



Mastozoología Neotropical

ISSN: 0327-9383

ISSN: 1666-0536

kittlein@gmail.com

Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos
Argentina

Lobos, Gabriel; Tapia, Gianina; Alzamora, Alejandra; Rebolledo, Nicolás;
Salinas, Hugo; Trujillos, Juan Carlos; Girón, Gustavo; Ascanio, Rafael
DIETA DEL ZORRO CULPEO *Lycalopex culpaeus* (MOLINA, 1782) DURANTE
LA MEGASEQUÍA DE CHILE CENTRAL: ROL DEL GANADO Y EVIDENCIA
DE UNA ALTA INTERACCIÓN TRÓFICA ENTRE MAMÍFEROS CARNÍVOROS
Mastozoología Neotropical, vol. 27, núm. 2, 2020, Julio-Diciembre, pp. 319-327
Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos
Tucumán, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45768681012>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Artículo



Sociedade
Brasileira de
Mastozoologia



DIETA DEL ZORRO CULPEO *Lycalopex culpaeus* (MOLINA, 1782) DURANTE LA MEGASEQUÍA DE CHILE CENTRAL: ROL DEL GANADO Y EVIDENCIA DE UNA ALTA INTERACCIÓN TRÓFICA ENTRE MAMÍFEROS CARNÍVOROS

Gabriel Lobos¹, Gianina Tapia¹, Alejandra Alzamora¹, Nicolás Rebolledo¹, Hugo Salinas¹, Juan Carlos Trujillos¹, Gustavo Girón² y Rafael Ascanio³

¹Centro de Gestión Ambiental y Biodiversidad, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. [Correspondencia: Gabriel A. Lobos <galobos@ug.uchile.cl>]

²Biota consultores, Santiago, Chile.

³Gerencia de Sustentabilidad Anglo American, Santiago, Chile.

RESUMEN. Chile ha experimentado una extensa sequía, la que ha sido sostenida desde el año 2010. En este contexto nosotros realizamos un estudio trófico en *Lycalopex culpaeus*, en la zona mediterránea chilena, en medio de este evento climático extremo, para analizar como este fenómeno de restricción en disponibilidad de recursos tróficos afecta la dieta del culpeo. El análisis de fecas permite observar que *L. culpaeus* sustentó su dieta en el consumo de lagomorfos y de ganado, probablemente muerto. Durante este periodo no se registró cambios en la actividad de los zorros. Otro aspecto interesante, fue la presencia sostenida de mamíferos carnívoros en las fecas a lo largo del año; esto último sostiene lo observado en otras regiones, respecto a lo común que serían las muertes interespecíficas entre mamíferos carnívoros.

ABSTRACT. Diet of culpeo fox *Lycalopex culpaeus* (Molina, 1782) during the mega-drought of central Chile: role of cattle and evidence of a high trophic interaction between carnivorous mammals. Chile has experienced a strong drought, which has been sustained since 2010. In this context, we conducted a trophic study for *Lycalopex culpaeus*, in the Chilean Mediterranean area, during this extreme climatic event to analyze how this phenomenon of restriction in the availability of trophic resources affects the diet of these foxes. The analysis of feces allows us to observe that *L. culpaeus* based its diet on lagomorphs and on the use of cattle, probably dead. During the study there was no change in foxes activity. Another interesting aspect was the sustained presence of carnivorous mammals in the feces throughout the year; the latter supports what has been observed in other regions, in that interspecific kills are common among carnivorous mammals.

Palabras clave: Chile, culpeo, dieta, mamíferos carnívoros, muertes inter-específicas.

Key words: carnivorous mammals, Chile, culpeo fox, diet, interspecific killing.

INTRODUCCIÓN

La región mediterránea de Chile central, por su alto valor ambiental y alto grado de perturbación

antrópica, ha sido considerada como uno de los 25 puntos críticos o “hot spots” para la conservación de la biodiversidad del planeta (Myers et al. 2000), y entre los 36 puntos críticos reconocidos por

Conservation International (2020). Sin embargo, el acelerado crecimiento de las ciudades insertas en esta región, ha producido un significativo impacto en las comunidades de vertebrados, tanto por pérdida de hábitat, como por fragmentación (Pavez et al. 2010). Otro aspecto biogeográfico relevante, corresponde a las restricciones climáticas de esta región, donde las especies de vertebrados han coevolucionado en un clima de tipo mediterráneo semiárido (Di Castri 1968), el que presenta 6 a 7 meses de déficit hídrico, dentro de un marco de alta variabilidad de las precipitaciones; exacerbada en estas últimas décadas por sequías cada vez más extremas.

Los mamíferos carnívoros de Chile central, están representados por 8 especies de un total de 13 carnívoros terrestres nativos para el país; cuatro felinos (*Puma concolor* (Linnaeus, 1771), *Leopardus colocolo* (Molina, 1782), *Leopardus guigna* (Molina, 1782) y *Leopardus jacobita* (Cornalia, 1865)), dos cánidos (*Lycalopex culpaeus* (Molina, 1782) y *Lycalopex griseus* (Gray, 1837)), un mustélido (*Galictis cuja* (Molina, 1782)) y un mefítico (*Conepatus chinga* (Molina, 1782)) (Osgood 1943; Péfaur et al. 1968; Miller & Rottman 1976; Mann 1978; Pine et al. 1979; Tamayo & Frassinetti 1980; Rau 1982; Campos 1986; Muñoz-Pedreros & Yáñez 2000). A ellos se debe adicionar la presencia de especies asilvestradas como el gato doméstico *Felis silvestris catus* (Schreber, 1775) y el perro *Canis lupus familiaris* (Linnaeus, 1758).

Lycalopex culpaeus se distribuye desde Colombia hasta Tierra del Fuego, describiéndose al menos cuatro subespecies para Chile. Es considerado como el más carnívoro de los zorros del sur de América (Redford & Eisenberg 1992). Su peso alcanza entre los 7 a 9 kg, con una talla de 0.8 a 0.9 m y presenta una conducta solitaria y crepuscular (Iriarte & Jaksic 2012).

Los estudios de dieta, han sido una importante vía para entender las interacciones entre presas y depredadores, donde para mamíferos carnívoros, el estudio de las fecas constituye una importante fuente de información (De La Torre & Riva 2009; Fernández & Baldi 2014). Dentro del análisis de fecas, destaca la tricología o estudio de los pelos (Bryce 1994), pues a partir del análisis microscópico de la cutícula y medula capilar es posible identificar presas a nivel específico (Day 1966; Williams 1938; Arita & Aranda 1987; Quadros 2002; Palacio 2009) lo que permite complementar los estudios clásicos a partir de la identificación de dientes, mandíbulas, plumas, entre otras estructuras macroscópicas.

A partir del año 2010, Chile central se ha visto inmerso en un periodo de extrema sequía, presentando

una alta variabilidad inter-anual de las precipitaciones, debido parcialmente a la ocurrencia de eventos de El Niño - Oscilación del Sur (ENOS), con una tendencia a la sequía que ha venido acentuándose desde fines de los años setenta (Masiokas et al. 2010; Quintana & Aceituno 2012; Boisier et al. 2018) y a un déficit de lluvias que ha presentado una secuencia ininterrumpida de años secos en los últimos 10 años. Este período seco ha sido denominado como la megasequía de Chile central, debido a que no se tienen precedentes en los registros históricos de un evento de esta magnitud y extensión en el tiempo; y ha ocurrido principalmente bajo condiciones neutrales de ENOS (Garreaud et al. 2017).

En relación al efecto de la sequía sobre mamíferos silvestres chilenos, hay escasos antecedentes, siendo uno de ellos el reportado para la sequía de 1924 en la zona central de Chile (Wolffsohn 1924). En este estudio se describió un impacto importante bajo los 1 500 metros de altitud, con desplazamiento de especies más móviles hacia las zonas del valle, como vizcachas (*Lagidium viscacia*), y cururos (*Spalacopus cyanus*), y un aumento en la mortalidad de los mamíferos pequeños (roedores). También Wolffsohn (1924) describió un cambio en la conducta de los carnívoros *L. culpaeus* y el quique (*Galictis cuja*), pues invadieron campos cultivados en busca de presas domésticas. En este contexto, nosotros estudiamos la dieta de *L. culpaeus* durante las cuatro estaciones del año 2019, en un área fuertemente afectada por la sequía. Así, nuestro objetivo fue analizar cómo este fenómeno de restricción en la disponibilidad de recursos tróficos, se manifiesta en la dieta de este carnívoro, aspecto que ha sido escasamente evaluado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio comprendió un área de 1 339 km², abarcando el valle central y cordillera de las regiones Metropolitana de Santiago y de Valparaíso; entre los 505 a 3 557 m s.n.m. (Fig. 1). Desde un punto de vista biogeográfico, la zona se enmarca dentro de la región mediterránea chilena, donde predominan matorrales y bosques esclerófilos (Gajardo 1994). El acelerado crecimiento de la ciudad de Santiago, ha producido un significativo impacto en los ambientes naturales de las zonas más bajas (menos de 1000 m s.n.m.) con respecto a las zonas más altas que son utilizadas por la ganadería trashumante, actividades mineras, centros de deportes invernales y actividades de generación eléctrica.

Diseño de muestreo

Definimos 35 transectos, los que se distanciaron aleatoriamente considerando al menos 5 km de separación entre

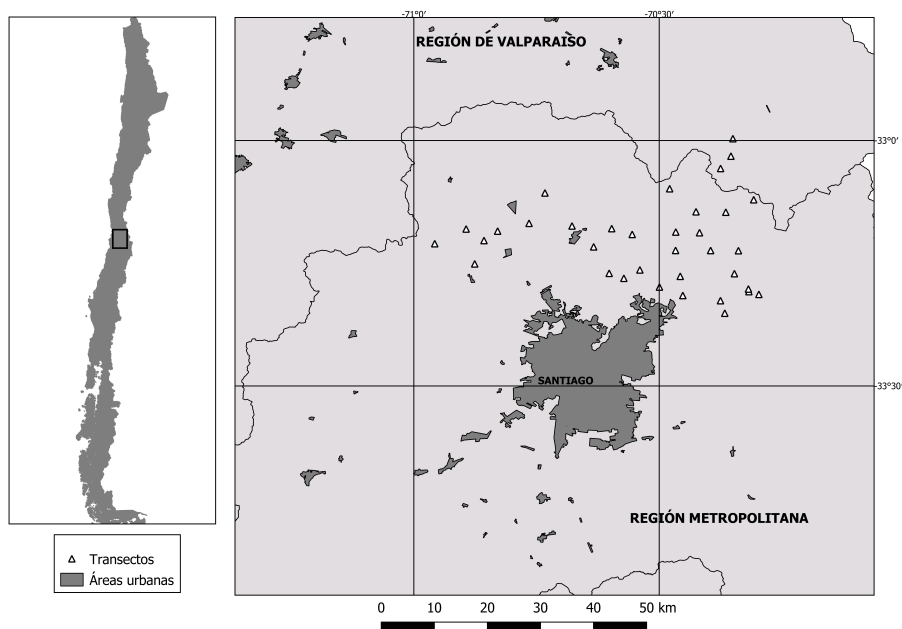


Fig. 1. Área para el estudio dietario de *Lycalopex culpaeus*, situada en las regiones Metropolitana de Santiago y de Valparaíso, Chile. El mapa en el panel izquierdo muestra el área de estudio en el contexto nacional.

ellos (Fig. 1), con un largo de 2.5 km y un ancho de 2 metros a cada lado (Pacheco et al. 2004). Los recorridos de los transectos se realizaron en campañas de diez días en el verano, otoño, invierno y primavera de 2019. En cada transecto, se registraron huellas y fecas (Muñoz-Pedrerós et al. 1995; Thompson et al. 1998; Hill et al. 2005; Zúñiga et al. 2009; Lagos & Villalobos 2012).

Análisis de dieta

Colectamos un total de 118 fecas frescas de *L. culpaeus* (n=33 en verano, n=29 en otoño, n=31 en invierno y n=25 en primavera). Las fecas fueron asignadas a *L. culpaeus* teniendo en cuenta la experiencia de otros investigadores con las especies del área en lo que respecta a la forma, tamaño, volumen y olor de las fecas, y evidencias de otros signos como huellas (Jaksic et al. 1980; Simonetti 1986; Pacheco et al. 2004). Para asegurar la independencia entre fecas, solo analizamos una por transecto cuando ello fue posible. Las fecas fueron lavadas y disgregadas bajo agua corriente. Los ítems presentes en cada muestra (dientes, huesos, semillas, frutos, plumas, pelos) fueron separados para su identificación hasta el más bajo nivel posible de resolución taxonómica. Para la identificación de pequeños mamíferos se consultó las claves de Reise (1973) y Pearson (1995), la identificación de semillas y frutos fue realizada a partir de una colección de referencia. En el caso de pelos, realizamos un estudio tricológico (Arita & Aranda 1987; Quadros 2002; Palacio 2009), para ello se extrajeron muestras de pelos presentes en las fecas, y se realizaron observaciones macroscópicas bajo lupa estereoscópica (color, presencia de escudos y bandas). Por otra parte, se

realizó una evaluación microscópica de los pelos, los que fueron decolorados, montados en cubreobjetos y fijados por medio de un barniz para el estudio de la cutícula y la médula; las muestras obtenidas, fueron contrastadas con una colección de referencia, incluyendo otros mamíferos carnívoros, ganado y animales domésticos.

La importancia de cada categoría alimentaria en la dieta, fue expresada de acuerdo al porcentaje de ocurrencia (Fo%) correspondiente al número de fecas que presentan una determinada presa en relación al total de fecas y a la abundancia numérica de cada categoría de presa (An%) correspondiente a la representación porcentual de cada presa en relación al total de presas detectadas. Para estimar las posibles variaciones estacionales en la dieta de *L. culpaeus*, así como en las categorías de presas consumidas, realizamos un análisis de la varianza (ANOVA) y el test a posteriori de Tukey utilizando las abundancias numéricas de cada categoría de presas. La normalidad de las muestras fue testeada por medio de la prueba de Shapiro-Wilk. Estos análisis fueron realizados con el software InfoStat (Di Rienzo et al. 2004), considerando un nivel de significancia de $p < 0.05$. Para este propósito, los ítems presas fueron agrupados en siete categorías: roedores, lagomorfos, mamíferos carnívoros, ganado (carroña), aves, invertebrados, y frutos-semillas.

Estimamos la amplitud de nicho de la dieta, usando el índice de Colwell & Futuyma (1971), el que corresponde a una estandarización (B_{STA}) del índice B de Levins (1968): $B_{STA} = (B_{OBS} - B_{MIN}) / (B_{MAX} - B_{MIN})$, donde B_{OBS} es el índice de Levins observado, $B_{MIN} = 1$, es el mínimo índice de amplitud de nicho y B_{MAX} es el máximo índice de amplitud de

nicho (el número de taxa consideradas). B_{OBS} es $= 1/\sum p_i^2$, donde p_i es la ocurrencia relativa del taxón i en la dieta. El B_{STA} permite comparar dietas con diferentes números de categorías de presas, y varía entre 0 y 1 (estrecho a amplio nicho trófico). Analizamos el nivel de sobreposición trófica de la dieta en las distintas temporadas, aplicando el índice de Pianka (1963), donde $o = \sum p_{ij}p_{ik} / (\sum p_{ij}^2 \sum p_{ik}^2)^{1/2}$, con p_{ij} correspondiendo a la proporción del ítem presa i en la temporada j y p_{ik} a la proporción del ítem presa i en la temporada k . Este índice varía entre 0 y 1 (desde disimilaridad a similaridad).

Intensidad de uso

En 34 de los 35 transectos ya mencionados, instalamos una cámara trampa (Bushnell HD®), la que estuvo operativa durante todo el periodo de estudio. La actividad de los zorros fue estimada a partir de su detección, lo que fue evaluado como el número promedio de imágenes obtenidas por hora a lo largo del registro diario, imágenes que fueron contadas solo una vez durante una hora para asegurar la independencia temporal de los registros (Zúñiga et al. 2017). Para realizar comparaciones entre las épocas del año (considerando las 34 trampas cámaras), aplicamos el test de Kruskal-Wallis (Di Rienzo et al. 2004).

Registro fotográfico de interacción entre mamíferos carnívoros

Adicionalmente, entregamos un registro fotográfico, de una interacción negativa entre mamíferos carnívoros obtenido en las proximidades de nuestra área de estudio.

RESULTADOS

La dieta de *Lycalopex culpaeus* estuvo conformada principalmente por lagomorfos (Fo% con un rango anual entre 37.9 y 58.1), mamíferos carnívoros (Fo% entre 18.2 y 40.0) y ganado, el que por su tamaño consideramos como carroña (Fo% entre 16 y 34.5). En menor medida figuró el consumo de roedores (Fo% entre 3.2 y 13.8), semillas-frutos (Fo% entre 3.23 y 12.12), invertebrados (Fo% entre 0 y 12.12) y aves (Fo% entre 0 y 6.9) (Tabla 1). Dentro de los lagomorfos, *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758) (conejo, especie invasora) fue una presa que presentó una representación importante en el conjunto de presas en verano y otoño (An% de 30.6 y 27 respectivamente), mientras que *Lepus europaeus* (Pallas, 1778) (liebre, especie invasora) fue más importante en invierno y primavera (An% de 33.3 y 28.6 respectivamente). Los animales de uso ganadero incluyeron a los caprinos (*Capra hircus*) que tuvieron una representación importante dentro de las presas en verano (An% 12.2), otoño (An% 10.8) e invierno (An% 7.7). El ganado vacuno (*Bos taurus*) destacó en invierno (An% 7.7) y primavera (An% 10.7), el ganado equino (*Equus caballus*) en otoño (An% 10.8), y en menor grado ganado ovino (*Ovis orientalis aries*)

en verano (An% 2.0). La presencia de roedores en las fecas fue baja y se centró en dos especies (una de talla media como *Octodon degus* y otra de talla menor como *Abrothrix longipilis*), la categoría frutos-semillas incluyó 6 ítems diferentes y el consumo de aves e invertebrados fue marginal (Tabla 1).

Los restos de mamíferos carnívoros, tanto de *G. cuja* como de *C. chinga* aparecen de modo sostenido en las fecas de *L. culpaeus* a lo largo del año, destacando la alta presencia de *G. cuja* en la época de primavera donde estuvo presente en el 28% de las 25 fecas analizadas (correspondiendo al 25% del total de presas consumidas), mientras que *C. chinga* en invierno estuvo presente en 12.9% de las fecas analizadas y su representación a nivel de presas fue de un 10%. En el caso de *G. cuja*, la interacción observada fue corroborada por un registro visual (Fig. 2), que muestra el momento en que un ejemplar de *L. culpaeus* captura, da muerte y procede a alimentarse de un individuo de *G. cuja*.



Fig. 2. Captura y muerte de *Galictis cuja* por *Lycalopex culpaeus* en Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, Santiago. Imagen captada en noviembre de 2019.

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en el consumo de presas realizado por *L. culpaeus* en las diferentes épocas del año ($F_{3,27}=1.78$, $p=0.19$), pero sí a nivel de los ítems consumidos ($F_{6,27}=9.94$, $p<0.01$). Las comparaciones a posteriori reconocen un grupo constituidos por lagomorfos y mamíferos carnívoros que presentaron los valores más altos dentro del total de ítems consumidos, seguidos por animales de uso ganadero y un grupo que presentó el menor consumo y que correspondió a invertebrados, aves, roedores y frutos-semillas (Fig. 3). La amplitud de nicho trófica fue relativamente baja y similar en las distintas estaciones (\leq

Tabla 1

Análisis dietario en *Lycalopex culpaeus* durante el verano, otoño, invierno y primavera de 2019. Los resultados son expresados como porcentaje de ocurrencia Fo% y abundancia numérica (An%). En negritas se destacan los porcentajes de las categorías presas.

Presas	Verano (n=33)		Otoño (n=29)		Invierno (n=31)		Primavera (n=25)	
	Fo%	An%	Fo%	An%	Fo%	An%	Fo%	An%
Mammalia								
Rodentia	4.44	4.08	13.79	10.81	3.23	2.56	8.00	7.14
<i>Octodon degus</i>	2.22	2.04	6.90	5.41	3.23	2.56	0.00	0.00
<i>Abrothrix longipilis</i>	2.22	2.04	6.90	5.41	0.00	0.00	8.00	7.14
Lagomorpha	51.52	34.69	37.93	29.73	58.06	46.15	40.00	35.71
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	45.45	30.61	34.48	27.03	16.13	12.82	8.00	7.14
<i>Lepus capensis</i>	6.06	4.08	3.45	2.70	41.94	33.33	32.00	28.57
Carnivora	18.18	12.24	24.14	18.92	32.26	25.64	40.00	35.71
<i>Conepatus chinga</i>	6.06	4.08	10.34	8.11	12.90	10.26	12.00	10.71
<i>Galictis cuja</i>	12.12	8.16	13.79	10.81	19.35	15.38	28.00	25.00
Ganado (carroña)	27.27	18.37	34.48	27.03	19.35	15.38	16.00	14.29
Artiodactyla								
<i>Capra hircus</i>	18.18	12.24	13.79	10.81	9.68	7.69	4.00	3.57
<i>Ovis orientalis aries</i>	3.03	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Bos taurus</i>	6.06	4.08	6.90	5.41	9.68	7.69	12.00	10.71
Perissodactyla								
<i>Equus caballus</i>	0.00	0.00	13.79	10.81	0.00	0.00	0.00	0.00
Aves indeterminado	0.00	0.00	6.90	5.41	6.46	5.13	0.00	0.00
Invertebrados	12.12	22.45	0.00	0.00	3.23	2.56	0.00	0.00
Coleóptera	6.06	2.04	0.00	0.00	3.23	2.56	0.00	0.00
Indeterminados	6.06	20.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Semillas-frutos	12.12	8.16	10.34	8.11	3.23	2.56	8.00	7.14
Leguminosa indeterminada	0.00	0.00	3.45	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Lithraea caustica</i>	3.03	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	3.57
<i>Malesherbia</i> sp.	0.00	0.00	3.45	2.70	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prunus</i> sp.	3.03	2.04	3.45	2.70	3.23	2.56	4.00	3.57
<i>Silene</i> sp.	3.03	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Vitis vinifera</i>	3.03	2.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total items	100.00		100.00		100.00		100.00	
Índice de Colwell y Futuyma	0.42		0.47		0.45		0.38	

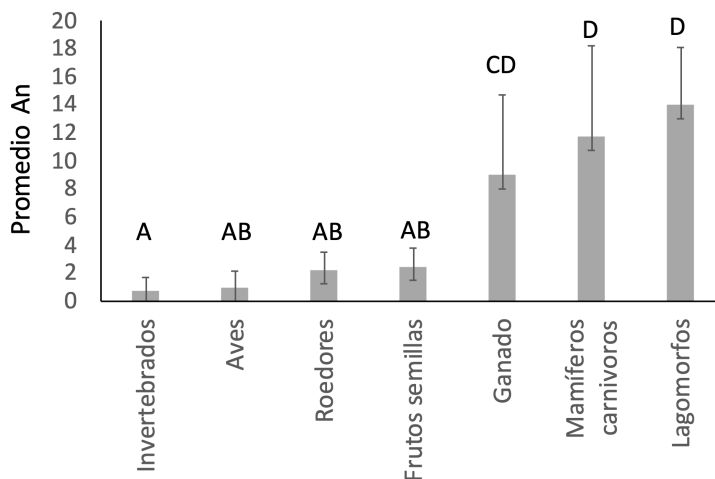
a 0.47, **Tabla 1**) y la sobreposición trófica fue alta entre temporadas (valores entre 0.79 a 0.95).

El análisis de las trampas cámaras, mostró una actividad promedio de 0.20 ± 0.23 registros por cámara para verano, 0.25 ± 0.28 para otoño, 0.18 ± 0.16 para invierno y 0.15 ± 0.11 para otoño; no registrándose diferencias significativas (Kruskal-Wallis $\chi^2=3.99$, $p=0.26$). No hubo registros para el área de estudio de la especie congénérica *L. griseus*.

DISCUSIÓN

En este estudio, entregamos información respecto a la dieta de *L. culpaeus* durante un evento extremo de sequía, el que ha afectado de manera consecutiva a Chile central en los últimos 10 años (Garreaud et al. 2017). Además, las proyecciones climáticas indican que esta tendencia continuaría en el futuro con una reducción en la precipitación anual de hasta un 40% de los valores actuales para la segunda parte de este siglo, bajo un escenario de altas emisiones. Por otra parte, la ocupación humana en las regiones

Fig. 3. Variación de la abundancia numérica An (promedio \pm desviación estándar) para los diferentes ítems consumidos por *Lycalopex culpaeus*. Las letras sobre las barras indican diferencias significativas luego de realizar una prueba de ANOVA y comparaciones a posteriori ($p < 0.05$).



mediterráneas, ha estado asociada a cambios severos en la configuración del paisaje original, afectando fuertemente a la biota nativa (Myers et al. 2000). En la precordillera de Chile central, Pávez et al. (2010) encontraron que entre los años 1975 y 2003 se produjo un cambio importante en el uso del suelo, que se vio reflejado en la pérdida de un 20.3% de los matorrales esclerófilos y en un incremento del uso urbano; y que esta situación favoreció el establecimiento de especies invasoras como el conejo. Otro uso territorial importante, corresponde a la ganadería, la que ha sido asociada con la modificación del hábitat y su sinergia con especies invasoras (Simonetti 1983).

Correa & Roa (2005) reportaron que en Chile central *L. culpaeus* se alimenta principalmente de pequeños mamíferos (51.6%), artrópodos (24.1%) y semillas (presentes en 7 de 18 fecas analizadas), siendo considerado como una especie generalista en comparación con otros carnívoros. Otros estudios en la misma zona indican su preferencia por pequeños mamíferos nativos, secundariamente por conejos y en menor medida por aves, lagartijas, insectos y frutas (Jaksic et al. 1980; Simonetti 1986; Iriarte et al. 1989). Sin embargo, Rubio et al. (2013) encontraron que en zonas altamente intervenidas por el hombre, el conejo constituyó la principal presa de estos zorros. Este cambio de la dieta hacia el conejo, ha sido observado en la precordillera de Chile central (San Carlos de Apoquindo), donde en el año 1976 el conejo representaba un 19.7% de la dieta de *L. culpaeus* (Jaksic et al. 1980), luego un 37% en 1983 (Simonetti 1986) y 48% en 1984 (Iriarte et al. 1989). No obstante, periodos de fuerte restricción hídrica pueden afectar severamente la disponibilidad de presas y la conducta alimentaria de un predador.

En este contexto, la dieta de *L. culpaeus* en nuestro estudio, se estructuró principalmente en base al consumo de lagomorfos, otros mamíferos carnívoros y en un uso significativo del ganado muerto. Dentro de los lagomorfos, el conejo constituyó una presa importante para los zorros, y su disminución hacia el invierno y primavera fue acompañada por un incremento en el consumo de la liebre, en especial en los transectos ubicados a mayor altitud.

La carroña de ganado fue un ítem muy importante en la dieta de *L. culpaeus* en nuestra área de estudio. Durante todo el año encontramos restos vacunos, y en menor medida de equinos y ovinos, en las fecas de *L. culpaeus*, resaltando el carácter oportunista de este predador, dado que nos fue posible observar ganado muerto en todos los sectores muestreados como resultados de la megasequia. Sin embargo, no queda claro si los restos de caprinos que estuvieron presentes durante todo el año en las fecas de *L. culpaeus*, puedan asimilarse totalmente al consumo de carroña. Si bien hemos observado animales muertos en el área de estudio, la predación de *L. culpeus* sobre caprinos ha sido reportada por Novaro et al. (2004) en la Patagonia Argentina.

Otro aspecto relevante que fue observado en este escenario de sequía, correspondió a la alta interferencia trófica de *L. culpaeus* con otros mamíferos carnívoros. Nuestros datos muestran la presencia sostenida de *G. cuja* y *C. chinga* en fecas de *L. culpaeus*. *Conepatus chinga* presenta masas corporales que fluctúan entre 1.5 a 3 kg (Muñoz-Pedrerros & Yáñez 2000) y presenta hábitos crepusculares y nocturnos (Iriarte & Jaksic 2012). *Galictis cuja* presenta un peso promedio es de 2.46 kg, conductualmente se le describe como solitario, diurno y agresivo (Iriarte

& Jaksic 2012) y se ha señalado su adaptación a paisajes intervenidos por el hombre (Zúñiga et al. 2009). Los registros de estos carnívoros, se sustentan en base a la presencia de pelos en las fecas de zorros, y estos podrían estar presentes producto de ataques o mordiscos durante los encuentros entre ellos o bien porque son consumidos. En este sentido, la evidencia visual (Fig. 2), respalda la presunción de depredación. Al revisar artículos de dieta de *L. culpaeus* para los ecosistemas del centro y sur del país (Yáñez & Jaksic 1978; Jaksic et al. 1980; Yáñez & Rau 1980; Meserve et al. 1987; Iriarte et al. 1989; Ebensperger et al. 1991; Rubio et al. 2013; Zúñiga & Fuenzalida 2016), no se evidencia depredación de mamíferos carnívoros. Sin embargo, Zapata et al. (2005) (para la Patagonia Argentina), reportan la presencia de mamíferos carnívoros en baja frecuencia; con presencia de *F. s. catus* (0.8%), *Conepatus humboldtii* (0.8 a 1.5%) y *G. cuja* (0.8%). En nuestro estudio, destaca que la ocurrencia de mamíferos carnívoros en las fecas alcanza niveles más altos que los reportados por Zapata et al. (2005), lo que podría ser un reflejo de las extremas condiciones de sequía del año 2019 en Chile central, que podrían haber incrementado la competencia por los recursos tróficos y las tasas de encuentros entre estos carnívoros. En este sentido, a pesar de las diferencias en talla y peso de *G. cuja* y *L. culpaeus*, ambos depredan sobre presas de similares tamaños, aunque *G. cuja* presentaría una menor amplitud de nicho y su nicho trófico se encuentra contenido en el del *L. culpaeus* (Ebensperger et al. 1991).

Las interacciones negativas entre mamíferos carnívoros, serían más comunes de lo que se piensa (Palomares & Caro 1999) y han sido sintetizadas por estos autores para Norteamérica, África, Asia y Europa. Para el sur de América, De Oliveira & Pereira (2013) destacan que la depredación intragremios y las muertes interespecíficas están altamente asociadas con felinos hípercarnívoros. También, según estos autores, *L. culpaeus*, podría actuar como un depredador intragremios en la región de Los Andes y el sur de Sudamérica, por la diferencia entre su tamaño corporal y la de los otros carnívoros coexistentes (exceptuando al puma, *Puma concolor*) (De Oliveira & Pereira 2013), lo que hemos corroborado en el presente estudio.

A pesar de las restricciones impuestas por la sequía, *L. culpaeus* mantuvo un consumo estable de presas, lo que se vio reflejado en altas tasas de sobreposición trófica entre todas las temporadas, y baja amplitud de nicho para todo el periodo analizado. Por otro lado, la actividad de los zorros se mantuvo

estable durante el período evaluado. En este contexto, frente a períodos de alto estrés hídrico, especies generalistas y oportunistas como *L. culpaeus*, logran sustentar su dieta en base a una conducta alimentaria de tipo carroñera, al uso de lagomorfos introducidos y depredación de otros carnívoros más pequeños. Por otra parte, estos períodos de escasez de recursos tróficos facilitan una mayor interacción trófica entre carnívoros. Estos nuevos escenarios ambientales, pueden modificar las conductas de depredadores carnívoros, aumentando el conflicto ganadero – animal y también las interacciones interespecíficas, por lo que las investigaciones en estos tópicos, son necesarias en el marco de la gestión ambiental presente y futura.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de investigación de carnívoros en ecosistemas intervenidos de Los Bronces, Anglo American, Santiago. Agradecemos a Jacqueline Daza Espinosa, por permitirnos acceder a la imagen de depredación de *Galictis cuja* por *Lycalopex culpaeus* en Santuario de la Naturaleza, Quebrada de la Plata. Finalmente, agradecemos los valiosos comentarios de los revisores del manuscrito.

LITERATURA CITADA

- ARITA, H. T., & M. ARANDA. 1987. Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos. Cuadernos de divulgación INIREB N° 32, INIREB, Xalapa, Veracruz.
- BOISIER, J. ET AL. 2018. Anthropogenic drying in central- southern Chile evidenced by long term observations and climate model simulations. *Elementa Science of the Anthropocene* 6:74. <https://doi.org/10.1525/elementa.328>
- BRYCE, J. R. 1994. Identification of the hairs of three Asian commensal mammals: *Suncus murinus*, *Bandicota bengalensis*, and *Rattus exulans*. *Journal of AOAC International* 77:403–410. <https://doi.org/10.1093/jaoac/77.2.403>
- CAMPOS, H. 1986. Mamíferos Terrestres de Chile. Marisa Cuneo Ediciones, Valdivia.
- COLWELL, R. R., & D. J. FUTUYMA. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52:567 – 572. <https://doi.org/10.2307/1934144>
- CONSERVATION INTERNATIONAL. 2020. Biodiversity Hotspots. <<https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>> .
- CORREA, P., & A. ROA. 2005. Relaciones tróficas entre *Oncifelis guigna*, *Lycalopex culpaeus*, *Lycalopex griseus* y *Tito alba* en un ambiente fragmentado de la zona central de Chile. *Mastozoología Neotropical* 12:57–60.
- DAY, M. 1966. Identification of hair and feather remains in the gut and feces of stoat and weasels. *Journal of Zoology* 148:201–217. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1966.tb02948.x>
- DE LA TORRE, J. A., & G. DE LA RIVA. 2009. Food habits of pumas (*Puma concolor*) in a semiarid region of central Mexico. *Mastozoología Neotropical* 16:211–216.
- DE OLIVEIRA, T. G., & J. A. PEREIRA. 2013. Intraguild predation and interspecific killing as structuring forces of carnivoran communities in South America. *Journal of Mammalian Evolution* 21:427–436. <https://doi.org/10.1007/s10914-013-9251-4>
- DI CASTRI, F. 1968. Equisse écologique du Chili. *Biologie de l’Amérique australe* (C. L. Deboutville & E. Rapaport, eds.). Editions du centre national de la Recherche Scientifique, Paris.

- DI RIENZO, J. A., M. BALZARINI, L. GONZALEZ, F. CASANOVES, M. TABLADA, & C. W. ROBLEDO. 2004. InfoStat. Versión 2004. Infostat group. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- EBENSPERGER, L., J. MELLA, & J. A. SIMONETTI. 1991. Trophic-niche relationships among *Galictis cuja*, *Dusicyon culpaeus*, and *Tyto alba* in central Chile. *Journal of Mammalogy* 72:820–823. <https://doi.org/10.2307/1381849>
- FERNÁNDEZ, C., & R. BALDI. 2014. Hábitos alimentarios del puma (*Puma concolor*) e incidencia de la depredación en la mortandad de guanacos (*Lama guanicoe*) en el noreste de la Patagonia. *Mastozoología Neotropical* 21:331–338.
- GAJARDO, R. 1994. La vegetación natural de Chile: clasificación y distribución geográfica. Editorial Universitaria, Santiago.
- GARREAUD, R. D. ET AL. 2017. The 2010–2015 megadrought in central Chile: Impacts on regional hydroclimate and vegetation. *Hydrology and Earth System Sciences* 21:6307–6327. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6307-2017>
- HILL, D., M. FASHAM, G. TUCKER, M. SHEWRY, & P. SHAW. 2005. *Handbook of Biodiversity Methods: Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge University Press.
- IRIARTE, A., J. E. JIMENEZ, L. C. CONTRERAS, & F. M. JAKSIC. 1989. Small mammal availability and consumption by the fox, *Dusicyon culpaeus*, in central Chilean scrublands. *Journal of Mammalogy* 70:641–645. <https://doi.org/10.2307/1381441>
- IRIARTE, A., & F. JAKSIC. 2012. Los carnívoros de Chile. Ediciones Flora y Fauna Chile y CASEB Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.
- JAKSIC, F. M., R. P. SCHLATTER, & J. L. YAÑEZ. 1980. Feeding ecology of central Chilean foxes *Dusicyon culpaeus* and *Dusicyon griseus*. *Journal of Mammalogy* 61:254–260. <https://doi.org/10.2307/1380046>
- LAGOS, N., & R. VILLALOBOS. 2012. Técnicas de estudio de carnívoros terrestres. Los Carnívoros de Chile (A. Iriarte & F. Jaksic, eds.). Ediciones Flora y Fauna Chile y CASEB Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago.
- LEVINS, R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton University Press. Princeton.
- MANN, G. 1978. Los pequeños Mamíferos de Chile. *Gayana Zoología* 40:1–342.
- MARTINEZ, D. R., J. R. RAU, & F. M. JAKSIC. 1993. Respuesta numérica y selectividad dietaria de zorros (*Pseudalopex* spp.) ante una reducción de sus presas en el norte de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 66:195–202.
- MASIOKAS, M., R. VILLALBA, B. LUCKMAN, & S. MAUGET. 2010. Intra-multidecadal variations of snowpack and streamflow records in the Andes of Chile and Argentina between 30 and 37°S. *Journal of Hydrometeorology* 11:822–831. <https://doi.org/10.1175/2010JHM1191.1>
- MESERVE, P. L., E. J. SHADRICK, & D. A. KELT. 1987. Diets and selectivity of two Chilean predators in the northern semi-arid zone. *Revista Chilena de Historia Natural* 60:93–99
- MILLER, S. D., & J. ROTTMAN. 1976. *Guía para el reconocimiento de Mamíferos Chilenos*. Editorial Gabriela Mistral, Santiago.
- MUÑOZ-PEDREROS, A., J. RAU, M. VALDEBENITO, V. QUINTANA, & D. MARTÍNEZ. 1995. Densidad relativa de pumas (*Felis concolor*) en un ecosistema forestal del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 68:501–507.
- MUÑOZ-PEDREROS, A., & J. YAÑEZ. 2000. *Mamíferos de Chile*. CEA ediciones, Valdivia.
- MYERS, N., R. MITTENMEYER, C. MITTENMEYER, G. DA FONSECA, & J. KENTS. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403:853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- NOVARO, A., M. FUNES & J. E. JIMENEZ. 2004. Patagonian foxes. The Biology and conservation of Wild Canids (D. W. Macdonald & C. Sillero-Zubiri, eds.). Oxford University Press, Oxford.
- OSGOOD, W. H. 1943. *The Mammals of Chile*. Field Museum of Natural History, Zoology Series 30:1–268. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.3842>
- PÁVEZ, E. F., G. LOBOS, & F. M. JAKSIC. 2010. Cambios de largo plazo en el paisaje y los ensambles de micromamíferos y rapaces en Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 83:99–111. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2010000100006>
- PACHECO, L., A. LUCERO, & M. VILCA. 2004. Dieta del puma (*Puma concolor*) en el Parque Nacional Sajama, Bolivia y su conflicto con la ganadería. *Ecología en Bolivia* 39:75–83.
- PALACIO, L. 2009. *Guía de pelos para la identificación de los mamíferos de la provincia de Misiones, Argentina*. Tesis de grado en Licenciatura en Biología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.
- PALOMARES, F., & T. CARO. 1999. Interspecific killing among mammalian carnivores. *The American Naturalist* 153:492–508. <https://doi.org/10.1086/303189>
- PEARSON, O. P. 1995. Annotated key for identifying small mammals living in or near Nahuel Huapi National Park or Lanin National Park, southern Argentina. *Mastozoología Neotropical* 2:99–148.
- PÉFAUR, J., W. HERMOSILLA, F. DI CASTRI, R. GONZÁLEZ, & F. SALINAS. 1968. Estudio preliminar de mamíferos silvestres chilenos: Su distribución, valor económico e importancia. *Revista de la Sociedad de Medicina Veterinaria de Chile* 18:3–15.
- PIANKA, E. R. 1963. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 4:53–74. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000413>
- PINE, R. H., S. D. MILLER, & M. L. SCHMBERGER. 1979. Contributions to the mammalogy of Chile. *Mammalia* 43:339–376. <https://doi.org/10.1515/mamm.1979.43.3.339>
- QUADROS, J. 2002. *Identificação microscópica de pelos de mamíferos brasileiros e sua aplicação no estudo de dieta de carnívoros*. Teses de doutorado. Curitiba, Universidade Federal do Paraná.
- QUINTANA, J., & P. ACEITUNO. 2012. Changes in the rainfall regime along the extratropical west coast of South America (Chile): 30–43° S. *Atmosfera* 25:1–22.
- RAU, J. 1982. Situación de la bibliografía e información relativa a mamíferos chilenos. *Publicación ocasional, Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 38:29–51.
- REDFORD, J. F., & K. H. EISENBERG. 1992. *Mammals of the Neotropics. Volume 2, the Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay*. University of Chicago Press, Chicago (IL).
- REISE, D. 1973. Clave para la determinación de los cráneos de marsupiales y roedores chilenos. *Gayana Zoología* 27:1–20.
- RUBIO, A., R. ALVARADO, & C. BONACIC. 2013. Introduced European rabbit as main prey of the native carnivore culpeo fox (*Lycalopex culpaeus*) in disturbed ecosystems of central Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 48:89–94. <https://doi.org/10.1080/01650521.2013.831521>
- SIMONETTI, J. A. 1983. Occurrence of the black rat (*Rattus rattus*) in central Chile. *Mammalia* 47:131–132. <https://doi.org/10.1515/mamm.1983.47.1.123>
- SIMONETTI, J. A. 1986. Human-induced dietary shift in *Dusicyon culpaeus*. *Mammalia* 50:406–408. <https://doi.org/10.1515/mamm.1986.50.3.391>
- TAMAYO, M., & D. FRASSINETTI. 1980. Catálogo de los mamíferos fósiles y vivientes de Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 37:323–399.
- THOMPSON, W. L., G. C. WHITE, & C. H. GOWAN. 1998. *Monitoring Vertebrate Populations*. Academic Press.
- WILLIAMS, C. S. 1938. Aids to the identification of mole and shrew hairs with general comments on hair structure and hair determination. *Journal of Wildlife Management* 2:239–250. <https://doi.org/10.2307/3795672>
- WOLFFSOHN, J. A. 1924. Observaciones sobre los efectos de la extraordinaria sequía del año 1924 en la fauna de las provincias centrales de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 28:126–128.
- YAÑEZ, J., & F. M. JAKSIC. 1978. Rol ecológico de los zorros (*Dusicyon*) en Chile central. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Chile)* 11:105–112.

- YÁNEZ, J., & J. RAU. 1980. Dieta estacional de *Dusicyon culpaeus* (Canidae) en Magallanes. Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Chile) 13:189–191.
- ZAPATA, S. C., A. TRAVAINI, M. DELIBES, & R. MARTÍNEZ-PECK. 2005. Food habits and resource partitioning between grey and culpeo foxes in southeastern Argentine Patagonia. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 40:97–103. <https://doi.org/10.1080/01650520500129836>
- ZÚÑIGA, A., A. MUÑOZ-PEDREROS, & A. FIERRO. 2009. Uso de hábitat de cuatro carnívoros terrestres en el sur de Chile. Gayana 73:200–210.
- ZÚÑIGA, A., & V. FUENZALIDA. 2016. Dieta del zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus* Molina 1782) en un área protegida del sur de Chile. Mastozoología Neotropical 23:201–205.
- ZÚÑIGA, A., J. E. JIMÉNEZ, & P. RAMÍREZ DE ARELLANO. 2017. Activity patterns in sympatric carnivores in the Nahuelbuta Mountain Range, Southern – central Chile. Mammalia 81:445–443. <https://doi.org/10.1515/mammalia-2015-0090>