



FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE LICENCIATURA EN CIENCIAS MENCIÓN

BIOLOGÍA O QUÍMICA

Cambios en la abundancia poblacional de *Arctocephalus*

***philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS MENCIÓN BIOLOGÍA

Daniel Ignacio Andrés Álvarez Bravo

PROFESORA GUÍA

Doris Oliva Ekelund

2019

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Lobos finos: origen y divergencia evolutiva	12
1.2. <i>Arctocephalus philippii</i>	12
1.3. Antecedentes de abundancia poblacional y caza.....	15
1.4. Antecedentes actuales y medidas de protección	17
1.5. Problema.....	18
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo general	19
2.2. Objetivos específicos.....	19
3. HIPÓTESIS	20
4. MATERIALES Y METODOS.....	21
5. RESULTADOS	25
5.1. Objetivo específico 1: “Estimar a través de datos históricos la abundancia poblacional original del lobo fino de Juan Fernández previo a la explotación.”	25

5.2. Objetivo específico 2: “Analizar los cambios en la abundancia y la distribución del lobo fino de Juan Fernández entre los años 1965 a 2018.”	29
5.3. Objetivo específico 3: “Estimar la tendencia poblacional del LFJF en el Archipiélago de Juan Fernández.”	38
6. DISCUSION	40
7. CONCLUSIONES.....	43
8. LITERATURA CITADA	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de islas del Archipiélago de Juan Fernández (Osman et al 2010).	15
Figura 2 Número de pieles recolectadas y estimación de la abundancia original de LFJF entre los años 1792 y 1898, tomando como supuesto una abundancia original estimada cercana a 4.000.000 de individuos.....	28
Figura 3 Abundancia de LFJF en el Archipiélago para los años 2010 al 2012 indicando los porcentajes aportados por cada isla al total de cada año.	29
Figura 4 Abundancia poblacional de <i>Arctocephalus philippii</i> en la Isla Robinson Crusoe entre los años 1968 y 2018.	30
Figura 5 Abundancia de <i>Arctocephalus philippii</i> en la Isla Santa Clara entre los años 1978 y 2018.	31
Figura 6 Abundancia de <i>Arctocephalus philippii</i> en la Isla Alejandro Selkirk entre los años 1965 y 2018.	32
Figura 7 Distribución y abundancia de <i>Arctocephalus philippii</i> en la Isla Robinson Crusoe para los años 1998, 2010 y 2018. Las loberas reproductivas se representan con una simbología asociada.....	34
Figura 8 Distribución y abundancia de <i>Arctocephalus philippii</i> en la Isla Santa Clara para los años 1998, 2010 y 2018. Las loberas reproductivas se representan con una simbología asociada.	36

Figura 9 Distribución de *Arctocephalus philippii* en la Isla Alejandro Selkirk en el año 2010.
..... 37

Figura 10 Abundancia poblacional de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan
Fernández entre los años 1792 a 2018..... 38

Figura 11 Abundancia de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández
entre los años 1965-2018. Se representa la línea de tendencia, la ecuación de la recta y su
coeficiente de correlación r^2 39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Censos del lobo fino de Juan Fernández realizados por CONAF en las diferentes islas entre los años 1965-2018 por año, fecha, tipo de censo, clases de edad, N° de observadores (los años 1965 y 1966 solo presentan como información el número total de individuos para el total del Archipiélago).	22
Tabla 2 Información cronológica sobre la caza de lobos finos en el Archipiélago de Juan Fernández, entre 1687 y 1898. Datos obtenidos de Vicuña (1883), Albert (1901), Allen (1942), King (1954), Cabrera & Yepes (1940), Hubbs & Norris (1971) y Pereira (1971)..	25

RESUMEN

El lobo fino de Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*) es una especie de pinnípedo endémico de las islas del Archipiélago de Juan Fernández e Islas Desventuradas ubicadas en territorio chileno. La población de LFJF estuvo sujeta a una intensa caza desde el siglo XVI hasta fines del siglo XIX, por parte de loberos europeos y estadounidenses. El objetivo de este estudio es determinar las tendencias poblacionales del lobo fino de Juan Fernández a partir de datos históricos, tales como registros de bitácoras y libros de inventario de los barcos de los loberos que datan del periodo de explotación de estas islas. Estos datos nos permitirán estimar una abundancia original para la especie en el Archipiélago antes de la presión lobera sobre la misma. Además, se analizaron y complementaron datos censales actuales que ha registrado desde los años 60's la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para determinar los cambios en la abundancia y la distribución de la especie a través del tiempo. Los registros de pieles recolectadas durante los años de caza nos permiten estimar una abundancia original de unos 4.000.000 individuos, esta abundancia fue disminuyendo en el tiempo producto de la caza. Sobre la base de los censos podemos determinar que la población del Lobo fino de Juan Fernández presenta una recuperación en su abundancia en los últimos 60 años. El seguimiento de la distribución espacial de las loberas reproductivas muestra que los animales se concentran en el lado sudoeste de la isla Robinson Crusoe, lado norte de Santa Clara y lado sur de Alejandro Selkirk. Además, la población presenta una tendencia de crecimiento poblacional exponencial el cual se espera continúe hasta que alcance su capacidad de carga. La relevancia científica de este trabajo reside en que entrega la tendencia poblacional y los

cambios en la abundancia poblacional de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández. A partir de este análisis, surge la necesidad de obtener información actual de la tendencia y dinámica de la población del lobo fino de Juan Fernández ya que al ser un depredador tope es un estructurador de las comunidades de las especies marinas presentes en el Archipiélago y en ecosistema circundante. Siendo esta información relevante al momento de generar políticas públicas con fines de manejo, conservación e interacción de esta especie endémica.

Palabras clave: *Arctocephalus philippii*, loberos, Juan Fernández, censo, abundancia, lobo fino de Juan Fernández, tendencia poblacional, mamíferos marinos, Pinnípedos.

Changes in the abundance of *Arctocephalus philippii* in the Juan Fernández Archipelago.

ABSTRACT

The fur seal of Juan Fernández (*Arctocephalus philippii*) is a species of Pinniped endemic to the islands of the Juan Fernández Archipelago and Desventuradas Islands located in Chilean territory. The population of LFJF was subject to intense hunting from the 16th century until the end of the 19th century, by European and American hunters. The objective of this study is to determine the population trends of Juan Fernández's fur seal from historical data, such as logbooks and inventory books of the hunters' boats dating from the exploitation period of these islands. These data will allow us to estimate an original abundance for the species in the Archipelago before the sealing pressure on it. In addition, current census data analyzed by the National Forestry Corporation (CONAF) to determine changes in the abundance and distribution of the species over time has been analyzed and complemented. The records of skins collected during the hunting years allow us to estimate an original abundance of about 4,000,000 individuals, this abundance was decreasing over time as a result of hunting. On the basis of the censuses we can determine that the population of the fur seal of Juan Fernández presents a recovery in its abundance in the last 60 years. The monitoring of the spatial distribution of the reproductive sectors shows that the animals are concentrated on the southwest side of Robinson Crusoe Island, north side of Santa Clara and south side of

Alejandro Selkirk. In addition, the population has an exponential population growth trend which is expected to continue until it reaches the carrying capacity. The scientific relevance of this work is that it delivers the population trend and changes in the population abundance of *Arctocephalus philippii* in the Juan Fernández Archipelago. From this analysis, the need arises to obtain current information on the trend and dynamics of the Juan Fernández fur seal population since being a top predator is a structuring of the marine species communities present in the Archipelago and in surrounding ecosystem. This information being relevant when generating public policies for the purpose of management, conservation and interaction of this endemic species.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Lobos finos: origen y divergencia evolutiva

Los géneros *Arctocephalus sp.* (lobos finos) y *Otaria sp.* (lobos marinos) pertenecen a la subfamilia *Otariinae* que descende de la subfamilia *Enaliarctinae* (mioceno temprano y medio). El miembro más antiguo conocido de la subfamilia *Otariinae* es la especie *Pithanotaria starri* (entre 9 a 10 Ma, mioceno tardío), un pinnípedo al que se le dio mucho énfasis sus similitudes con *Arctocephalus*, ya que fue comparado con un lobo fino joven por su morfología similar especialmente en el cráneo. Esto permite afirmar que, antes de que *Otaria sp.* divergiera de *Arctocephalus sp.*, su ancestro común tenía más similitudes con el grupo anteriormente mencionado y estaba a medio camino de la evolución de *Arctocephalus sp.* (aunque *Pithanotaria starri* no presente descendientes modernos directos). Esta divergencia ocurriría durante el plio-pleistoceno y los miembros de *Arctocephalus sp.* y *Otaria sp.* se dispersarían por el hemisferio sur para poblar las costas e islas australes de África y América (Mitchell, 1975; Repenning, 1975).

1.2. *Arctocephalus philippii*

En revisiones taxonómicas anteriores (Repenning *et al* 1971) este taxón se denominaba *Arctocephalus philippii*, subespecie *philippii*, y fue considerado como un conespecífico con *A. townsendi*, que fue referido como *A. p. townsendi*. Brunner 2003 argumentó que esta especie debería pertenecer al género *Arctophoca sp.*, y considerando a *philippii* y *townsendi*

como subespecies. Actualmente, según The Society for Marine Mammalogy 2018 el nombre oficial y actualizado para la especie que habita las islas oceánicas chilenas es *Arctocephalus philippii philippii* (<https://www.marinemammalscience.org/species-information/list-marine-mammal-species-subspecies/>).

El lobo fino de Juan Fernández (LFJF) es la única especie de otárido endémica de Chile y habita exclusivamente en el Archipiélago de Juan Fernández (Islas Robinson Crusoe, Alejandro Selkirk y Santa Clara) e Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio) (Torres 1987, Osman 2007). Basado en observaciones de loberos de finales del Siglo XVIII, la temporada de reproducción se extiende desde mediados de noviembre hasta finales de enero (Francis *et al* 1998).

Esta especie presenta dimorfismo sexual desde el momento del nacimiento, aumentando la diferencia de longitud y peso con la edad. Los machos adultos alcanzan los 2 m de longitud y pesan 140 kg. Las hembras lactantes tienen una longitud promedio de 1,42 m y un peso de 48,1 kg (Francis *et al*, 1998). Las crías recién nacidas miden aproximadamente 65-68 cm de largo y pesan 6.2-6.9 kg, y nacen con un lanugo negro (Osman *et al* 2010).

Los machos defienden territorios en terrenos que normalmente cubren unos 36 m² y que incluyen un promedio de cuatro hembras; algunos machos también tienen territorios más grandes en el agua (Francis *et al*, 1998). Se ha observado que la profundidad media de buceo es de solo 12.3 m y la duración media de la inmersión de 51 s, lo que sugiere que la alimentación se realiza en superficie (Francis *et al* 1998).

La dieta de LFJF es una de las menos diversas de cualquier otárido. Los peces de la familia *Myctophidae* representan la mayoría de los otolitos encontrados en su dieta (80.3%), seguido por *Scomberesocidae* (10%), *Carangidae* (9.5%), *Engraulidae* (1.0%) y *Bathylagidae* (0.7%). Las familias de cefalópodos encontrados corresponden a *Onychoteuthidae* (27.1%), *Ommastrephidae* (3.7%) y *Tremoctopodidae* (0.7%) (Acuña & Francis 1995).

El LFJF habita en tres islas del Archipiélago de Juan Fernández (Alejandro Selkirk, Robinson Crusoe y la Isla Santa Clara) (Figura 1), así como en el Archipiélago de Islas Desventuradas (San Félix y San Ambrosio). El Archipiélago de Juan Fernández se ubica aproximadamente a 650 km al oeste de Valparaíso. Las Islas Desventuradas están ubicadas aproximadamente a 910 km al oeste de la Bahía Chañaral de las Ánimas en la costa del desierto de Atacama en Chile. Casi toda la población reside en el Archipiélago de Juan Fernández, y se han observado pocos animales en la Isla de San Félix (Torres 1987).

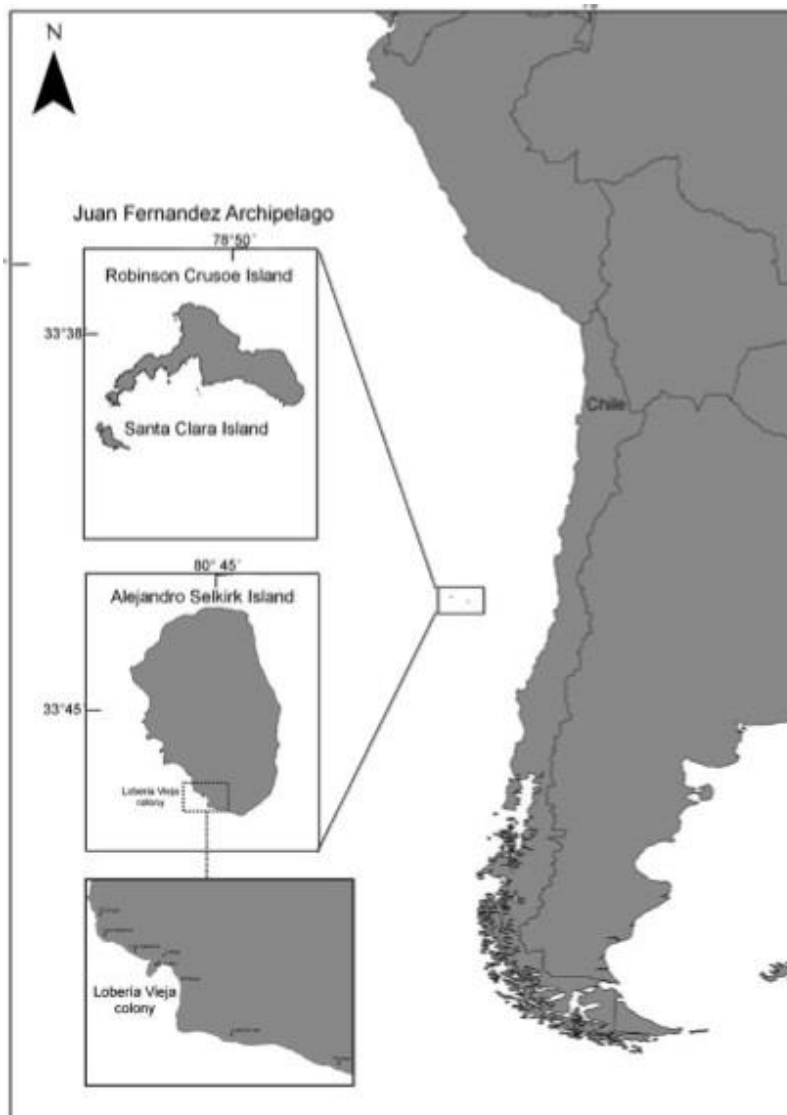


Figura 1 Mapa de islas del Archipiélago de Juan Fernández (Osman *et al* 2010).

1.3. Antecedentes de abundancia poblacional y caza

Por antecedentes históricos se estima que el descubrimiento del Archipiélago de Juan Fernández se realizó en 1563 por el piloto Juan Fernández (Torres, 1978). Según los registros históricos la explotación de pinnípedos en las islas fue temprana y existía una gran

abundancia. William Dampier que visitó la Isla Robinson Crusoe en abril de 1683 menciona: “..is full of them... Here are always thousands, I might say possibly millions of them either sitting on the Bays, or going and coming in the sea round the island” (Hubbs & Norris 1971). Otro antecedente que señala la gran abundancia original del Archipiélago se realizó en la Isla Selkirk donde se tiene un registro del diario del navegante británico Philip Carteret quien visitó la isla durante su viaje alrededor del mundo entre los años 1766-1769 el cual al referirse a los lobos finos menciona: “The seals were so numerous, that I verily think that if many thousands of them were killed in a night, they would not be missed in the morning....”(Bonner & Law 1964). Además, Pereira (1971) cita a Amasa Délano, quien menciona: “Cuando los norteamericanos llegaron a este lugar (Selkirk) alrededor de 1797 empezaron el negocio de matar lobos, no hay duda de que había dos o tres millones de ellos en la isla”. Los primeros registros de caza significativos para la población de la especie provienen de la Isla Robinson Crusoe La caza desmedida durante décadas provocó un inmenso declive poblacional de la especie la que quedó registrada por el capitán Morrel el cual visitó la Isla Robinson Crusoe en 1807 y mencionó que “el negocio de las pieles es malo” luego en 1824 el mismo señala que en la isla Selkirk “casi no hay lobos” (Torres 1987). Se puede notar que luego de este registro la cantidad de pieles recolectadas por los loberos disminuyeron notablemente de los millones o miles de pieles a solo unos cientos e incluso a veces menos de 100, lo que evidencia las consecuencias de la caza desmedida ejercida por loberos ingleses y norteamericanos, concentrada en unos pocos años.

1.4. Antecedentes actuales y medidas de protección

Los primeros datos poblacionales entregados por científicos fueron los avistamientos de Bahamonde que, en 1965, registró un grupo de 200 ejemplares en “lobera vieja” en la Isla Alejandro Selkirk (Torres, 1987). Posterior a ello se realizaron varios censos, Aguayo y Maturana viajan al Archipiélago en 1969 y registraron 267 animales en Selkirk y 192 en Robinson Crusoe dando un total de 459 animales (Aguayo & Maturana 1970). Más adelante Torres (1987) realizaría un censo más detallado con marcajes en la época de apareamiento durante 1983-1984, donde estimó un total de 4.318 animales para A. Selkirk, 1.544 para Robinson Crusoe y 497 para Santa Clara. Junto con estos primeros censos se dictó el Decreto Supremo N° 182, de fecha 29 de mayo de 1978, que dio protección legal indefinida a las tres especies de lobos finos que habitan en el territorio nacional y el Decreto de veda N° 135 del Ministerio de Economía en 1995 con duración de 30 años desde su fecha de publicación. Actualmente la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) considera dentro de su lista roja al lobo fino de Juan Fernández en estado de “Preocupación menor” desde el 2015 y con una población en aumento. Mientras que el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres del Ministerio del Medio Ambiente lo considera en estado “Vulnerable” (DS 23/2009 MINSEGPRES).

1.5. Problema

El LFJF *Arctocephalus philippii* (Peters 1866) es una especie que fue sometida a una importante presión antrópica por parte de loberos europeos y estadounidenses desde el siglo XVI hasta fines del siglo XIX, llegando al punto de ser declarada extinta en 1880. A principios de la década de 1960, surgen los primeros avistamientos con registro científico. Después de que la especie fuese declarada protegida, en 1978 la población comenzó a recuperarse, libre de la presión de la caza. Los censos poblacionales del LFJF han sido esporádicos y con diferentes coberturas espaciales en el Archipiélago de Juan Fernández y las Islas Desventuradas. Sin embargo, la Corporación Nacional Forestal (CONAF), encargada del Parque Nacional Archipiélago Juan Fernández ha levantado información censal de esta especie desde los años 1968 hasta el 2019. El análisis de esta serie de tiempo junto con los datos de abundancia original permitirá tener un panorama mejor de la situación del LFJF, determinando si es que existe un crecimiento en la población y cuál es la tendencia que este crecimiento sigue a través del tiempo luego de la sobreexplotación lobera a la que fue sometida en el pasado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar los cambios en la abundancia poblacional del lobo fino de Juan Fernández a partir de datos históricos y censos.

2.2. Objetivos específicos

1. Estimar a través de datos históricos la abundancia poblacional original del lobo fino de Juan Fernández previo a la explotación.

2. Analizar los cambios en la abundancia y la distribución del lobo fino de Juan Fernández entre los años 1965 a 2018.

3. Estimar la tendencia poblacional del LFJF en el Archipiélago de Juan Fernández.

3. HIPÓTESIS

La finalización de la explotación lobera a finales del siglo XIX, junto con el establecimiento de medidas de conservación, no ha generado cambios significativos en la abundancia de la población, manteniendo un estado estacionario en el tiempo.

4. MATERIALES Y METODOS

Objetivo específico 1: “Estimar a través de datos históricos la abundancia poblacional original del lobo fino de Juan Fernández previo a la explotación.”

Se realizó una recopilación bibliográfica de datos de caza citadas en registros históricos de buques loberos (notas de diarios o inventario de N° pieles recolectada) que llegaron al Archipiélago a dar caza a la población de lobos finos para extraer sus pieles con fines comerciales. Los registros y citas históricas fueron recopilados de distintos autores y libros los cuales en su mayoría fueron proporcionados por la biblioteca de la Facultad de Ciencias del Mar y Recursos Naturales de la Universidad de Valparaíso. Además, se obtuvo información complementaria utilizando buscadores bibliográficos como Web of Science y la base de datos EBSCO. Los registros históricos fueron extraídos de los siguientes escritos: Juan Fernández Historia verdadera de la isla de Robinson Crusoe por Vicuña en 1883, Los Pinnípedos de Chile por Albert en 1901, Mamíferos sudamericanos por Cabrera & Yepes en 1940, Extinct and vanishing mammals of the Western Hemisphere por Allen en 1942, The otariid seals of the Pacific Coast of America por King en 1954 y de Original teeming abundance, supposed extinction, and survival of the Juan Fernandez fur seal por Hubbs & Norris en 1971. Esta información se organizó en una base de datos utilizando el programa Excel v.365 con la finalidad de confeccionar una data base de los registros de las capturas. Con esta información se estimó la abundancia original del LFJF y como ésta cambió en el tiempo.

Objetivo específico 2: “Analizar los cambios en la abundancia y la distribución del lobo fino de Juan Fernández entre los años 1965 a 2018.”

CONAF ha realizado desde el año 1965 hasta el presente, un seguimiento de la población de lobo fino en el Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández. La metodología empleada consistió en censos (marítimos y terrestres cada año), durante la época reproductiva o cercana a ésta (entre los meses de noviembre y febrero) para poder visualizar y cuantificar los cachorros y en la mayoría de los casos haciendo distinción de clases de edad en adultos y crías. Los detalles de los censos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Censos del lobo fino de Juan Fernández realizados por CONAF en las diferentes islas entre los años 1965-2018 por año, fecha, tipo de censo, clases de edad, N° de observadores (los años 1965 y 1966 solo presentan como información el número total de individuos para el total del Archipiélago).

					Islas		
Año	Fecha	Tipo de censo	Clase edad	N° Observadores	Robinson Crusoe	Santa Clara	Alejandro Selkirk
1965	S/I	S/I	No	S/I	S/I	S/I	S/I
1966	S/I	S/I	No	S/I	S/I	S/I	S/I
1968	S/I	S/I	No	S/I	X		X
1969	S/I	S/I	No	S/I	X		X
1978	S/I	S/I	No	S/I	X		X
1983	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	X
1984	S/I	S/I	No	S/I	X	X	
1985	S/I	S/I	No	S/I	X		
1997	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
1998	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
1999	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
2000	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
2001	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
2002	S/I	S/I	No	S/I	X	X	X
2003	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	X
2004	Enero y Febrero	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	S/I	X	X	X

2005	Noviembre a Enero	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	S/I	X	X	X
2006	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
2007	S/I	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	S/I	X	X	X
2008	S/I	S/I	No	S/I	X		X
2009	S/I	S/I	Adulto / Cría	S/I	X	X	
2010	Enero	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	Al menos 3	X	X	X
2011	S/I	S/I	No	S/I	X	X	X
2012	S/I	S/I	No	S/I	X	X	X
2013	26 al 28 de noviembre y el 9 de diciembre	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	3	X	X	
2018	25, 26, 29 y 30 de enero. 05, 06, 08 y 15 de febrero	Marítimo/Terrestre	Adulto / Cría	S/I	X	X	

Estos datos censales se recopilaron y estandarizaron empleando el programa Excel v.365. Se generó una base de datos con las abundancias poblacionales de lobos para cada una de las islas, por lobera, año y número de individuos clasificados como adultos y crías (en caso de contar con esa información). El censo del año 2019 no fue considerado en el análisis, debido a que fue realizado durante los meses de abril y mayo periodo en que las crías estaban crecidas y con autonomía de desplazamiento. Los censos de los cuales se desconocen los meses de realización no se descartaron del análisis ya que la tendencia es que los censos se realizan en los meses de verano. Para el análisis de los datos y la generación de las gráficas, se utilizó el software Excel v.365. Para los años 2013 y 2018 no se realizaron censos en la isla Alejandro Selkirk, entonces se estimó en base a los censos completos realizados en Robinson Crusoe, Santa Clara, y Alejandro Selkirk para los años 2010, 2011 y 2012, el número de individuos para Alejandro Selkirk para los años citados anteriormente.

Se realizaron regresiones de la abundancia en función del tiempo para cada isla, y se buscó un mejor modelo de ajuste para los datos.

Para analizar la distribución se registraron y georreferenciaron los lugares donde se ubican las loberas en las diferentes islas mediante Google Maps v.2019. Las observaciones de la distribución en el Archipiélago de Juan Fernández y sus cambios en el tiempo se representaron en un gráfico generado con el programa ArcGIS v.10.2.2 y retocado con el programa Photoshop v.12.0.3 x32. En las Figuras se georreferencian las loberas reproductivas y no reproductivas en cada sector a través del tiempo para las islas Robinson Crusoe y Santa Clara. La distribución del lobo fino en la isla Alejandro Selkirk se representó como una única gran zona al no tener sectores claramente georreferenciados.

Objetivo específico 3: “Estimar la tendencia poblacional del LFJF en el Archipiélago de Juan Fernández.”

Se analizó de abundancia total del LFJF en el Archipiélago desde el siglo XVIII (1792) hasta 2018. Para estimar la tendencia de crecimiento poblacional para el Archipiélago se utilizaron los datos censales de LFJF desde 1965 hasta el año 2018. Luego se aplicó un modelo de crecimiento exponencial y se observó su ajuste para estimar la tendencia poblacional de la especie en el tiempo.

5. RESULTADOS

5.1. Objetivo específico 1: “Estimar a través de datos históricos la abundancia poblacional original del lobo fino de Juan Fernández previo a la explotación.”

Tabla 2 Información cronológica sobre la caza de lobos finos en el Archipiélago de Juan Fernández, entre 1687 y 1898. Datos obtenidos de Vicuña (1883), Albert (1901), Allen (1942), King (1954), Cabrera & Yepes (1940), Hubbs & Norris (1971) y Pereira (1971).

Año	Cazador	Isla	Número o información
1687-90	Capt. Davies, buque “Bachelors Delight”	Robinson Crusoe	Deja hombres salando pieles en isla.
1738	Pedro Le Guc	Robinson Crusoe	Caza lobos con varias cuadrillas de indios loberos.
1791	Capt. S. Crowell, bergantín “Hancock”	Alejandro Selkirk	Operó en “más afuera”.
1792	Capt. W. R. Stewart, buque “Eliza”	Alejandro Selkirk	Cazó 38.000 lobos finos.
1797-1804	Catorce buques de USA	Alejandro Selkirk	Obtienen más de 3.000.000 de pieles.
1798	Capt. D. Greene, fragata “Neptune”	Alejandro Selkirk	Obtiene 15.000 pieles y deja una cuadrilla de loberos por 22 meses.
1798	Capt. E. Fanning, bergantín “Betsey”	Alejandro Selkirk	Cargó 100.000 pieles.
1798	Capt. Liscomb, fragata “Maryland”	Alejandro Selkirk	Completó 20.000 pieles.
1798	Capt. G. Berney, fragata “Barclay”	Alejandro Selkirk	Cargó 20.000 pieles.
1798	Naves “Barclay”, “Betsey” y “Neptune”	Alejandro Selkirk	Llevaron 60.000 pieles.
1800	Capt. W. Howell	Alejandro Selkirk	Cargó 100.000 pieles
1800	Capt. D. Greene, fragata “Neptune”	Alejandro Selkirk	Obtuvo 77.000 pieles.
1800	Capt. Folger, fragata “Minerva”	Alejandro Selkirk	Recolectó 23.000 pieles.
1800	Capt. U. Swain, fragata “Mars”	Robinson Crusoe y Alejandro Selkirk	Reunió 20.000 pieles.

1800	Capt. A. Délano	Alejandro Selkirk	Cazó más de 50.000 lobos finos.
1802	Capt. Briggs, fragata "Arctic"	Alejandro Selkirk	Zarpó de la isla con 25.000 pieles.
1802	Capt. H. Fitch, fragata "Columbia"	Alejandro Selkirk	Cargó 100.000 pieles.
1802	Capt. N. Storer, bergantín "Sally"	Alejandro Selkirk	Zarpó rumbo a Cantón con 70.000 pieles.
1803	Capt. O. Fitch, ballenera "Lady Adams"	Alejandro Selkirk	Sacó de allí 23.000 pieles.
1805	Capt. Moulthrop, fragata "Huron"	Alejandro Selkirk	Recolectó 19.000 pieles de lobos finos.
1807	Capt. C. Britnall, fragata "Triumph"	Alejandro Selkirk	Se llevó 50.000 pieles.
1807	Capt. Morrel	Alejandro Selkirk	Caza algunos animales e informa que "el negocio de pieles está malo".
1824	Capt. Morrel	Alejandro Selkirk	Isla casi sin lobos.
1891	Capt. Gaffney	Alejandro Selkirk	Obtuvo 19 pieles.
1891-1898	Colono Alfred von Rodt	Robinson Crusoe	Obtuvo 200 a 300 pieles anualmente.
1898	Loberos Extranjeros	Robinson Crusoe	Recolectan 50 pieles.

Los registros históricos obtenidos de distintos autores permiten establecer un panorama más claro con respecto a la abundancia original de la especie en el Archipiélago y de su brusca disminución causada por la fuerte presión ejercida por parte de loberos extranjeros, los cuales extendían su estadía por meses en las islas cazando el máximo de animales posible para poder hacer rentables los largos viajes que realizaban. Las capturas más importantes se extendieron desde el siglo XVII hasta el siglo XIX donde ya se comienzan a observar registros de loberos que mencionan que el "negocio de las pieles esta malo" o que "casi no quedan lobos", como es el caso del capitán Morrel en 1807 y 1824 (Torres 1987). Este declive se refuerza con las

cantidades de pieles recolectadas que disminuyen en número durante estos años a solo unos cientos e incluso menos por año hacia finales del siglo XIX como se muestra en la Tabla 2.

En cuanto a la abundancia original podemos extraer los testimonios de varios testigos de la abundancia del Archipiélago previa a explotación lobera como son el caso de William Dampier que visitó la isla Robinson Crusoe en abril de 1683 el cual menciona: “hay miles quizás millones de ellos sentados en la bahía” (Hubbs & Norris 1971). Philip Carteret durante su viaje alrededor del mundo entre los años 1766-1769 visita la isla Selkirk y menciona: “hay tantos de ellos que si durante la noche varios miles de ellos fueran asesinados no se extrañarían al día siguiente” (Bonner & Laws 1964). También se debe mencionar el testimonio de Amasa Délano que menciona: “Cuando los norteamericanos llegaron a este lugar (Selkirk) alrededor de 1797 empezaron el negocio de matar lobos, no hay duda de que había dos o tres millones de ellos en la isla” (Pereira 1971). Podemos complementar esta información con los datos de la Figura 2.

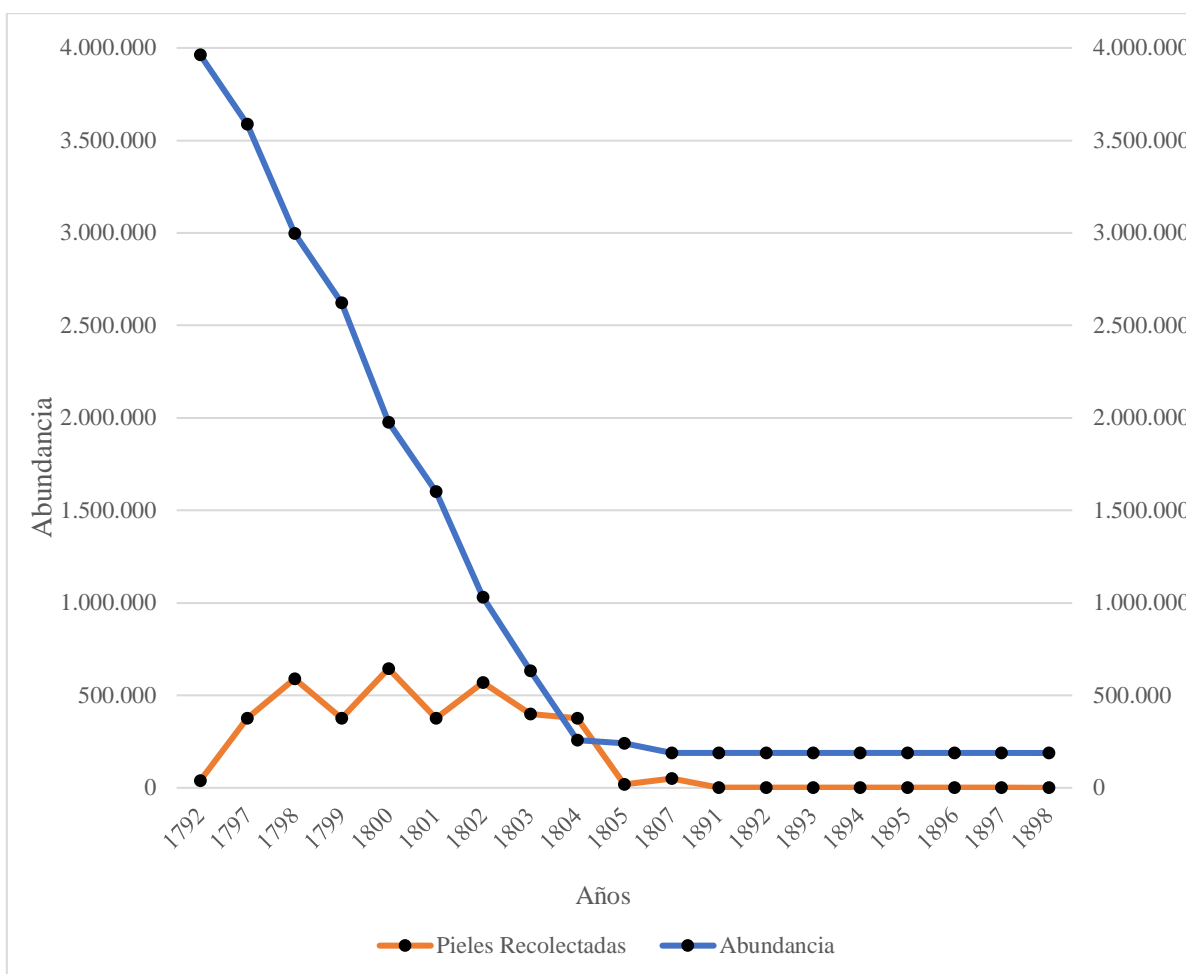


Figura 2 Número de pieles recolectadas y estimación de la abundancia original de LFJF entre los años 1792 y 1898, tomando como supuesto una abundancia original estimada cercana a 4.000.000 de individuos.

En la Figura 2 se muestra el número de pieles recolectadas del Archipiélago entre los años 1792 y 1898, a la par con la abundancia original de la especie, donde se destaca un periodo de 8 años (1797-1804) donde se recolectaron unas de 3.703.000 para luego presentar un descenso en las cantidades de pieles que se recolectaban en el Archipiélago por la falta de animales para cazar lo cual conllevó a la pérdida de rentabilidad del negocio y el cese de la caza. Por lo tanto, la cantidad

de pieles recolectadas y la abundancia poblacional disminuyeron alcanzando valores críticos a fines del siglo XIX. El número de pieles recolectadas representa a la mortalidad por efecto de la caza en la población.

Todo esto sumado a los registros de caza de los mismos loberos durante los años presentados en la Tabla 2 durante el siglo XIX nos revela que la abundancia original para la especie en el Archipiélago podría haber ascendido a un mínimo cercano a 4.000.000 de individuos hasta la llegada de los loberos extranjeros que mermaron la población hasta casi extinguirla a finales del siglo XIX.

5.2. Objetivo específico 2: “Analizar los cambios en la abundancia y la distribución del lobo fino de Juan Fernández entre los años 1965 a 2018.”

En la Figura 3 se muestran los resultados de los censos para los años 2010, 2011 y 2012 y la proporción de la abundancia para las Islas Alejandro Selkirk, Robinson Crusoe y Santa Clara.

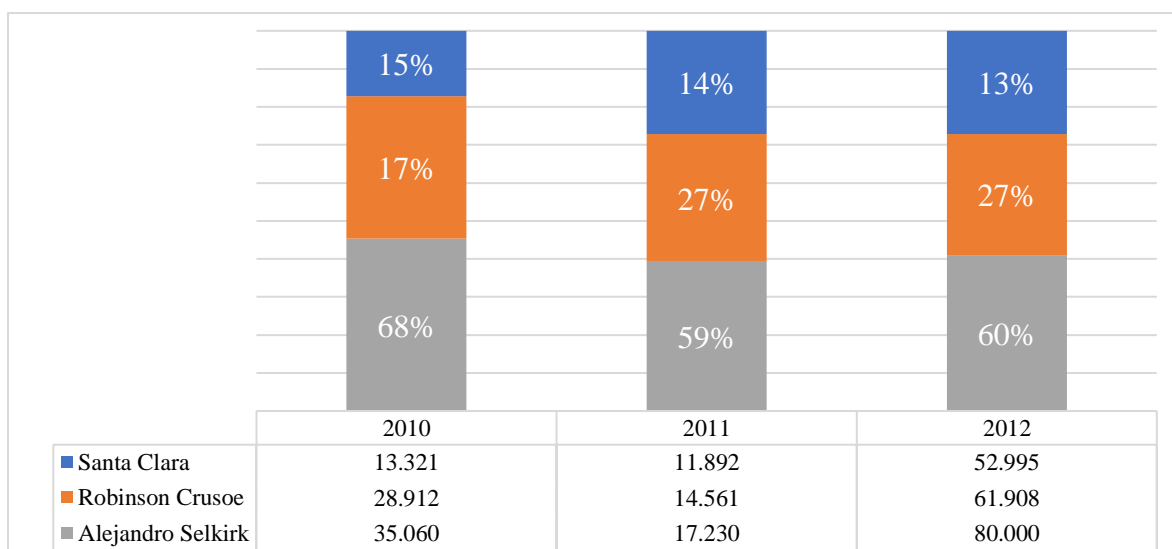


Figura 3 Abundancia de LFJF en el Archipiélago para los años 2010 al 2012 indicando los porcentajes aportados por cada isla al total de cada año.

Para estimar la abundancia del lobo fino para Alejandro Selkirk durante los años 2013 y 2018, usando la proporción media de 0,62, se obtiene una abundancia de 98.195 y 139.471 individuos para la isla en los años 2013 y 2018, respectivamente.

Al analizar la abundancia estimada en las diferentes Islas del Archipiélago de Juan Fernández se logró apreciar que existe un aumento neto en la población de lobo fino desde 1968 a 2018, el que a partir del año 2004 se hace sostenido (ver Figuras 4, 5 y 6).

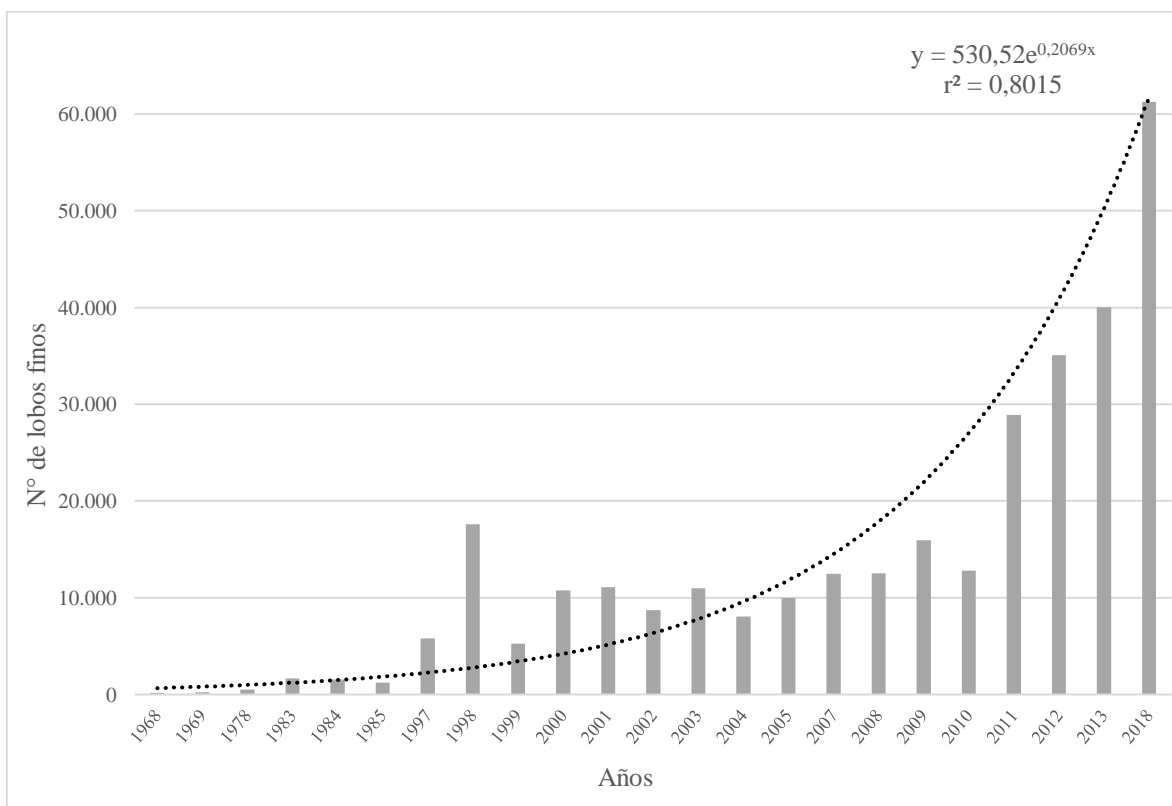


Figura 4 Abundancia poblacional de *Arctocephalus philippii* en la Isla Robinson Crusoe entre los años 1968 y 2018.

Se puede observar para la isla Robinson Crusoe (Figura 4), la baja abundancia que predominaba entre los años 1968 a 1985, seguida de un aumento neto a través del tiempo hasta llegar al año 2018 donde se presenta la mayor abundancia registrada con 61.285 individuos. Por lo tanto, podemos observar de forma global que la población aumento aproximadamente 300 veces desde el primer registro en 1968 hasta el último en 2018. El ajuste de un modelo exponencial a los datos tiene un coeficiente de correlación r^2 de 0,8015.

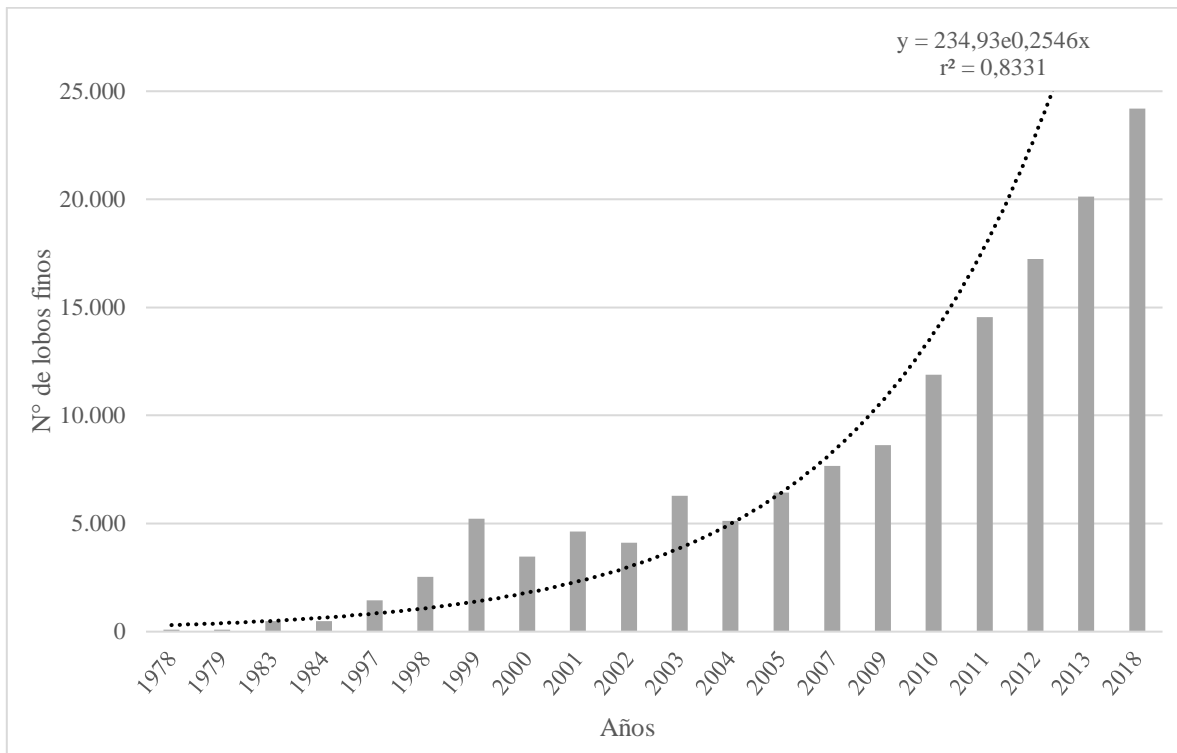


Figura 5 Abundancia de *Arctocephalus philippii* en la Isla Santa Clara entre los años 1978 y 2018.

En la Isla Santa Clara (Figura 5), la recuperación de la población es más lenta que en Robinson Crusoe y la población en el periodo 1978-1984 es muy bajo. En el año 1999 se observa el primer aumento significativo con 5.000 animales. En la misma Figura se observa que la población mantiene una oscilación hasta el año 2005 donde la población experimenta un aumento sostenido hasta el año 2018 donde alcanza su abundancia estimada más alta registrada de aproximadamente 24.196 individuos. Podemos observar de forma global que la población aumento unas 288 veces con respecto a la población de 1978. Al aplicar un modelo exponencial podremos obtener un coeficiente de correlación r^2 igual a 0,83.

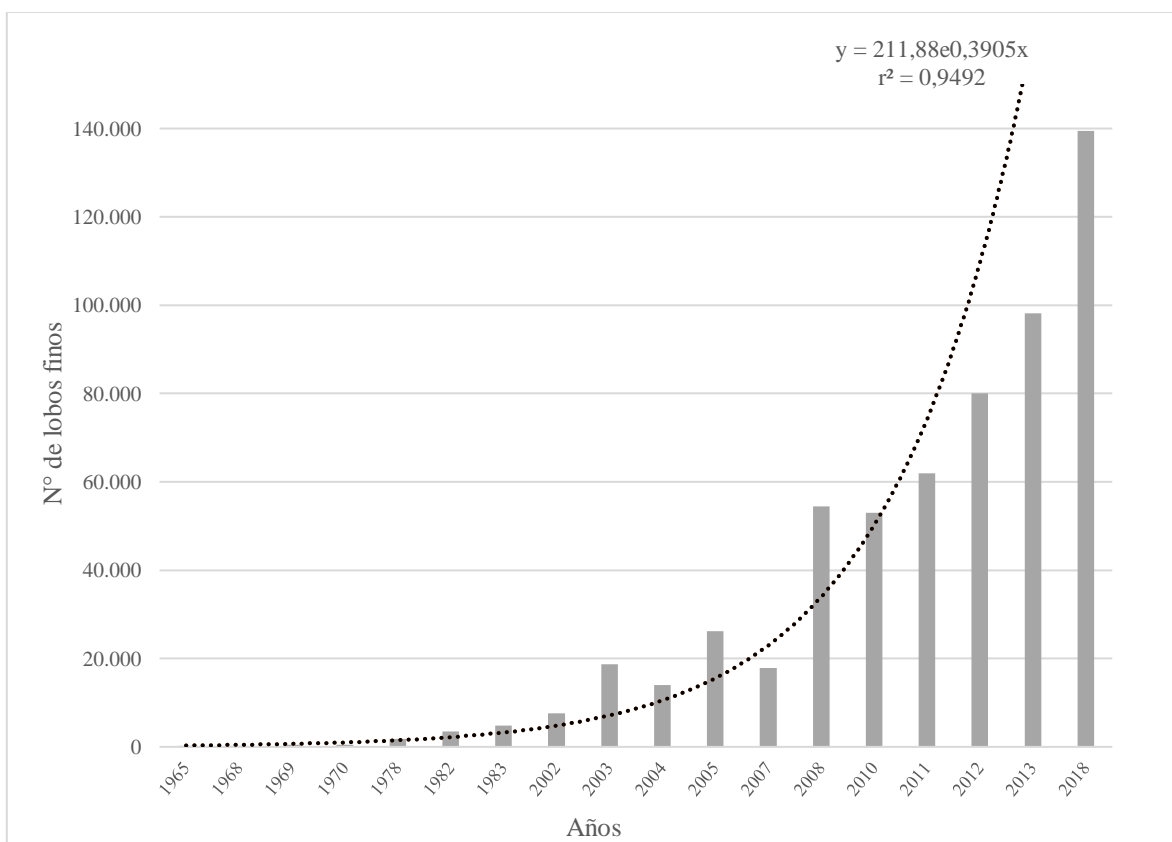


Figura 6 Abundancia de *Arctocephalus philippii* en la Isla Alejandro Selkirk entre los años 1965 y 2018.

Finalmente, la abundancia estimada para la isla Alejandro Selkirk (Figura 6) más baja se registra en 1965 con aproximadamente 200 individuos y se mantiene por debajo de los 500 animales hasta el año 1970. Desde 1978 hasta 2003 la población experimenta un aumento sostenido. Con el pasar de los años la abundancia va oscilando hasta el año 2010 donde presenta un incremento en su número y sigue nuevamente un aumento sostenido hasta el año 2018. Se observa de forma global que la población aumentó en unas 700 veces entre los años 1965 al 2018. Al aplicar un modelo exponencial podremos obtener un coeficiente de correlación igual a 0,94.

Al integrar todos los resultados expuestos anteriormente, se logra visualizar que todas las islas presentan un patrón parecido de crecimiento donde en los primeros años se observa un número bajo de individuos y que para los años cercanos al 2010 la abundancia presenta un incremento constante hasta llegar a su máximo valor registrado en el año 2018. También podemos observar que en los 3 casos el ajuste del modelo exponencial presente un coeficiente de correlación r^2 alto.

En las Figuras 7, 8 y 9 se muestra la distribución espacial de las loberas de paso y reproductivas de *Arctocephalus philippii* en las tres islas del Archipiélago y los cambios en su distribución y abundancia en el tiempo.

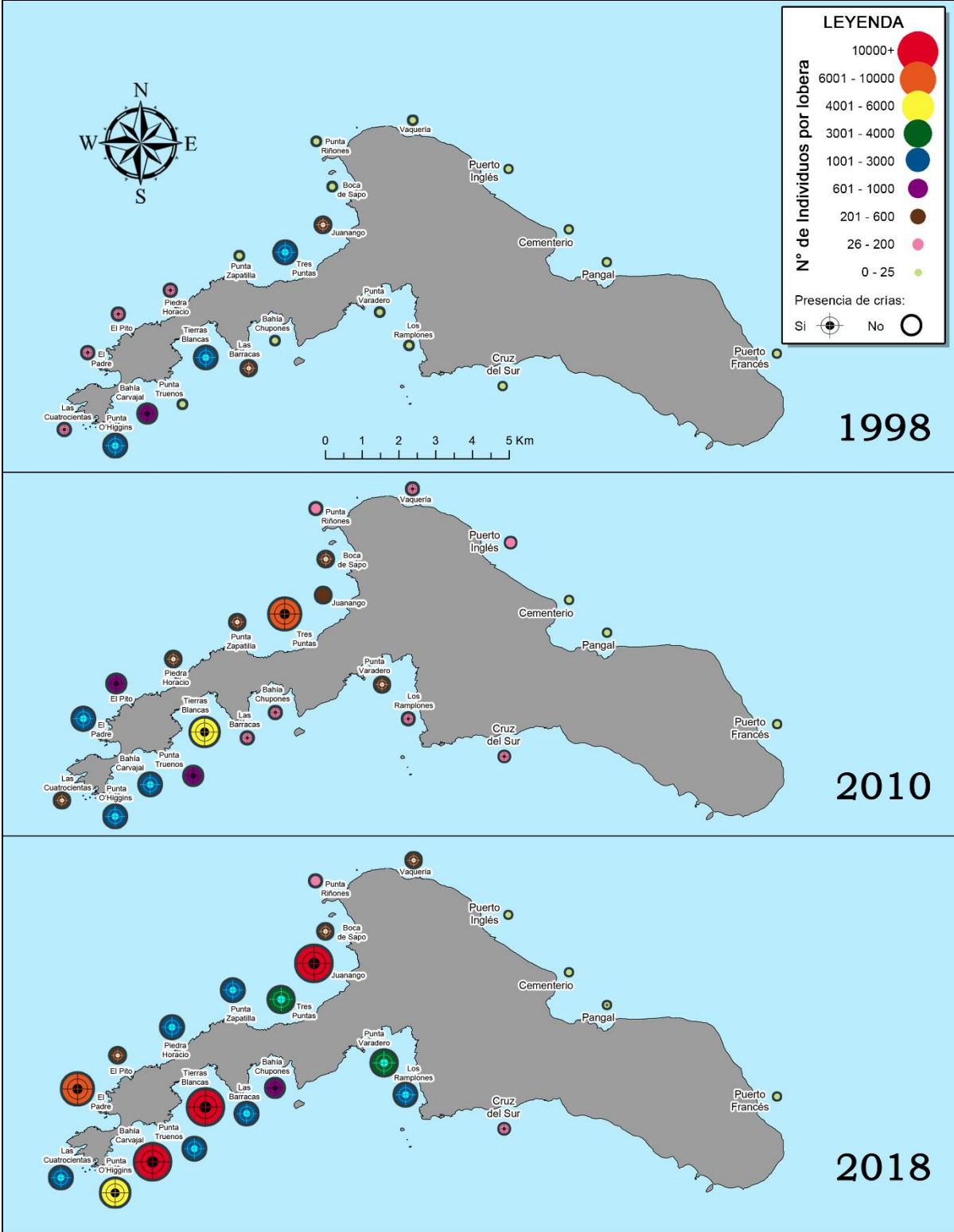


Figura 7 Distribución y abundancia de *Arctocephalus philippii* en la Isla Robinson Crusoe para los años 1998, 2010 y 2018. Las loberas reproductivas se representan con una simbología asociada.

Se puede apreciar en la Figura 7 una diferencia entre los lados oeste y este de la isla siendo el lado oeste el que presenta una mayor abundancia de loberas que además han aumentado su número de individuos. Para el lado oeste se puede apreciar que prácticamente todas loberas representadas presentan un aumento en su abundancia a través del tiempo y que ciertos sectores destacan por una presencia mayor de crías y de un incremento en la abundancia mayor a las demás como lo son la Bahía Carvajal, Tierras Blancas, Juanango y Bahía el Padre. Para el lado este podemos observar una baja cantidad de sectores ocupados por la especie con una baja abundancia (adultos y crías) para todos los sectores representados.

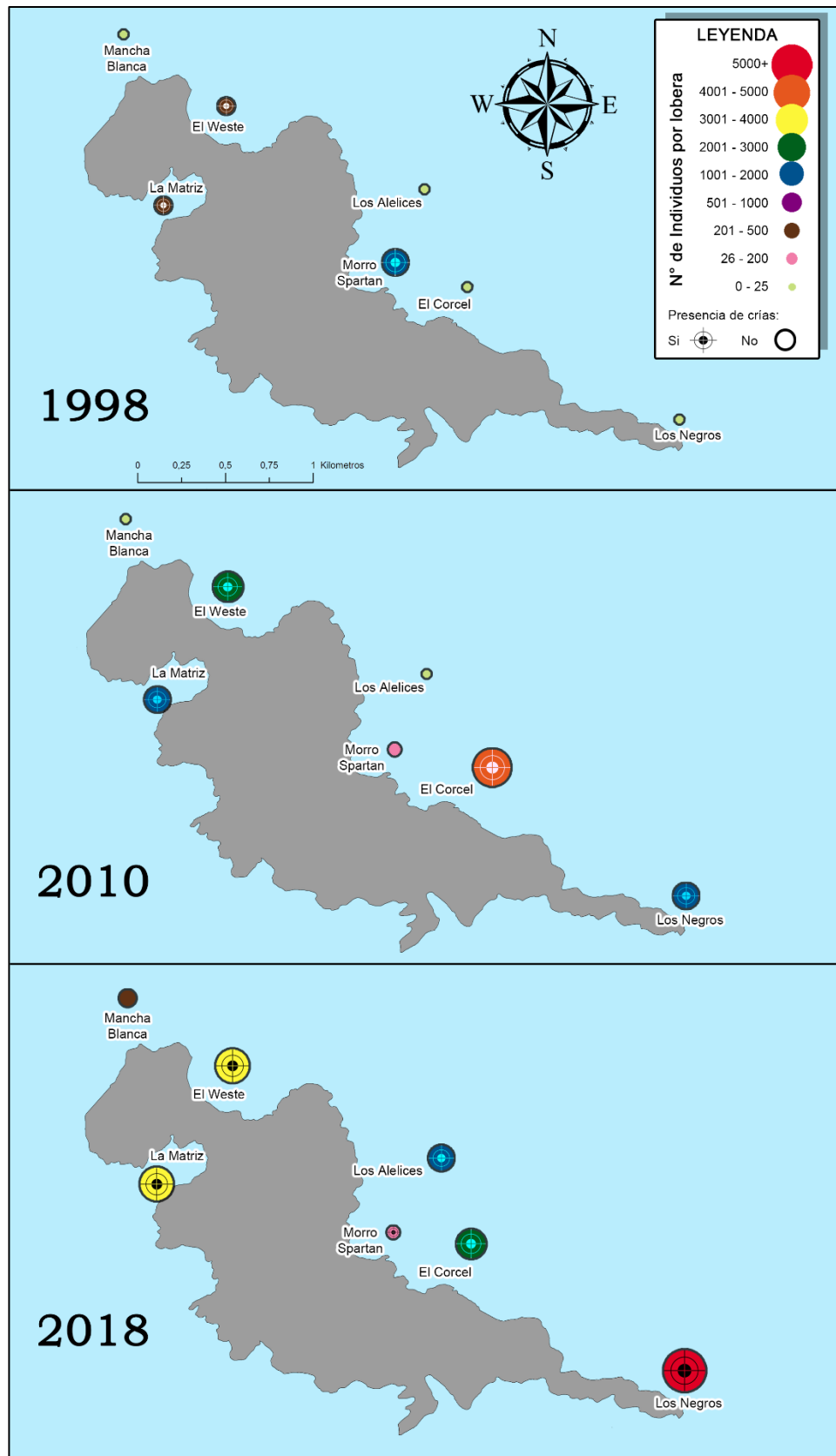


Figura 8 Distribución y abundancia de *Arctocephalus philippii* en la Isla Santa Clara para los años 1998, 2010 y 2018. Las loberas reproductivas se representan con una simbología asociada.

Para Santa Clara (Figura 8) podemos presenciar también una tendencia al aumento de la abundancia poblacional en todos los sectores en especial para El Weste, La Matriz y Los Negros los cuales junto a los Alelices y los Negros se convierten también en loberas reproductivas. La única área que tendería a disminuir su abundancia sería el del Morro Spartan.

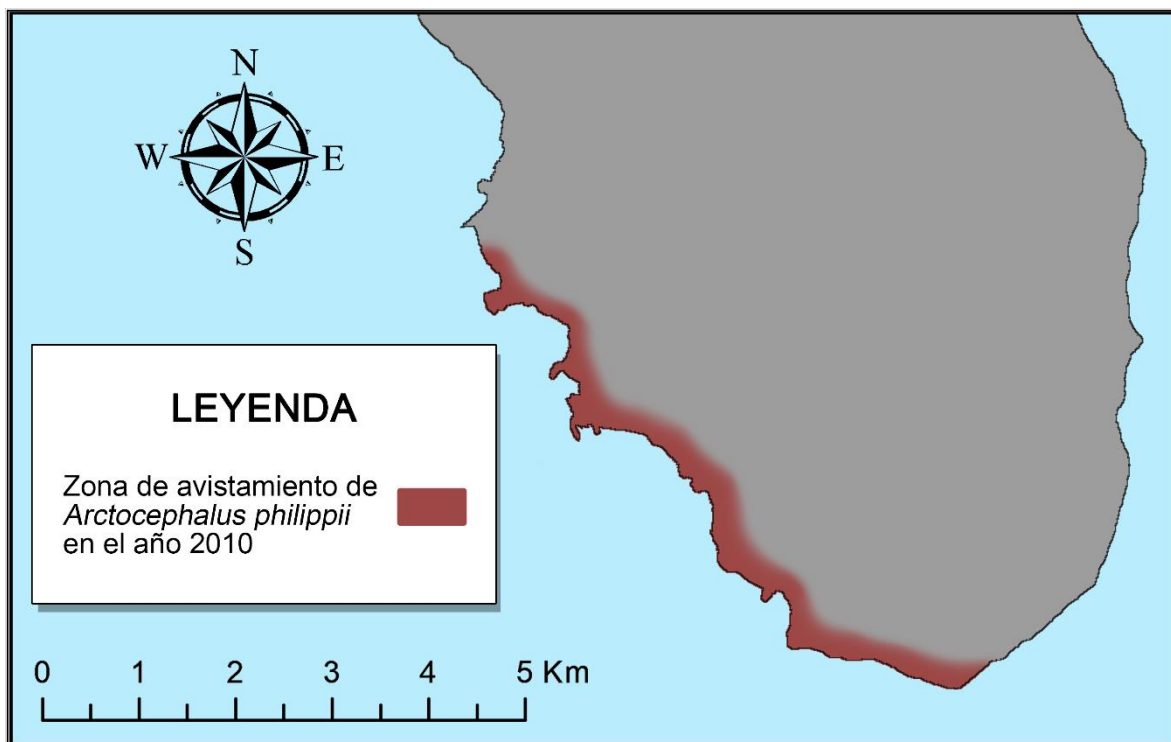


Figura 9 Distribución de *Arctocephalus philippii* en la Isla Alejandro Selkirk en el año 2010.

La Isla Alejandro Selkirk mantiene su abundancia de lobos finos concentrada en el lado sudoeste de la isla (Figura 9) que se presenta como un gran sector más o menos continuo que presenta tanto individuos adultos como crías.

5.3. Objetivo específico 3: “Estimar la tendencia poblacional del LFJF en el Archipiélago de Juan Fernández.”

Se puede apreciar en la Figura 10 que la abundancia original estimada de 4.000.000 experimenta un descenso constante hasta 1804 donde esta disminución se desacelera. Entre los años 1898 y 1966 existe un gap de información donde la población disminuyó hasta unos pocos cientos de individuos para luego empezar una recuperación leve hasta llegar a la cifra de 224.953 animales para el año 2018.

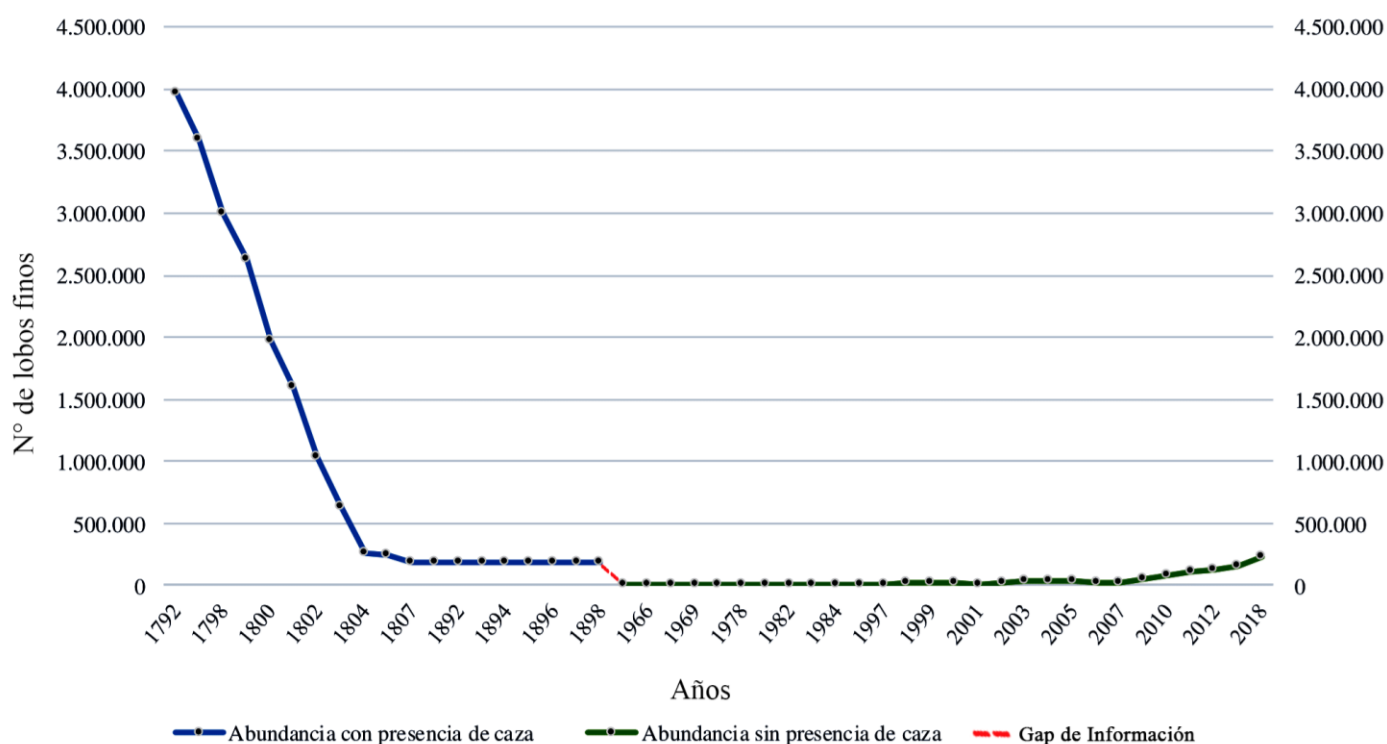


Figura 10 Abundancia poblacional de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández entre los años 1792 a 2018.

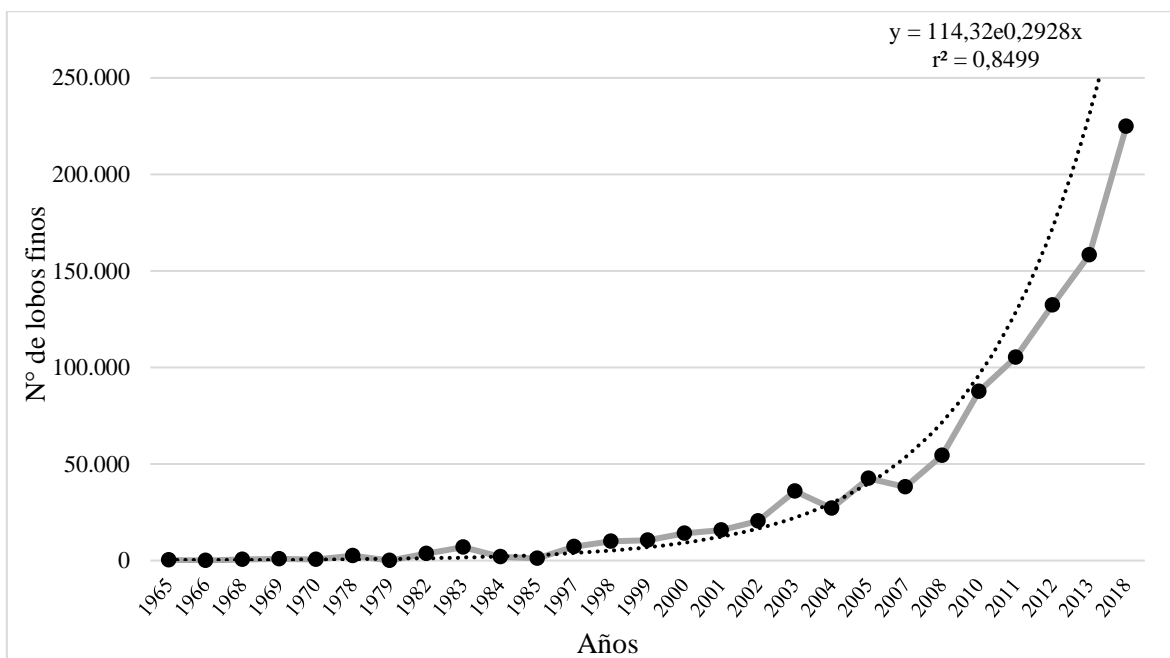


Figura 11 Abundancia de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández entre los años 1965-2018. Se representa la línea de tendencia, la ecuación de la recta y su coeficiente de correlación r^2 .

La Figura 11 muestra una abundancia baja en los primeros años seguida de una leve oscilación en la abundancia hasta el año 1985 donde la población empieza a aumentar hasta llegar a su máximo de individuos en 2018. Al probar distintos modelos de ajuste, el modelo exponencial presentaba el valor r^2 más alto (0,84).

Tras lo expuesto en los resultados la hipótesis planteada para este estudio se rechaza ya que se logró comprobar que luego de que el negocio de las pieles no fuera rentable y cesara la caza de lobos finos por parte de loberos extranjeros en el Archipiélago, la población pudo comenzar una recuperación al principio lenta pero que al pasar el tiempo aumentaría de tal manera que seguiría un modelo de crecimiento de tipo exponencial como se muestra en la figura 11.

6. DISCUSION

El presente trabajo tuvo como propósito analizar la abundancia, la distribución y la tendencia poblacional a través del tiempo de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández.

Tras realizar la revisión bibliográfica de los registros históricos de loberos extranjeros se pudo realizar una estimación de la abundancia original para todo el Archipiélago. Al estimar la abundancia original del LFJF, la cual es cercana a unos 4.000.000, y contrastarlo con los registros de cantidades de pieles recolectados a través del tiempo se puede apreciar que, el efecto de la caza provocó un cambio en la dinámica poblacional de la especie como resultado de la mortalidad asociada a la sobreexplotación de la misma. Un caso similar es el de la foca monje (*Monachus monachus*), otro pinnípedo en el que la persecución por parte del hombre actuó como un factor de extinción disminuyendo la población en las costas mediterráneas de la Península Ibérica (González & Avella 1989).

El fin de la rentabilidad del negocio de las pieles a finales del siglo XIX (Tabla 2) cesó la presión antrópica sobre la población del Archipiélago, lo cual permitió una recuperación de su abundancia impulsada por la cantidad de recursos y espacio disponible que dejó la reducción de la población en años anteriores, pasando de considerarse extinta en 1880 (King, 1964) a contabilizarse hacia el año 2018 una población cercana a los 225.000 animales en el Archipiélago (Figura 7). Esto es relevante porque es una cifra mayor a la de la abundancia del lobo marino común (*Otaria byronia*) que es alrededor de 135.000 individuos (Proyecto FIPA 2018-54) para toda la costa chilena, lo cual nos da una muestra de la recuperación de

la población del LFJF, el único pinnípedo endémico de nuestro país solo existente en el Archipiélago de Juan Fernández y las Islas Desventuradas.

Las loberas reproductivas de las islas se encuentran concentradas en el lado suroeste de la isla Robinson Crusoe, Norte de la isla Santa Clara y Sur de Alejandro Selkirk (Figuras 8, 9 y 10), siendo esta última isla en donde se ha demostrado tener la mayor cantidad de individuos por año, lo cual nos indica una posible fuente de individuos por parte de Alejandro Selkirk al resto del Archipiélago según la teoría islas (McArthur & Wilson 1967).

La tendencia de crecimiento exponencial obtenida para el total del Archipiélago entre los años 1965-2018 (Figura 12) se debe a la gran cantidad de espacio y recursos disponibles con los que contó la especie luego de que cesara la presión antropogénica que ejercían los loberos extranjeros sobre la población de LFJF ya que la densidad poblacional y su abundancia eran bajas y pudieron aumentar su número al tener ese espacio y recursos para poder crecer. Un caso similar fue el de la especie *Arctocephalus gazella* el cual sufrió de una intensa caza durante el siglo XIX según los autores O’Gorman en 1961, Bonner en 1968 y Laws en 1973, para luego de aplicar medidas de protección presentar un crecimiento poblacional continuo durante los años 1950 al 1980 y siguiendo una tendencia exponencial con un r^2 de 0,95, un valor alto al igual que el obtenido en este estudio para *Arctocephalus philippii* (Figura 11) (Oliva *et al* 1987).

En contraste podemos mencionar el caso de *Otaria byronia* en el norte de la Patagonia Argentina el cual sufrió de una explotación durante la primera mitad del siglo XX. En 1938, el número de lobos marinos para la costa argentina se estimó en 721.500 individuos cayendo

a casi 90.000 en 1950 (Godoy 1963), para luego empezar una lenta recuperación (Crespo & Pedraza 1991). Durante los años 1980 al 2000 se estimó un aumento del 5,7% por año en la población de cachorros con una tendencia poblacional lineal (Dans *et al* 2004).

El lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) también fue cazado durante el siglo XVIII hasta finales del siglo XX en Uruguay (Ponce de León 2000). Luego del cese a la caza la población empezó una recuperación que se registró desde 1953 al año 2013 donde se pudo determinar que esta seguía una tendencia de crecimiento lineal con un r^2 de 0,94 (Franco-Trecu *et al* 2019). Las diferencias observables en las tendencias poblacionales entre las especies estudiadas son que las especies continentales siguen una tendencia lineal, en contraste con las insulares que siguen una tendencia exponencial, esto puede deberse a que las especies continentales presentan una distribución mucho mayor y sus estudios no abarcan la totalidad de la población como si es el caso de las insulares (LFJF y lobo fino antártico). Paralelamente podríamos decir que debido a que las especies insulares al estar más aisladas, después de eliminar la presión de caza, y frente a un escenario sin presión antrópica sus poblaciones pueden desarrollarse en un ecosistema sin recursos limitantes.

Se espera para el LFJF que a futuro se presente un modelo de crecimiento logístico cuando la población alcance su capacidad de carga (Storch & G. Okie 2019).

7. CONCLUSIONES

Sobre la base de datos históricos se pudo estimar una abundancia original mínima cercana a los 4.000.000 de individuos para el Archipiélago de Juan Fernández en la época previa a la explotación lobera europea-norteamericana. Según la información histórica registrada se extrajeron un total de 3.703.000 pieles durante un periodo de 8 años (1797-1804), por lo que la abundancia poblacional disminuye a tal grado que solo se recupera a partir de la segunda mitad del siglo XX.

Podemos observar que la abundancia de todas las islas aumentó desde los años 60s hasta el 2018 mostrando una ligera recuperación si la comparamos con la abundancia original estimada pre-explotación. Esta recuperación se ajusta a un modelo de crecimiento exponencial provocado por una falta de presión antropogénica sobre la especie. Se espera que la población siga su recuperación hasta llegar a su capacidad de carga que estará determinada por las condiciones actuales del ecosistema.

La relevancia científica de este trabajo reside en que al entregar la tendencia poblacional y los cambios en la abundancia de *Arctocephalus philippii* en el Archipiélago de Juan Fernández, surge la necesidad de obtener información actual de la tendencia y dinámica de la población del lobo fino de Juan Fernández ya que al ser un depredador tope es un estructurador de las dinámicas de la comunidad de las especies marinas presentes en el Archipiélago (Myers *et al* 2007), siendo esta información relevante al momento de generar políticas públicas con fines de manejo, conservación e interacción con esta especie tan importante para el ecosistema marino del Archipiélago.

8. LITERATURA CITADA

- Acuña H & J Francis. 1995.** Spring and summer prey of the Juan Fernandez fur seal, *Arctocephalus philippii*. Canadian Journal of Zoology, 73(8):1446-1447.
- Albert F. 1901.** Los Pinnípedos de Chile. Anales de la Universidad de Chile (pp.-1007).
- Allen G. 1942.** Extinct and vanishing mammals of the Western Hemisphere: with the marine species of all the oceans 11. American Committee for International Wild Life Protection: 620.
- Bonner W. 1968.** The fur seal of South Georgia. British Antarctic Survey 56: 8.
- Bonner W & R Laws. 1964.** Seals and sealing. In: Priestley, R. Adies and G. De Q. Robin (ed): 163-190pp. Antarctic Research, London.
- Brunner S. 2004.** Fur seals and sea lions (Otariidae): identification of species and taxonomic review. Systematics and Biodiversity, 1(3):380-383.
- Cabrera A & J Yepes. 1940.** OTARIDOS. Mamíferos sudamericanos. Compañía argentina de editores, Buenos Aires. 181pp
- Crespo E & S Pedraza. 1991.** Estado actual y tendencia de la población de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) en el litoral norpatagónico. Ecología Austral 1(2): 87-95.

- Dans S, E Crespo, S Pedraza, & M Alonso. 2004.** Recovery of the South American sea lion (*Otaria flavescens*) population in northern Patagonia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61(9): 1681-1690.
- FIPA 2018-54., 2019.** Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. Primer Informe de Avance, 85 pp.
- Francis J, D Boness & H Ochoa-Acuña. 1998.** A protracted foraging and attendance cycle in female Juan Fernandez fur seals. *Marine Mammal Science* 14(3): 552-574.
- Franco-Trecu V, M Drago, M Grandi, A Soutullo, E Crespo & P Inchausti. 2019.** Short Note Abundance and Population Trends of the South American Fur Seal. *Aquatic Mammals* 45(1): 48-55.
- Godoy J. 1963.** Fauna Silvestre. Consejo Federal de Inversiones. Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina 8(1): 144–148.
- González L & F Avella.1989.** La extinción de la foca monje (*Monachus monachus*) en las costas mediterráneas de la Península Ibérica y propuesta de una estrategia de actuación. *Ecología* 3: 157-177.
- Hubbs C & K Norris. 1971.** Original teeming abundance, supposed extinction, and survival of the Juan Fernandez fur seal. *Antarctic Pinnipedia* 18: 35-52.
- King J. 1954.** The otariid seals of the Pacific Coast of America. *Bulletin of The British Museum (Natural History), Zoology* 2: 309-337pp. London.

- Laws R. 1973.** Population increase of fur seals at South Georgia. *Polar Record*, 16(105): 856-858.
- Mitchell E. 1975.** Parallelism and convergence in the evolution of Otariidae and Phocidae. In K. Ronald and A.W. Mansfield (ed). *Biology of The Seal* 169: 27-33pp. Conseil International pour l'Exploration de la Mer, DINEMARK.
- Myers R, J Baum, T Shepherd, S Powers & C Peterson. 2007.** Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 315(5820): 1846-1850.
- O'Gorman F. 1961.** Fur seals breeding in the Falkland Islands Dependencies. *Nature* 192(4806): 914-916.
- Oliva D, R Durán, M Gajardo & D Torres. 1987.** Numerical changes in the population of the Antarctic fur seal *Arctocephalus gazella* at two localities of the South Shetland Island. *Instituto Antartico Chileno*: 135-144.
- Osman L, C Moreno & A Trites. 2010.** Growth rates and differential investment in male and female Juan Fernández fur seal pups. *Journal of Mammalogy*, 91(5): 1188-1196.
- Payne M. 1977.** Growth of a fur seal population. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences* 279(963): 67-79.
- Pereira. 1971.** Los primeros contactos entre Chile y los Estados Unidos 1778-1809 In: Editorial Andrés Bello (ed). *Historia de las Relaciones Internacionales de Chile*: 353pp. Santiago.

- Ponce de León A. 2000.** Taxonomía, sistemática y sinopsis de la biología y ecología de los pinnípedos de Uruguay. Sinopsis de la biología y ecología de las poblaciones de lobos finos y leones marinos de Uruguay: 6-35pp. Biología de las especies, Uruguay.
- Repenning C. 1975.** Otarioid evolution In K. Ronald and A.W. Mansfield (ed). Biology of The Seal 169: 27-33pp. Conseil International pour l'Exploration de la Mer, Dinemark.
- Repenning C, R Peterson & C Hubbs. 1971.** Contributions to the systematics of the southern fur seals, with particular reference to the Juan Fernandez and Guadalupe species. Antarctic Pinnipedia 18: 1-34.
- Storch D & J Okie. 2019.** The carrying capacity for species richness. Global Ecology and Biogeography, 1-14pp.
- Committee on Taxonomy. 2018.** List of marine mammal species and subspecies. Society for Marine Mammalogy, www.marinemammalscience.org, consulted on [26/08/2019].
- Torres D. 1987.** Antecedentes sobre el lobo fino de Juan Fernández *Arctocephalus philippii* y proyecciones para su estudio In: JC Castilla (ed). Islas oceánicas chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones: 287-317pp. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Vicuña M. 1883.** Historia verdadera de la isla de Robinson Crusoe. In: Rafael Jover (ed). 834pp. Santiago.

Wilson E & R MacArthur. 1967. The theory of island biogeography. 203pp. Princeton University Press, Nueva Jersey.