez *et al.* 1978), y Estancia Monira y Telsen, en la Patagonia Argentina (4,82 x 3,27 cm y 4,63 x 2,54 cm, respectivamente, Nabte *et al.* 2006).

Las variaciones estacionales registradas en el tamaño de las egagrópilas, con valores mínimos en primavera y máximos en otoño son similares a la registrada por Schlatter *et al.* (1982) para el pequén (*Athene cunicularia*) en la precordillera de Santiago. Dichos autores registraron largos mínimos también en primavera, pero máximos en invierno (aunque esta estación es sólo significativamente diferente a la de primavera). Para el ancho, Schlatter *et al.* (1982) encuentran tamaños máximos en la estación de invierno, mientras que las otras estaciones no muestran anchos significativamente diferentes entre sí. Estos autores explicaban en parte estas diferencias por dos factores: en invierno, el mayor tamaño (y peso) de egagrópilas se explicaría por una parte, en la mayor proporción de mamíferos en la dieta en dicha estación, así como en el mayor consumo de ejemplares adultos en la dieta. Por otra parte, Yáñez *et al.* (1978), comparando las egagrópilas de tucúquere en la localidad de San Fernando en Chile central, relacionan el mayor tamaño de las egagrópilas con la mayor proporción de roedores en la dieta y su mayor especialización (en primavera, con más oferta). Al contrario, estos autores relacionan el menor tamaño a

mayor consumo de artrópodos y dieta más diversa (más generalistas) en verano (menor oferta). Similar resultado muestran Nabte *et al.* (2006) quienes compararon la dieta del tucúquere en ocho localidades del Desierto del Monte y la Patagonia argentina, donde encuentran que las egagrópilas que contenían sólo roedores eran de mayor tamaño que las que poseían tanto roedores como artrópodos. En nuestro caso, considerando la diferencia de pesos entre *P. xanthopygus* y *A. andinus* (47-67 g vs 18-31 g, Muñoz-Pedrerros 2005, Redford & Einsenberg 1992) y la proporción diferencial en la dieta en las distintas estaciones, era esperable que las egagrópilas de mayor tamaño sean las de invierno 2008 (con máxima proporción de *P. xanthopygus*) y las de menor tamaño las de verano 2008 (con mayor proporción de *A. andinus*). Sin embargo, observamos lo inverso (no se puede determinar el efecto del consumo de adultos y juveniles en la dieta, ya que no se cuantificó ese parámetro).

La dominancia de roedores en la composición de la dieta del tucúquere en Quebrada Zorras concuerda con los resultados de otros estudios realizados anteriormente para la misma especie en nuestro país. En Magallanes, Yáñez *et al.* (1979) registran consumo de 99,2% de 8 especies de roedores (principalmente *Oligoryzomys longicaudatus*, *Reithrodon physodes* y *Abrothrix xanthorhinus*). En Aysén, esta especie consume exclusivamente roedores (7 especies), principalmente *Loxodontomys micropus* (32,5%), *Abrothrix longipilis* (27,9%) y *Abrothrix xanthorhinus* (22,5%, Tala *et al.*, 1995), lo que se correlaciona positivamente con la abundancia de dichas presas en el ambiente. En la Dehesa (Región Metropolitana), el tucúquere depreda también principalmente sobre roedores (6 a 7 especies, 69,3%), de las cuales los más consumidos son *Rattus rattus*, *Abrocoma bennetti* y *Abrothrix longipilis* (las presas de mayor tamaño), además de un 15,8% de conejos (*Oryctolagus cuniculus*, Jaksic & Yáñez 1980). En dicho estudio (al igual que en el nuestro), no se evaluó la disponibilidad de presas en el ambiente, pero se especula que el consumo se debiera relacionar con la disponibilidad de presas, período de actividad y tamaño de las presas. En la cordillera de la Región Metropolitana, *B. magellanicus* consume preferentemente roedores (5 especies, en el 100% de las egagrópilas), de los cuales las especies más depredadas fueron *A. olivaceus* (38,5%) y *P. darwini* (30,8%, Mella 2002), las que son justamente, las especies más abundantes (49,6% y 25,2%, respectivamente, Mella 2006). Una revisión más detallada de los estudios de dieta del tucúquere y su comparación por zonas geográficas en Chile se pueden revisar en Figueroa *et al.* (2015). En Argentina, diversos estudios de dieta del tucúquere también muestran un consumo dominante de roedores en varias localidades y en diversas estaciones

del año, incluyendo muchas de las mismas especies presa documentadas en nuestro país, como *P. xanthopygus*, *O. longicaudatus* y varias especies de *Abrothrix* spp. (Donázar *et al.* 1997, Trejo & Grigera 1998, Teta *et al.* 2001, Nabte *et al.* 2006).

En comparación al consumo de otras rapaces presentes en el altiplano del extremo norte, *B. magellanicus* parece ser más especialista que el aguilucho de la puna (*B. poecilochrous*) en la localidad de Choquelimpe (XV Región de Arica Parinacota, a 4.800 m.s.n.m.). Esta especie (también presente en nuestro sitio de estudio), consume una mayor variedad de especies presa, como roedores, aves, reptiles, anfibios e insectos (principalmente coleópteros, Jiménez & Jaksic 1990). Por otra parte, el consumo dominante de *Phyllotis* y *Abrothrix* por el tucúquere en este estudio concuerda con los antecedentes preliminares de dieta del águila (*G. melanoleucus*) en el altiplano de la Región de Arica y Parinacota (Martínez & Valladares 2014). Dichos autores encontraron un 58,9% de consumo de *Phyllotis* sp. y un 14,3% de consumo de *A. andinus* y *A. olivaceus*, registrando selectividad por ambos géneros.

En nuestra área de estudio, el tucúquere presentó una baja amplitud de nicho trófico ($B = 1,58-2,26$) con relación a la estimada para el centro y sur de Chile. En un análisis del efecto del gradiente latitudinal en la dieta de tucúquere, Jaksic *et al.* (1986) encontraron una disminución en la diversidad de la dieta a medida que aumentó la latitud, siendo alta en el centro ($B = 6,9$ en los 33°S) y sur ($B = 7,2$ en los 46°S), y baja en la zona austral ($B = 4,1$ en los 51°S). Según los autores, dicho gradiente se explicaba porque en la zona austral, el tucúquere concentraba su depredación sobre un par de especies de roedores, en tanto que más al norte consumía presas en una proporción más pareja. En nuestro caso, pareciera que el gradiente se invierte hacia el norte, ya que en la localidad estudiada (Quebrada Zorras, c. 24° S), los valores de diversidad son aún más bajos que en el extremo austral. Esto podría explicarse por la baja riqueza de especies en la dieta (7 especies) y por la alta heterogeneidad de su consumo, concentrándose la gran mayoría sólo en dos especies (*P. xanthopygus* y *A. andinus*). Si bien no evaluamos la disponibilidad de roedores, es esperable que ambas especies sean las de mayor abundancia en este ambiente altoandino. Un antecedente a favor de esta explicación es que en el sector de El Abra (cerca de Calama, Región de Antofagasta), donde se ha estudiado la abundancia relativa de roedores desde octubre de 2003 hasta junio de 2009 (en campañas de otoño y primavera), se han capturado sólo estas dos especies, siendo *P. xanthopygus* la especie dominante en las capturas (con 65 capturas, para un esfuerzo de 120 trampas-noche, en 12 campañas a lo largo de seis años), con una población relativamente estable y numéricamente

superior a *A. andinus*, el que presenta un nivel poblacional bajo y aleatorio (con 11 capturas para el mismo esfuerzo, Mella, datos no publicados). Adicionalmente, Rau *et al.* (1998) encontraron que en las localidades de mayor altitud (Quebrada Jerez y Talabre), las especies de roedores más frecuentes fueron *P. rupestris* y *A. andinus* (54-96% vs 4-31% del total de individuos capturados).

Un factor explicativo de la abundancia diferencial de las dos especies de roedores en la dieta del tucúquere podría ser la disponibilidad diferencial de ambas especies en el ambiente. Es esperable que el menor consumo relativo de *A. andinus* en invierno se relacione con una menor abundancia de esta especie respecto de *P. xanthopygus*, lo cual debiera invertirse en verano. Un antecedente de la complementariedad de los cambios poblacionales entre ambas especies es aportado por Rau *et al.* (1998) para cinco localidades de la Región de Antofagasta, quienes mencionan que la abundancia de *P. rupestris* (análoga a *P. xanthopygus*) disminuyó desde 33 individuos/100 trampas-noche (invierno) a 8 individuos/100 trampas-noche (verano), mientras que *A. andinus* aumentó desde 1 individuo/100 trampas-noche (invierno) a 21 individuos/100 trampas-noche (verano). Así, ambas especies parecen responder numéricamente en forma inversa (invierno a verano) ante la ocurrencia de perturbaciones naturales. *A. andinus* puede presentar cambios estacionales marcados en abundancia como consecuencia de fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (Redford & Eisenberg 1992, Rau *et al.* 1998), en tanto que *P. xanthopygus* también experimenta cambios poblacionales como consecuencia de fenómenos naturales, como las erupciones volcánicas (Kramer *et al.* 1999).

El comportamiento de inversión de presas observado en el tucúquere podría explicarse por la potencial diferencia en disponibilidad de las presas alternativas (*P. xanthopygus* y *A. andinus*) en las distintas estaciones del año, en respuesta a interacciones antagónicas. Un interesante estudio realizado por Simonetti *et al.* (1985) en la cordillera de Chile central, mostró evidencia de probable competencia interespecífica entre *P. xanthopygus* y *A. andinus*: cuando *A. andinus* fue removido de la grilla de trapeo ubicada en ambiente arbustivo, aumentó la densidad de *P. xanthopygus*, mientras que el experimento complementario, con remoción de *P. xanthopygus* en una grilla con ambiente rocoso, aumentó la densidad de *A. andinus*. Estas respuestas poblacionales complementarias podrían darse naturalmente también en nuestro sitio de estudio, lo que apoyaría el supuesto que la inversión de presas en *B. magellanicus* podría reflejar la disponibilidad diferencial de ambos roedores.

La conducta de inversión en el consumo de presas

no ha sido documentada hasta ahora para las rapaces chilenas. En general, en aquellos estudios estacionales de dieta de rapaces se han mostrado cambios en el consumo de presas a nivel de grupos de especies, consumiendo una proporción diferencial de roedores versus otros grupos (de vertebrados o invertebrados) en las distintas estaciones. Martínez *et al.* (1998) encontraron que en el sur de Chile, el nucu (*Asio flameus*) hace un alto consumo de roedores durante invierno, justo cuando tales presas son más abundantes, cambiando a un alto consumo de aves durante la primavera, justo cuando la abundancia de roedores cae y la abundancia de algunas especies de aves aumenta. Schlatter *et al.* (1982) encontraron que el pequén (*Athene cunicularia*) tiene un consumo preferente por presas invertebradas, depredando mayoritariamente artrópodos, y aumentando gradualmente su consumo desde invierno a otoño, a la vez que disminuye el de presas vertebradas (principalmente roedores). Resultados levemente diferentes se registraron para la misma especie, en un estudio de siete años en una localidad semi-árida del norte (Aucó), donde *A. cunicularia* también consumió mayoritariamente insectos, pero su consumo fue máximo en otoño e invierno, mientras que arácnidos y vertebrados (mamíferos y anfibios) fueron más depredados en primavera y verano (Torres-Contreras *et al.* 1994). En el caso de rapaces diurnas, en la zona central, el tiuque (*Milvago chimango*) consume principalmente insectos, con una mayor depredación de coleópteros adultos en invierno y de larvas en verano, y de larvas de dípteros en primavera y verano (Núñez *et al.* 1982). En resumen, en todos estos estudios se describen cambios estacionales en la dieta considerando grupos de especies, pero no se analiza en detalle el consumo alternativo de especies presa.

En resumen, este estudio aporta con mostrar cambios estacionales de la dieta del tucúquere en un período de un año en el altiplano del norte de Chile, con bajos valores de amplitud de nicho trófico en comparación a otras zonas del centro y sur de Chile, detallando por primera vez la inversión de consumo de presas dominantes en la dieta (*P. xanthopygus* y *A. andinus*).

AGRADECIMIENTOS.- Este estudio fue apoyado por la Gerencia de Medio Ambiente de Minera Escondida Ltda. Esta publicación surge como un estudio complementario al monitoreo biológico realizado por el Centro de Ecología Aplicada Ltda. El trabajo de separación e identificación de las muestras se realizó en la Estación Biológica Tambo Solor. Rodrigo Pardo asesoró en el análisis estadístico. Se agradece sinceramente a Ricardo Figueroa y un revisor anónimo quienes mejoraron notoriamente la calidad de este artículo.

LITERATURA CITADA

- CAREVIC, F.S. 2011. Rol del pequén (*Athene cunicularia*) como controlador biológico mediante el análisis de sus hábitos alimentarios en la provincia de Iquique, norte de Chile. *Idesia* 29:15-21.
- CARMONA, E. & M. RIVADENEIRA. 2006. Food habits of the barn owl *Tyto alba* in the National Reserve Pampa del Tamarugal, Atacama Desert, north Chile. *Journal of Natural History* 40: 473-483.
- CASTRO, S.A. & F.M. JAKSIC. 1995. Great Horned and Barn Owls prey differentially according to the age/size of a rodent in northcentral Chile. *Journal of Raptor Research* 29: 245-249.
- CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA. CEA. 2008. Informe de monitoreo ambiental del medio biótico del Salar de Punta Negra (documento interno no publicado).
- CENTRO DE ECOLOGIA APLICADA. CEA. 2013. Informe consolidado del Salar de Punta Negra (documento interno no publicado).
- DÍAZ, I. 1999. Food habits of the Rufous-legged Owl (*Srix rufipes*) in the mediterranean sclerophyllous forest of central Chile. *Journal of Raptor Research* 33: 260-264.
- DONAZAR, J.A., A. TRAVAINI, O. CEBALLOS, M. DELIBES & F. HIRALDO. 1997. Food habits of the Great Horned Owl in northwestern Argentine Patagonia: the role of introduced lagomorph. *Journal of Raptor Research* 31: 364-369.
- FIGUEROA, R.A. & E.S. CORALES. 1999. Food habits of the cinereus Harrier (*Circus cinereus*) in the Araucanía, Southern Chile. *Journal of Raptor Research* 33: 264-267.
- FIGUEROA, R.A., S.A. ALVARADO, S. CORALES, D. GONZÁLEZ-ACUÑA, R. SCHLATTER & D.R. MARTÍNEZ. 2015. Los búhos de Chile. Pp. 173-273, in ENRÍQUEZ-ROCHA, P.L. (ed.). Búhos neotropicales: diversidad y conservación. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), San Cristóbal de las Casas, México.
- IRIARTE, A., N. LAGOS, R. VILLALOBOS. 2011. Los Mamíferos de la Región de Antofagasta. Ediciones Flora & Fauna Chile, Santiago, Chile. 332 pp.
- JAKSIC, F.M. 1997. Ecología de los Vertebrados de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 262 pp.
- JAKSIC, F.M. & J.L. YÁÑEZ. 1979. The diet of the Barn Owl in central Chile and its relation to the availability of prey. *Auk* 96: 619-621.
- JAKSIC, F.M. & J.L. YÁÑEZ. 1980. Differential utilization of prey resources by Great Horned Owls and Barn Owls in Central Chile. *Auk* 97: 895-896.
- JAKSIC, F.M., J.L. YÁÑEZ & R.P. SCHLATTER. 1980. Prey of the Harris' Hawk in central Chile. *Auk* 97: 196-198.
- JAKSIC, F.M., J.L. YÁÑEZ & J.R. RAU. 1986. Prey and thropic ecology of Great Horned Owls in western South America: an indication of latitudinal trends. *Journal of Raptor Research* 20:113-116.
- JAKSIC, F.M., J.E. JIMÉNEZ & P. FEINSINGER. 1990. Dynamics of guild structure among avian predators: competition or opportunism? Proceedings of the XX Internacional Ornithological Congress (Christchurch, Nueva Zelanda) 3: 1480-1488.
- JIMÉNEZ, J.E. & F.M. JAKSIC. 1990. Diet of Gurney's Buzzard in the Puna of Northernmost Chile. *Wilson Bulletin* 102: 344-346.
- KRAMER, K.M., J.A. MONJEAU, E.C. BIRNEY & R.S. SIKES. 1999. *Phyllotis xanthopygus*. *Mammalian species* 617: 1-7.
- MARTÍNEZ, D.R., R.A. FIGUEROA & C.L. OCAMPO. 1998. Food habits and hunting ranges of Short-eared Owls (*Asio flammeus*) in agricultural landscapes of southern Chile. *Journal of Raptor Research* 32: 111-115.
- MARTÍNEZ, N. & P. VALLADARES. 2014. Dieta del águila mora (*Buteo melanoleucus*) en la región de Arica y Parinacota, Chile. Libro de resúmenes del XI Congreso Chileno de Ornitología. 13-17 de octubre 2014, La Serena, Chile. p.109.
- MELLA, J. 2002. Dieta del cernícalo (*Falco sparverius*) y del tucúquere (*Bubo magellanicus*) en un ambiente cordillerano de Chile central. *Boletín Chileno de Ornitología* 9: 34-37.
- MELLA, J. 2006. Micromamíferos en el monumento natural El Morado: abundancia relativa y cambios estacionales. *Noticiario Mensual Museo Nacional de Historia Natural* 357: 10-18.
- MUÑOZ-PEDREROS, A. 2005. Rodentia. Pp. 73-126, in A. MUÑOZ-PEDREROS & J. YÁÑEZ (eds). Mamíferos de Chile. CEA Ediciones. Valdivia.
- MUÑOZ-PEDREROS, A. & J. RAU. 2000. Estudio de egagrópilas en aves rapaces. Pp 265-279, in MUÑOZ-PEDREROS A., J. RAU & J. YÁÑEZ (eds.). Aves rapaces de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.
- MURDOCH, W.W. 1969. Switching in general predators: experiments on predator specificity and stability of prey populations. *Ecological Monographs* 39: 335-354.
- NABTE, M.J., S.L. SABA & U.F.J. PARDIÑAS. 2006. Dieta del búho magallánico (*Bubo magellanicus*) en el desierto del monte y la Patagonia argentina. *Ornitología Neotropical* 17: 27-38.
- NÚÑEZ, H., M. SALLABERRY, R. VERGARA & J. YÁÑEZ. 1982. Alimentación anual de *Milvago chimango* (Vieillot, 1816) (Aves: Falconiformes). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 39: 125-130.
- PAVEZ, E. 2004. Descripción de las aves rapaces chilenas. Pp 29-103, in MUÑOZ-PEDREROS A., J. RAU & J. YÁÑEZ (eds.). Aves rapaces de Chile. CEA Ediciones, Valdivia.
- PEARSON, O. 1995. Annotated keys for identifying small mammals living in or near Nahuel Huapi National Park or Lanin National Park, Southern Argentina. *Mastozoología Neotropical* 2: 99-148.

- PEÑALOZA, A.P., V. PARDO, A. MARTICORENA, L. CAVIERES & F. FRUGONE. 2013. Flora y Vegetación del Parque Nacional Lluillailaco. 356 pp.
- RAMÍREZ, G. 2009. Fauna del altiplano andino y desierto de Atacama. Guía de campo de la Provincia de El Loa. Phrynosaura ediciones, Calama. 250 pp.
- RAMÍREZ, G. & D. PINCHEIRA-DONOSO. 2005. Fauna del Altiplano y Desierto de Atacama. Vertebrados de la Provincia de El Loa. Phrynosaura ediciones, Calama. 395 pp.
- RAU, J.R., D. MARTÍNEZ & J. YÁÑEZ. 1985. Dieta de la lechuza blanca, *Tyto alba* (Strigiformes, Strigidae) en el sur de Chile. Boletín del Museo Regional de la Araucanía 2: 134-135.
- RAU, J.R., C. ZULETA, A. GANTZ, F. SAIZ, A. CORTES, L. YATES, A.E. SPOTORNO & E. COUVE. 1998. Biodiversidad de artrópodos y vertebrados terrestres del Norte grande de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 527-554.
- REISE, D. 1973. Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. Gayana, Zoología 27: 1-20.
- REDFORD, K.H. & J.F. EISENBERG. 1992. Mammals of the Neotropics. Volume 2: The Southern Cone. Chile, Argentina, Uruguay and Paraguay. University of Chicago Press, Chicago. 430 pp.
- RICKLEFS, R.E. 1990. Ecology. 3ª edición. Freeman and Company, USA. 896 pp.
- SCHLATTER, R.P., J.L. YÁÑEZ, H. NÚÑEZ & F.M. JAKSIC. 1980a. The diet of the Burrowing Owl in central Chile and its relation to prey size. Auk 97: 616-619.
- SCHLATTER, R.P., J.L. YÁÑEZ & F.M. JAKSIC. 1980b. Food-niche relationships between Chilean Eagles and Red-backed Buzzards in Central Chile. Auk 97: 897-898.
- SCHLATTER, R., J. YÁÑEZ, H. NÚÑEZ & F. JAKSIC. 1982. Estudio estacional de la dieta del pequén *Athene cunicularia* (Molina) (Aves, Strigidae) en la precordillera de Santiago. Ambientes terrestres 6: 9-18.
- SIMONETTI, J.A. & A. WALKOWIAK. 1979. Presas de *Tyto alba* Gray, 1829 (Aves: Strigidae) en el Parque Nacional La Campana. Anales del Museo de Historia Natural, Valparaíso 12: 89-91.
- SIMONETTI, J.A., H. NÚÑEZ & J. YÁÑEZ. 1982. *Falco sparverius* L.: Rapaz generalista en Chile central (Aves: Falconidae). Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile 39: 119-124.
- SIMONETTI, J.A., E.R. FUENTES & R.D. OTAÍZA. 1985. Habitat use by two rodent species in the high Andes of central Chile. Mammalia 49: 19-25.
- SPOTORNO, A.E., C. ZULETA, A. GANTZ, F. SAIZ, J. RAU, M. ROSENMANN, A. CORTES, G. RUIZ, L. YATES, E. COUVE & J.C. MARIN. 1998. Sistemática y adaptación de mamíferos, aves e insectos fitófagos de la Región de Antofagasta, Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71: 501-526.
- TALA, C., B. GONZÁLEZ & C. BONACIC. 1995. Análisis de la dieta del tucúquere *Bubo virginianus* (Gmelin, 1788), en el valle del Río Ibáñez, Aysén. Boletín Chileno de Ornitología 2: 34-35.
- TETA, P., C. PANTI, A. ANDRADE & A. PÉREZ. 2001. Amplitud y composición de la dieta de *Bubo virginianus* (Aves, Strigiformes, Strigidae) en la Patagonia Noroccidental Argentina. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 72: 131-138.
- TORRES-CONTRERAS, H., E. SILVA-ARÁNGUIZ & F.M. JAKSIC. 1994. Dieta y selectividad de presas de *Speotyto cunicularia* en una localidad semi-árida de Chile a lo largo de siete años (1987-1993). Revista Chilena de Historia Natural 67: 329-340.
- TORRES-MURA, J.C., J.L. GALAZ & L. RODRÍGUEZ. 1997. Dieta del tucúquere (*Bubo virginianus*, Strigidae) en la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal (I Región). Pp. 1. in Libro de Resúmenes, III Congreso Chileno de Ornitología, Santiago, Chile.
- TREJO, A. & D. GRIGERA. 1998. Food habits of the Great Horned Owl (*Bubo virginianus*) in a Patagonian steppe in Argentina. Journal of Raptor Research 32: 306-311.
- VALLADARES, P., L. ÁLVAREZ, F. OLIVARES & S. ALVARADO. 2015. Dieta del aguilucho común *Geranoaetus polyosoma* (Quoy & Gaimard 1824) en la Región de Atacama, Chile. Gayana 79: 121-127.
- VALLADARES, P. N. URRUTIA, N. ÁLVAREZ, O. ORELLANA & S. ALVARADO. 2016. Diet of the Barn owl (*Tyto alba* Scopoli 1769) from the Copiapó valley, Atacama Desert, Chile. Interciencia 41: 114-118.
- YÁÑEZ, J., J.R. RAU & F.M. JAKSIC. 1978. Estudio comparativo de la alimentación de *Bubo virginianus* (Strigidae) en dos regiones de Chile. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso 11: 97-104.
- YÁÑEZ, J.L., H. NÚÑEZ & F.M. JAKSIC. 1982. Food habits and weight of Chimango Caracaras in central Chile. Auk 99: 170-171.