



IMPACTO DEL TURISMO DE FAUNA MARINA EN LA DIETA Y CONDUCTA DE ZORROS (*LYCALOPEX* *SPP.*), REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE

*IMPACT OF MARINE WILDLIFE TOURISM ON THE
DIET AND BEHAVIOUR OF FOXES (*LYCALOPEX*
SPP.), COQUIMBO REGION, CHILE.*

▼ **Estudiantes**

Orlando Andrés
Silva Martínez

Curso

IV° B

Profesor guía

Melanie Duclos-Katunarić,
directora Fauna ID SpA, Virgino Arias 1400, Of. 306, Ñuñoa,
7800025, Chile. contactofaunaid@gmail.com
ORCID:0009-0002-5254-0997

Nombre e Institución de Investigador Asesor

Carlos N.F. Zurita Redón, director Centro de Investigación
Científica Escolar CICE, Pontificia Universidad Católica de Chile,
Casilla 114-D, Santiago, Chile.
ORCID: 0000-0003-4048-5527

Colegio

Colegio Saint Dominic, Viña del Mar, Región de Valparaíso.



- Artículo Recibido: 27 de julio, 2025
- Artículo Aceptado: 18 de agosto, 2025
- Artículo Publicado: 7 de noviembre. 2025

**Participación en Actividades Científicas
y/o Premio**

- * Semana de la Ciencia 2023, Saint Dominic School, Viña del Mar.

- * Esta publicación está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 4.0 España de Creative Common

Resumen

El aumento del turismo en áreas naturales puede alterar las conductas alimentarias y comportamentales de la fauna silvestre, afectando su salud y supervivencia. Se planteó la hipótesis de que la alta afluencia turística en la Ruta D-110-C (Región de Coquimbo, Chile) modifica la dieta y el comportamiento de los zorros presentes en la zona. Para evaluarlo, en septiembre de 2023 se recolectaron 96 heces y se documentaron 17 encuentros etológicos, enfocándose en la composición dietaria y la distancia de huida (FID) ante presencia humana. Los resultados revelaron una composición dietaria dominada por invertebrados (84,4 %), material vegetal –restos herbáceos (84,4 %) y semillas (65,6 %)– y micromamíferos – pelos (78,1 %) y restos óseos (32,3 %). Se hallaron residuos antropogénicos en el 31,3 % de las heces, principalmente goma de mascar y fragmentos plásticos. Por otra parte, el 76,5 % de los encuentros correspondió a acercamientos voluntarios hacia el observador, con una FID promedio de 3,6 m. Estos hallazgos sugieren que el turismo influye tanto en la dieta como en la tolerancia al disturbio humano. Se recomienda promover entornos naturales limpios y respetuosos, realizar monitoreos continuos de dieta y comportamiento, e incorporar análisis de biomarcadores de salud y toxicidad en poblaciones silvestres.

→ **Palabras claves**

Análisis de heces; distancia de huida; Lycalopex spp.; residuos antropogénicos; tolerancia al disturbio.

Abstract

The increase in tourism within natural areas can alter the feeding and behavioral patterns of wildlife, potentially affecting their health and survival. We hypothesized that high tourist influx along Route D-110-C (Coquimbo Region, Chile) modifies both the diet and behavior of local fox populations. To evaluate this, 96 scat samples were collected, and 17 behavioral encounters were recorded in September 2023, focusing on dietary composition and “flight initiation distance” (FID) in response to human presence. Results revealed a diet composition dominated by invertebrates (84.4%), plant material—herbaceous remains (84.4%) and seeds (65.6%)—and small mammals—hair (78.1%) and bone fragments (32.3%). Anthropogenic waste was found in 31.3% of the scat samples, mainly chewing gum and plastic fragments. Notably, 76.5% of the encounters involved voluntary approaches towards the observer, with a mean FID of 3.6 meters. These findings suggest that tourism influences both dietary intake and tolerance to human disturbance. We recommend promoting clean and respectful environments in natural areas, implementing ongoing monitoring of diet and behavior, and, where possible, incorporating biomarker analyses for health and toxicity in wild fox populations.

→ **Keywords**

Fecal analysis; anthropogenic waste; flight initiation distance; disturbance tolerance; Lycalopex spp.

Introducción

El auge del turismo de intereses especiales en áreas naturales ha crecido sostenidamente en las últimas décadas, consolidándose como una de las ramas de mayor expansión dentro del turismo mundial (Higham y Lück, 2002; Newsome et al., 2013). Actividades como la observación de aves, safaris fotográficos o el avistamiento de cetáceos han generado beneficios económicos directos e indirectos en países como Sudáfrica, Costa Rica, Islandia y la Antártica, contribuyendo al desarrollo local y la valoración del patrimonio natural (Curtin, 2009). Sin embargo, este tipo de turismo también ha provocado alteraciones crecientes en los ambientes visitados, modificando dinámicas tróficas locales, afectando la conducta animal e impactando la biodiversidad (Buckley, 2011; Newsome et al., 2013).

En Chile, el turismo de intereses especiales ha experimentado un crecimiento sostenido, con destinos icónicos como San Pedro de Atacama, Torres del Paine y Chiloé atrayendo a miles de visitantes cada año (Espinoza et al., 2014). Este fenómeno ha incentivado el desarrollo de infraestructura y servicios, pero también ha generado preocupaciones respecto a la conservación de la biodiversidad y el impacto acumulativo en ecosistemas frágiles (Plaza y Lambertucci, 2018; Pavez et al., 2019; Newsome, 2020; Moreira-Arce et al., 2025). En particular, la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt (RNPH) ubicada entre las islas Chañaral (Región de Atacama) y Damas (Región de Coquimbo), se ha consolidado como uno de los principales polos turísticos de fauna marina en el Norte Chico chileno. Su flora y fauna están sujetas a un plan de conservación que regula el acceso, el desembarco y las actividades permitidas, con el fin de proteger especies sensibles

y zonas de nidificación (CONAF, s.f.). La alta concentración de especies emblemáticas como el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y diversas aves marinas, además de la aparición estacional de cetáceos como ballenas y cachalotes (*Physeter macrocephalus*), ha convertido a este conjunto insular en un destino de alta concurrencia, cuya valorización paisajística y ecológica sustenta estrategias de manejo orientadas a promover un turismo responsable (Cortés, 2024).

La RNPH recibe entre 20.000 y 60.000 visitantes por año concentrados principalmente en los meses de verano (enero-marzo) (SERNATUR, 2025). Esta afluencia turística, genera impactos ecológicos en zonas adyacentes no protegidas, por actividades como el tránsito humano y el manejo inadecuado de residuos (Buckley, 2011; Newsome et al., 2013; Plaza y Lambertucci, 2018).

Los sitios de disposición de residuos funcionan como subsidios alimentarios antropogénicos, ofreciendo recursos predecibles, de bajo costo energético para su obtención, pero de baja calidad nutricional y alto riesgo sanitario (Plaza y Lambertucci, 2018). Su presencia modifica la conducta alimentaria de especies generalistas, aumenta la probabilidad de ingestión de plásticos y desechos, y expone a la fauna a contaminantes, patógenos y elementos tóxicos con consecuencias negativas como: obstrucciones y rupturas del tracto digestivo, alteraciones nutricionales y desnutrición, alteraciones hormonales por consumo de contaminantes y elementos tóxicos que pueden comprometer su

salud y supervivencia (Derraik, 2002; Kühn et al., 2015; Pavez et al., 2019; Carrasco et al., 2020; Technau et al., 2022; Duclos-Katunarić et al., preprint). Además, la disponibilidad continua y predecible de estos recursos puede incrementar los encuentros entre fauna silvestre y animales domésticos, facilitando la transmisión de enfermedades infecciosas con consecuencias severas para la salud humana y animal (Moreira et al., 2005; Carrasco et al., 2020; Marín, 2023; Colegio Médico Veterinario de Chile, 2023). En Chile se han registrado brotes de distemper en zorros silvestres (Moreira et al., 2005), parvovirosis en contextos urbanos (Marín, 2023) y un caso de rabia humana transmitida por perros callejeros (Colegio Médico Veterinario de Chile, 2023).

Estudios en zorros árticos (*Vulpes lagopus*) han mostrado que la ingestión de plásticos y desechos, habitual en paisajes antropizados, puede generar obstrucciones intestinales, abrasión de tejidos digestivos y exposición a compuestos tóxicos liberados por los plásticos o a contaminantes ambientales adsorbidos en su superficie (Derraik, 2002; Technau et al., 2022). En Chile, se ha documentado esta conducta alimentaria en el Parque Nacional Torres del Paine (PNTP) y en el Parque Nacional Río Clarillo (PNRC), donde zorros del género *Lycalopex* consumen desechos en sectores turísticos (Carrasco et al., 2019; Carrasco et al., 2020).

En la RNPH, la fauna susceptible al consumo de residuos en las zonas aledañas a la actividad turística incluye aves carroñeras facultativas (e.g., *Geranoaetus melanoleucus*, *Milvago chimango* y *Caracara plancus*), felinos (*Puma concolor*, *Leopardus colocolo*), mustélidos (*Conepatus chinga*, *Galictis cuja*), y especialmente cánidos domésticos y silvestres (*Lycalopex griseus* y *Lycalopex culpaeus*). Estos últimos presentan hábitos generalistas y alta plasticidad ecológica, lo que les permite adaptarse a ambientes intervenidos y aprovechar recursos de diversa procedencia (IUCN, 2004; Carrasco et al., 2020). Los zorros culpeo (*L. culpaeus*) y chilla (*L. griseus*) se distribuyen ampliamente en Chile, desde Tarapacá hasta Tierra del Fuego, ocupando hábitats muy variados. Su dieta oportunista incluye invertebrados, vertebrados, frutos, semillas y carroña, y residuos humanos en contextos periurbanos, rurales y turísticos (Carrasco et al., 2019; Carrasco et al., 2020).

Para comprender estos impactos, una de las estrategias más robustas y de bajo costo es el análisis de heces, método no invasivo que permite conocer la composición de la dieta e identificar residuos antropogénicos (Kohn y Wayne, 1997; Carrasco et al., 2020; Duclos et al., 2025).

Complementariamente, los análisis etológicos constituyen una herramienta clave para evaluar cómo los

animales perciben y responden a estímulos potencialmente disruptivos, permitiendo interpretar sus decisiones conductuales como indicadores de tolerancia, habituación o sensibilización frente al disturbio humano (Taylor y Knight, 2003; Bejder et al., 2009). Este enfoque, centrado en la observación sistemática del comportamiento, aporta una dimensión funcional al estudio ecológico al revelar los umbrales de respuesta ante amenazas percibidas. El análisis de conducta por medio de la medición de la distancia de huida (en adelante FID por sus siglas en inglés Flight Initiation Distance) evalúa la tolerancia animal al disturbio humano, definiendo el punto en que un individuo interrumpe su actividad para evadir una amenaza (Taylor y Knight, 2003).

Por medio de estas aproximaciones metodológicas, el presente estudio propone estimar el grado de influencia de la actividad turística sobre los patrones alimentarios y conductuales de los zorros en un corredor semiárido contiguo a la RNPH, con el propósito de evaluar el impacto indirecto del turismo asociado a la fauna marina sobre la ecología de estas especies generalistas en la Región de Coquimbo. Adicionalmente, se proponen lineamientos orientados a la mitigación de los impactos negativos del turismo y al fortalecimiento de la coexistencia sustentable entre visitantes y fauna silvestre, cuyas proyecciones tienen implicancias tanto locales como para otros contextos de interacción entre turismo y carnívoros generalistas.

Pregunta de Investigación: ¿Cómo influye la actividad turística en la incorporación de residuos antropogénicos en la dieta y en las respuestas conductuales de *Lycalopex spp.* a lo largo del corredor de la Ruta D-110-C hacia Punta de Choros?

Hipótesis: La elevada intensidad turística en el corredor de la Ruta D-110-C se relaciona con la presencia de residuos antropogénicos en la dieta de *Lycalopex spp.*, así como con comportamientos de acercamiento voluntario y distancias reducidas de huida, reflejando un elevado nivel de tolerancia frente a la presencia humana.

Objetivo General: Evaluar los efectos de la actividad turística sobre la dieta y el comportamiento de *Lycalopex griseus* y *Lycalopex culpaeus* a lo largo de la Ruta D-110-C, en la Región de Coquimbo.

Objetivos Específicos:

- 1) Caracterizar la composición dietaria de *Lycalopex spp.*, incluyendo la presencia de residuos de origen antropogénico, a partir del análisis del contenido de sus heces.

2) Clasificar las respuestas etológicas de acercamiento, indiferencia y huida de *Lycalopex spp.* frente a la presencia de turistas.

Métodos

Área de estudio

El área de estudio se ubica en la región de Coquimbo, comuna de La Higuera, particularmente en la carretera D-110-C que conecta la Ruta 5 Norte ($29^{\circ}33'37''S$, $71^{\circ}23'09''O$) con Punta de Choros ($29^{\circ}14'58''S$, $71^{\circ}28'00''O$), pasando por el poblado de Los Choros ($29^{\circ}17'27''S$, $71^{\circ}18'32''O$). Su altitud asciende desde el nivel del mar hasta ~ 450 m s.n.m., englobando la Planicie Litoral y el piedemonte de la Cordillera de la Costa (Alarcón Garrido, 2015). La zona posee un clima semiárido costero, con neblinas frecuentes y precipitaciones concentradas en invierno (< 90 mm, Valdivia et al., 2008), característico del sector costero descrito por Alarcón Garrido (2015) en su análisis geológico-climático de la zona. La vegetación se caracteriza por la existencia de especies adaptadas a condiciones semidesérticas, entre las que destacan cactáceas, matorrales y herbáceas (Alarcón Garrido, 2015). En ambientes costeros y de piedemonte de la Región de Coquimbo se han documentado arbustos y subarbustos xerófitos como *Nolana filifolia* (Leubert y Pliscoff 2006) y especies endémicas del género *Adesmia* (Flores-Toro y Amigo, 2014), junto con formaciones de matorrales y cactáceas propias del Norte Chico (Leubert y Pliscoff, 2006). Entre la fauna se encuentran especies nativas como reptiles, aves y mamíferos como zorros, guanacos y roedores, y algunas especies introducidas como conejos y liebres (Alarcón Garrido, 2015). La pavimentación de este corredor fue impulsada con el propósito de incrementar la afluencia turística hacia

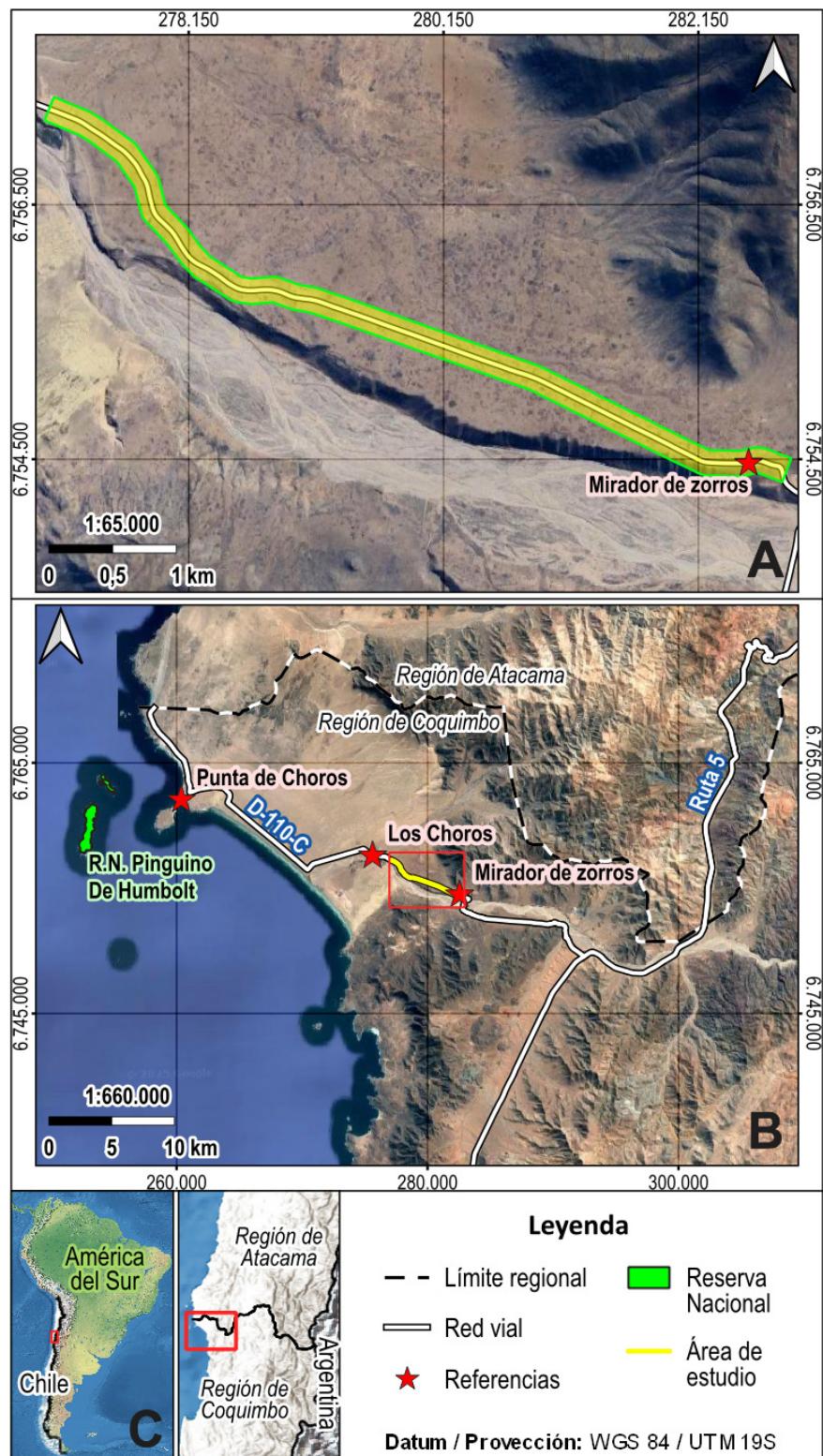


Figura 1. Ubicación del área de estudio en la Ruta D-110-C, Región de Coquimbo, Chile. (A) Detalle topográfico del sector resaltando en amarillo el área de muestreo y observación. (B) Localización regional en relación con Punta de Choros, Los Choros y la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. (C) Vista general de Sudamérica y la ubicación general de la región de estudio. Se indican límites regionales (línea discontinua), rutas (línea continua), áreas protegidas (verde) y puntos de referencia (estrella roja).

Punta de Choros (Seremi de Obras Públicas Región de Coquimbo, 2018). Esta ruta se considera una de las principales vías de acceso al sitio donde se desarrollan actividades turísticas de intereses especiales asociadas a la RNPH.

El sitio de estudio comprendió un tramo lineal de 8 km de la Ruta D-110-C, seleccionado arbitrariamente entre los puntos (29°20'00,1'' S, 71°13'53,5'' O) y (29°17'42,0'' S, 71°17'32,0'' O) (Figura 1).

Colección y análisis de muestras

Entre el 15 y el 19 de septiembre de 2023, se realizaron observaciones etológicas y se recolectaron heces de zorro chilla (*Lycalopex griseus*) y zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*). Se establecieron 12 cuadrantes de 20 × 20 m (400 m² cada uno), distribuidos en cuatro tramos equiespaciados a lo largo de los 8 km del corredor. Dado que el área total muestreada (< 0,8 km²) es inferior a los ámbitos de hogar estimados para *L. griseus* (12,5–168,6 km²; Moreira-Arce et al., 2025) y *L. culpaeus* (215–1.029 km²; Lagos et al., 2016), todas las muestras se consideraron parte de una única unidad muestral. En cada cuadrante se recolectaron todas las heces atribuibles a *Lycalopex* spp. independientemente de su frescura, siguiendo criterios morfológicos empleados en estudios previos (tubulares con ligera torsión en los extremos; Carrasco et al., 2020), tamaño y contenido (presencia de semillas e invertebrados) diferenciando las de heces de perros domésticos o ferales (Duclos-Katunarc obs. pers.) Dado que las características de las heces no permiten distinguir inequívocamente entre *L. griseus* y *L. culpaeus*, el análisis se realizó a nivel de género, conforme a lo establecido por Carrasco et al. (2020).

Cada muestra se depositó en una bolsa de papel rotulado, se trasladaron en contenedor isotérmico con acumuladores de frío (Eurofoil®) y se almacenaron a -18°C según el protocolo de campo (Duclos et al., 2025). De las 96 muestras totales, 82 (85,4 %) provinieron del sector mirador-estacionamiento (29°19'12'' S, 71°14'21'' O), principal foco de concentración turística de la Ruta D-110 (ver Figura 1).

En el laboratorio, las heces fueron desinfectadas mediante el uso de calor seco sometiéndose a 70°C por dos horas en un horno (Belltronic®, modelo DSO-70) con el fin de eliminar cualquier agente patógeno. Posteriormente se introdujeron en agua tibia con detergente durante 24 a 72 h para su humidificación y posterior tamizado en malla metálica de 1 mm. Una vez eliminada la materia orgánica, el conjunto de contenidos/ítems fueron sometidos a calor seco a 50°C por 24 a 48 h

hasta su secado completo. La separación de contenidos potencialmente identificables se realizó de forma manual utilizando pinzas anatómicas. Cada ítem separado, fue inmerso en agua tibia durante 3 min para eliminar cualquier suciedad que haya quedado adherida y luego en etanol al 70% durante tres minutos para eliminar cualquier componente infeccioso o graso que pudiese quedar (Duclos et al. 2025).

Los contenidos individualizados (ítems) se clasificaron en cuatro categorías principales, según su morfología y naturaleza biológica: (i) Micromamíferos: incluyen restos queratinosos (principalmente pelos) y restos óseos (huesos largos, cráneos parciales, dientes); (ii) Material vegetal: comprenden semillas, fibras y fragmentos de hojas o tallos; (iii) Invertebrados: constituidos por restos quitinosos como élitros, patas segmentadas o exoesqueletos; (iv) Residuos antropogénicos: entre elementos inorgánicos como plástico, papel, metal (e.g., papel de aluminio, llamado aluminio para mayor facilidad), entre otros, y restos orgánicos como alimentos, carozos, legumbres, entre otros. Cada ítem se identificó a ojo desnudo y con lupa estereoscópica (10–40x), utilizando criterios de forma, textura, color y persistencia estructural, siguiendo las recomendaciones de Duclos et al. (2025).

Análisis de datos

Para caracterizar la composición dietaria de *Lycalopex* spp., se utilizaron los siguientes parámetros:

(i) Frecuencia de ocurrencia (FO%): frecuencia de aparición de cada ítem dietario en el total de heces y expresado en porcentaje.

$$FO_i = (n_i/N) \times 100$$

Observación etológica

Para el análisis conductual, se realizaron recorridos vehiculares (08:00–19:00 h) y de forma oportunista, se documentaron avistamientos de *Lycalopex* spp. utilizando fotografías y video (iPhone SE, 12 MP; Xiaomi Redmi Note 9, 13 MP). Cada encuentro se clasificó en tres categorías: negativa (huida activa ante la presencia humana), neutral (indiferencia o sin alteración visible) y positiva (acercamiento voluntario al humano) (Klein, 1993 modificado). La distancia de huida (FID) se midió como el espacio mínimo en metros, entre el observador y el individuo al interrumpir su conducta y escapar (Blumstein et al., 2005) utilizando una huinchera métrica (30 m). En todos los casos, la medición se efectuó desde el observador que se aproximó lentamente desde el punto de avistamiento hasta que el zorro interrumpió su conducta y se retiró.

De los 17 encuentros registrados, nueve permitieron realizar la medición de FID. Esta medición se realizó posterior a la clasificación inicial del comportamiento del zorro en una de las tres categorías etológicas (acercamiento voluntario, respuesta neutra o huida).

Durante el trabajo de campo y de laboratorio, se aplicaron las medidas de bioseguridad recomendadas por Duclos et al. (2025): uso de guantes desechables, mascarilla y gafas de protección, y desinfección de instrumentos con etanol al 70 % tras cada muestreo. En formularios estandarizados y codificados se consignaron las siguientes variables: temporales (fecha, hora), espaciales (coordenadas GPS), etológicas (descripción y clasificación de conducta), dietarias (número y tipo de ítems por muestra).

Resultados y Discusión

A partir de 96 heces analizadas, se logró identificar 363 ítems de diferente origen. La composición dietaria de *Lycalopex spp.* se detalla en la Tabla 1 acorde a las categorías establecidas previamente en la metodología (i) Mamíferos, (ii) Material vegetal, (iii) Invertebrados y (iv) Restos antropogénicos.

Tabla 1. Frecuencia de ocurrencia (FO%) de ítems dietarios de *Lycalopex spp.* a partir del análisis de heces recolectadas en la Ruta D-110-C, Región de Coquimbo, Chile.

Clasificación	Tipo de Item	Nº Item	FO (%)
Mamíferos	restos óseos	31	32,3
	restos queratinosos	75	78,1
Invertebrados	restos quitinosos	81	84,4
Material vegetal	Hierbas	81	84,4
	Semillas	63	65,6
Restos Antropogénicos	goma de mascar	13	43,3
	Plástico	6	20,0
	Caucho	4	13,3
	legumbres	4	13,3
	Papel	1	3,3
	Aluminio	2	6,7
	almendras	2	6,7
Total items		363	

Del porcentaje de ocurrencia de restos comúnmente consumidos por *Lycalopex spp.*, predominaron los fragmentos quitinosos (84,4 %) y hierbas (84,4 %), seguidos por pelos (78,1 %), semillas (65,6 %) y restos óseos (32,3 %) (Tabla 1). Los restos óseos y de pelo correspondieron a micromamíferos, aunque no fue posible identificar las especies de forma precisa mediante la técnica de identificación utilizada.

Del total de heces, 30 (31,3 %) contuvieron restos de origen antropogénico. Dentro de estos residuos antrápicos, la goma de mascar fue la más frecuente (43,3 %), seguida por plástico (20 %), caucho y legumbres (13,3 %) (Fig. 2).

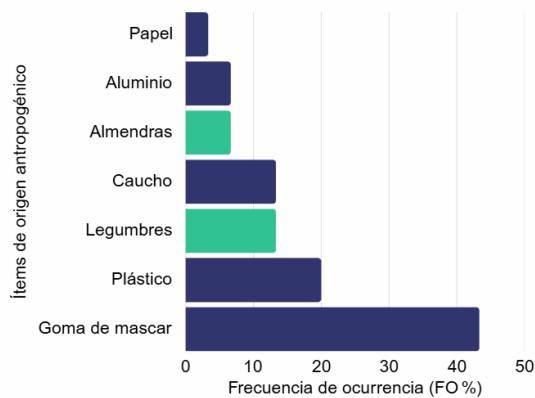


Figura 2. Frecuencia de ocurrencia (FO %) de ítems de origen antropogénico encontrados en heces de *Lycalopex spp.* recolectadas a lo largo de la Ruta D-110-C, Región de Coquimbo. Los ítems se agrupan en dos categorías: Barra azul: Residuos inorgánicos. Barra verde: Residuos orgánicos.

El 86,6 % de los residuos antropogénicos correspondió a materiales inorgánicos (envoltorios, goma de mascar, plásticos, metales), mientras que el 13,4 % a residuos orgánicos (restos de alimentos procesados).

Durante el periodo de observación etológica se registraron 17 encuentros con *Lycalopex spp.*. De ellos, 13 (76,5 %) correspondieron a conductas de acercamiento voluntario hacia el observador, mientras que 4 (23,5 %) fueron clasificados como respuestas neutras, sin alteración visible. No se documentaron casos de huida espontánea ante la presencia humana (Fig. 3)

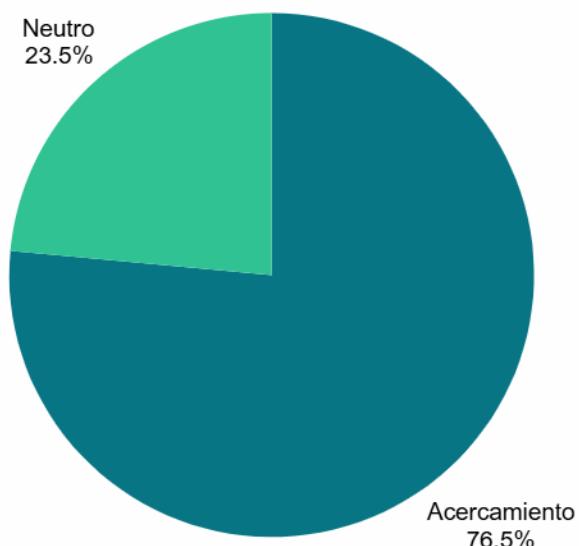


Figura 3. Respuestas etológicas de *Lycalopex spp.* ante la presencia de humanos. Porcentajes de tipos de respuestas observadas en 17 encuentros con zorros a lo largo de la Ruta D-110-C, Región de Coquimbo, Chile.

En nueve encuentros fue posible calcular la distancia de huida (FID), definida como el punto en que el individuo interrumpió su conducta y se alejó tras el acercamiento progresivo del observador.

En todos los casos, la huida ocurrió después de una conducta inicial de acercamiento o indiferencia. Los valores de FID se distribuyen tanto entre individuos que inicialmente mostraron acercamiento como entre aquellos con respuesta neutral. La distancia media registrada fue de 3,6 metros.

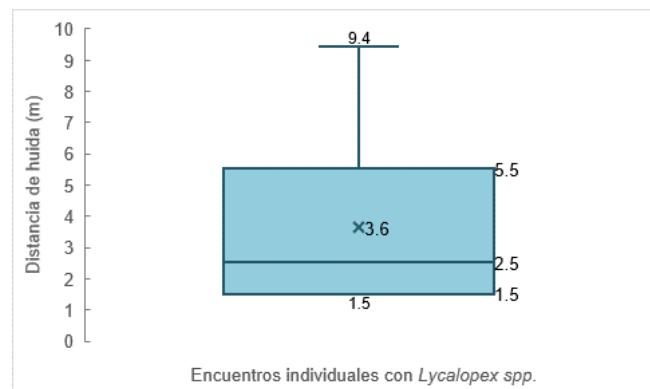


Figura 4. Distancia de huida (FID) registrada en nueve encuentros con *Lycalopex spp.* a lo largo de la Ruta D-110-C, Región de Coquimbo, Chile. Se presentan los valores de FID (en metros).

Consumo de residuos antropogénicos: un patrón recurrente de la fauna silvestre

La presencia de restos antropogénicos en el 31,3 % de las heces analizadas confirma que *Lycalopex spp.* consume frecuentemente desde sitios de disposición de residuos informales en la Ruta D-110-C producto de conductas irresponsables de turistas. En comparación con otros estudios de *Lycalopex spp.*, este valor es similar al 36,7 % registrado en el Parque Nacional Río Clarillo, donde Carrasco et al. (2020) encontraron restos antropogénicos similares como goma de mascar, plástico y frutos secos entre los ítems más frecuentes hallados. Este parque, ubicado en la Región Metropolitana, es un área natural de alta afluencia de público la mayor parte del año por la cercanía y facilidades de acceso desde la ciudad (Carrasco et al., 2020). Asimismo, Carrasco et al. (2019), reportaron consumos comparables de desechos (21,1 %) en heces de *Lycalopex spp.* en el Parque Nacional Torres del Paine, otra área protegida con alta afluencia turística. Otros ejemplos de consumo de origen antropogénico ocurren en sitios de disposición final de desechos domiciliarios como rellenos sanitarios y vertederos. Allí se ha registrado el consumo de restos antrópicos en cóndores andinos, con hallazgos de entre 19 % y 31 % de egagrófilas con

contenido de origen antropogénico (Pavez et al., 2019; Duclos et al., 2020) sugiriendo que este patrón se repite en carroñeros y depredadores oportunistas en ambientes antropizados.

Por otro lado, el 86,6 % del total de desechos ingeridos, correspondió a materiales inorgánicos y el 13,4 % a residuos orgánicos. Desde una perspectiva nutricional, los residuos orgánicos aportan energía rápida, pero son pobres en micronutrientes; los inorgánicos carecen de valor alimenticio y añaden riesgos físicos (obstrucciones, perforaciones) y químicos (aditivos tóxicos, metales pesados). Esta alta proporción de restos inorgánicos respalda la hipótesis de bajo aporte nutricional neto y alto costo sanitario para los zorros (Derraik, 2002; Kühn et al., 2015; Pavez et al., 2019; Plaza y Lambertucci, 2019).

Los registros de consumo de residuos antropogénicos por parte de *Lycalopex spp.*, junto con evidencia comparable en otras especies silvestres, permiten identificar una tendencia en la interacción entre fauna nativa y desechos humanos en ambientes sometidos a presión turística. Esta recurrencia, observada en distintos contextos geográficos y de manejo, sugiere una transformación sostenida en las conductas alimenticias de los depredadores oportunistas, con posibles implicancias ecológicas, sanitarias y de conservación.

Plasticidad trófica: comparación interregional y función dietaria en ambientes semiáridos del Norte Chico

La dieta de *Lycalopex spp.* en la Ruta D-110-C evidencia una notable amplitud trófica, característico de especies generalistas como los zorros (IUCN/SSC Canid Specialist Group, 2004). Todas las categorías dietarias, sin considerar el componente antrópico (ver Tabla 1) se presentaron en porcentajes altos, destacando el consumo de invertebrados y micromamíferos (84 % y 78 % respectivamente), revelando que el zorro cumple múltiples funciones ecológicas: como controlador de artrópodos, depredador de micromamíferos y dispersor de semillas. Este patrón contrasta con el descrito por Carrasco et al. (2019) en el Parque Nacional Torres del Paine, donde los micromamíferos constituyen el 79,8 % de las ocurrencias, seguidos por invertebrados (22,0 %) y semillas (19,3 %). De igual forma, en Río Clarillo Carrasco et al. (2020) reportan una dieta centrada en semillas (93,3 %), pelos de mamíferos (63,3 %) y quitinosos (35,0 %).

Estas diferencias pueden deberse a la estructura trófica particular de cada ambiente y ecosistema, los cuales ofrecen recursos alimenticios distintos en función

de su composición biológica y condiciones ecológicas. En el Norte Chico, las tramas tróficas presentan una alta dependencia de las condiciones climáticas, especialmente del régimen de precipitaciones, que regula la disponibilidad estacional de presas como micromamíferos e invertebrados (Valdivia et al., 2008; Alarcón Garrido, 2015). Esta variabilidad ambiental puede favorecer estrategias alimenticias más flexibles en depredadores oportunistas como *Lycalopex spp.*, cuya plasticidad trófica les permite adaptarse a fluctuaciones en la oferta de recursos (IUCN/SSC Canid Specialist Group, 2004; Carrasco et al., 2020). En contraste, ecosistemas más estables o con mayor cobertura vegetal, como los del centro y sur de Chile, pueden sostener dietas más especializadas o centradas en ítems vegetales, lo que explica las diferencias observadas entre sitios de estudio (Zúñiga et al., 2018; Carrasco et al., 2019; Carrasco et al., 2020).

Preferencia espacial ligada al turismo

La mayor proporción de heces encontradas en los cuadrantes de alta afluencia turística (85,4%) como el “mirador-estacionamiento” utilizado como área de descanso y de atracción para la observación de zorros, respalda que la Ruta D-110-C funciona como sitio de vertidos humanos y centros de atracción para estos cánidos. La pavimentación de esta ruta para potenciar el turismo (Seremi de Obras Públicas Región de Coquimbo, 2018) ha incrementado el acceso y flujo vehicular y, con ello, el volumen de desechos disponible para los zorros. Los residuos actúan como subsidios alimentarios que modifican la conducta y por ello, la distribución y el uso del hábitat por parte de *Lycalopex spp.* Por lo tanto, la interfaz residuos-comportamiento emerge como eje clave para interpretar la alimentación oportunista y el riesgo sanitario a los que se ven sometidos los zorros (Plaza y Lambertucci, 2018; Lagos et al., 2025; Moreira-Arce et al., 2025).

Riesgos sanitarios por plásticos y goma de mascar

La ingestión de plásticos puede bloquear enzimas digestivas, alterar la función reproductiva y causar toxicidad por aditivos (Derraik, 2002). Además, pueden provocar obstrucciones y perforaciones gastrointestinales (Kühn et al., 2015). La goma de mascar, en particular, puede causar obstrucción mecánica del tracto digestivo, y si contiene xilitol, induce hipoglucemia y daño hepático en cánidos (Center for Veterinary Medicine, 2023; Cornell University College of Veterinary Medicine, s. f.). Estos ejemplos de efectos letales y subletales ponen en riesgo la condición corporal, la capacidad reproductiva y la supervivencia de los zorros. Además del consumo de residuos, otro impacto del

turismo asociado a la Ruta D-110-C, y la consecuente atracción de fauna a sitios de tránsito vehicular, es el incremento de atropellos de zorros. Según el proyecto Fauna Impactada, entre 2017 y 2023 se han registrado más de 1.046 atropellos a nivel nacional, siendo el zorro chilla y el zorro culpeo algunas de las especies más afectadas en la Región de Coquimbo (González-Ovalle, 2023; ROC, 2023). Esta problemática, visibilizada por iniciativas ciudadanas, evidencia que los centros de atracción turística sin medidas de mitigación pueden convertirse en zonas de alto riesgo para la supervivencia de estos carnívoros.

Respuestas etológicas y niveles de tolerancia

El 76,5 % de los 17 encuentros documentados correspondió a acercamientos voluntarios, con una distancia media de huida (FID) de 3,63 m. Klein (1993) y Taylor y Knight (2003) coinciden en que distancias cortas de FID indican una evaluación de costos/beneficios donde el acceso fácil a alimento supera el miedo al disturbio. Sin embargo, si bien el FID ha sido ampliamente utilizado como indicador de tolerancia al disturbio humano, su interpretación requiere cautela. En este contexto, la observación de que la mayoría de los individuos (9 de 13) se aproximan al observador antes de retirarse es un hallazgo relevante. Este comportamiento sugiere que el consumo habitual de desechos humanos en ocasiones facilitado de manera directa por turistas puede estar modulando conductas de acercamiento voluntario hacia las personas. Por ese motivo, tanto la corta distancia de huida como la ocurrencia frecuente de acercamientos deben considerarse en conjunto, ya que aportan evidencia complementaria sobre la interacción entre zorros y visitantes en ambientes turísticos. Asimismo, la ausencia de una respuesta evasiva no necesariamente implica habituación o tolerancia, sino que puede reflejar restricciones fisiológicas, ecológicas o contextuales que limitan la capacidad de respuesta del individuo (Bejder et al., 2009). Estas restricciones pueden incluir bajos niveles de energía, ausencia de refugios seguros o una percepción reducida del riesgo, lo que lleva al animal a permanecer en lugar de huir. Por ello, es fundamental aplicar protocolos rigurosos que consideren variables como el estado energético, la disponibilidad de refugio y el tipo de amenaza percibida (Taylor y Knight, 2003; Bejder et al., 2009).

Conclusiones

Este estudio muestra que la alta afluencia turística a lo largo de la Ruta D-110-C se asocia con un consumo recurrente de residuos antropogénicos en la dieta de *Lycalopex spp.*, confirmando que estos mesodepreda-

dores explotan sitios de disposición de residuos informales como recurso alimentario. La composición dietaria revela una marcada plasticidad trófica frente a la heterogeneidad de un paisaje costero semiárido e intervenido. A su vez, las distancias de huida reducidas y el predominio de acercamientos voluntarios (76,5 %) sugieren un patrón de respuesta compatible con tolerancia al disturbio humano. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que el turismo altera tanto la estructura dietaria como los patrones de conducta de los zorros, con posibles consecuencias ecológicas y sanitarias. Además, constituye la primera cuantificación de ingestión de residuos antropogénicos por *Lycalopex spp.* en el Norte Chico, sentando las bases para futuros estudios integrados de dieta y etología en territorios naturales con actividades de turismo asociadas u otros ambientes intervenidos por el ser humano.

Proyecciones

Los resultados de este estudio ofrecen una primera aproximación local sobre la interacción entre turismo y fauna silvestre en el Norte Chico de Chile. A partir de ellos, se plantean líneas de investigación y gestión futura orientadas a comprender en mayor profundidad los efectos del turismo sobre carnívoros generalistas, así como a diseñar medidas que refuerzen la salud poblacional y el rol ecológico de estas especies en los ecosistemas.

1. Ampliación del área de estudio: extender los análisis de dieta y comportamiento de *Lycalopex spp.* a otras zonas semiáridas de Chile, con el fin de contrastar resultados bajo diferentes escenarios de intervención antrópica (e.g., sin intervención, rural, urbano). Asimismo, comparar los patrones obtenidos con estudios previos realizados en regiones del centro y sur del país.
2. Monitoreo a largo plazo: dar continuidad a las evaluaciones de dieta y etología para detectar tendencias temporales (e.g., variabilidad estacional e interanual) en la composición alimentaria, consumo de residuos y conductas de acercamiento y tolerancia frente a actividades turísticas y humanas específicas.
3. Estudios de salud poblacional: promover investigaciones colaborativas y de largo plazo que integren biomarcadores de salud y toxicidad en zorros, incorporando tanto muestreos dirigidos como el uso de muestras de oportunidad.
4. Medidas de gestión y manejo: implementar señalética clara y estandarizada sobre el manejo de residuos en áreas naturales, especificando lugares y métodos adecuados de disposición. Complementariamente,

reforzar la prohibición de botar desechos mediante señalética que haga referencia explícita a sanciones.

Estas proyecciones buscan vincular los hallazgos locales con un marco comparativo más amplio, contribuyendo a consolidar la comprensión de la relación entre turismo y fauna silvestre en ecosistemas áridos y semiáridos de Chile, así como a orientar acciones de manejo efectivo en el territorio y extrapolables a cualquier área donde se presente este tipo de interacción.

- Alarcón Garrido MA. (2015). Petrotectónica, deformación y grado de metamorfismo de las rocas del Carbonífero-Pérmino de la Cordillera de la Costa entre los 28°30' y 29°10' S, Región de Atacama y Región de Coquimbo, Chile. Memoria de título, Universidad de Concepción, Concepción, Chile: pp. 6–8.
- Bejder L, Samuels A, Whitehead H, Finn H, Allen S. (2009). Impact assessment research: Use and misuse of habituation, sensitisation and tolerance in describing wildlife responses to anthropogenic stimuli. *Marine Ecology Progress Series* 395: 177–185.
- Blumstein, D., Fernández-Juricic, E., Zollner, P., Gariety, S. (2005). Inter-specific variation in avian responses to human disturbance. *Journal of Applied Ecology*, 42(5), 943–953.
- Buckley, R. (2011). Tourism and environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 36, 397–416.
- Carrasco, L., Fuenzalida, S., Zurita, C. (2020). Diferencias en la ingestión de restos de origen antrópico por parte de *Lycalopex culpaeus* y *Lycalopex griseus* entre zonas de alta y baja afluencia de público en el Parque Nacional Río Clarillo. *Brotes Científicos: Revista de Investigaciones Escolares*, 4(1), 29–37.
- Carrasco L., Rodríguez B., Zurita C. (2019). Caracterización del consumo de residuos de origen antrópico en zorros culpeo y gris (*Lycalopex spp.*) en el Parque Nacional Torres del Paine. Proyecto de investigación, Centro de Investigación Científica Escolar (CICE), Santiago, Chile. (in press).
- Center for Veterinary Medicine. (2023, 28 de febrero). Potentially dangerous items for your pet. U.S. Food and Drug Administration. <https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/potentially-dangerous-items-your-pet> (Consultado el 27 de junio de 2025).
- Colegio Médico Veterinario de Chile. (2023, 14 de agosto). Caso de rabia en Chile. <https://colmevet.cl/noticia/caso-de-rabia-en-chile> (Consultado el 31 de julio de 2025).
- CONAF. (s. f.). Reserva Nacional Pingüino de Humboldt. https://www.conaf.cl/parque_nacionales/reserva-nacional-pinguino-de-humboldt/ (Consultado el 17 de julio de 2025).
- Cortés V. (2024). Centro de visitantes Pingüino de Humboldt: Valorización del paisaje de la Reserva Nacional y revitalización del polo turístico de Punta de Choros. Memoria de título, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Cornell University College of Veterinary Medicine. (s. f.). Xylitol toxicities. Cornell University. <https://www.vet.cornell.edu/departments-centers-and-institutes/riney-canine-health-center/canine-health-information/xylitol-toxicities> (Consultado el 27 de junio de 2025).
- Curtin, S. (2009). Wildlife tourism: The intangible, psychological benefits of human–wildlife encounters. *Current Issues in Tourism*, 12(5–6), 451–474.
- Derraik, J. G. B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852.
- Duclos M, Silva-Pérez CP, Silva-Aránguiz EM, Jaksic FM, Savelli B, Ossa G. (2025). Cráneos, pelos: Guía de identificación de mamíferos de Chile. Ediciones CAPES UC, segunda edición, Santiago, Chile.
- Duclos-Katunarić M, Roscales JL, Muñoz-Arnanz J, Sabat P, Newsome SD, Jaksic FM, Quirici V, Jiménez B, Galbán-Malagón C. (2025). Latitude and feeding behavior affect persistent organic pollutant concentrations in Andean condors. *SSRN Preprints*.
- Espinosa A, Llancaman L, Sandoval H. (2014). Turismo de intereses especiales y parques nacionales: Compatibilidad entre turismo y gestión de áreas naturales. *Estudios y Perspectivas en Turismo* 23: 115–130. Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.
- Flores-Toro L. y Amigo J. (2014). Nueva localidad en Chile para Adesmia resinosa (Phil. ex Reiche) Martic. (Fabaceae). *Gayana Botánica* 71(2): 131–134.

- González-Ovalle V. (2023). Güíñas, zorros y pudúes entre los mamíferos más afectados por los atropellos de fauna en Chile. Ladera Sur. <https://laderasur.com/articulo/guinias-zorros-y-pudues-entre-los-mamiferos-mas-afectados-por-los-atropellos-de-fauna-en-chile/> (Consultado el 2 de julio de 2025).
- Higham J, Lück M. (2002). Urban ecotourism: A contradiction in terms? *Journal of Ecotourism* 1(1): 36–51.
- IUCN/SSC Canid Specialist Group. (2004). Canids: Foxes, wolves, jackals and dogs. En Sillero-Zubiri C, Hoffmann M, Macdonald DW (eds.), IUCN, Gland, Suiza: 44–50, 56–62.
- Klein ML. (1993). Waterbird behavioral responses to human disturbances. *Wildlife Society Bulletin* 21(1): 31–39.
- Kohn M., Wayne R. (1997). Facts from feces revisited. *Trends in Ecology, Evolution* 12(6): 223–227.
- Kühn S., Rebolledo E.L.B., van Franeker J. (2015). Deleterious effects of litter on marine life. En Bergmann M., Gutow L., Klages M. (eds.), *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham, Suiza: 75–116.
- Lagos N., Villalobos R., Vianna J., Espinosa-Miranda C., Rau J., Iriarte A. (2021). The spatial and trophic ecology of culpeo foxes (*Lycalopex culpaeus*) in the high Andes of northern Chile. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 58(3): 564–573.
- Leubert F, Plisoff P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Marín J. (2023). Parvovirosis canina: actualización de las estrategias para una inmunización efectiva. Monografía de título, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Moreira-Arce, D., Vergara, P., Oporto, A., Alaniz, A., Hidalgo-Corrotea, C., Zúñiga, A., Gutiérrez, A., Moreno, S., Araya, D., Ciuti, S. (2025). Spatial behavior of meso-carnivores living in seasonal ecosystems: A case study in arid landscapes in northern-central Chile. *Global Ecology and Conservation*, e03400.
- Moreira, R., Stutzin, M., Servicio Agrícola y Ganadero, División de Protección Pecuaria. (2005). Estudio de la Mortalidad de Zorros en la IV Región. In BVO N° 3 (Marzo – Abril).
- Newsome, D., Moore, S. A., Dowling, R. K. (2013). *Natural area tourism: Ecology, impacts and management* (2^a ed.). Channel View Publications, Bristol, Reino Unido.
- Newsome D. (2020). The collapse of tourism and its impact on wildlife tourism destinations. *Journal of Tourism Futures* 7(3): 295–302.
- Pavez, E., Duclos, M., Rau, J., Sade, S., Jaksic, F. (2019). Evidence of high consumption of waste by the Andean condor (*Vultur gryphus*) in an anthropized environment of Chile. *Ornitología Neotropical* 30: 185–191.
- Plaza P, Lambertucci S. (2018). More massive but potentially less healthy: Black vultures feeding in rubbish dumps differed in clinical and biochemical parameters from wild-feeding birds. *PeerJ* 6: e4645.
- ROC – Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. (2023, 7 de febrero). Fauna Impactada: migramos a iNaturalist. [RedObservadores.cl](https://www.redobservadores.cl/fauna-impactada-migramos-a-inaturalist/). <https://www.redobservadores.cl/fauna-impactada-migramos-a-inaturalist/> (Consultado el 2 de julio del 2025).
- Seremi de Obras Públicas Región de Coquimbo. (2018, 8 de enero). Habilitan tránsito en mejorado acceso a localidad de Los Choros. Gobierno de Chile. <https://coquimbo.mop.gob.cl/habilitan-transito-en-mejorado-acceso-a-localidad-de-los-choros/> (Consultado el 27 de junio de 2025).
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR). (2025). Reporte dinámico de visitas a unidades SNASPE. Sistema de Información de Estadísticas en Turismo (SIET). <https://datosturismo.sernatur.cl/siet/reportedinamicoSNASPE> (Consultado el 5 de julio de 2025).
- Taylor, A. R., Knight, R. L. (2003). Behavioral responses of wildlife to human activity: Terminology and methods. *Wildlife Society Bulletin*, 31(4), 1263–1271.
- Technau B, Unnsteinsdóttir E, Schaafsma F, Kühn S. (2022). Plastic and other anthropogenic debris in Arctic fox (*Vulpes lagopus*) faeces from Iceland. *Polar Biology* 45(8): 1403–1413.
- Valdivia D, Pizarro-Araya J, Cepeda-Pizarro J, Ojanguren-Affilastro A. (2008). Diversidad taxonómica y denso-actividad de solífugos (Arachnida: Solifugae) asociados a un ecosistema desértico costero del centro norte de Chile. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 67(1–2): 1–10.
- Zúñiga A, Fuenzalida V, Sandoval R. (2018). Diet of the South American gray fox *Lycalopex griseus* in an agroecosystem of southern-central Chile. *Therya* 9(2): 179–183.