



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS MENCIÓN ECOLOGÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN I

ANTECEDENTES DE LA INVASIÓN DE LA ESPECIE EXÓTICA *Lycalopex griseus*
(ZORRO GRIS O CHILLA) EN ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO, CHILE

Nombre del estudiante de Doctorado: Carlos Nicolás Felipe Zurita Redón

Nombre Profesor Supervisor y Evaluador: Dr. Fabián Jaksic Andrade

I° Semestre 2021

RESUMEN

Se realiza una recopilación bibliográfica de los datos sobre la invasión de *Lycalopex griseus* (Zorro Gris) en la Isla Grande de Tierra del Fuego con el objetivo de describir y analizar los antecedentes publicados sobre la introducción, invasión y efectos de *Lycalopex griseus* en dicho lugar. Se sabe que este cánido fue introducido en la Isla en 1951 de manera voluntaria para ejercer un control biológico sobre las poblaciones de Conejo Europeo (*Oryctolagus cuniculus*) que, a esa fecha, se estimaban sobre 30 millones de individuos. Este lagomorfo vio disminuida sus abundancias poblacionales a raíz de la introducción de la enfermedad viral mixomatosis que provocaba su muerte, en tanto que el Zorro Gris comenzó a aumentar sus abundancias sin haber ejercido eficazmente su rol putativo de controlador biológico. Para esto, se hace una revisión con ayuda de Google Académico y algunos criterios de búsqueda para encontrar literatura al respecto. Se evidencia que esta es escasa, y aporta datos antiguos que requieren actualización. Entre los datos recopilados, destacan antecedentes sobre su nicho trófico, donde se muestra que este cánido incorpora ítems dietarios diversos, como vegetales y micromamíferos; además, datos sobre sus poblaciones que muestran los sectores de la isla donde con mayor probabilidad de avistamiento de Zorros Grises. En conclusión, se hacen necesarios nuevos esfuerzos de muestreo para actualizar la información y resolver otras incógnitas que han sido planteadas en la literatura por años, como la eficacia y eficiencia de los zorros como controladores biológicos de conejos.

INTRODUCCIÓN

Lycalopex griseus (Gray 1837), cuyo nombre común es Zorro Gris, es un cánido del Neotrópico distribuido ampliamente en Chile desde los 17° S hasta los 54°S. Es un Zorro de tamaño mediano, su longitud varía de 40 a 60 cm, el área de la mandíbula es negra y el hocico es gris oscuro, al igual que el extremo de la cola. Presenta una mancha oscura en el muslo, característica de la especie (Iriarte & Jaksic. 2017). Su categoría de conservación según la UICN es Preocupación Menor (LC) desde 2008. Ocupa ambientes de estepa, desérticos, matorrales abiertos y sectores costeros, teniendo preferencia por parches arbustivos de baja cobertura y áreas más abiertas, incluyendo la estepa con coirón y ñirres en la Patagonia chilena (Jaksic *et al.* 1980; Jiménez *et al.* 1996). Su alimentación varía de acuerdo a diferencias en la disponibilidad ambiental de sus presas; en el norte de Chile hay preferencias por lagartijas en invierno, en tanto que en las otras estaciones sus presas más abundantes son los roedores (Quintana *et al.* 2000). En la zona central en primavera consume presas de mayor tamaño, donde en períodos de abundancia selecciona aquellas presas que le significan un mayor retorno energético (*Octodon degus* y *Abrocoma bennetti*) (Quintana *et al.* 2000). En Tierra del Fuego, donde fue introducido, análisis estomacales indican que semillas, insectos, roedores y aves están presentes en su dieta todo el año, aunque también están presentes otros mamíferos como conejos, manifestándose incluso hábitos carroñeros descritos en otros sectores de Chile, como por ejemplo la zona central.

L. griseus fue introducido en el sector de Onaisin, en Tierra del Fuego, en el año 1951, bajo un intento de controlar biológicamente la plaga de conejos (*Oryctolagus cuniculus*), también introducida varios años antes (Jaksic & Yáñez. 1983). Desde entonces su población ha incrementado de manera considerable (Bahamonde. 2009). Actualmente, se manejan algunos antecedentes de su introducción, como, por ejemplo:

- La especie conocida como zorro gris, chilla, zorro chico o zorro pampero (*Lycalopex griseus*) fue introducida en el área de Onaisin (53°21'10.1"S - 69°15'22.0"W) Isla de Tierra del Fuego, en el año 1951, con el objeto de controlar la plaga de conejos que existía en esa fecha;
- La población de zorro gris ha experimentado un notable incremento en la Isla Grande de Tierra del Fuego, de acuerdo a los censos poblacionales realizados por el Servicio Agrícola y Ganadero desde 1992;

En paralelo con este aumento poblacional, se ha apreciado un decremento en las densidades poblacionales de la avifauna nativa de Tierra del Fuego. Además, se ha observado una disminución de la subespecie de zorro culpeo de Tierra del Fuego (*Lycalopex culpaeus lycoides*) (Fragmento resolución N° 1233 exenta, Servicio Agrícola y Ganadero. 1997), taxón considerado como uno de los más amenazados de extinción en Chile;

- Dicho aumento poblacional, ha ocasionado un incremento en la depredación sobre el ganado ovino, situación que puede ser especialmente grave en la época de parición (Fragmento resolución N° 1233 exenta, Servicio Agrícola y Ganadero. 1997).

Todo lo anterior, sumado a la presión de los ganaderos, quienes alegan pérdidas de sus animales por efecto de depredación de Zorros Chilla, es que fue autorizada su caza en Tierra del Fuego. Así, el 16 de julio de 1998 fue publicada la Resolución Exenta 1.981 del Servicio Agrícola y Ganadero en el Diario Oficial de la República de Chile, donde se autoriza la caza de Zorro Gris en la Isla Grande de Tierra del Fuego, con una cuota de 10 ejemplares por cazador por día entre el período de 1 de mayo y 31 de julio (Ministerio de Agricultura. 1998). También se autorizó la caza de Zorro Gris en el territorio continental de la Región de Magallanes y Antártica Chilena desde 2003 bajo diferentes resoluciones legales según sea el caso. En el resto del territorio esta especie se encuentra protegida bajo el reglamento de la Ley de Caza (DS N°5 de MIGRARI de 1998), además de ser incluida en el Apéndice II de CITES, en vigor desde el 26 de noviembre de 2019.

40 años antes de la introducción del Zorro Gris en la isla Grande de Tierra del Fuego, hay algunas referencias etnográficas sobre la existencia de dos especies de zorros allí, una de ellas, el *Dusicyon avus*. Para el Ona o Selknam, el segundo lugar importante entre los animales terrestres pertenecía a los zorros, en dos variedades, una de las cuales crece en tamaño inusual. Si ese gran zorro fue *D. avus* entonces se habría extinguido recién en el siglo XX, al menos en Tierra del Fuego. Igualmente no se puede descartar que los nativos se refieran en realidad sólo a variaciones intraespecíficas de zorro fueguino (*Lycalopex culpaeus lycoides*), ya que algunos ejemplares de esa isla alcanzan un tamaño muy grande, existiendo la posibilidad de que algunos de esos cánidos nativos hayan sido domesticados por los Selknam (Silva & Root-Bernstein. 2021)

Desde su introducción hasta la fecha, se han hecho pocos esfuerzos por el análisis de los efectos de esta invasión, abarcando aspectos como los efectos sobre la biodiversidad local o sus implicancias socio-ecológicas. Los conflictos de interés y diversos factores que afectan la presión de caza sobre los zorros grises hacen primar ante la necesidad de contar con medidas integrales de manejo de sus poblaciones. Estas medidas debieran estar basadas en resultados de análisis poblaciones, tomando en cuenta los distintos sectores económicos y sociales involucrados (Bahamonde. 2009).

La falta de estudios sobre esta invasión y su monitoreo a través del tiempo no permiten hacer una estimación eficiente y concreta del crecimiento de las poblaciones de Zorros Grises y como esto puede afectar la biodiversidad de la isla. El propio inventario nacional de especies de Chile no declara antecedentes sobre su introducción a Tierra del Fuego, ni tampoco sus impactos; sólo ha sido incluido en el Catálogo de las Especies Exóticas Asilvestradas/Naturalizadas en Chile (GEF & MMA. 2017). Una manera de conocer el impacto es definiendo si las densidades poblacionales están en algún equilibrio, pues éstos debieran indicar un estado estable de la biota. El desconocimiento de

estos niveles poblacionales da cuenta que los estudios no han sido efectuados, después de 70 años de la introducción, lo que nos llega a cuestionarnos si el Zorro Gris ha perturbado o no negativamente los ecosistemas isleños, antes de justificar su posible erradicación. En caso contrario, debiera establecerse la densidad máxima de sus poblaciones y generar un programa de control para mantener o disminuir dicha densidad.

OBJETIVO

Describir y analizar los antecedentes publicados en la literatura científica sobre la introducción de *Lycalopex griseus* en la Isla Grande de Tierra del Fuego.

METODOLOGÍA

A. Descripción del área de estudio.

Isla Grande de Tierra del Fuego es territorio compartido entre Chile y Argentina. Limita al sur con el Canal Beagle, al este con el océano Atlántico, al oeste con el océano Pacífico y por el Nor-Oeste el con el Estrecho de Magallanes que lo separa del continente. 29.484 km² de la Isla corresponden a territorio chileno donde su gran mayoría corresponde a la provincia de Tierra del Fuego, región de Magallanes y de la Antártica Chilena, cuya capital es Porvenir.

Dos tercios de la isla se conforman de mesetas y llanuras suavemente onduladas. El sur se conforma por la terminación austral de la cordillera de los Andes, creando la denominada cordillera de Darwin. Las condiciones climáticas de la isla favorecen el desarrollo de sistemas de turberas, especialmente en los ambientes más húmedos de la mitad austral. Según la clasificación climática de Köppen, su clima es subpolar oceánico, estepario seco en gran parte de la isla, con veranos cortos y frescos e inviernos largos, húmedos y fríos además de fuertes vientos y brumoso gran parte del año. Sus temperaturas son uniformes a lo largo del año, Porvenir apenas sobrepasa los 10°C en verano y promedia 1°C en invierno; las islas más australes poseen clima subantártico de Tundra.

En cuanto a su flora, es posible identificar en el sector norte de la Isla un predominio de los coironales, cuya especie característica es *Festuca gracillima*. Sólo el 30% de la isla está cubierta de bosques, donde las especies que destacan son canelo, ñirre, lenga, coigüe de Magallanes y ciprés de las Guaitecas. En los espacios abiertos de estos bosques crecen cierto tipo de plantas con frutos comestibles, como es el caso del calafate (*Berberis buxifolia*). Los vientos son tan fuertes que áreas expuestas al viento los árboles crecen torcidos por la fuerza de los vientos, y la gente los denomina "árboles-bandera" por la forma que toman contra el viento. La vegetación arbórea se extiende tan al sur como la Isla de los Estados, isla Navarino y el norte de Isla Hoste. A altitudes cercanas a los 500 msnm se pueden encontrar comunidades enanas de *Nothofagus*.

Su fauna es muy diversa, destacando macromamíferos tales como el guanaco (*Lama guanicoe*) y la subespecie Zorro Fueguino (*Lycalopex culpaeus lycoides*), como también el cánido nativo Zorro Culpeo (*Lycalopex culpaeus*) (Dabbenne. 1902). Entre sus micromamíferos destacan el tuco-tuco de Magallanes (especie endémica). La isla es muy diversa en lo que a aves respecta, dentro de las que se pueden mencionar la presencia de Flamencos (*Phoenicopterus chilensis*), Pingüino Rey (*Aptenodytes patagonicus*), Cóndores y Skuas, entre otras. La isla cuenta con varias especies introducidas, dentro que las que se encuentran el Zorro Chilla (*Lycalopex griseus*), el castor (*Castor canadensis*), la rata almizclera (*Ondatra zibethicus*), el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) y el visón (*Neovison vison*). Es posible reconocer sólo una especie de reptil en la isla, la lagartija Magallánica (*Liolaemus magellanicus*) que habita en la zona esteparia al norte de la isla, y sólo una

especie de anfibio, el sapito de tres rayas (*Nannophryne variegata*), siendo el anfibio más austral del mundo.

B. Descripción de la búsqueda bibliográfica.

Para recopilar datos bibliográficos acerca de Zorro Chilla en Tierra del Fuego, se utilizó Google Académico, usando como criterio de búsqueda las siguientes palabras:

- Zorro Chilla + Tierra del Fuego
- *Lycalopex griseus* + Tierra del Fuego
- *Pseudalopex griseus* + Tierra del Fuego
- Zorro Gris + Tierra del Fuego
- Cánidos + Tierra del Fuego
- *Dusicyon griseus* + Tierra del Fuego
- *Canis griseus* + Tierra del Fuego
- Zorro + Magallanes
- Zorro + Tierra del Fuego
- Fox + Tierra del Fuego
- Grey fox + Tierra del Fuego
- Fox + Magallanes
- Grey fox + southernmost Chile
- Grey fox + Chilean Patagonia

Se seleccionó, sin filtro de año, todos los artículos o referencias que aludan a algún aspecto ecológico, sociológico, económico, geográfico, sistemático o histórico de *L. griseus* en Tierra del Fuego.

C. Clasificación de la información recopilada.

De acuerdo con los resultados arrojados en la búsqueda bibliográfica, los resultados fueron clasificados en dos categorías: Datos de historia natural y datos de ecología poblacional.

RESULTADOS

A. Datos de Historia Natural.

Atalah *et al.* (1980) publicaron los resultados de una investigación realizada entre 1977 y 1978, que colectó 69 ejemplares de *Lycalopex griseus* en la zona centro norte de Tierra del Fuego (Calafate, Sombrero, China Creek, San Sebastián, Caleta Josefina, Onaisin y Río Marazzi), mediante la utilización de armas de fuego, para posteriormente preservar sus estómagos (desde el cardias al píloro) en solución de formalina al 8% y analizar su contenido.

ITEM	1977		1978	
	Período I (Jun-Ago)	Período II (Sept-Nov)	Período III (Dic-Feb)	Período IV (Marz-May)
Vegetales	—	—	+	—
Aves	+	+	+	+
Ovino	+	+	+	+
Bovino	+	—	—	—
Roedores	+	+	+	—
Reptiles	—	+	—	—
Lagomorfos	+	—	—	—
Arácnidos	+	—	+	+
Insectos	+	+	+	+
Poliquetos	—	—	—	+
Tunicados	+	—	—	+
Crustaceos	+	—	—	—
TOTAL	9	5	6	6

Imagen 1: Presencia-ausencia de los rubros alimentarios en los cuatro períodos de muestro entre 1977 y 1988 (Atalah *et al.* 1980).

En la imagen 1 es posible apreciar que la presencia de vegetales en los estómagos analizados se obtuvo solo en el verano de 1978, así como las muestras de bovino, que solo se obtuvieron durante el invierno de 1978. Se aprecia la presencia de aves, ovinos e insectos durante todo el periodo de estudio. En cambio, los roedores estuvieron presente en casi todo el período de estudio excepto en el último.

Del grupo de los vertebrados que hace mención la imagen 1, cabe destacar que el estudio encontró mayor frecuencia de mamíferos domésticos, específicamente ovinos (40% de los vertebrados), en tanto que los mamíferos silvestres representaron solo el 1,7% de las muestras y correspondían a conejo (*Oryctolagus cuniculus*). En otro estudio realizado posteriormente (Jaksic *et al.* 1983), los autores encontraron que la dieta de Zorro Gris en Tierra del Fuego estaba compuesta de un 5,8% de *O. cuniculus*, en cambio la dieta de Zorro Culpeo, también en la isla, estaba formada de un 20% de conejos. Los roedores en general constituyeron el 21,7% de la dieta de zorros gris en el estudio. Las aves constituyeron el segundo grupo más abundante después de los ovinos, representando el

33,3% de la dieta de los zorros grises, donde un importante grupo de individuos fueron Passeriformes. Otros estudios incorporan a polluelos de Pingüino Rey (*Aptenodytes patagonicus*) como parte de su dieta (Zurita *et al.* 2018).

Grupo	Registro	Frecuencia
Gramíneas	55	0,80
Dicoteledoneas	35	0,51
Algas marinas	1	0,51
Líquenes	1	0,01

Imagen 2: Frecuencia de aparición de los principales grupos vegetales (Atalah *et al.* 1980).

En la imagen 2, a pesar de que los vegetales se concentraron en una época del estudio, ellos representaron casi el 80% del peso seco de todo el contenido

estomacal, abundando en las muestras las gramíneas, destacando los géneros *Festuca*, *Poa*, *Hordeum* y *Bromus*.

Rubros	Número de individuos		Biomasa estimada		Frecuencia
	Total	%	Total	%	
IMAGOS	137	12,1	143,55	35,18	0,45
<i>Tenebrionidae</i>	3	22,0	0,63	0,43	0,07
<i>Scarabaeidae</i>	53	38,7	89,04	62,02	0,28
<i>Carabidae</i>	6	4,4	1,20	0,83	0,03
<i>Ichneumonidae</i>	1	0,7	0,03	0,02	0,03
<i>Lepidoptera</i>	70	51,1	52,50	36,57	0,14
<i>Diptera</i>	4	2,9	0,15	0,10	0,07
LARVAS	581	51,4	209,27	51,28	0,70
<i>Lepidoptera</i>	408	70,2	81,60	38,99	0,52
<i>Tenebrionidae</i>	4	0,7	1,12	0,54	0,03
<i>Diptera</i>	104	17,9	0,51	0,24	0,10
<i>Scarabaeidae</i>	65	11,1	126,04	60,13	0,17
PUPAS	3	0,3	3,03	0,74	0,07
<i>Lepidoptera</i>	3	100,0	3,03	100,00	0,07
OTROS	410	36,2	52,18	12,78	0,31
<i>Aranea</i>	4	1,2	0,35	0,67	0,17
<i>Amphipoda</i>	401	97,8	4,72	9,05	0,07
<i>Tunicata</i>	3	0,7	47,03	90,13	0,10
<i>Polichaeta</i>	1	0,2	0,08	0,15	0,03
TOTALES	1131	100,0	408,03	100,00	1,00
<i>Lepidoptera</i>	481	41,6	137,13	33,60	0,62
<i>Scarabaeidae</i>	118	10,3	215,16	52,73	0,45

Imagen 3: Insectos en el contenido estomacal de *L. griseus* (Atalah *et al.* 1980).

De los invertebrados, los insectos corresponden al ítem dietario que tiene mayor frecuencia de aparición y su peso seco representa uno de los más altos. La imagen 3 hace referencia a los insectos detectados, siendo los más frecuentes los coleópteros y los lepidópteros.

Otro estudio en torno a *L. griseus* fue realizado por Gómez (2005), donde cuatro Zorros grises capturados en Tierra del Fuego fueron inoculados experimentalmente con cepas de *Echinococcus granulosus* o Tenia del Perro. Se concluyó que estos zorros tenían características de ser hospederos definitivos de este gusano, puesto que logró desarrollarse en sus intestinos por un período de 38 días; pero no concluye que pueda haber transmisión del platelminto entre perros y zorros.

Jaksic *et al.* (1983) analizaron la dieta y relaciones tróficas entre *L. griseus* y *L. culpaeus* en la Región de Magallanes, tanto en la parte continental como en la parte insular (Tierra del Fuego). Encontraron que, para ambas especies, tanto las poblaciones continentales e insulares, su principal ítem dietario estaba conformado por mamíferos, seguido de aves. Los reptiles fueron encontrados sólo en la dieta de *L. griseus*, tanto en la parte continental como en la insular. En la dieta de *L. griseus* se encontró mayor porcentaje de carroña que en la dieta de *L. culpaeus*. La presencia de micromamíferos (conejos y roedores) fue más alta en la dieta de *L. culpaeus* que en la dieta de *L. griseus*. Invertebrados y material vegetal fue más abundante en la dieta de *L. griseus*, al mismo tiempo, las poblaciones insulares estudiadas tenían más abundancia de estos ítems dietarios que las poblaciones del continente. Encontraron que el peso promedio de las presas vertebradas era menor en *L. griseus* que en *L. culpaeus*, pero la diferencia no era significativa. Al momento de comparar las dietas entre las poblaciones continentales en la Región de Magallanes con las insulares, encontraron que la dieta de *L. griseus* era muy semejante en ambos sectores, en cambio, la similaridad dietaria de *L. culpaeus* entre continente y región insular era baja; y si comparaban entre las poblaciones continentales de *L. griseus* y *L. culpaeus*, la similaridad era aún más baja, en contraste con los mismos resultados para Tierra del fuego, donde la dieta de ambas especies era muy semejante, causada probablemente por la homogeneidad en la disponibilidad de recursos en la isla. Basado en esto último, los autores compararon los pesos promedios de sus ítem dietarios entre ambas especies de cánidos, entre Chile Central y Tierra del fuego, encontrando que existía diferencia significativa entre ambas especies que habitaban en Chile Central, en cambio y en contraste con lo obtenido allí, en Tierra del Fuego la diferencia no era significativa y tendía a la similaridad. Este resultado llamó la atención de los autores, puesto que los tamaños corporales de ambas especies de cánidos eran muy semejante en Chile central, en cambio en Tierra del Fuego *L. griseus* tiene un tamaño corporal menor que *L. culpaeus* (Fuentes & Jaksic. 1979)

B. Datos de ecología poblacional de *L. griseus*.

Bahamonde (2009) llevó a cabo una tesis de Magister en la cual se hace un análisis de las tendencias poblacionales de *L. griseus* en la Región de Magallanes, donde se incorporan algunos datos para la Isla Grande de Tierra del Fuego.

TF	D	Lci	Lcs	CV	Pob	Lci	Lcs
1999	1.44	0.865	2.407	19	21281	12757	35500
2000	1.75	1.359	2.264	12	25872	20043	33391
2001	-	-	-	-	-	-	-
2002	1.24	0.854	1.811	17	18343	12595	26710
2003	0.86	0.613	1.208	17	12688	9041	17816
2004	0.79	0.421	1.486	26	11671	6209	21917
2005	0.53	0.326	0.876	22	7879	4808	12920
2006	2.25	1.66	3.06	16	33185	24483	45132
2007	2.36	1.38	4.03	23	34863	20354	59438

Imagen 4: Estimación poblacional de la abundancia de *L. griseus* para la Isla Grande de Tierra del Fuego entre 1999 y 2007 (Bahamonde 2009). Los símbolos son: D = especímenes/km; lci = límite de confianza inferior; lcs = límite confianza superior; cv = coeficiente de variación en porcentaje; pob = población total del área.

En la imagen 4 se aprecia que entre 1999 y 2000 hay un aumento en la abundancia de individuos, que luego queda descontinuado por un año sin sondeos por parte del Servicio Agrícola Ganadero (SAG). A continuación, se observa un declive en la abundancia de individuos entre 2002 y 2005, seguido de un fuerte aumento en 2006 y 2007. Por comunicación personal con Nicolás Soto Volkart, Encargado Regional de la División Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG, no existen datos posteriores al año 2007 sobre abundancias poblacionales de Zorro Chilla ni estudios del impacto de la invasión. Sólo se informa que, en el ámbito de la gestión, la especie *Lycalopex griseus* en Tierra del Fuego fue categorizada como “perjudicial o dañina” según el artículo 6 de la Ley de Caza.

El año 2007 se obtuvo la densidad más alta de Zorros Grises en Tierra del fuego, con 2,36 individuos por km² (imagen 4), densidad semejante a la estimada para el sector continental de la Región de Magallanes, donde se estimó una densidad de *L. griseus* de 1 individuo cada 43 hectáreas, o sea, una densidad de 2,32 individuos por km² (Duran *et al.* 1985).

PROVINCIA	DISTANCIA CAMINO	AÑO								TOTAL
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
Tierra del Fuego	Camino	22	8	17	4	13	8	23	9	104
	0 - 10	21	7	15	10	5	3	20	13	94
	11-20	16	15	13	9	10	15	32	30	140
	21 - 30	40	15	28	16	7	6	54	32	198
	31 - 40	25	10	27	12	16	14	72	38	214
	41 - 50	33	7	37	25	18	14	57	45	236
	51 - 60	23	8	32	22	10	9	44	24	172
	61 - 80	39	16	47	26	32	21	69	39	289
	81 - 100	14	5	5	1	29	8	25	9	96
	101 - 120					8				8
Mayor 121 mts					4				4	
Total Tierra del Fuego		233	91	221	125	152	98	396	239	1555

Imagen 5: Número de Zorros Grises observados en Tierra del Fuego, entre 2000 y 2007 a diferentes distancias del camino (m) (Bahamonde. 2009).

En la imagen 5 es posible observar una estimación del número de Zorros Grises a diferentes distancias del transecto usado. Desconociendo la metodología para ello (puesto que los datos fueron otorgados por SAG pero no detallan la forma de obtener los datos), se infiere que fue observación a simple vista con la ayuda de telémetros para estimar la distancia de observación desde una camioneta, usando como transectos los caminos de uso público en Tierra del Fuego. A diferencia de la información entregada en la imagen 4, aquí se entrega una estimación de 91 zorros en total para 2001, pero no hay explicaciones dentro de la tesis del por qué de estas diferencias. Al mismo tiempo se puede apreciar que el número de zorros estimados a distintas distancias del camino no coincide con la estimación de zorros mostrada en la imagen 4. Tampoco se especifica la ruta empleada para estimar las cifras de la imagen 5; obviamente, se requieren mayores detalles metodológicos que podrían suplirse con comunicación personal con la propia autora de la tesis.

CLASE DE NDVI	Nº ZORROS	PORCENTAJE DE ZORROS
1 (-0.9-0)	15	2%
2 (0-0.1)	119	14%
3 (0.1-0.2)	295	34%
4 (0.2-0.3)	255	29%
5 (0.3-0.4)	126	14%
6 (0.4-0.5)	61	7%
7 (0.5-0.6)	6	0%
8 (0.6-0.7)	0	0%
9 (0.7-0.8)	0	0%
Totales	877	100%

Imagen 6: Cantidad y porcentaje de zorros grises por clase de Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Bahamonde. 2009).

El NDVI es un índice que se calcula con imágenes satelitales y que estima el porcentaje de cobertura vegetal del terreno, en este caso del territorio de Tierra del Fuego chilena. De una muestra de 877 individuos de *L. griseus*

se observa que más del 50% de la muestra se obtiene en coberturas vegetacionales por debajo del 30%, pudiéndose observar que la mayoría de los individuos de la muestra no prefiere o no ocupa aquellos hábitats con alta cobertura vegetal.

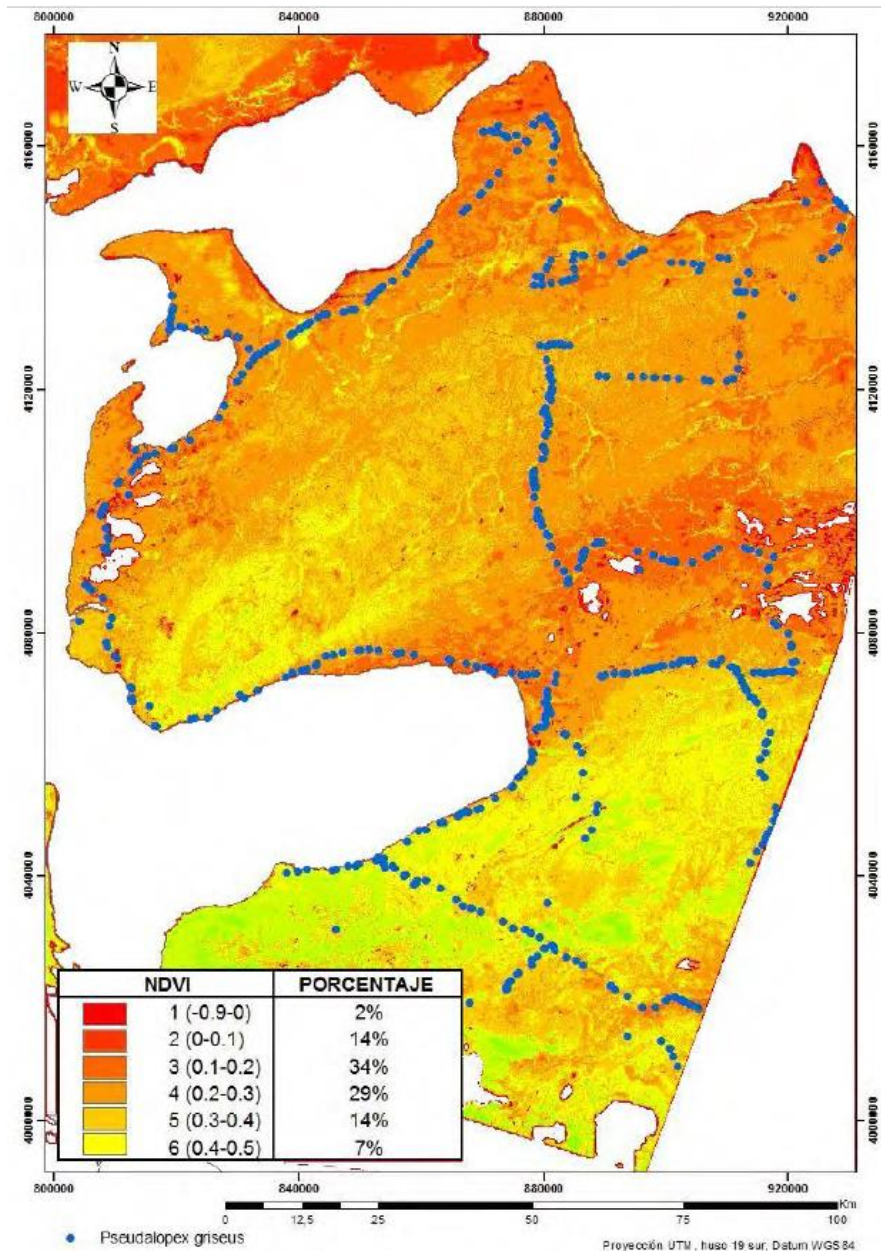


Imagen 7: Porcentajes de *L. griseus* en distintas clases de NDVI en Tierra del Fuego (Bahamonde, 2009).

En correspondencia con la información entregada en la imagen 6, la imagen 7 muestra que sobre el 50% de los individuos estudiados prefiere zonas con baja cobertura vegetal, que en el mapa corresponden a la zona norte y centro de Tierra del Fuego. La zona ubicada desde la ciudad de Cameron hacia el sur, muestra bajos porcentajes de individuos, lo que se correlaciona con la alta cobertura vegetal que tiene esa zona en el Parque Nacional Karukinka. Los puntos azules corresponden a individuos de *L. griseus* muestreados, información de la que se puede desprender que el conteo metodológico fue realizando usando los caminos públicos como transectos.

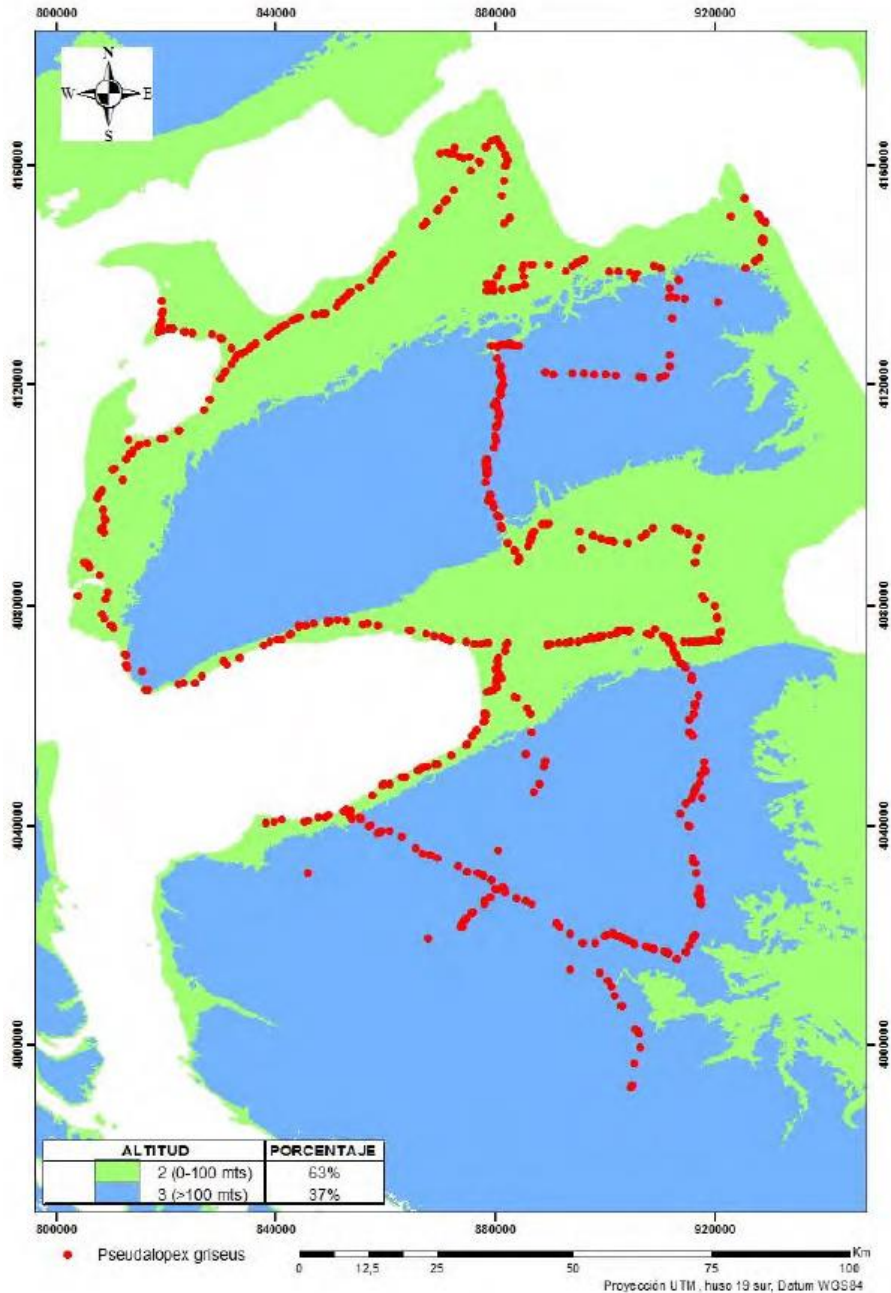


Imagen 8: Porcentaje de individuos de *L. griseus* en distintas clases de altitud en Tierra del Fuego (Bahamonde. 2009).

También usando datos satelitales, es posible observar en la imagen 8 que la mayoría de los individuos muestreados ocupa hábitats por debajo de los 100 metros de altura (color verde). Al sur de Tierra del Fuego se encuentra la cordillera de Darwin, zona donde al mismo tiempo se encuentra el porcentaje menor de zorros grises.

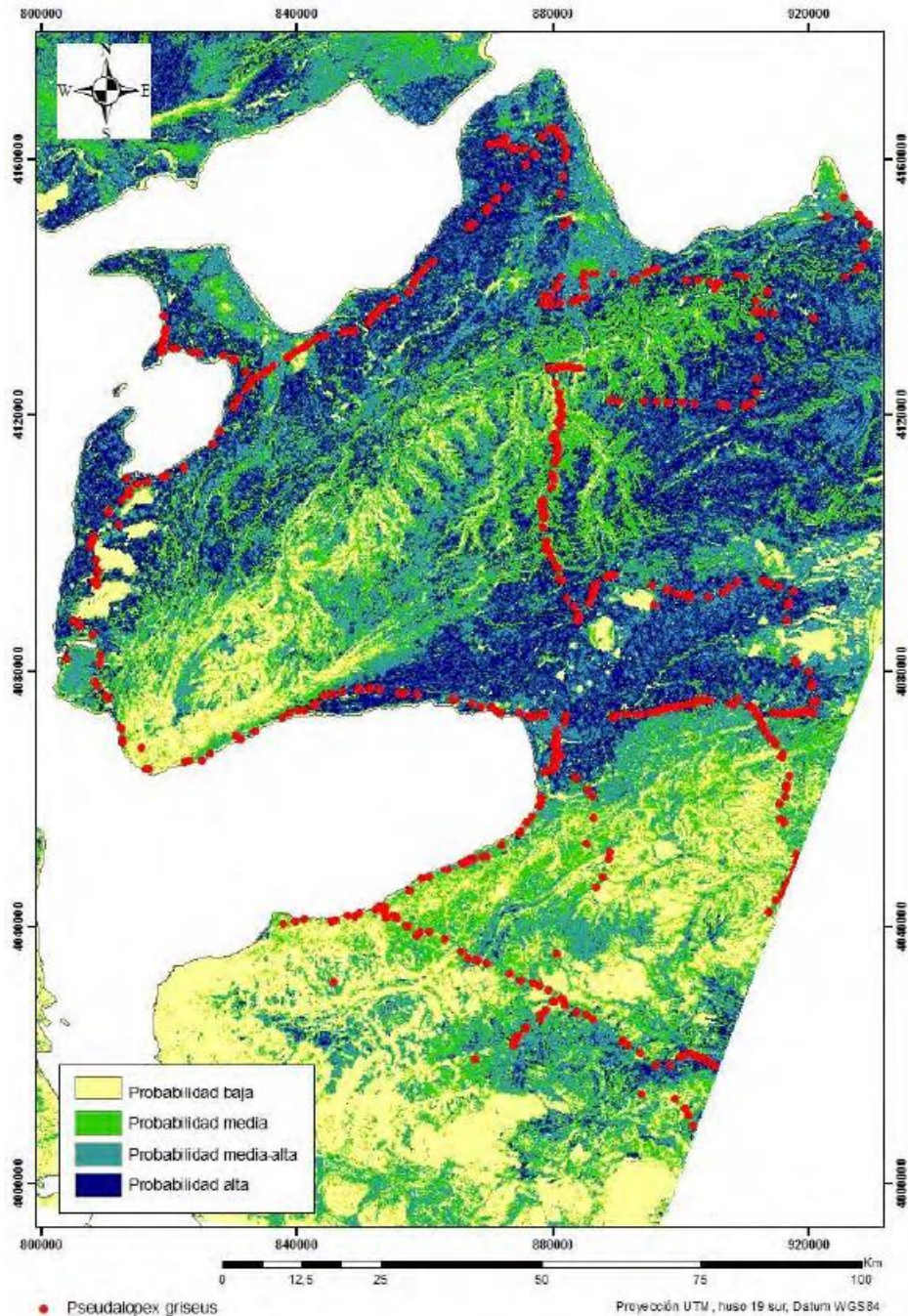


Imagen 9: Zonas de avistamiento potencial de individuos de *L. griseus* en Tierra del Fuego (Bahamonde. 2009)

Uniando las informaciones entregadas por las imágenes 6, 7 y 8, se puede estimar la probabilidad de avistamientos de Zorros Grises en Tierra del Fuego. Se observa que las zonas con mayor probabilidad de avistamientos se encuentran en el centro de Tierra del Fuego, al este de Bahía Inútil (lugar donde se encuentra la actual Reserva Natural Pingüino Rey) y en la parte norte de la isla (zonas de Primera Angostura y bordeando el estrecho de Magallanes).

Duran *et al.* (1985) estimaron la abundancia y densidad de Zorros Grises en el sector continental de la Región de Magallanes. Al analizar un área de 28.310 km², estimaron una abundancia de 65.835 individuos de *L. griseus*, un zorro gris cada 43 hectáreas, resultado semejante al encontrado por Bahamonde (2009) al estimar una densidad de 2.36 individuos/km² para Tierra del Fuego, por lo que en base a estos resultados publicados es posible inferir que no habrían diferencias en la densidad poblacional de zorros grises que habían entre el sector continental y el insular de la Región de Magallanes. A pesar de las buenas condiciones del hábitat en general y de la ausencia de perturbaciones y contaminación, los autores postulan que no hay certeza de que se pueda mantener un nivel de población relativamente bueno en el futuro debido a la caza ilegal en el sector continental.

DISCUSIÓN / CONCLUSIÓN

Luego del análisis bibliográfico es posible apreciar importante información de historia natural y poblacional, aportada por la literatura científica, acerca de Zorros Grises en la Región de Magallanes y en especial en Tierra del Fuego, pero que requiere de actualización y estimación de nuevos datos para realizar contrastes entre la situación actual de las poblaciones de zorros grises insulares y los datos publicados.

Con respecto a los datos de historia natural, los hallazgos realizados no presentan diferencias significativas con otros estudios semejantes realizados en otras partes de Chile (Iriarte & Jaksic. 2017; Jaksic *et al.* 1980; Zurita *et al.* 2020) donde la dieta de *L. griseus* mostró ser del tipo omnívora, con tendencia a consumir vegetación y macro y micromamíferos en diferentes épocas del año. Cabe destacar que el consumo de *O. cuniculus* es evidente en varios artículos sobre la alimentación del zorro gris en otros territorios, pero llama la atención su tan bajo consumo (1,7% de la dieta) en Tierra del Fuego, siendo que su introducción tuvo por causalidad el ejercer un control biológico sobre los conejos, por lo que se puede inferir que *L. griseus* no fue capaz de cumplir eficazmente dicho rol, teniendo preferencias por otras presas o incluso vegetales. Hoy sabemos que la causa real de la declinación de conejos en Tierra del Fuego fue la mixomatosis (Jaksic & Yáñez. 1983) y no el control que pudo haber ejercido este zorro. Desde mismo aspecto, hay que recordar que el virus Myxoma fue inoculado de manera artificial a un total de 300 conejos que fueron liberados en distintos puntos de Tierra del Fuego, que sirvieron de vectores para contagiar a otros conejos entre 1952 y 1953 (Arentsen. 1954), por lo que cabe preguntarse si *L. griseus* tuvo o no un tiempo suficiente para ejercer su labor de controlador biológico; se infiere que no, el virus fue mucho más eficaz, demostrando que la introducción de Zorros grises en Tierra del Fuego fue, al menos, innecesaria, frente a la eficacia del virus.

Taxa	Level of effect								
	Population			Community			Ecosystem		
	Trophic effect	Facilitation	Abundance	Richness	Competition	Composition	Nutrient cycles	Soil or sediment	Water flow
Salmonids	P		P	P	P	P			
Beaver	X	X / P	X	X		X	X / P	X	X
Muskrat	X	P	P	P		P	P	P	
Rabbit	X / P		P	P		P		P	
Chilla fox	X / P		P						
Mink	X		X	P	P				
Wild pig	P		P	P		P	P	P	

Imagen 10: Efectos de vertebrados invasores en Tierra del Fuego a nivel de población, comunidad y ecosistema (Silva & Saavedra 2008). P = riesgo potencial / X = Riesgo comprobado.

Silva y Saavedra (2008) proponen que los únicos efectos de la invasión de *L. griseus* en Tierra del Fuego (imagen 10) son tróficos y poblacionales, no describiendo potenciales efectos a nivel comunitario ni ecosistémico. Llama la atención que las autoras discuten que el zorro chilla es una de las especies relativamente bien estudiadas, al menos en cuanto a posibles impactos como la competencia por alimento con el zorro culpeo nativo y el control de poblaciones de conejos.

Sin embargo, no está documentado que exista competencia interespecífica con la especie *L. culpaeus*, aunque sí se han visto mermados sus tamaños poblacionales (Jaksic *et al.* 2002). Algunos estancieros de la isla especulan que *L. griseus* a provocado el desplazamiento de las poblaciones de *L. culpaeus* hacia el sur de la isla, al interior del Parque Nacional Karukinka. Dicho desplazamiento podría, si así fuese, estar explicado por la mayor amplitud de nicho trófico que tiene *L. griseus* frente a *L. culpaeus* (Jaksic & Yáñez. 1983) y también por la elevada sobreposición dietaria que tienen ambas especies de zorros, con un índice de Pianka estimado de 0,633 debido a la homogeneidad en la disponibilidad de recursos que ofrece la isla (Jaksic *et al.* 1983). Otro aspecto no menos importante, al momento de comparar ambas especies, tiene relación con sus tamaños corporales; *L. griseus* y *L. culpaeus* tienen tamaños semejantes en Chile central, pero se ha encontrado que el Zorro Gris tiene un tamaño corporal menor respecto al Zorro Culpeo en Tierra del Fuego (Fuentes & Jaksic. 1979), hecho que requeriría ser analizado en particular y determinar como una especie de menor tamaño corporal podría estar obligando a una de mayor tamaño a desplazar sus poblaciones al sur del territorio.

Respecto de los efectos a nivel poblacional, es posible inferir a partir de los datos entregados por la imagen 9, que podría existir cierto grado de efecto antrópico sobre *L. griseus*, ya que las mayores probabilidades de avistamiento de esta especie se producen a orillas de los caminos, sobre todo en aquellos de alto tránsito vehicular ubicados en la zona norte y centro de la isla. Sin embargo, se hace necesario mejorar las técnicas de estudio para estimar las densidades poblacionales, con el uso, por ejemplo, de foto-trampeo, sobre todo a raíz de que los últimos datos que estiman su densidad poblacional datan de 2008.

Un ejemplo concreto de los efectos a nivel de redes tróficas de la invasión de Zorros Grises en Tierra del Fuego tiene relación con el Cauquén Colorado (*Chloephaga rubidiceps*), puesto que *L. griseus* ha incorporado a esta especie como parte de su dieta y ha provocado una disminución de sus tamaños poblacionales, considerándosele ya una especie en peligro crítico, lo que ha motivado razones para el control localizado de las poblaciones de Zorros Grises (Silva & Saavedra 2008).

Se concluye que, de los datos bibliográficos recopilados nacen buenos temas, problemáticas y preguntas de investigación que deben ser abordadas a mediano y largo plazo respecto de la invasión de *L. griseus* en Tierra del Fuego, por ejemplo:

- Es necesario estimar abundancias y densidades poblaciones nuevas de Zorros Gris en Tierra del Fuego, ya que el SAG debó de hacer esta labor en 2008.
- Se debe analizar la real interacción, si es que existiese, que se esté produciendo entre Zorro Gris y Zorro Culpeo, puesto que sólo se documenta una potencial interacción de competencia entre las dos especies, pero sin ser evaluada en terreno. Incluso, estancieros especulan sobre la posible hibridación entre ambas especies, lo que requiere ser evaluado.
- Se hace necesario actualizar el estudio de nicho trófico de Zorro Gris, los últimos datos son de hace 40 años atrás.
- Destaca un posible efecto socio-ecológico, que requiere ser evaluado, puesto que en los últimos años los estancieros se ven más estimulados a promover la caza de Zorros Grises (a veces sin diferenciarlos del Zorro Culpeo) argumentando depredación de su ganado ovino.

REFERENCIAS

- ARENTSEN, P. (1954). Control biológico del conejo. Boletín Ganadero, 4 (42): 23-25.
- ATALAH A., SIELFELD W., VENEGAS C. 1980. Antecedentes sobre el nicho trófico de *Canis g. griseus* Gray 1836 en Tierra del Fuego. ANS. INST. PAT. Punta Arenas (Chile) Vol. 11.
- BAHAMONDE A. 2009. Tendencias poblacionales de la abundancia de Zorro Gris (*Pseudalopex griseus*) en la Región de Magallanes, Chile, y su relación con una propuesta de uso sustentable.
- DABBENE, R. (1902). Fauna magallánica: mamíferos y aves de la Tierra del Fuego e islas adyacentes. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 8: 341-410.
- DURÁN J., CATTAN P., YÁÑEZ J. 1985. The grey fox *Canis griseus* (Gray) in Chilean Patagonia (southern Chile). Biological Conservation 34: 141-148.
- FUENTES E., JAKSIC F. 1979. Latitudinal size variation of Chilean foxes: tests of alternative hypotheses. Ecology 60: 43-47.
- IRIARTE A., JAKSIC F. 2017. Los Carnívoros de Chile. 2da Edición, Ediciones Flora & Fauna Chile, 260 páginas.
- JAKSIC F., SCHLATTER P., YÁÑEZ J. 1980. Feeding ecology of central Chilean foxes, *Dusicyon culpaeus* and *Dusicyon griseus*. Journal of Mammalogy 61:254-260.
- JAKSIC F., YÁÑEZ J. 1983. Rabbit and Fox introductions in Tierra del Fuego: History and assessment of the attempts at biological control of the rabbit infestation. Biological Conservation 26: 367-374.
- JAKSIC F., YÁÑEZ J., RAU R. 1983. Trophic relations of the southernmost populations of *Dusicyon* in Chile. Journal of Mammalogy 64 (4): 693-697.
- JAKSIC F., IRIARTE J., JIMÉNEZ J., MARTÍNEZ (2002) Invaders without frontiers: cross-border invasions of exotic mammals. Biological Invasions 4: 157-173.
- JIMENEZ J., YÁÑEZ J., TABILO E., JAKSIC F. 1996. Niche-complementarity of South American foxes: reanalysis and test of a hypothesis. Revista Chilena de Historia Natural 69: 113-123.
- GÓMEZ C., 2005. Contribución en la determinación del ciclo silvestre de *Echinococcus granulosis* en Zorro Gris (*Pseudalopex griseus*) silvestre en la XII Región de Magallanes, Chile. Memoria de título presentada como parte de los requisitos para optar al título de Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile.

- QUINTANA V., YAÑEZ J., VALDEVENITO M. 2000. Orden carnívora, 155-187 pp. en: MUÑOZ-PEDREROS A., YAÑEZ J. (Eds.) Mamíferos de Chile. Ediciones CEA. Valdivia Chile.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1998. Resolución Exenta 1.981. Autoriza caza de Zorro Gris en la Isla Grande de Tierra del Fuego, XII región. 16 de julio 1998.
- PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD), FONDO PARA EL MEDIO AMBIENTE MUNDIAL (GEF), MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (MMA). 2017. Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile.
- SILVA C., SAAVEDRA B. 2008. Knowing for controlling: ecological effects of invasive vertebrates in Tierra del Fuego. Revista Chilena de Historia Natural 81: 123-136.
- SILVA B., ROOT-BERNSTEIN M. 2021. Historia de los cánidos en Chile e impactos en adaptaciones de presas. Traducción al español por el autor (Benjamín Silva) del manuscrito en preprint en Authorea.
- ZURITA C., CARRASCO L., FUENZALIDA S. 2020. Diferencias en la ingesta de desechos de origen antrópico por parte de *Lycalopex griseus* y *Lycalopex culpaeus* entre zonas de baja y alta afluencia de público en el Parque Nacional Río Clarillo. Brotes Científicos Vol. 4 N°1 Pág. 29-37.
- ZURITA C., HUIDOBRO M., OPORTO J. 2018. Caracterización del período de crianza de polluelos de Pingüino Rey (*Aptenodytes patagonicus*) en Isla Grande de Tierra del Fuego. Brotes Científicos Vol. 2, N° 1, Pag. 61-66.