UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Forestales

Magíster en Áreas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

TENDENCIAS DE LA ABUNDANCIA DEL ZORRO GRIS (*PSEUDALOPEX GRISEUS*) EN LA REGIÓN DE MAGALLANES, CHILE, Y SU RELACIÓN CON UNA PROPUESTA DE USO SUSTENTABLE

Proyecto presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Areas Silvestres y Conservación de la Naturaleza

Andrea Bahamonde Valenzuela

Médico Veterinario

SANTIAGO - CHILE.

2009

HOJA DE APROBACION DE PROYECTO DE GRADO

Proyecto presentado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Areas Silvestres y Conservación de la Naturaleza.

Profesor Guía: Pedro E. Cattan A.

Nota

Firma

Profesor Consejero: Rodolfo Gajardo M

Nota

Firma

Profesor Consejero: Jaime Hernández P.

Nota

Firma

AGRADECIMIENTOS

Para realizar un proyecto de grado se necesita, además del trabajo profesional, la ayuda y el apoyo de la gente que te rodea. Y en esta travesía no estuvieron ausentes dichas personas.

Como mis padres, Nidia y Osvaldo, por su confianza y apoyo en mis años de estudios y en mi vida profesional.

Mi hermano Osvaldo por sus auxilios matemáticos.

A mi pololo Ariel Obaid, por su apoyo y ayuda.

Francisco Amigo por su ayuda y compañía en el desarrollo de la tesis.

Mi Profesor guía, Pedro Cattan, por su orientación, apoyo y ayuda prestada.

Mis profesores consejeros, Jaime Hernández, por su paciencia en la enseñanza de SIG, y Rodolfo Gajardo por sus consejos y ayuda.

A todas las personas del SAG Región de Magallanes que me ayudaron, Juan Ferrada, Patricio Gómez, Cristian Osorio, y en especial a la Sra. Gladys Milic Yaeger por su ayuda y enseñanza en la elaboración de esta tesis.

Finalmente a todas las personas que se cruzaron en este camino y que me dieron palabras de aliento y apoyo.

Gracias.

ÍNDICE

1. INTRODUCCION. 7
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. 10
3. OBJETIVOS. 13
3.1. Objetivo general. 13
3.2. Objetivos Específicos. 13
4. MATERIALES Y METODOS. 13
4.1. Área de muestreo. 13
4.2. Recuentos. 14
4.3. Cálculo de Población. 14
4.4. Análisis espacial. 15
5. RESULTADOS. 19
5.1. Estimación poblacional. 19
5.2. Otros cálculos poblacionales. 21
5.3. Análisis espacial. 25
5.4. Conflicto del zorro gris con actividades productivas y otras especies en Tierra del Fuego. 35
5.5. Medidas de manejo. 40
6. DISCUSIÓN 47
7. CONCLUSIONES 52
8. BIBLIOGRAFÍA 53
9. APÉNDICES 58

Lista de tablas

Tabla 1: Características de la imagen satelital Landsat.

Tabla 2: Estimación poblacional para la zona Magallanes entre 1999 y 2007.

Tabla 3: Estimación poblacional para la zona de Tierra del Fuego entre 1999 y 2007.

Tabla 4: Estimación poblacional para la zona de Última Esperanza entre 1999 y 2007.

Tabla 5: Valores de la tasa de incremento discreto [R] entre 1999 y 2007.

Tabla 6: Número de zorros observados en Magallanes a diferentes distancias del camino (m) por año.

Tabla 7: Número de zorros observados en Ultima Esperanza a diferentes distancias del camino (m) por año.

Tabla 8: Número de zorros observados en Tierra del Fuego a diferentes distancias del camino (m) por año.

Tabla 9: Cantidad y porcentaje de zorros por clase de NDVI.

Tabla 10: Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de altitud.

Tabla 11: Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de orientación.

Tabla 12: Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de pendiente.

Tabla 13:Explicación del cálculo realizado con la herramienta Spatial Analist – Raster calculator.

Tabla 14: Percepción del daño por fauna silvestre a predios ganaderos de la región.

Tabla 15: Categorías de animales depredados en ovinos.

Tabla 16: Cuota de caza de zorros gris autorizados y los efectivamente cazados entre 1997 y 2007.

Tabla 17: Escenario común para el cálculo de todos los planes de manejo y dinámicas poblacionales.

Tabla 18: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris a corto plazo.

Tabla 19: Dinámica poblacional del zorro gris con un plan de erradicación a corto plazo.

Tabla 20: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris a mediano plazo

Tabla 21: Dinámica poblacional del zorro gris en un plan de erradicación a mediano plazo.

Tabla 22: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris en un largo plazo.

Tabla 23: Dinámica poblacional del zorro gris en un plan de erradicación a largo plazo.

Tabla 24: Dinámica de la población de zorro gris sin plan de manejo.

Tabla 25: Densidad poblacional anual y número de zorros cazados autorizados por SAG para la zona de Magallanes.

Tabla 26: Planilla de muestreo de zorro utilizada por el SAG.

Lista de Figuras

Figura 1: Resumen metodología utilizada.

Figura 2: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Magallanes según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.

Figura 3: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Tierra del Fuego según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.

Figura 4: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Ultima Esperanza según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.

Lista de Mapas

Mapa 1: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de NDVI.

Mapa 2: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de altitud.

Mapa 3: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de pendiente.

Mapa 4: Zonas de avistamiento potencial del zorro gris en Tierra del Fuego.

Mapa 5: Provincia de Última Esperanza: Comunas y Transectas.

Mapa 6: Provincia de Magallanes: Comunas y Transectas.

Mapa 7: Provincia de Tierra del Fuego: Comunas y Transectas.

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Dinámica poblacional de zorro gris en Tierra del Fuego.

Gráfico 2: Dinámica de la población de zorro gris según los tres planes de manejo propuestos.

Gráfico 3: Inversión en el tiempo para cada uno de los escenarios.

RESUMEN

Los muestreos poblacionales periódicos de fauna silvestre son una buena herramienta para analizar los cambios que pueden surgir en las poblaciones naturales y por lo tanto, contar con información para su gestión y manejo, especialmente en poblaciones que tienen algún interés científico, social o económico. El estudio se realizó en el zorro gris (*Pseudalopex griseus*), especie nativa presente en todo el territorio continental e introducida en Tierra del Fuego.

Este trabajo entrega un análisis poblacional del zorro gris en la Región de Magallanes y su tendencia espacial en Tierra de Fuego. Para el análisis de la población, se utilizaron los muestreos poblacionales de las tres provincias magallánicas realizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) entre los años 1999 y 2007. Se analizaron con el programa DISTANCE, que entrega varias opciones para el cálculo poblacional a base de transectos. Mediante un sistema de informacion géografica (SIG), se obtuvo la preferencia de hábitat de los zorros en Tierra del Fuego en relación a cuatro variables: NDVI, altitud, pendiente y orientación.

Palabras claves: *Pseudalopex griseus,* Distance, SIG, Chile.

SUMMARY

The periodic samplings of population on the wild fauna are good tools to analyze the changes that can arise in the natural populations, and therefore, to increase the information for their management and handling especially in populations that are of interest as science, social or economic resources. Among these species the gray fox (*Pseudalopex griseus*), is a native one present throughout the continental territory and introduced in Tierra del Fuego. This work makes a population analysis of the gray fox in the Region of Magallanes and a study of the use of the territory on Tierra del Fuego.

For population analysis, we used the population surveys in three provinces done by the Agricultural Service (SAG) between years 1999 and 2007. Data were analyzed using the program DISTANCE that gives several options for population analysis when data come from transects. Using a geographic information system (GIS) we obtained the habitat preference of the grey fox in Tierra del Fuego according to four variables: NDVI, altitude, slope and aspect.

Key words: *Pseudalopex griseus,* Distance, GIS, Chile.

1. INTRODUCCION.

La gestión de la fauna silvestre debe basarse en información que sea lo más completa y fidedigna posible. En este sentido, el seguimiento de las poblaciones es fundamental para el diseño de planes que mantengan en un nivel constante a las que se desee explotar de manera estable o bien que provoquen una disminución de aquellas poblaciones de especies consideradas dañinas. Esta disminución puede extinguir a las poblaciones objetivo, o bien mantenerlas en niveles que no provoquen daño.

El presente estudio trata de las poblaciones de zorro gris o chilla (*Pseudalopex griseus*, Gray 1837) de la región de Magallanes, Chile. Este zorro habita en todo el territorio nacional y también en Argentina. Fue introducido en Tierra del Fuego en 1951, en un intento de controlar la plaga de conejos (*Oryctolagus cuniculus*). A partir de entonces su población incrementó de manera importante.

A raíz de la gran densidad de zorro gris en la región magallánica y por la presión de los ganaderos, quienes alegan pérdidas por depredación, desde hace ya varias décadas se han autorizado cuotas de captura de diferentes magnitudes. Así, el 16 de julio de 1998 fue publicada la Resolución Exenta 1.981 en el Diario Oficial de la Republica 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 1 mayo a 31 de julio (Chile, 1998). También se ha autorizado la caza en la zona continental de Magallanes desde el año 2003 bajo diferentes resoluciones legales según el caso.

Los conflictos de intereses y los diversos factores que afectan la presión de caza sobre los zorros hacen evidente la necesidad de contar con medidas integrales de manejo de sus poblaciones. Pero, estas medidas deben estar basadas en resultados de análisis poblacionales, en el conocimiento existente sobre la biología de las poblaciones, sus asociaciones y en las necesidades de los distintos sectores económicos y sociales involucrados.

Por lo tanto, es importante detectar si el crecimiento de sus poblaciones puede afectar la biodiversidad de algunos sectores. La manera de conocerlo, es definiendo si las densidades poblacionales están en los niveles históricos, pues éstos delatan un estado estable de la biota. El problema de este planteamiento, es que no siempre se conocen estos niveles, puesto que los estudios de densidad no han sido efectuados regularmente. En cualquier caso, puede afirmarse que las poblaciones del sector continental de la región deben mantenerse en densidades que no afecten la biota. En el caso de Tierra del Fuego, después de más de 55 años post introducción, cabe

preguntarse si el zorro gris ha perturbado negativamente los ecosistemas isleños y debe ser entonces erradicado. En caso contrario, deberá establecerse la densidad máxima a la cual pueden llegar sus poblaciones y generar también un programa de caza para mantener esa densidad.

Como ejemplo de su acción sobre la biota, la acción depredadora del zorro gris hacia especies como el canquén colorado (*Chloephaga rubidiceps*), especie en peligro de extinción, puede afectar fuertemente sus poblaciones. Se nombra al zorro gris como el causante de la declinación y falta de recuperación poblacional de esta especie en Tierra del Fuego (Blanco *et al*, 2001).

El presente estudio, estima las densidades de zorro gris para tres extensas zonas administrativas de la Región de Magallanes, a partir de muestreos poblacionales realizados entre 1999 y 2007 por el Servicio Agrícola y Ganadero. Además, pretende predecir la ausencia o presencia del zorro gris en la zona, a traves de un sistema de informacion geografica (SIG), asociándolo a distintas variables ambientales (altitud, pendiente, orientacion y NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)) para detectar donde se concentra mayormente esta especie y predecir su probabilidad de avistamiento en otras áreas no muestreadas, con el fin de aportar a la solución de los problemas que presenta esta especie en la zona.

Por último se plantean distintos escenarios de manejo para extinguir a esta especie en Tierra del Fuego debido a los problemas que provoca en la zona.

Estos datos permitirán actualizar la información sobre la tendencia poblacional y colaborar en el desarrollo de un futuro plan de manejo para los zorros, integrando el uso sustentable de las poblaciones, el control de la predación sobre el ganado y la conservación de las poblaciones y los ecosistemas de los que son parte.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

La historia natural del zorro gris ha sido estudiada, principalmente, en lo relacionado con sus hábitos alimentarios, uso de hábitat y eventual competencia con otros zorros, como el caso del zorro culpeo en Chile (*Pseudalopex culpaeus*). Estudios de dieta han sido realizados por varios autores (Jaksic 1998) y también estudios de relaciones de nichos entre zorro chilla y culpeo en la Región (Jaksic *et al* 1983).

A pesar de ser un carnívoro, su dentadura con caninos cortos y grandes segundos molares, delata su tendencia a incluir plantas e insectos en su dieta. Esto se ha demostrado en varios trabajos, donde junto con encontrar restos de roedores, aparecen frutos e insectos. Por ello, su papel como predador de ganado es controvertido. Los restos de animales domésticos que se han encontrado en las heces como en estómagos de zorros cazados, suelen presentar larvas de dípteros lo que sugiere que se han consumido como carroña (Jaksic 1998).

Sin embargo, son escasos los estudios relacionados con densidad o fluctuaciones poblacionales. Esto puede ser debido a que la estimación del tamaño de las poblaciones de carnívoros puede ser problemático, ya que son crípticos, nocturnos, generalmente presentan densidades bajas y hábitats extensos.

La abundancia puede ser estimada por medio de métodos directos (ej. transecto lineal basado en observaciones, trampeo fotográfico) o indirectos (ej. número de excrementos por km, visitas a estaciones de cebado y odoríferas). Se ha planteado que los métodos directos no son normalmente adecuados para sondeos a gran escala debido a su elevado costo económico, a la gran cantidad de material necesario y a su alta inversión de tiempo, y en el caso de los carnívoros a su dificultad de observación. Los métodos indirectos son más prácticos para aplicar en seguimientos de las poblaciones a gran escala, puesto que las señales de los carnívoros son detectadas a lo largo del área donde ellos se encuentran. Además, son métodos económicos, rápidos de aplicar, no requieren un gran manejo de técnicas complicadas y pueden participar un gran número de observadores al mismo tiempo. Ambas técnicas (directas e indirectas) presentan ventajas e inconvenientes, siendo necesario combinarlas en muchas ocasiones para obtener un reflejo más aproximado de la composición de las comunidades de carnívoros (Torre *et al*, 2003).

Los estudios poblacionales datan de hace bastante tiempo. En Estados Unidos, Wood (1959) describió varios métodos para estimar cantidades de zorro gris (*Urocyon*

cinereoargenteus) y zorro rojo (*Vulpes fulva*); Trewhella (1988) en Inglaterra sobre el zorro rojo (Vulpes vulpes) y Angerbjoern *et al* (1995) en Suecia sobre el zorro ártico (*Alopex lagopus*).

A nivel sudamericano, en Argentina se han realizado trabajos sobre poblaciones de zorro colorado y zorro gris utilizando metodología indirecta como el método de estaciones odoríferas (Novaro 1996, 2000; Bolkovic 2006). Travaini *et al* (2003) demostraron que las estaciones de cebado pueden ser de utilidad a la hora de evaluar abundancia relativa en poblaciones de zorros gris y culpeo. El gobierno argentino posee además el Programa Nacional de Manejo y Uso Sustentable de Especies Silvestres donde desarrolla el Proyecto Zorros para su uso sustentable y conservación, debido que las tres especies de zorros presentes son intensamente cazadas en dicho país. En la Patagonia Argentina, el zorro gris alcanzaría una densidad entre 0,21–1,31 individuos/ km^2, con ámbitos de hogar que varían entre 0,6 y 8,2 km^2 para hembras y 1,5 y 10,2 km^2 para machos (Pacheco, *et al* 2004).

Pacheco (2004) estudió en Bolivia la validez de índices de abundancia de grandes mamíferos, incluyendo a los zorros, a través del registro de huellas, determinando que estos índices suelen ser indicadores adecuados de los cambios en abundancia de carnívoros.

En Chile, el primer estudio sobre densidad poblacional fue realizado en 1982, donde se estimó la densidad del zorro gris en siete áreas diferentes de la región de Magallanes bajo la metodología de transectos. El trabajo estimó un total de 65.835 zorros para el área estudiada, con un promedio de 1 zorro por 43 ha (Duran *et al* 1985). Jaksic (1998) calculó las densidades ecológicas de zorros en Torres del Paine, encontrando que habían 1,2 culpeos/km^2 y 3,0 chillas/km^2. Comparando con Aucó en la Región de Coquimbo, en Torres del Paine los culpeos eran la mitad de abundantes y las chillas 50% más abundantes. A pesar que en Chile este tipo de estudios no son muy frecuentes, son de extremo necesarios, debido que forman parte de un requerimiento fundamental para investigación, conservación, gestión y manejo de las poblaciones silvestres.

Otra prioridad en los estudios para la conservación y manejo de la biodiversidad es conocer la localizacion y distribución de las especies en estudio en el territorio. Para ello, existen diversas herramientas que se pueden utilizar, siendo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) una metodología de uso reciente que permite el trabajo a nivel de paisaje, cuya principal característica es su capacidad de manejar

información espacial; son un instrumento cada vez más relevante para la toma de decisiones en esta materia.

Este instrumento metodológico facilita el análisis simultáneo de varias dimensiones de un mismo problema y lo entrega en forma cartográfica, otorgando información útil, comprensible, con resultados ajustados a la heterogeneidad del paisaje. Además de ágil y precisa para la toma de decisiones sobre los problemas de conservación y desarrollo económico. Diversos estudios han utilizado esta herramienta en el ámbito de la conservación de la naturaleza. Por ejemplo, como instrumento de planificación regional para la conservación, desarrollo de corredores de transporte, modelos de vegetación en áreas protegidas y para el ordenamiento territorial en Bolivia (García-Lino *et al* 2006). Para la clasificación de humedales (Barba *et al* 2006), selección de hábitat para reintroducciones (García et al 2004, Haines *et al* 2005), entre otros estudios.

En Chile se han realizado estudios de fauna utilizando SIG. Entre otros, el estudio de la ecología de pingüinos en la Antártica que sobre la base de la complementación de información biológica y espacial por medio del SIG, ha permitido determinar el patrón de ocupación espacial de estas especies, con el fin de diseñar políticas de conservación (Moreira 1996). También mapas de hábitat para fauna silvestre en el P.N. Conguillío y El Prado (Región de la Araucanía), cartografía de evaluación de hábitat para peces (puyes y carpas) en la Provincia de Valdivia, cartografía de evaluación de hábitat para vida silvestre de humedales en la provincia de Valdivia (camarones, ranas, plantas palustres) (CEA 2008) siendo estos estudios utilizados como herramienta para la toma de decisiones.

3. OBJETIVOS.

3.1. Objetivo general.

Analizar la tendencia poblacional del zorro gris (*Pseudalopex griseus*) en áreas de la Región de Magallanes, su distribución espacial y conflicto con la actividad humana, con el fin de contribuir al manejo de la especie.

3.2. Objetivos Específicos.

1. Establecer las variaciones poblacionales del zorro gris tanto en la zona continental como insular de la Región de Magallanes entre 1999 y 2007.
2. Establecer una asociación espacial preliminar entre el zorro gris y distintas variables ambientales en Tierra del Fuego.
3. Analizar los datos existentes sobre los principales ejes del conflicto zorro gris – humano, en particular daño a la ganadería y depredación sobre especies en peligro.
4. Proponer una metodología base orientada al manejo de la especie.

4. MATERIALES Y METODOS.

4.1. Área de muestreo.

La región de Magallanes está dividida administrativamente en cuatro provincias, pero sólo se trabajó en tres: provincia de Última Esperanza (superficie territorial de 56,454 km^2), Magallanes (36,994 km^2) y Tierra del Fuego (29,484 km^2). Debido a la extensión de este territorio, el área de muestreo se redujo a los siguientes sectores:

- Sector Última Esperanza (UE), que comprendió zonas ganaderas de Puerto Natales y Torres del Paine en una extensión total estimada en 6.573 km^2 (Anexos Imagen 1).
- Sector Magallanes (MA), que se extendió entre el límite con Argentina y el Estrecho de Magallanes y entre Punta Dúngenes hasta la carretera desde Morro Chico hasta Villa Tehuelches, Río Verde y Cabeza de Mar. La extensión se estimó en 10.020 km^2 (Anexos Imagen 2).

- Sector Tierra del Fuego (TF), que se extendió desde el límite costero del Estrecho de Magallanes, hasta el límite con Argentina. El límite sur estuvo dado por las vías que conectan Estancia Vicuña con Timaukel. En total se consideraron 14.749 km^2 (Anexos Imagen 3).

4.2. Recuentos.

Se usaron los recuentos de zorro gris realizados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) entre los años 1999 y 2007. Estos consistieron en transectas de diferente longitud, realizadas en vehículos todo terreno por diferentes caminos de la región. En estas transectas, realizadas en vehículos todo terreno a partir de la caída del sol y con la ayuda de dos focos, se anotaron los ejemplares vistos a ambos lados del recorrido y se consignó la distancia de observación. Los datos fueron posteriormente analizados por diferentes índices incluidos en programas computacionales.

4.3. Cálculo de Población.

Se utilizó el programa DISTANCE (Thomas et al 2005), que entrega varias opciones para el cálculo poblacional a base de transectos. Se consideraron las siguientes restricciones: usar el menor número de parámetros, usar el menor coeficiente de variación, usar el menor valor de la función Akaike (AIC). Para ello, cuando fue necesario, se truncaron las observaciones. Esto es, se descartaron las observaciones de mayor distancia cuando ellas se encontraban en un valor mínimo de la probabilidad de detección = 0,10. El resultado del programa es un grupo de estimaciones: densidad, límites de confianza superior e inferior y coeficiente de variación.

El programa considera el largo del transecto, las distancias de observación, el número de observaciones y el área cubierta. El resultado entrega, por regla general, una densidad por unidad de área y sus límites de confianza. Existen varios supuestos que tradicionalmente son obviados al realizar las observaciones. Entre ellos, mantener los mismos observadores, mantener la misma velocidad, revisar las condiciones climáticas para la comparación, estandarizar la forma en que se calcula la distancia desde la línea transectal hasta el objeto observado. Este último punto es central en la teoría de transectos y de él depende en gran medida, el resultado final de lo observado. Un detalle que complica la estimación es la poca probabilidad de establecer con precisión si son animales hembras o machos y su edad (estado funcional).

4.4. Análisis espacial.

Mediante el análisis de cartografía digital utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG), se relacionó los muestreos del zorro gris realizados por el SAG en Tierra del Fuego con distintas variables ambientales del territorio, tales como pendiente, orientacion, altitud y el índice NDVI (*Normalised Difference Vegetation Index*), con el fin de obtener un análisis preliminar de las preferencias de hábitat de la especie. Posteriormente, con los datos obtenidos del análisis se obtuvieron las áreas potenciales de uso de esta especie en la zona.

4.4.1. Área de estudio.

El estudio se realizó sólo en la provincia deTierra del Fuego, Región de Magallanes.

4.4.2. Información geográfica.

La información fue recopilada de las siguientes fuentes:

- Los muestreos de zorros fueron proporcionados por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de los registros sistemáticos de zorro gris que se realizan en diferentes zonas de la isla. Se utilizaron sólo los registros georreferenciados (UTM, Datum sudamericano del 69, huso 19), que fueron los años 2001, 2002, 2003, 2005 y 2006.
- Imagen Satelital Landsat de Tierra del Fuego, obtenida del sitio web Global Land Cover Facility (NASA, 1985). Las características de la imagen se observa en la tabla 1.
- El modelo digital de elevación (DEM) fue obtenido de la página web U.S Geological Survey sección elevation products, resolución específica de 90 m. (U.S Geological Survey, 2006).

Tabla 1: Características de la imagen satelital Landsat.

Sensor	TM
	WRS-2, Path 227, Row 097
Fecha	05-04-1985
Producer	EarthSat
Attributes	Ortho, GeoCover
Location	Argentina, Chile
Online	014-412

4.4.3. Metodología.

Los datos obtenidos fueron trabajados como se describe a continuación para luego ser incorporados al SIG.

- A los muestreos de zorros se le creó una zona buffer de 200 m para disminuir el rango de error de la observación.
- Del DEM georreferenciado se obtuvo la pendiente, altitud y la orientación.
- De la imagen LANDSAT TM se obtuvo el índice NDVI.
- La unión y análisis de estos datos geográficos se realizó con ArGis 9.2 entre los zorros con buffer y cada variable ambiental (NDVI, pendiente, orientación y altitud).
- Cada variable ambiental se clasificó en clases dependiendo de su rango de valores con ArcView 9.2/Spatial Analisys.

4.4.3.1. NDVI.

El Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), es un índice que permite analizar el crecimiento de la vegetación a partir de la respuesta espectral de las plantas. Se utiliza para estimar de la vegetacion verde, el crecimiento de las plantas (vigor), cobertura de vegetación y la producción de biomasa, ya que el índice está relacionado con la actividad fotosintética. Este índice utiliza la combinación de las bandas del infrarrojo y del rojo de una imagen de satélite.

Varía entre -1 (nula vegetación) y 1 (vegetación verde vigorosa). Valores muy bajos de NDVI, del orden de 0.1, corresponden a áreas rocosas, arenosas o nevadas. Valores de 0.2 a 0.3 pueden corresponder a áreas pobres con arbustos o pasturas naturales. A partir de estos valores tendremos los niveles correspondientes a praderas, cultivos, forestaciones, etc. dependiendo el valor alcanzado, que puede llegar hasta 0.6 y 0.8, del estado de desarrollo y sanidad de tales áreas (Bense, 2007).

Para este trabajo se clasificó el NDVI a través de Spatial Analyst de ArcMap en 11 clases (-0.9-0, 0-0.1, 0.1-0.2, 0.2-0.3, 0.3-0.4, 0.4-0.5, 0.5-0.6, 0.6-0.7, 0.7-0.8, 0.8-0.9, 0.9-1)

Posteriormenete, se aplicaron dos filtros de medianas de 5x5 a través de ERDAS IMAGINE 9.1 para juntar la vegetación más similar y eliminar zonas pequeñas no representativas a la escala del análisis. Una vez obtenido el resultado, se incorporó al ArcGIS y se vectorizó, obteniendo 9 clases de NDVI, ya que no existían las últimas dos clases (10 y 11) para esta zona.

Para obtener la cantidad de zorros por polígono, se utilizó el programa HAWTHS TOOLS una herramienta que resume los datos y permite obtener estadísticas zonales y resumirlas por clase de NDVI.

4.4.3.2. ALTITUD (DEM).

Un DEM es una representación digital de la superficie del terreno o topografía. Para este trabajo se clasificó la altitud a través de Spatial Analyst del ArcGIS 9.2 en 3 clases (0, 0-100 y mayor a 100 m) para conocer si los zorros se ubican preferentemente cerca de la costa o en altitudes superiores. Posteriormente, se vectorizaron como polígonos los resultados para intersectarlos a traves HAWTHS TOOLS y tener el número de zorros por clase de altitud.

4.4.3.3. PENDIENTE.

La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente. Para este trabajo se clasificó a través de Spatial Analyst del ArcMap en 7 clases (0, 1-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-100 y mayor a 100%). Posteriormente se aplicaron 2 filtros de medianas de 5x5 pixeles a traves de ERDAS IMAGINE 9.1. Se vectorizaron en polígonos para incorporarlos al ArcMap para posteriormente intersectarlos a traves HAWTHS TOOLS y tener el número de zorros por clase de pendiente.

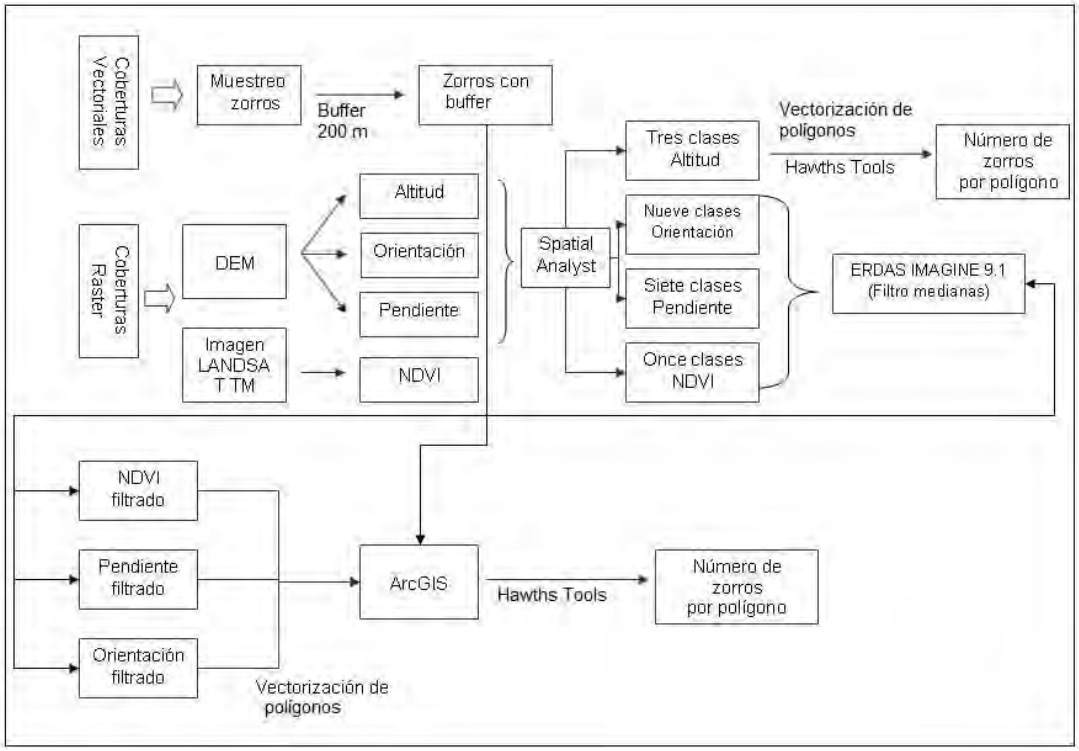
4.4.3.4. ORIENTACION.

Es la acción de ubicar un rumbo geográfico. Esta se clasifica según los puntos cardinales. Para este trabajo, a través de Spatial Analyst del ArcMap se clasificó en 9 clases (plano, norte, noreste, este, sureste, sur, suroeste, oeste, noroeste).

Posteriormente se aplicaron dos filtros de medianas de 5x5 pixeles a través de ERDAS IMAGINE 9.1 Luego se vectorizaron como polígonos para incorporarlos al ArcMap e intersectarlos a traves HAWTHS TOOLS y obtener el número de zorros por clase de orientación.

La figura 1 resume la recopilación de datos y la metodología utilizada para el análisis espacial.

Figura 1: Resumen metodología utilizada.



5. RESULTADOS.

5.1. Estimación poblacional.

La zona con mayor población de zorros resultó ser Tierra del Fuego, con una cantidad estimada al año 2007 de 34863 zorros para un área de 14.749 km^2. En el caso de Última Esperanza, de 10740 ejemplares estimados para 2005, se produce una fuerte disminución a 3181 ejemplares para el 2006 y a 3062 para el 2007. Resulta llamativo el cambio de valores del 2005 al 2006 y su mantención para el 2007. En Tierra de Fuego ocurre algo similar pero de forma inversa, de 7879 ejemplares para el 2005, aumenta a 33185 para el 2006 y 34863 para el 2007. Magallanes en cambio tiende a mantener una población con oscilaciones constantes.

Los datos poblacionales por provincia, incorporando los datos entre 1999 y 2007, se entregan en las Tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2: Estimación poblacional para la zona Magallanes (MA) entre 1999 y 2007.

MA	D	Lci	Lcs	CV	Pob	Lci	Lcs
1999	2.02	0.767	5.327	32*	20255	7685	53376
2000	1.74	0.801	3.794	33*	17471	8026	38015
2001	2.18	1.621	2.937	13	21864	16242	29428
2002	1.63	0.916	2.881	24	16279	9178	28867
2003	1.84	1.354	2.485	13	18384	13567	24899
2004	2.23	1.68	2.952	12	22315	16833	29579
2005	2.74	1.699	4.418	20	27453	17023	44268
2006	3.06	1.697	5.50	27	30661	17003	55110
2007	2.25	1.497	3.40	17	22614	14999	34068

*CV sobre 30 resulta en una alta variabilidad que redunda en una baja significación del dato.

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.

Tabla 3: Estimación poblacional para la zona de Tierra del Fuego (TF) entre 1999 y 2007. La simbología corresponde a la misma reflejada en la tabla 2.

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

Tabla 4: Estimación poblacional para la zona de Última Esperanza (UE) entre 1999 y 2007. La simbología corresponde a la misma reflejada en la tabla 2.

UE	D	Lci	Lcs	CV	Pob	Lci	Lcs
1999	1.92	1.041	3.53	24	12614	6842	23202
2000	-	-	-	-	-		
2001	1.53	1.018	2.309	18	10075	6691	15177
2002	1.40	0.775	2.534	26	9212	5094	16655
2003	0.79	0.429	1.445	26	5178	2819	9497
2004	1.37	0.625	3.02	28	9032	4108	19850
2005	1.63	0.758	3.52	31*	10740	4982	23136
2006	0.48	0.243	0.996	28	3181	1597	6350
2007	0.47	0.168	1.293	45*	3062	1104	8497

De los datos tabulados, se calculó el valor de la tasa de incremento discreto (anual) [R] para cada lugar, donde se puede observar que el promedio geométrico fue similar para la zona continental de Magallanes y para Tierra del Fuego. Dada la disminución de la población constatada en los recuentos del 2006 y 2007 en Última Esperanza, el valor de R fue menor a uno. Como se observa en la Tabla 5, los valores anuales de R para TF mostraron un decremento sostenido hasta el 2005, con un alza brusca en el 2006. Por su parte, el valor de R para Última Esperanza en el 2006, resultó ser el menor de todos, aumentando el triple para el 2007. Los datos promedio están obviamente alterados por estos resultados, lo que se refleja además en los valores del coeficiente de variación. Por tal motivo, en la misma Tabla 5, para comparar se entregan el promedio, desviación estándar y coeficiente de variación considerando todos los años. No es posible buscar una explicación a estos bruscos cambios en el año 2006, ya que se producen en dos zonas que pueden estar afectadas por distintos factores. La zona de Magallanes mantuvo la tendencia de los años anteriores.

Tabla 5: Valores de la tasa de incremento discreto [R] entre 1999 y 2007. (De = desviación estándar de R, CV = coeficiente de variación).

AÑO	MA	TF	UE
1999-00	0.86	1.22	-
2000-01	1.25	1.00	-
2001-02	0.74	0.71	0.91
2002-03	1.13	0.69	0.56
2003-04	1.21	0.92	1.74
2004-05	1.23	0.68	1.19
2005-06	1.17	4.21	0.30
2006-07	0.73	1.05	0.96
Media R	***1.017***	***1.064***	***0.819***
De	***0.2244***	***1.188***	***0.5015***
CV (%)	***22***	***111***	***61***

5.2. Otros cálculos poblacionales.

Tomando en cuenta las observaciones realizadas en cada transecto, se intentó relacionar el número de avistamientos con la variable distancia de observación.

5.2.1. Distancia de observación.

La determinación poblacional usando transectos implica establecer la distancia perpendicular a la línea transectal de los especímenes observados. Este valor se determino mediante estimación. Con este dato se genera una función de detección y se puede establecer la densidad poblacional para el área. Los datos obtenidos se muestran en las tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6: Número de zorros observados en Magallanes a diferentes distancias del camino (m) por año.

PROVINCIA	DISTANCIA CAMINO	AÑO								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
Magallanes	0 - 10	36	26	7	27	24	47	74	16	257
	11-20	31	49	15	36	44	49	74	33	331
	21 - 30	24	47	22	26	33	30	45	26	253
	31 - 40	15	45	15	10	34	13	12	30	174
	41 - 50	22	27	11	85	36	11	18	28	238
	51 - 60		17	1	4	9	1		5	37
	61 - 80	4	40	14	18	13	13	1		103
	81 - 100	5	16	17	56	14	12		2	122
	101 - 120	1	7				4			12
	Mayor 121 mts	11	27		27	2	10			77
Total Magallanes		149	301	102	289	209	190	224	140	1604

Tabla 7: Número de zorros observados en Última Esperanza a diferentes distancias del camino (m) por año.

PROVINCIA	DISTANCIA CAMINO	AÑO								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
Ultima Esperanza	0 - 10		14	15	3	3	8	1	11	55
	11-20		13	10	8	11	9	8	3	62
	21 - 30		16	7	10	7	17	1	6	64
	31 - 40		15	8	12	4	4			43
	41 - 50		25	12	13	17	29	18	5	119
	51 - 60		3	3	2	9	1			18
	61 - 80		15	14	7	3	1	1	2	43
	81 - 100		9	19	4	6	8	18		64
	101 - 120		1	3		1				5
	Mayor 121 mts		4	7		2	3	7		23
Total Ultima Esperanza			115	98	59	63	80	54	27	496

Tabla 8: Número de zorros observados en Tierra del Fuego a diferentes distancias del camino (m) por año.

PROVINCIA	DISTANCIA CAMINO	AÑO								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	TOTAL
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

Al agrupar en tramos de 20 m, las distancias de observación desde la línea, se puede observar que sólo Magallanes muestra la tendencia esperada en el modelo, es decir una disminución en el número de observaciones en la medida en que se aumenta la distancia. Para TF el mayor número de observaciones ocurrió entre los 21 y 60 m mientras que para UE fue entre los 41 y 60 m (Fig. 2, 3 y 4).

Estos datos revelan una tendencia del observador a establecer una distancia “promedio” de observación lo que justifica la adquisición de telémetros (range finders) para incorporar más tecnología a la observación y disminuir así el grado de error.

Figura 2: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Magallanes según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.

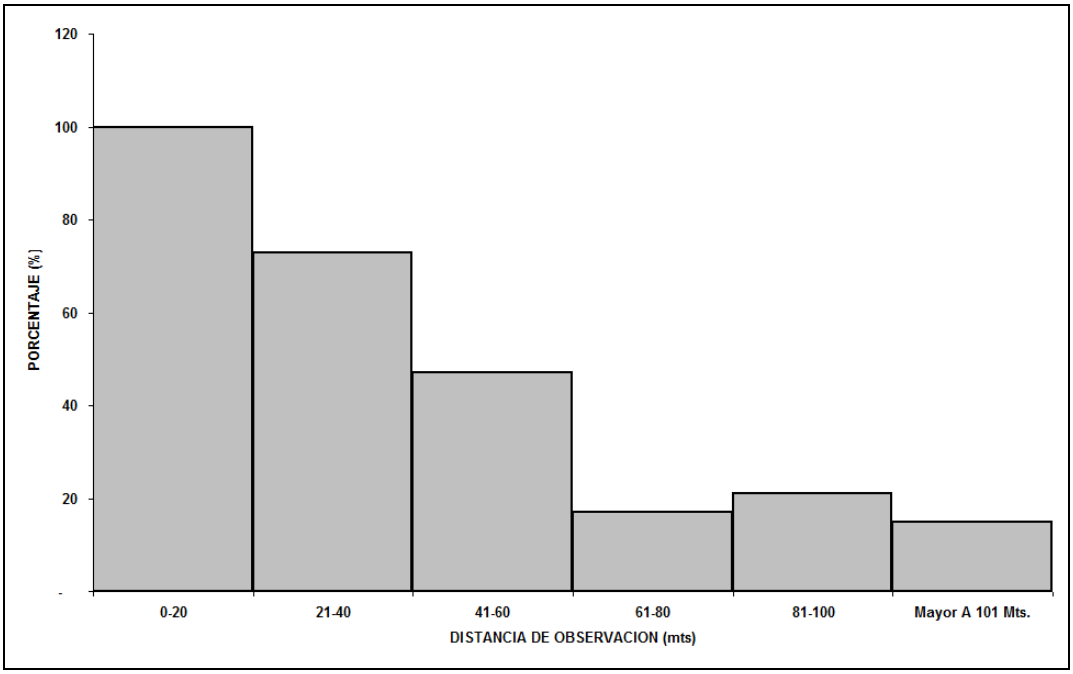


Figura 3: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Tierra del Fuego según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.

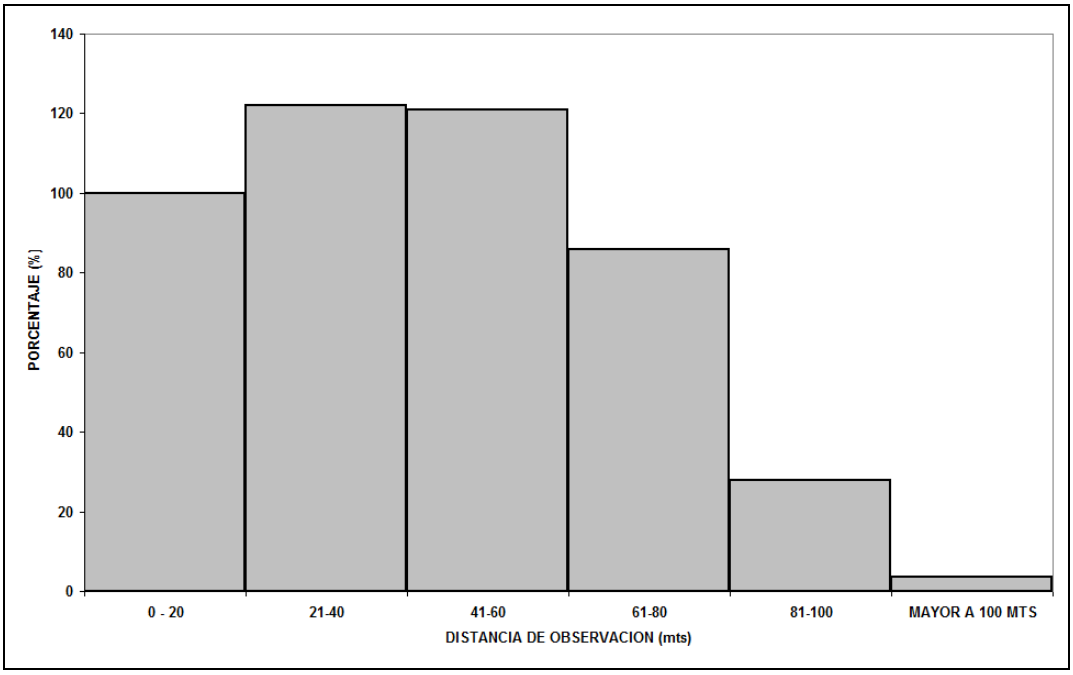
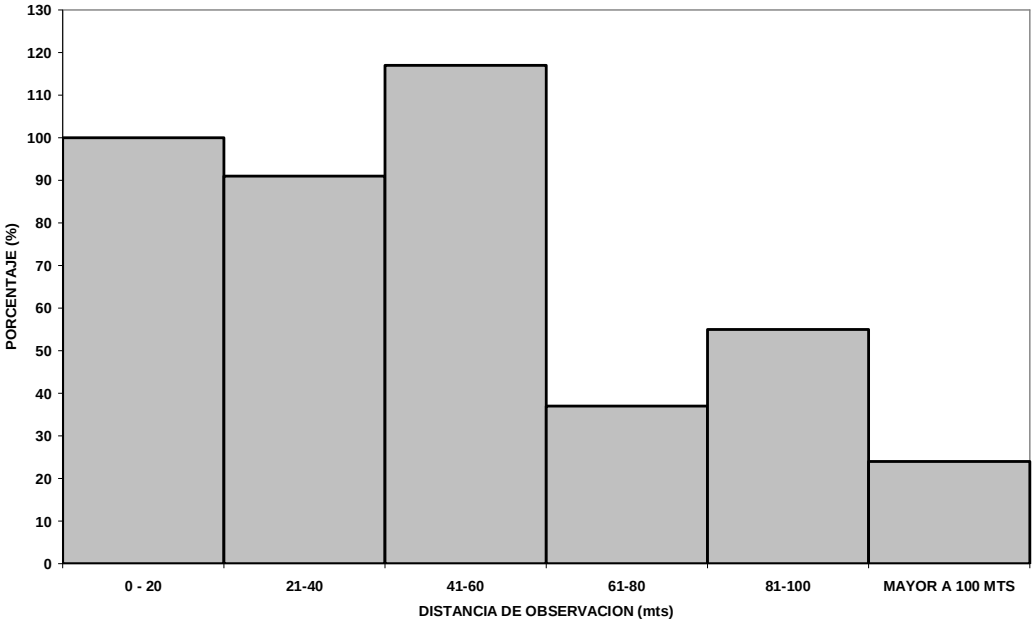


Figura 4: Observaciones de zorro gris en la Provincia de Ultima Esperanza según distancia al camino entre los años 2000 y 2007.



5.3. Analisis espacial.

El análisis espacial consistió en asociar los datos de zorros perteneciente a los muestros del SAG (877 individuos) con cuatro variables ambientales de la zona para obtener la tendencia de elección de hábitat del zorro gris en Tierra del Fuego. Para cada variable elegida se obtuvo los siguientes resultados.

5.3.1. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

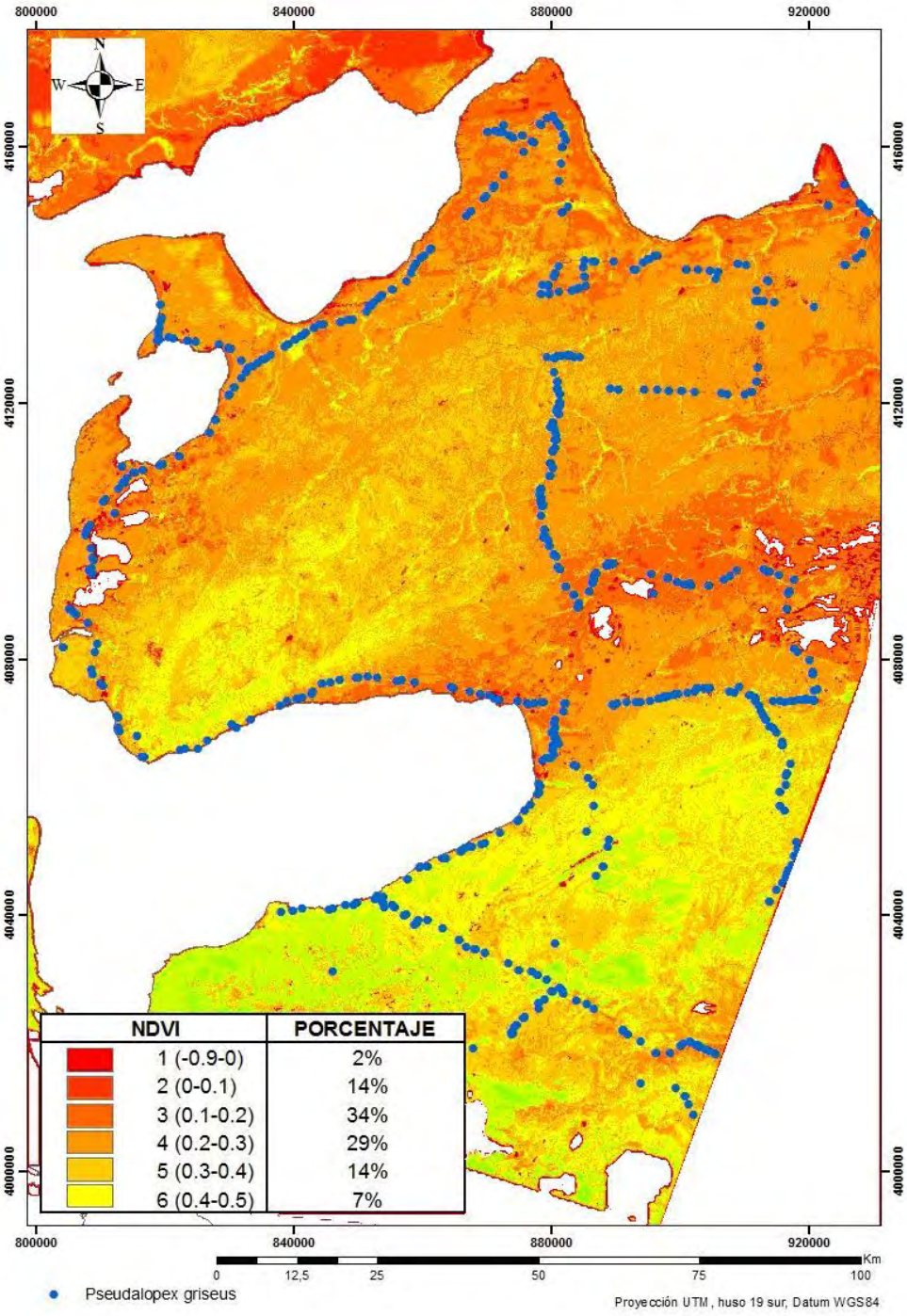
Tabla 9: Cantidad y porcentaje de zorros por clase de NDVI.

CLASE DE NDVI	N° 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%

De una muestra representativa de 877 individuos, como se observa en la tabla 9, el 63% de los zorros prefieren habitar lugares que poseen un NDVI entre 0.1 y 0.3 (número 3 y 4) es decir, áreas pobres en vegetación. El 14% de los zorros se encuentra en los NDVI 0-0.1 (número 2) y 0.3-0.4 (número 5), quedando sólo un 9% de individuos que habitan entre los NDVI entre -0.9-1 y 0.4-0.5. Dejando de esta forma los NDVI mayores a 0.5 sin ningún zorro.

La imagen del mapa 1, muestra en rojo áreas con bajo NDVI y en verde áreas con alto NDVI. Dado que valores altos están asociados habitualmente a vegetación sana y vigorosa, podemos desprender que los zorros grises prefieren zonas con valores medio-bajos de NDVI, es decir áreas color naranja.

Mapa 1: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de NDVI en Tierra del Fuego.



5.3.2. ALTITUD (DEM)

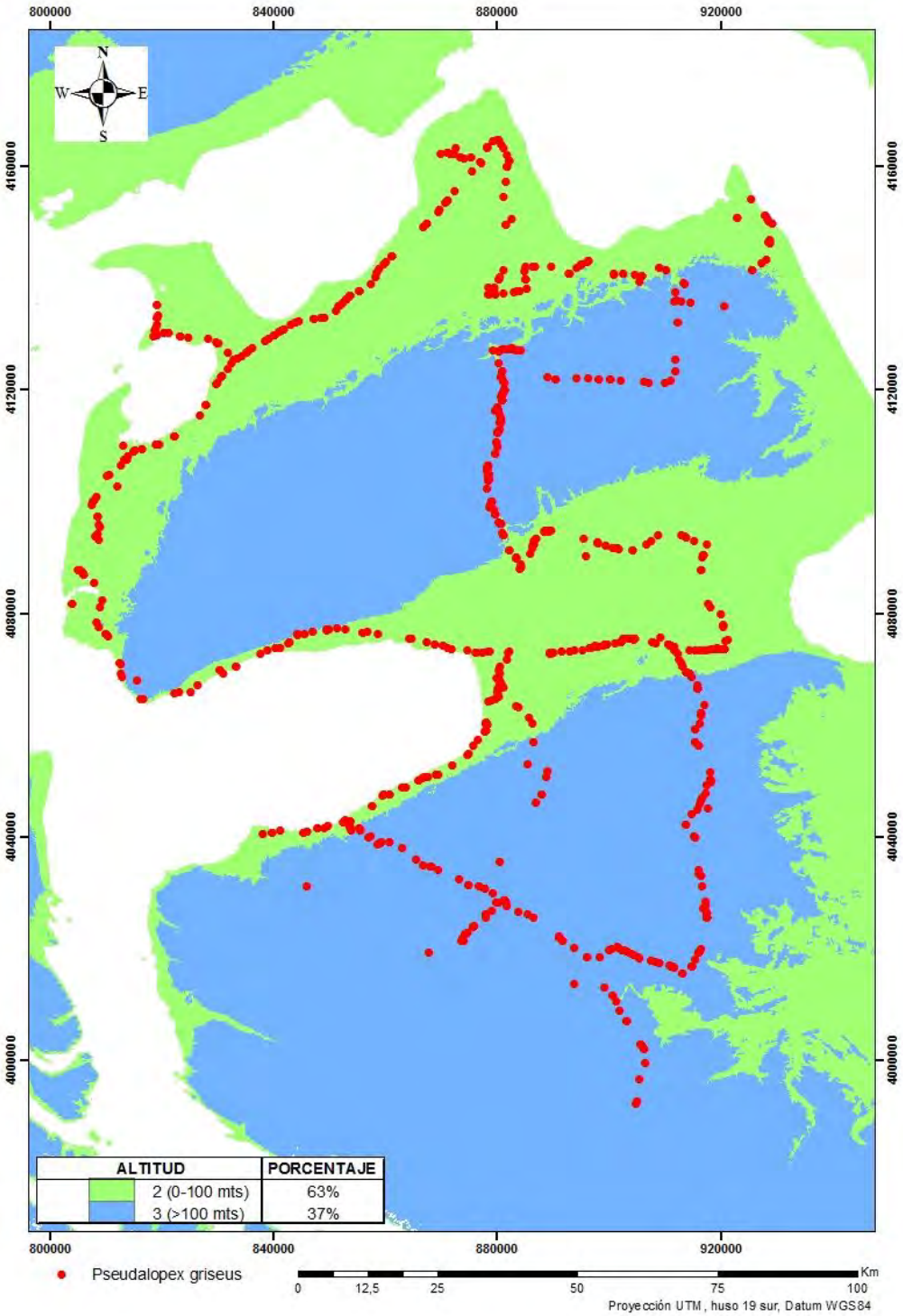
Tabla 10: Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de altitud.

CLASE DE ALTITUD	N° ZORROS	PORCENTAJE DE ZORROS
1 (0 mts)	0	0%
2 (0-100 mts)	553	63%
3 (>100 mts)	324	37%
Totales	877	100%

Al asociar esta variable con los datos de zorro gris, como se observa en la tabla 10, obtenemos que la altitud más utilizada es la número 2, (entre 0 y 100 m de altitud sobre el nivel del mar), concentrándose un 63% de los zorros. El restante 37% se encuentra sobre los 100 m (altitud 3).

En el mapa 2 se observa la distribución del zorro gris según altitud en Tierra del Fuego y el porcentaje de zorros encontrados en cada clase.

Mapa 2: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de altitud en Tierra del Fuego.



5.3.3. ORIENTACION

Tabla 11 : Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de orientación.

CLASE DE ORIENTACION	N° ZORROS	PORCENTAJE DE ZORROS
1 (Plano)	2	0%
2 (Norte)	36	4%
3 (Noreste)	103	12%
4 (Este)	164	19%
5 (Sureste)	151	17%
6 (Sur)	139	16%
7 (Suroeste)	87	10%
8 (Oeste)	148	17%
9 (Noroeste)	47	5%
Totales	877	100%

De la tabla 11 podemos desprender que los zorros grises no tienen una preferencia en relación a la orientación debido a la uniformidad de distribución a lo largo de esta variable.

La mayor concentración de zorro gris, el 19%, se ubica en orientación Este y de ahí va disminuyendo, encontrandose el 17% en las orientaciones Sureste y Oeste, y el 16% de las observaciones en el Sur. El 69% de los zorros grises se ubica en las orientaciones Este, Sureste, Sur y Oeste. (4,5,6 y 8 respectivamente). No se observan zorros en terrenos planos.

No se entrega el mapa de esta variable ya que no suministra información gráfica relevante y lo suficientemente clara.

5.3.4. PENDIENTE

Tabla 12: Cantidad y porcentaje de zorro gris por clase de pendiente.

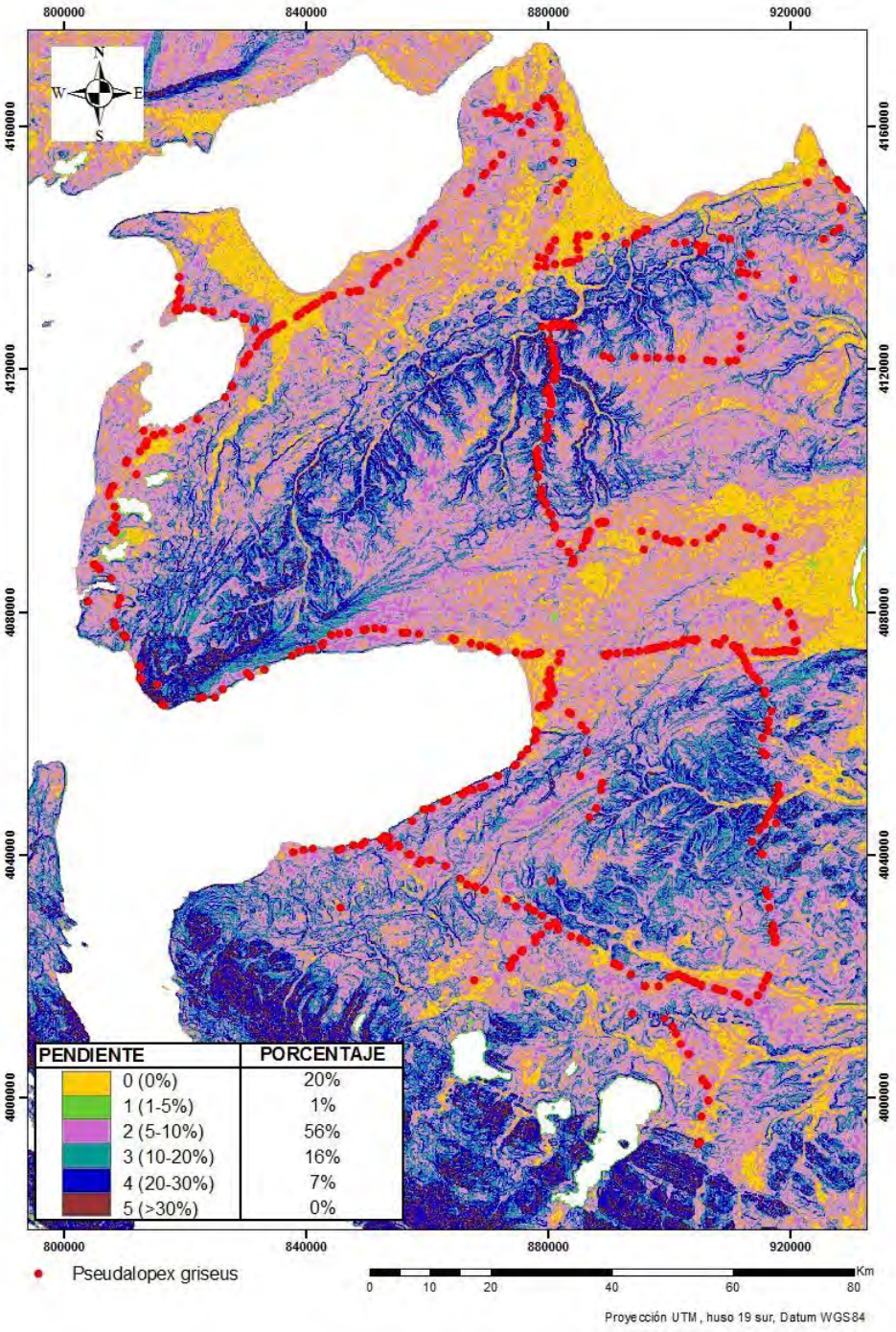
CLASE DE PENDIENTE	N° ZORROS	PORCENTAJE DE ZORROS
0 (0%)	175	20%
1 (1-5%)	5	1%
2 (5-10%)	493	56%
3 (10-20%)	141	16%
4 (20-30%)	61	7%
5 (30-100%)	2	0%
6 (> 100%)	0	0%
Totales	877	100%

Se destaca que el 56% de los zorros habita en áreas con pendiente entre 5-10%. Pero llama la atención además que en la clase inmediatamente anterior (entre 1-5 % de pendiente) exista una disminución tan brusca encontrándose sólo un 1% de zorros y en áreas sin pendiente (0%) vuelva a subir a 20% de zorros. Es difícil dar una explicación de este resultado sólo con estos datos, para esto se necesitaría estudios más acabados.

Se observa que sobre 30% de pendiente no se encuentran zorros grises en Tierra del Fuego.

El mapa 3 presenta la distribución del zorro gris en Tierra del Fuego en relación a la pendiente. Con esto se obtuvo el porcentaje de zorros en cada clase, prediciendo la opción de habitat en relación a esta variable.

Mapa 3: Porcentaje de zorro gris en las distintas clases de pendiente en Tierra del Fuego.



Obtenidas las coberturas finales, para las variables NDVI y pendiente, con sus respectivas tablas del porcentaje de zorros, se procedió a realizar un modelo multiplicativo simple de probabilidad de avistamiento de zorro gris en Tierra del Fuego (mapa 4) por medio de la extensión “Spatial Analist” con la herramienta “Raster calculator” de ArcGis 9.2 como se ejemplifica en la tabla 13.

No se utilizaron las variables altitud y orientación, debido a que son variables muy parejas en sus resultados y que aportan poca información de preferencia de hábitat para el zorro gris.

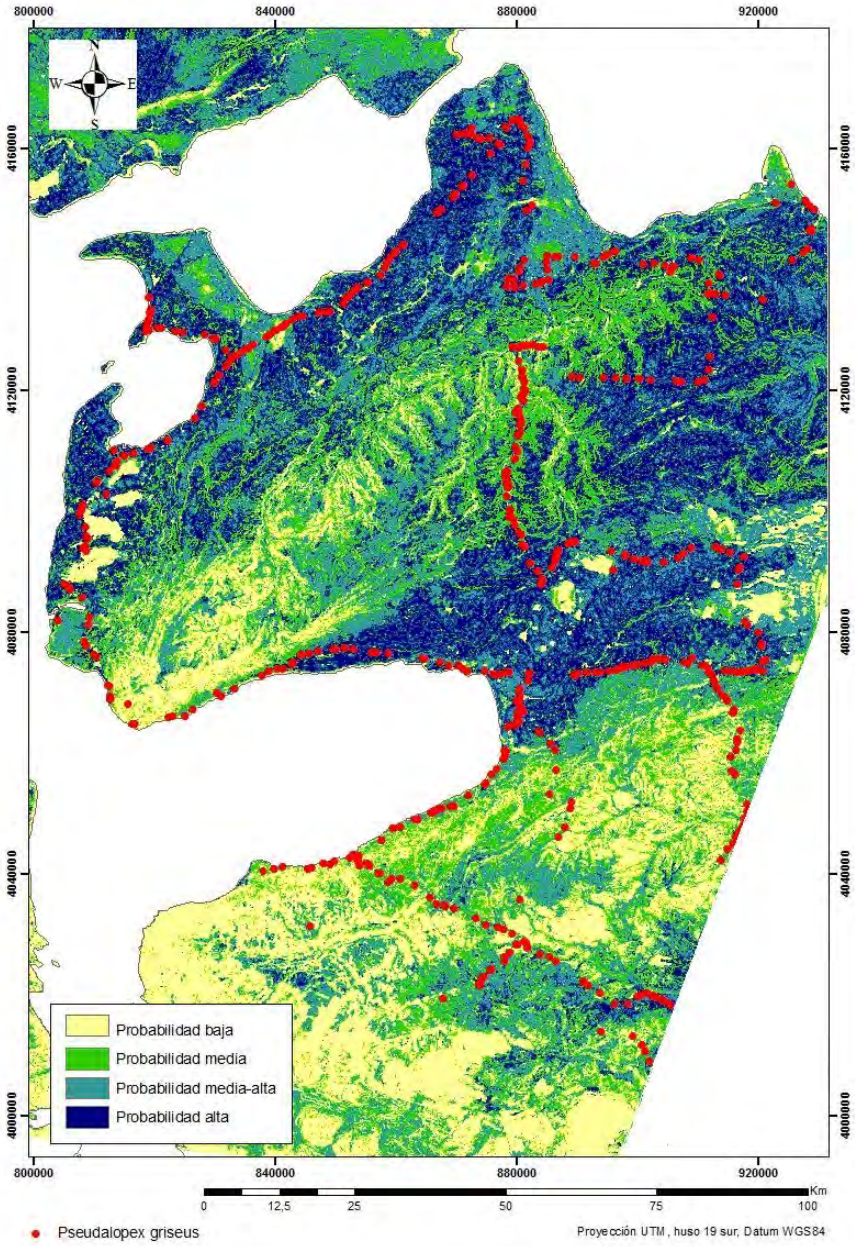
Tabla 13:Explicación del cálculo realizado con la herramienta Spatial Analist – Raster calculator.

		% Zorros gris / NDVI					
		0	2	7	14	29	34
% Zorro gris / Pendiente	0	0	0	0	0	0	0
	1	0	2	7	14	29	34
	7	0	14	49	98	203	238
	16	0	32	112	224	464	544
	20	0	40	140	280	580	680
	56	0	112	392	784	1624	1904

Leyenda:

COLOR	PROBABILIDAD
	Probabilidad baja
	Probabilidad media
	Probabilidad media alta
	Probabilidad alta

Mapa 4: Zonas de avistamiento potencial del zorro gris en Tierra del Fuego



Como se observa en el mapa 4, el zorro gris puede estar habitando otras zonas de Tierra del Fuego que actualmente no son muestreadas por el SAG. Lo que agravaría aún más el problema que existe actualmente de densidad poblacional de esta especie y su conflicto con la actividad ganadera que se desarrolla en la zona, problema que abordaremos a continuación.

5.4. Conflicto del zorro gris con actividades productivas y otras especies en Tierra del Fuego.

Los carnívoros son animales especialmente complejos en su relación con el ser humano, debido en gran medida a los hábitos que poseen. Son predadores por naturaleza, tienen una dieta de alto nivel proteico y áreas de distribución generalmente extensas, que los exponen a una competencia e interacción recurrente con el ser humano (Bolkovic et al, 2006). Este conflicto ancestral, si bien es más evidente en los carnívoros de mayor tamaño, también se manifiesta en especies de tamaño mediano y pequeño, como es el caso en Chile del zorro gris en Tierra del Fuego, especie que fue introducida en la isla y que ha tenido un fuerte aumento poblacional, lo que ha llevado a que esta especie sea cazada activamente desde el año 1998.

El SAG, en el año 2001, realizó un informe sobre el impacto de la fauna silvestre en la producción agropecuaria de Magallanes revelando que el 76% de los predios ganaderos de la región reconocen interacción entre la fauna silvestre y su actividad productiva, destacando que en el 81% de los casos se trata de un efecto significativo. Las comunas más afectadas, como lo muestra la tabla 14, son Primavera, Porvenir, y Torres del Paine con un 100%, 94%, y 94% respectivamente de los predios afectados.

Tabla 14: Percepción del daño por fauna silvestre a predios ganaderos de la región.

PERCEPCION DEL DAÑO POR FAUNA SILVESTRE POR PROVINCIA Y COMUNA	P. Magallanes				P. U. Esperanza		P. T del Fuego		
	Lag. Blanca	San Gregorio	Río Verde	Pta. Arenas	Pto Natales	T. Paine	Porvenir	Primavera	Timaukel
Están afectados por fauna silvestre %	96	75	67	79	53	94	94	100	75
Estiman daño significativo %	83	83	83	82	51	84	100	91	100

Fuente: Soto 2001

Dentro de los carnívoros, cada uno tiene una participación diferente en la predación, como lo plantea el SAG en su informe (Soto, 2001). En un plano regional y sobre la base de un promedio simple de los valores registrados por la especie en cada comuna, los carnívoros tendrían el siguiente ordenamiento relativo según importancia: zorro gris (27%), puma (21%), zorro culpeo (14%), perro asilvestrado (15%), huroncito, quique y visón (1%).

En la Provincia de Tierra del Fuego, el zorro gris representa la mayor causal de depredación, con valores por comunas de Primavera (66%), Porvenir (50%) y Timaukel (31%). Sólo contando la provincia de Tierra del Fuego, donde no existe el puma como predador, el zorro gris sería el causante del 49% de las depredaciones. El

51% restante se divide entre la gaviota dominicana, *Larus dominicanus* (27%), carancho, *Polyborus plancurus* (18%), visón, *Mustela vison* (1%) y el perro asilvestrado, *Canis familiaris* (4%).

5.4.1. Depredación por especie.

5.4.1.1. Ovinos.

Los resultados indican que la depredacion sobre ovinos a nivel regional sería de 52.795 ovinos al año. Con las mayores pérdidas registradas en las comunas de Porvenir con 18.900 ovinos, Primavera y Timaukel con 8.128 y 2.640 animales respectivamente.

Esta depredación se da en distintas proporciones, como lo muestra la tabla 15. La categoría donde más se concentran los ataques es el cordero, con un promedio de 36%. La segunda es la oveja adulta, que se encuentra sobre el borrego, explicándose esta situación debido a la mayor vulnerabilidad de la oveja dado el estrés que significa el proceso de parición y lactancia (época de primavera), variables que son facilitadoras para la predación causada por los zorros.

Tabla 15: Categorías de animales depredados en ovinos.

CATEGORIA DE OVINO	Promedio	DE
Corderos %	36	4,91
Borregos %	23	4,76
Ovejas %	29	5,95
Capones %	6	3,72
Carneros %	6	4,25

DE: Desviación estandar

Esta depredación ademas varía según epocas de año y lugares según comuna:

- Porvenir: tiene una marcada concentración de la predación en primavera y los ataques se producen preferentemente en ambientes de matorral con suaves lomajes.
- Primavera: concentra por igual la predación en las estaciones de primavera e invierno y los ataques se producen principalmente en ambientes de matorral en zonas de suaves lomajes.
- Timaukel: presenta niveles de predación parejos en las estaciones primavera, verano e invierno, siendo menor en otoño; los ataques se producen preferentemente en vegas y valles asociados con aguadas.

5.4.1.2. Bovinos.

La depredacion sobre bovinos no existe en la provincia debido a la ausencia de pumas y al parecer el zorro por tamaño no sería capaz de predarlo a ninguna edad.

5.4.1.3. Equinos.

Cosa similar ocurriría con los equinos, en que la depredación se concentra en los potrillos y de ello se resposabiliza en todos los casos al puma.

En la actualidad, se reportan en Tierra del Fuego ataques y muertes del ganado ovino, especialmente borregos, provocados por zorro gris. No se le atribuyen al zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus lycoides*), debido a su baja densidad en la zona centro y norte de la isla. Además, se cree que ha sido desplazado hacia el sur de la isla y hacia la Cordillera de Darwin o Andes Fueguinos, debido a la competencia del zorro gris o por la caza ilegal de la especie[1]. Por otra parte, la temporada de caza de esta especie termina el 31 de julio, para posteriormente comenzar la temporada de apareamiento entre los meses de agosto y octubre. Después de dos meses de gestación y un mes ocultos en la madriguera, los cachorros de zorro gris comienzan a salir y alimentarse. Esto coincide con la temporada de pariciones de las ovejas (aproximadamente en septiembre). En este período los padres enseñan a sus crías a cazar corderos y borregos, y es donde se produce el mayor índice de ataques[1].

El zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus lycoides*), subespecie endémica de la zona, es otra de las especies afectadas por el zorro gris en Tierra del Fuego. Se restringe a los bosques del área sur de la isla y, al parecer, la cacería y la introducción del zorro gris han sido los factores causantes de su disminución. Esta subespecie actualmente se encuentra en serio peligro de extinción (Conama, 2005a).

Otra especie amenazada por la introducción del zorro es el canquén colorado *(Chloephaga rubidiceps*), especie nativa de la zona y con graves problemas de conservación. El zorro gris se nombra como el **factor principal** de la disminución de esta especie en Tierra del Fuego. Especie abundante hasta 1950, en que se estimaba su población en miles de individuos y constituía más del 50% del total de gansos silvestres.

[1](Juan Ferrada, SAG Región de Magallanes, octubre 2007, *com pers*).

Desde entonces, presenta un fuerte declive. Censos exhaustivos realizados en Chile en el año 2001, determinaron una población de 900 individuos registrándose 32 parejas reproductivas distribuidas en el área de San Gregorio, Desembocadura del Río San Juan y el sector norte de Tierra del Fuego (Conama 2005b). Esta disminución se debe a la depredeción de huevos y pichones y por la escasez de hábitat seguros para nidificar (Blanco, 2001).

Es por esto que el SAG de la Región de Magallanes autoriza todos los años entre el 1 de mayo y 31 de julio la caza de zorro gris en la provincia de Tierra del Fuego y a partir del año 2003, en forma esporádica, en las provincias de Magallanes y Última Esperanza en distintas magnitudes, debido a las presiones de los ganaderos de la zona que fundamentan pérdidas de ganado por la acción de éste.

En resumen, entre el año 1997 y 2006 se han autorizado un total de 245.184 cuotas de caza y se han declarado 46.861 capturas de zorro gris en la Región de Magallanes como lo muestra la tabla 16.

Tabla 16: Cuota de caza de zorros gris autorizados y los efectivamente cazados entre 1997 y 2007.

AÑO	AREA DE CAZA	RESPALDO LEGAL	CUOTAS AUTORIZADAS	CAZADOS DECLARADOS
1997	Provincia	Res. SAG 1233 del 30.04.1997	5.000	5.000
	Tierra del Fuego	Res. SAG 3593 del 12.11.1997	3.500	3.316
		TOTAL	8.500	8.317
1998	Provincia			
	Tierra del Fuego	Res. Sag 1981 del 30.06.1998		
		TOTAL	8000	2.831
1999	Provincia	D.S. N° 05/1998	*	
	Tierra del Fuego			
		TOTAL		
2000	Provincia	D.S. N° 05/1998	*	
	Tierra del Fuego			
		TOTAL		
2001	Provincia	D.S. N° 05/1998	*	
	Tierra del Fuego			
		TOTAL		3.831
2002	Provincia	D.S. N° 05/1998	*	
	Tierra del Fuego			
		TOTAL		1.226
2003	Provincia	D.S. N° 05/1998		
	Tierra del Fuego		*	4.724
	Provincia			
	Magallanes	Res. SAG.301 del 07.07.2003		
	Río Verde		500	300
	San Gregorio		2300	536
	Provincia			
	Ultima Esperanza			
	Natales		1700	234
	Torres del Paine		2000	
		TOTAL	6500	5.814
2004	Provincia	D.S. N° 05/1998		
	Tierra del Fuego		*	5.802
	Provincia			
	Magallanes	Res. SAG.409 del 22.06.2004		
	San Gregorio		4235	1600
	Laguna Blanca		567	168
		TOTAL	4235	6.850
2005	Provincia	D.S. N° 05/1998		
	Tierra del Fuego		*	5762
	Provincia			
	Magallanes	Res. SAG.629 del 27.05.2005		
	San Gregorio		1156	1156
	Laguna Blanca		580	580
	Río Verde		214	194
		TOTAL	1950	7.692
2006	Provincia	D.S. N° 05/1998		
	Tierra del Fuego		*	5900
	Magallanes			4400
	Ultima Esperanza		**	**
		TOTAL		10.300
2007	Provincia	D.S. N° 05/1998		
	Tierra del Fuego		*	
	Magallanes		**	**
	Ultima Esperanza		**	**
		TOTAL		

(*)Contando que en Tierra del Fuego esta permitido la caza de 10 ejemplares/cazador/jornada entre el 1 de mayo y 31 de julio, considerando un total de 30 cazadores activos, el potencial de caza seria de 27.000 ejemplares anuales.

(**)No fue autorizada la caza.

En el año 1979, los cazadores de zorros recibían en pago por piel $5000[1]. Mann (1989) cita el pago por parte de los peleteros de $4.500 pesos por cada piel de zorro. Considerando que cada cazador puede lograr en total por el período de caza 900 pieles, su ganancia total sería entre $4.000.000 y $4.500.000. Un cazador en promedio por período cazaba 440 zorros, lo que era una ganancia considerable para esos años. Actualmente, el precio fluctúa entre los $1.500 a $2.000 pesos por piel, lo que hace muy poco conveniente cazarlo por el alto costo de tiempo y dinero que esto conlleva[1]. Sin embargo, la caza peletera de esta especie continua hasta estos días.

Como dato adicional, se puede agregar que el propósito de la introducción de esta especie fue controlar la plaga de conejos (*Oryctolagus cuniculus*), lo cual hoy en día no es necesario debido a la disminución de las poblaciones de conejos la que se asocia a la introducción del virus de la mixomatosis en 1954 (Jacksic,1983). Actualmente, casi no se observan conejos en la zona centro norte, los que están circunscritos a zonas aledañas al río Chico, como tambien en Yendegaia, zona más austral de la Isla.

5.5. Medidas de manejo.

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, el zorro gris debiera ser sometido a un plan de manejo en Tierra del Fuego con miras a su extinción en algún plazo.

A continuación se presentan tres planes de manejo hipotéticos para esta especie y una cuarta situación, la actual, sin manejo. Estas simulaciones contemplan varios supuestos. Se plantea un escenario común para las 4 situaciones como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Escenario común para el cálculo de todos los planes de manejo y dinámicas poblacionales.

ESCENARIO COMUN	
Variable	Valor
Población Inicial	34.863
Crías por Hembra	4
Fertilidad	0,25
Sobrevivencia	0,45
Mortalidad	0,55
Número promedio de zorros cazados por privados	6000

[1](Juan Ferrada, SAG Región de Magallanes, octubre 2007, *com pers*).

Los datos de la tabla 17 se recopilaron de distintas fuentes. La población inicial se obtiene del último muestreo poblacional del año 2007, realizado por el SAG para la población de zorro gris en Tierra del Fuego (tabla 3). El número de crías se obtuvo de Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs Status Survey and Conservation Action Plan (González del Solar, 2004). La fertilidad (proporción de hembras en reproducción) se calculó considerando los años en los cuales la población mostró un aumento, el diferencial entre ambos años se obtuvo dividiendo por la población total del año anterior, estas cifras se promediaron para los sectores obteniendo un f = 0.25. No existiendo ningún dato fidedigno de fertilidad se prefirió trabajar con este cálculo a pesar de su inexactitud. Para obtener la sobrevivencia, se realizó una revisión bibliográfica de otras especies ya que estudios de sobrevivencia en *P. griseus* no se han efectuado (Farías, 2005). Y para el dato de mortalidad se calculó como (1-sobrevivencia). El número de zorros cazados por los privados, en promedio 6.000 ejemplares, es una aproximación de los tres útimos años de cazería del zorro gris en Tierra del Fuego (tabla 16).

5.5.1. Plan de manejo del zorro gris en Tierra del Fuego a corto plazo.

Este plan de manejo involucra una alta inversión total, $120.000.000, dando como resultado que en 5 años se erradicaría el zorro gris de Tierra del Fuego, con un costo anual de $24.000.000. Esto considerado bajo los siguientes supuestos como lo muestra la tabla 18.

Tabla 18: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris a corto plazo.

SUPUESTOS	
Precio por piel de zorro	$ 4.000
Plus Caza	6000
Caza promedio privados	6000

La tabla 19 muestra la dinámica de la población del zorro gris bajo un plan de erradicación a corto plazo sometida a los supuestos citados anteriromente.

Tabla 19: Dinámica poblacional del zorro gris con un plan de erradicación a corto plazo.

Año	Zorros nacidos post caza año anterior	Población pre caza	Población post caza	Caza privados	Plus caza	Inversión anual ($)
2008	7.844	42.707	30.707	6.000	6.000	24.000.000
2009	6.909	37.616	25.616	6.000	6.000	24.000.000
2010	5.764	31.380	19.380	6.000	6.000	24.000.000
2011	4.360	23.740	11.740	6.000	6.000	24.000.000
2012	2.642	14.382	2.382	6.000	6.000	24.000.000
2013	536	2.918	0	2.918	0	0

Tomando un precio de compra por zorro cazado de $4.000, precio atractivo para incentivar la caza, y contando que los privados en promedio estan cazando unos 6.000 ejemplares en la temporada de caza autorizada por el SAG. Y si además existiera un plus de caza anual (ejemplo: subsidiado por el SAG) de 6.000 zorros a un precio de $4.000 por zorro cazado en 5 años éste se extingue de Tierra de Fuego a un costo de $24.000.000 anuales, como lo muestra la tabla 19.

Para el año 2013, la población de zorro gris antes del período de caza sería de 2.918 animales que serán eliminados por los cazadores privados no teniendo que invertir el SAG en su eliminación.

5.5.2. Plan de manejo del zorro gris en Tierra del Fuego a mediano plazo.

Este plan de manejo involucra una inversión inferior, $107.355.500, en un período mayor de tiempo, 10 años. Esto estimado bajo los siguientes supuestos como lo muestra la tabla 20.

Tabla 20: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris a mediano plazo.

SUPUESTOS	
Precio por piel de zorro	$ 3.500
Plus Caza	2800
Aumento por temporada	100
Caza promedio privados	6000

Manteniendo los niveles de caza de los privados de 6.000 zorros anuales. El plus de caza comienza con 2800 zorros, aumentando esta cuota en 100 zorros por temporada a un costo de $3.500 por piel de zorro cazado, en un plazo de 10 años, año 2017, se extinguiría el zorro gris en la provincia de Tierra del Fuego como lo muestra la tabla 21.

Tabla 21: Dinámica poblacional del zorro gris en un plan de erradicación a mediano plazo.

Año	Zorros nacidos post caza	Población pre caza	Población post caza	Caza promedio privados	Plus caza	Inversión anual ($)
2008	7.844	42.707	33.907	6.000	2.800	9.800.000
2009	7.629	41.536	32.636	6.000	2.900	10.150.000
2010	7.343	39.979	30.979	6.000	3.000	10.500.000
2011	6.970	37.950	28.850	6.000	3.100	10.850.000
2012	6.491	35.341	26.141	6.000	3.200	11.200.000
2013	5.882	32.023	22.723	6.000	3.300	11.550.000
2014	5.113	27.835	18.435	6.000	3.400	11.900.000
2015	4.148	22.583	13.083	6.000	3.500	12.250.000
2016	2.944	16.027	6.427	6.000	3.600	12.600.000
2017	1.446	7.873	0	6.000	1.873	6.555.500

Como existe un aumento anual de caza de 100 zorros por temporada la inversión anual es variable, como se observa en la tabla 21. En promedio sería de $10.735.550 anuales.

5.5.3. Plan de manejo del zorro gris en Tierra del Fuego a largo plazo.

Este plan de manejo involucra una inversión mayor, $129.894.449, que el plan de manejo a mediano y corto plazo, pero repartidos en un período de 15 años lo que da un promedio anual de $8.659.630 pesos. Esto manejado bajo los siguientes supuestos como lo muestra la tabla 22.

Tabla 22: Supuestos para calcular los costos de erradicación del zorro gris en un largo plazo.

SUPUESTOS	
Precio por piel zorro	$ 3.000
Plus Caza	1500
Aumento por temporada	200
Caza promedio privados	6000

Al igual que en los casos anteriores, los privados cazarían en promedio unos 6.000 zorros anuales. El plus de caza comenzaría en 1.500 animales con un aumento anual

de 200 ejemplares. Como lo muestra la tabla 23 la inversión inicial es baja, la cual se incrementa anualmente en forma proporcional al aumento del plus de caza. Para llegar a la extinción de la especie para el año 2022.

Tabla 23: Dinámica poblacional del zorro gris en un plan de erradicación a largo plazo.

Año	Zorros nacidos post caza	Población pre caza	Población post caza	Caza promedio privados	Plus caza	Inversión anual ($)
2008	7.844	42.707	35.207	6.000	1.500	4.500.000
2009	7.922	43.129	35.429	6.000	1.700	5.100.000
2010	7.971	43.400	35.500	6.000	1.900	5.700.000
2011	7.988	43.488	35.388	6.000	2.100	6.300.000
2012	7.962	43.350	35.050	6.000	2.300	6.900.000
2013	7.886	42.936	34.436	6.000	2.500	7.500.000
2014	7.748	42.185	33.485	6.000	2.700	8.100.000
2015	7.534	41.019	32.119	6.000	2.900	8.700.000
2016	7.227	39.345	30.245	6.000	3.100	9.300.000
2017	6.805	37.050	27.750	6.000	3.300	9.900.000
2018	6.244	33.994	24.494	6.000	3.500	10.500.000
2019	5.511	30.005	20.305	6.000	3.700	11.100.000
2020	4.569	24.874	14.974	6.000	3.900	11.700.000
2021	3.369	18.343	8.243	6.000	4.100	12.300.000
2022	1.855	10.098	0	6.000	4.098	12.294.449

5.5.4. Dinámica poblacional del zorro gris sin manejo.

La tabla 24 muestra la dinámica poblacional de zorro gris de Tierra del Fuego si no se realizara ningún manejo adicional al actual, que es la caza autorizada por el SAG en la zona.

Tomando los datos de densidad poblacional de Jaksic (1998), las densidades ecológicas de zorros gris en Torres del Paine serían de 3,0 zorros/km^2. Pensando que Tierra del Fuego está libre de su depredador natural y que su densodependencia es un poco menor, tomaremos como densidad ecológica 4,0 zorros/km^2 por 14.749 km^2 nos daría una capacidad de carga (K) de 58.996 zorros en la zona. Por lo tanto en el siguiente cálculo se utilizó una presión de densodependencia cuando K llegue a los 60.000 individuos.

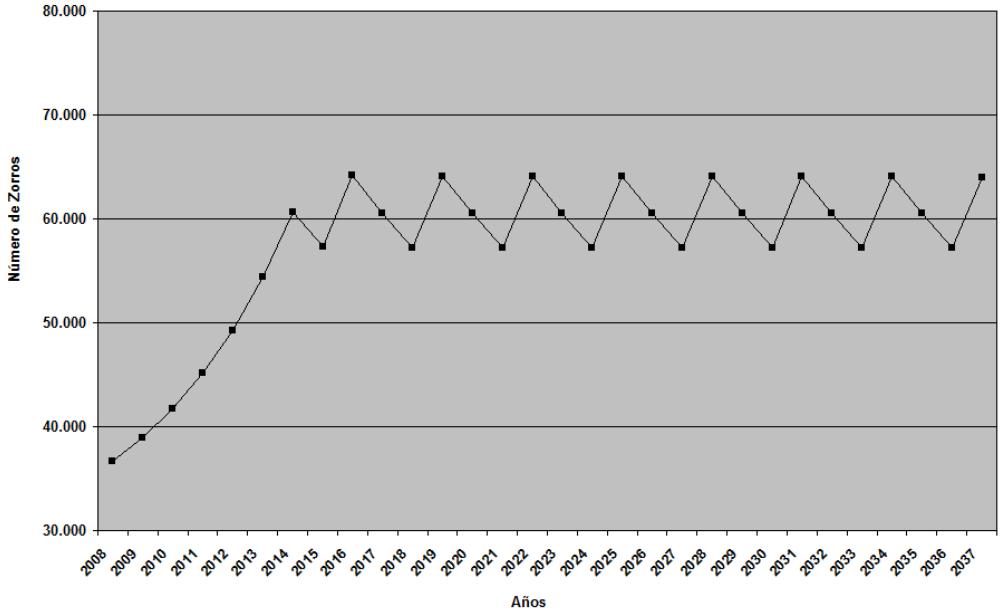
Tabla 24: Dinámica de la población de zorro gris sin plan de manejo.

Año	Zorros nacidos post caza	Población pre caza	Población post caza	Caza promedio privados
2008	7.844	42.707	36.707	6.000
2009	8.259	44.966	38.966	6.000
2010	8.767	47.734	41.734	6.000
2011	9.390	51.124	45.124	6.000
2012	10.153	55.277	49.277	6.000
2013	11.087	60.364	54.364	6.000
2014	12.232	66.596	60.596	6.000
2015	2.664	63.260	57.260	6.000
2016	12.883	70.143	64.143	6.000
2017	2.441	66.584	60.584	6.000
2018	2.665	63.249	57.249	6.000
2019	12.881	70.130	64.130	6.000
2020	2.442	66.571	60.571	6.000
2021	2.666	63.237	57.237	6.000
2022	12.878	70.115	64.115	6.000
2023	2.442	66.557	60.557	6.000
2024	2.666	63.224	57.224	6.000
2025	12.875	70.099	64.099	6.000
2026	2.444	66.542	60.542	6.000
2027	2.667	63.210	57.210	6.000
2028	12.872	70.082	64.082	6.000
2029	2.445	66.526	60.526	6.000
2030	2.668	63.195	57.195	6.000

La población se reproduciría normalmente hasta el año 2013 ya que aún no llega a la capacidad de carga (k=60.000). A partir del año 2014 incide la presión de densodependencia (negativamente) en la reproducción, afectando la fertilidad, sobrevivencia y número de crías nacidas por zorro, en forma proporcional al aumento sobre k. Cuando la población se encuentra bajo k ésta se reproduce normalmente.

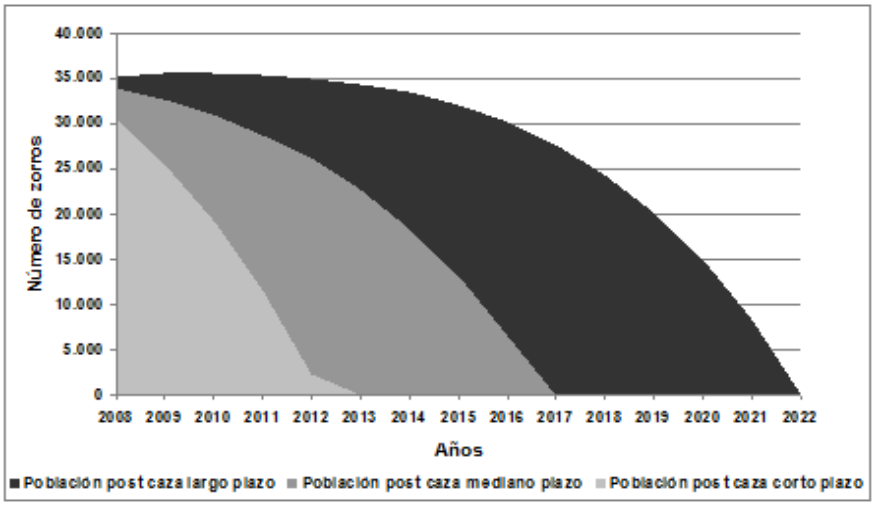
Por lo tanto la población va a tener un crecimiento logístico alrededor de k como se observa en el gráfico 1.

Gráfico 1: Dinámica poblacional de zorro gris en Tierra del Fuego.



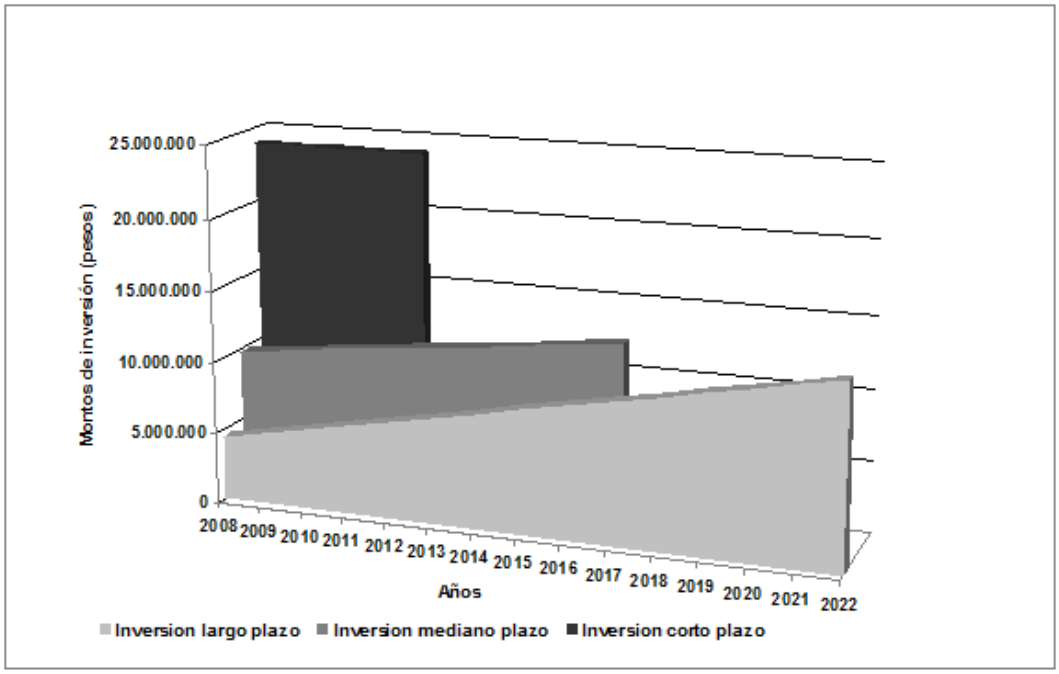
Los siguientes gráficos nos muestran comparativamente la dinámica poblacional y los montos de inversión para los 3 planes de manejos propuestos. El primero muestra la dinámica poblacional del zorro gris a lo largo de los años en los distintos escenarios descritos anteriormente (grafico 2).

Gráfico 2: Dinámica de la población de zorro gris según los tres planes de manejo propuestos.



El segundo gráfico nos entrega la inversión a realizar en cada uno de los planes de manejo a lo largo de los años (gráfico 3).

Gráfico 3: Inversión en el tiempo para cada uno de los escenarios.



6. DISCUSIÓN

Las poblaciones de zorro gris han sido permanentemente cazadas en la Región de Magallanes. En la Tabla 16 se especifican las cuotas de caza otorgadas por el SAG entre los años 1997 y 2006. Esta actividad habría supuestamente frenado el crecimiento de la especie en algunos sectores de la región mientras que en otros no habría tenido éxito. En este estudio se analizaron los datos disponibles de muestreos poblacionales de esta espcie en varios sectores de la región con el fin evaluar su trayectoria poblacional.

Un primer aspecto que debe discutirse, dice relación con el método de muestreo que se realiza en la región para el “censo” anual de zorros. Como se detalló anteriormente, el método utilizado es el de transecto de ancho variable, lo que corresponde a una trayectoria arbitrariamente seleccionada en la cual se realizan observaciones en forma perpendicular identificando el individuo en cuestión y anotando la distancia de observación. Posteriomente, finalizado el trayecto se obtiene su longitud.

Existe una diversidad de métodos de muestreo (Novaro, 1996; Novaro, 2000; Torre *et al* 2003; Trewhella, 1988), que se han aplicado en otras latitudes. Estos métodos pueden tener varios pros y contras cuando se comparan con el recuento por transecto, que deberían ser analizados para comparar su eficacia y costos. Son conocidos los métodos indirectos, tales como visitas a estaciones de cebado y odoríferas o índice de huellas, que son más económicos y adecuados para el seguimiento de poblaciones de carnívoros debido a que son especies que generalmente presentan densidades bajas, ámbitos de hogar grandes y donde observaciones directas son infrecuentes (Pacheco et al, 2004). No se conocen estudios comparativos entre estas técnicas para validar la calidad de los datos y eventualmente evitar el realizar esfuerzos de campo mayores a los necesarios.

Una variable que influye en los muestreos es la condición meteorológica del momento. En la planilla de estimación poblacional entregada por el SAG (tabla 26, anexos) no existía una estandarización sobre esta variable hasta el año 2006. El observador escribía el dato según su percepción por lo que no permitió una clasificación optima ni un análisis exhaustivo. En condiciones climáticas favorables para la visibilidad, esto es, soleado, parcial o nublado no existiría error en la detección, pero en condiciones adversas como neblina, lluvia o nieve la detectabilidad disminuye notoriamente y con esto cambian los resultados.

La distancia de observación del zorro desde la línea de transecto es otra variable muy subjetiva en estos muestreos. Después de 4-5 horas de observación la capacidad de concentración y observación se ven disminuidas por el cansancio, haciendo que se sobre o subestime esta variable. Por ello se aconseja el uso de telémetros (range finders) para estandarizar la medición de esa distancia. Hay que recordar que este método se basa en el supuesto de que, aún con muy buena visibilidad, a medida que los objetos están más alejados de la línea de transecto la función de detectabilidad decae hasta hacerse cero.

Por otra parte, independientemente del método que se use, un elemento de la mayor importancia es la falta de información biológica sobre la especie en las diversas regiones. Se desconocen datos de fertilidad, fecundidad, mortalidad y sobrevivencia del zorro gris, así como de otras especies. De esta manera cualquier estudio que se realice resultará incompleto cuando se trate de hacer proyecciones, puesto que se debe trabajar con muchos supuestos.

En relación con los resultados se puede destacar lo siguiente:

Magallanes

Magallanes mantuvo una tendencia constante en su población a lo largo de los años (Tabla 2). Con excepción del año 2006 en que la densidad poblacional llegó a 3 individuos/km. Cabe mencionar la posibilidad de que exista alguna relación entre la variación poblacional anual de los zorros con la caza autorizada en la zona, debido a que desde su autorizacion (2003) los zorros aumentaron su densidad, coincidiendo que para el año 2007, cuando no fue autorizada la caza, la población disminuye (tabla 25). La pregunta evidente es ¿qué estará influyendo en esta dinámica?

Tabla 25 : Densidad poblacional anual y número de zorros cazados autorizados por SAG para la zona de Magallanes.

ZONA MAGALLANES		
Año	Densidad	Caza autorizada
1999	2.02	N.A
2000	1.74	N.A
2001	2.18	N.A
2002	1.63	N.A
2003	1.84	836
2004	2.28	1768
2005	2.74	1900
2006	3.06	4400
2007	2.25	N.A

N.A: caza no autorizada

Quizás la población de zorros en Magallanes se mantenía alrededor de su capacidad de carga (k) y cuando comenzó la caza en la zona la población tuvo acceso a más recursos e hizo que aumentara la densidad de zorros en la zona.

Última Esperanza

En el caso de Última Esperanza, la población venía en aumento hasta el 2005. Entonces, ¿qué le hizo disminuir tan bruscamente? ¿Aumentó la caza? ¿Aumentó la mortalidad natural? ¿Disminuyó la fertilidad? ¿Existió algun evento (natural o artificial) que produjera la muerte espontánea de los zorros?

La caza sólo se autorizó para el 2003, permitiendo cazar un total de 3700 unidades y declarándose 234 individuos (Tabla 16). Coincidiendo para ese año una caída en la

densidad de la especie (Tabla 4), pero posteriormente la caza no fue autorizada ¿La brusca disminución del 2006 y mantención para el 2007 tendría una explicación en el aumento de la mortalidad natural? Si fuera así, el SAG en sus recorridos de rutina habría notado la presencia de cadáveres en la zona o de carroñeros, situación al menos no registrada. Una disminución tan brusca de la fertilidad no debiese de afectar de forma tan notoria transformándose en una situación difícil de explicar.

Podría pensarse en un aumento en la caza furtiva, considerando que en Magallanes no se autorizó la caza para el 2007, pero tampoco se dispone de datos sobre un aumento sorpresivo de caza furtiva en la zona.

Tierra del Fuego

Para la población de zorros en Tierra del Fuego, que venía en retroceso sostenido, llegando al 2005 a 7879 ejemplares, se produce una recuperación impresionante alcanzando la estimación de 33185 individuos para el 2006 y de 34863 individuos para el 2007 (Tabla 3). Una posible explicación indica que esta población, sometida a una fuerte presión de caza debiera de haber seguido disminuyendo. Estos hechos pueden tener varias explicaciones que requerirían un análisis más exhaustivo de las posibles causas. Una de las posibles explicaciones sería que habría un problema metodológico en los muestreos, pero ¿cómo podemos explicar que siga este problema, siendo que los muestreos realizados en el tiempo del estudio son hechos por las mismas personas? En los transectos del 2006 y 2007 en Tierra del Fuego, aparecieron grandes conglomerados de ejemplares que no se ven en los recuentos previos. ¿Qué mecanismo explica que en el 2006 y 2007 se recuenten tantos especímenes agrupados?

Otra explicación podría ser que estas poblaciones presenten ciclos. Sin embargo, el aumento debe ser progresivo. Ningún factor externo podría explicar con facilidad un incremento poblacional de 4,2 veces en un año. Los ciclos además se asocian a cambios en las densidades previas de las presas y no se conoce ningún aumento explosivo de ellas en Tierra del Fuego.

Es difícil poder decir con exactitud que esta pasando con las poblaciones de zorro gris en la Región de Magallanes por lo errático de los resultados ¿Que variables estarían afectando? ¿ Como podriamos tratar de minimizar estos errores?. La minimización de los errores es directamente proporcional al control de las variables, las principales variables como la metodología de muestreo, donde se debiese considerar los aspectos climáticos e infraestructura, fueron analizadas anteriormente.

A través de un Sistema de Información Geografica (SIG), se obtuvo la preferencia de hábitat del zorro gris en Tierra del Fuego en relación a cuatro variables ambientales (NDVI, pendiente, orientación y altitud). Siendo el NDVI y la pendiente, las variables que nos entregaron mayor información al respecto, como lo veremos a continuación.

Los zorros habitaron preferentemente zonas con un NDVI menor a 0.5. Esto puede significar que: los muestreos fueron realizados en zonas de vegetación pobre o poco vigorosa, que la detectabilidad fue difícil en zonas boscosas o de vegetación más densa, o que la preferencia de hábitat para esta especie son de este tipo de ambientes en Tierra del Fuego.

Lo que debemos tener en cuenta es que este índice permite conocer el estado de la vegetación en un momento determinado, por lo tanto, sería muy precipitado determinar que las poblaciones de zorros no se encontrarían asociadas a vegetación boscosa o más vigorosa. Para esto sería más conveniente usar otro tipo de metodología de muestreos, como por ejemplo, trampas odoríferas que se pueden poner en áreas boscosas que son zonas difíciles de observar a ojo desnudo.

El análisis en relación a la pendiente nos entrega que esta especie selecciona áreas con inclinación bajo el 10%, ya que 75% de las observaciones se incluyen dentro de esta categoría.

Asociando estos dos resultados, se predijo en Tierra del Fuego posibles lugares de avistamiento del zorro gris (mapa 4), áreas donde no se realizan los muestreos del SAG actualmente. Esto nos proporciona información para que a futuro se realicen muestreos en estas zonas con el fin de evaluar con mayor exactitud el tamaño poblacional de esta especie que es conflictiva en Tierra del Fuego. Para así poder realizar planes de manejos más acordes con la realidad.

En la actualidad la introducción del zorro gris en Tierra del Fuego dejó de cumplir su propósito que fue erradicar la plaga de conejos que acontecía.La especie es catalogada como una especie conflictiva y los ganaderos alegan pérdidas de ganado por parte del zorro y además amenaza a otras especies de fauna silvestre de la zona. Esto hizo que en 1998 se autorizara la caza de esta especie en la zona, pero aun así no se logra disminuir este conflicto. Por eso se debiera pensar en realizar algún plan de manejo con el fin de erradicar esta especie. Con los datos actuales de población del zorro gris en la zona y manejándola bajo ciertos supuestos (tabla 20), se obtuvo que la mejor estrategia de erradicación sería a mediano plazo, realizando una inversión anual de $10.000.000 y en un plazo de 10 años se podría extinguir el zorro gris en Tierra del Fuego.

7. CONCLUSIONES

- La tendencia poblacional del zorro gris (*Pseudalopex griseus*) en la Región de Magallanes tuvo distintas orientaciones según provincia. En Magallanes la población se mantuvo constante dentro de las oscilaciones poblacionales a los largo de los años, en cambio en Tierra del Fuego existió un aumento sorpresivo los dos últimos años contraponiéndose a la tendencia de los años anteriores, al igual que en Última Esperanza pero en forma inversa.
- Se describió la preferencia de hábitat del zorro gris en Tierra del Fuego utilizando un Sistema de Información Geográfica. A través del NDVI y la pendiente se obtuvo que los zorros se encuentran preferentemente en lugares de vegetación menos densa e inclinación media baja.
- Dado que el zorro gris es una especie conflictiva para el desarrollo de la ganadería y sobrevivencia de otras especies nativas en la provincia de Tierra del Fuego, esta especie se debiera someter a un plan de manejo con miras a su extinción. Según el estudio realizado el mejor plan de manejo para llegar a este objetivo sería el de mediano plazo, que consta en una inversión anual de 10.000.000 de pesos, con lo cual, en un plazo de 10 años el zorro gris podría desaparecer de la isla.

El presente trabajo ha pretendido integrar el pasado y el presente del zorro gris (*Pseudalopex griseus*) como base para predecir su futuro.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANGERBJOERN, A; TANNERFELDT, M; BJAERVALL, A; ERICSON, M; FROM, J; NOREN, E. 1995. Dynamics of the arctic fox population in Sweden Annales Zoologici Fennici [ANN. ZOOL. FENN.], 32 (1): 55-68.

2. BARBA-MACÍAS E , RANGEL-MENDOZA J, RAMOS-REYES R (2006). Clasificación de los humedales de tabasco mediante sistemas de información geográfica. Universidad y Ciencia, 22 (2):101-110.

3. BENSE, T. 2007. Tutorial - Introducción a la percepcion remota. Sextas Jornadas de Educación en Percepción Remota en el Ambito del Mercosur. SELPER, Uruguay.< http://www.teledet.com.uy/tutorial-imagenes-satelitales/imagenes-satelitales-tutorial.htm> [consulta: 8 septiembre 2008]

4. BLANCO, D. E. 2001. Mejorando la situación de conservación del Cauquén Colorado (Chloephaga rubidiceps) en Argentina y Chile. Wetlands International. 4 pp.

5. BLANCO, D., MATUS, R., BLANK, BENEGAS, L., GOLDFEDER, S., MOSCHIONE, F., ZALBA, S. 2001 Manual para la Conservación del Cauquén (Canquén) Colorado en Argentina y Chile. Wetlands International – Américas. Buenos Aires.

6. BOLKOVIC, M. L., RAMADORI, D. (eds.). 2006. "Manejo de Fauna Silvestre en la Argentina. Programas de uso sustentable". Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Buenos Aires. 168 págs. + 8 ilust <http://www.ambiente.gov.ar/?idArticulo=3382>

7. 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 julio 1998.

8. CEA. 2008. Centro de estudios agrarios & ambientales. Laboratorio SIG. Cartografía de evaluación de hábitat para vida de humedales en la Provincia de Valdivia (camarones, ranas, plantas palustres). [en línea] http://www.ceachile.cl/ [consulta: 8 septiembre 2008]

9. CONAMA 2005. Ficha web P*seudolopex culpaeus*. [en línea] <http://www.conama.cl/clasificacionespecies/Anexos_primer_proceso/Fichas_especies_oficializadas_2005/FichaWEB_Pseudalopex_culpaeus.doc> [consulta: 22 julio 2008]

10. CONAMA 2005. Ficha web Canquen colorado. [en línea] <whttp://www.conama.cl/clasificacionespecies/Anexos_primer_proceso/Fichas_especies_oficializadas_2005/FICHA_Web_CanquenColorado.doc> [consulta: 22 julio 2008]

11. DURAN J. C. ; CATTAN P. E. ; YANEZ J. L. 1985. The grey fox *Canis griseus* (Gray) in chilean patagonia (Southern Chile). Biological Conservation, 34 (2): 141-148.

12. FARIAS V., TODD K. FULLER, ROBERT K. WAYNE AND RAYMOND M. SAUVAJOT (2005). Survival and cause-specific mortality of gray foxes (*Urocyon cinereoargenteus*) in southern California. *Journal of Zoology,* 266: 249-254 doi:10.1017/S0952836905006850.

13. GARCÍA, J., CADENAS, R., AND SIMON MATA, M. A. 2004. Aplicación de un sistema de evaluación multicriterio a la conservación de fauna silvestre mediante un S.I.G.: 1-11. EGMASA & Consejería de Medio Ambiente - Junta de Andalucía.

14. GARCÍA-LINO, M., PALABRAL-AQUILERA, N. 2006. Aplicación de Técnicas Cartográficas y de Teledetección en la Investigación y Conservación de los Yungas Bolivianos. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 49-58 pp.

15. GONZÁLEZ DEL SOLAR, R. Y J. RAU. 2004. Chilla. *Pseudalopex griseus*. En C. Sillero-Zubiri, M. Hoffman y D. Macdonald (eds.) *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. Gland, Suiza, IUCN/SSC Canid Specialist Group. Pp. 56-63. (Disponible en http://www.canids.org/species/Chilla.pdf)

16. HAINES, A., CASO, A., TEWES, M. AND REDEKER, E. (2005). Using landsat imagery to identify potential ocelot habitat in Tamaulipas, Mexico. Feline Research Program, Caesar Kleberg Wildlife Research Institute Texas A&M University-Kingsville.

17. JAKSIC, F. M., YAÑEZ, J., & RAU, J. 1983. Trophic relation of the southern most population of Dusicyon in Chile. Journal of Mammalogy, 64: 693-697.

18. JAKSIC, F. M. 1998. Ecología de los vertebrados de Chile, Segunda edición. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 262 pp.

19. JAKSIC FM y JL YAÑEZ. 1983. Rabbit and fox introduction in Tierra del Fuego: history and assessment of the attempts at biological control of the rabbit infestation. Biological Conservation 26:367-374.

20. MANN, A. 1989. Conservación de la fauna en Chile: Actualidad y proyección futura. Avances en Medicina Veterinaria, Vol.4 (1): pp. Enero-junio 1989.

21. MOREIRA, A. 1996. Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Ambiente y Desarrollo, 12 (2): 80 – 86.

22. NASA Landsat Program, 1985, Landsat TM scene L7CPF20020701_20020930_03, GeoCover, USGS, Sioux Falls, 04/05/1985. <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>

23. NOVARO, A. J., M. C. FUNES, F. VIDELA, S. PUIG, R. G. del Solar, et al. 1996. Monitoreo de poblaciones de carnívoros en la Patagonia. En: Libro de Resúmenes de las XI Jornadas de Mastozoología, SAREM, San Luis, Argentina.

24. NOVARO, A. J., M. C. FUNES, C. RAMBEAUD y O. MONSALVO. 2000a. Calibración del índice de estaciones odoríferas para estimar tendencias poblacionales del zorro colorado (*Pseudalopex culpaeus*) en Patagonia. Mastozoología Neotropical 7:81-88.

25. PACHECO, L. 2004, Monitoreo de grandes mamíferos en praderas altoandinas y bosques nublados de Bolivia. Asociación Argentina de Ecología. Ecología Austral 14:121-133.

26. PACHECO, L., GALLARDO, G., NUÑEZ, A., 2004. Diseño de un programa de monitoreo para puma y zorro en el Altiplano. Ecología en Bolivia, 39(2): 21-32.

27. SOTO N., 2001. Impacto de la fauna silvestre en la producción agropecuaria de Magallanes. Informe encuesta a ganaderos. Servicio Agrícola y Ganadero Región de Magallanes y Antártica Chilena.

28. THOMAS, L., LAAKE, J.L., STRINDBERG, S., MARQUES, F.F.C., BUCKLAND, S.T., BORCHERS, D.L., ANDERSON, D.R., BURNHAM, K.P., HEDLEY, S.L., POLLARD, J.H., BISHOP, J.R.B. AND MARQUES, T.A. 2005. Distance 5.0. Release “x”1. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. <http://www.ruwpa.stand. ac.uk/distance/>

29. TRAVAINI, A., ZAPATA, C., ZORATTI, C., SORIA, G., ESCOBAR, F., AGUILERA, G., COLLAVINO, P. 2003. Diseño de un programa de seguimiento de poblaciones de cánidos silvestres en ambientes esteparios de la Patagonia Argentina. Acta Zoológica Mexicana 90: 1-14.

30. TREWHELLA,W., HARRIS,S., MCALLISTER, F. 1998. Dispersal Distance, Home-Range Size and Population Density in the Red Fox (Vulpes vulpes): A Quantitative Analysis . The Journal of Applied Ecology, 25 (2): 423-434.

31. TORRE, I., ARRIZABALAGA, A. y FLAQUER, C. 2003. Estudio de la distribución y abundancia de carnívoros en el Parque Natural del Montnegre I el corredor mediante trampeo fotográfico. Galemys 15 (1): pp

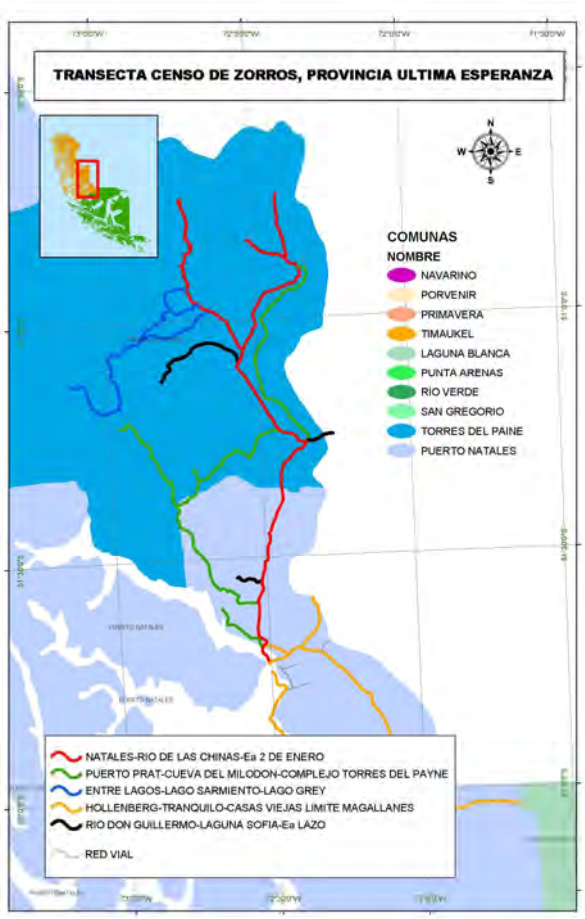
32. U.S Geological Survey, 2006. Sección elevation products, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), Seamless Data Distribution System <http://edc.usgs.gov/products/elevation.html> [consulta: 10 marzo 2008]

33. WOOD, J. 1959. Relative Estimates of Fox Population Levels The Journal of Wildlife Management, 23 (1): 53-63.

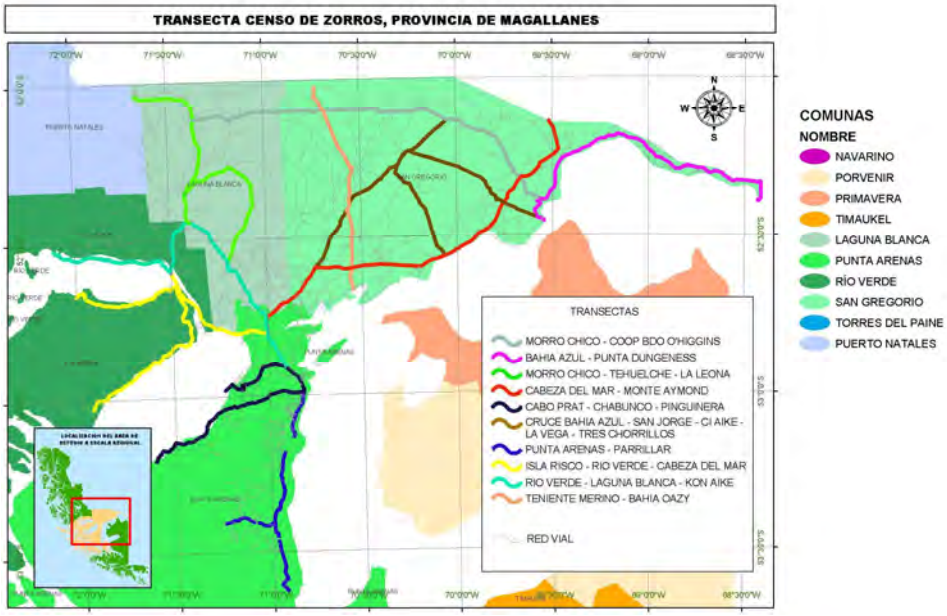
9. APÉNDICES

9.1. IMÁGENES.

Mapa 5: Provincia de Última Esperanza: Comunas y Transectas.



Mapa 6: Provincia de Magallanes: Comunas y Transectas



Mapa 7: Provincia de Tierra del Fuego: Comunas y Transectas

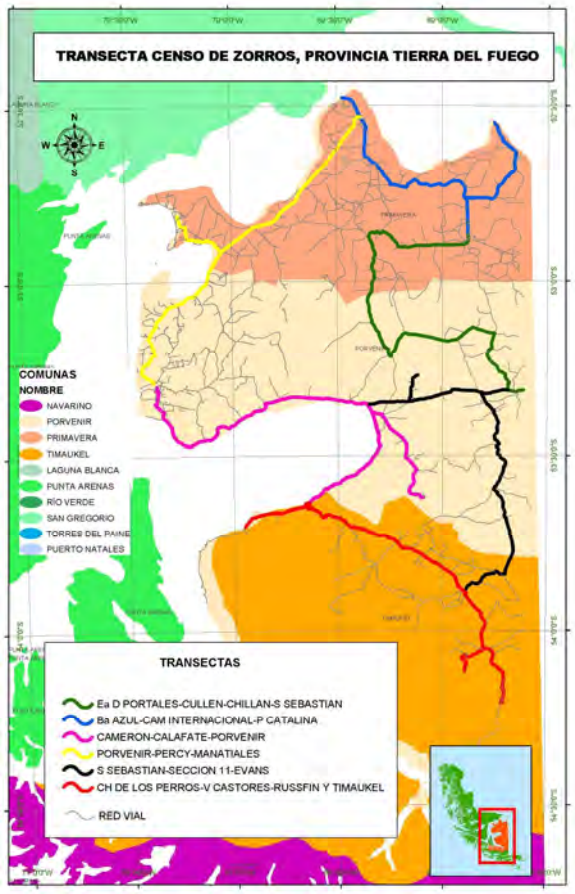


Tabla 26: Planilla de muestreo de zorro utilizada por el SAG.

CENSO DE ZORROS - MAGALLANES 2006							
TRANSECTA							
OBSERVADORES							
FECHA			KILOMETRAJE				
HORA INICIO			HORA TERMINO				
CLIMA						TOTAL AVISTAMIENTOS	
Nº	KM. AVIST.	EDAD	DISTANCIA	HORA	HABITAT	LADO CAMINO	OBS

9.2. DATOS DE LA ESPECIE

Nombre común: Zorro chilla

Nombre científico: *Pseudalopex griseus*

Otros nombres: zorro chico, zorro gris patagónico, zorro gris (Chile), zorro gris chico (Argentina). Araucano*:* Nuru, Ngürü.

Ingles: South American grey fox, grey zorro

9.2.1. Clasificación científica:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Carnivora

Familia: Canidae

Genero: *Pseudalopex*

Especie: *P. griseus* (Gray, 1837)

9.2.2. Taxonomía:

Dentro de los carnívoros chilenos, la familia Canidae posee una gran inestabilidad nomenclatural, puesto que han sido trasladados entre distintos géneros a lo largo de la historia. En la actualidad a través de análisis de caracteres craneométricos y de pelaje han propuesto que el zorro gris patagónico (*P. griseus*) y el zorro pampeano (*P. gymnocercus*) no son dos especies, sino una que presenta variaciones clinales. Si esta idea prospera, *P*. *griseus* y *P*. *gymnocercus* pasarán a ser una única especie llamada *Lycalopex gymnocercus*.

9.2.3. Se reconocen 4 subespecies (Osgood 1943):

- *P. g. domeykanus* (desde la I región a XI región de Chile)
- *P.g. gracilis (*oeste de Argentina (desierto Monte), desde la provincia de Santiago del Estero al oeste de la provincia de Río negro).
- *P.g. maullinicus* (Bosques templados del sur de Argentina y Chile (desde VIII región a XI región)
- *P. g. griseus* (Patagonia Argentina y Chilena, desde el sur del Río Negro al Estrecho de Magallanes, y en la estepa desde el este de la XI región a XII región, introducido en Tierra del Fuego).

9.2.4. Descripción general:

El zorro chilla es un pequeño cánido, que pesa entre 2,5 y 4,5 kg y 40 a 60 cm de longitud, sin incluir la cola que añade otros 30 cm. El color general del pelaje es grisáceo, con zonas de color amarillento, como en la cabeza, la cual además está ribeteada de blanco, y las patas. La barbilla y la punta de la cola exhiben manchas negras, en tanto que los muslos y el dorso de la cola presentan una banda de ese mismo color. La región ventral es blanquecina. La forma del hocico es puntiaguda. Las orejas son grandes y la cola es larga y de pelaje denso.

9.2.5. Estado de conservación Global:

- IUCN Red List Category: Least concern (LC)
- CITES: Apéndice II (Fecha listado 28/06/1979)
- Nature Serve Status: G4
- Chile: Inadecuadamente conocido

9.2.6. Distribución geográfica y hábitat:

Se trata de una especie propia del cono sur de Sudamérica. Su distribución geográfica ocupa una franja a ambos lados de la Cordillera de los Andes y abarca fundamentalmente Argentina y Chile, desde el paralelo de 17ºS hasta el de 54ºS (Tierra del Fuego).

En el territorio chileno se distribuye desde la I Región de Tarapacá hasta Tierra del Fuego en la XII Región, desde el nivel del mar hasta los 3.000 m de altitud, con variaciones según localidad. Habita en el desierto, matorrales abiertos, estepas y sectores costeros. Suele vivir en parches arbustivos de baja estatura y con muy poca frecuencia penetra hacia los faldeos de la Cordillera de los Andes. Fue introducido en Tierra del Fuego en 1951 para controlar la plaga de conejos (*Oryctolagus cuniculus*).

9.2.7. Comportamiento:

De comportamiento es andariego y solitario hasta que forma pareja a fines de invierno.

9.2.8. Dieta:

Es un animal omnívoro generalista, incluye micromamíferos (principalmente roedores) y mediano tamaño (liebres europeas), carroña, aves, reptiles, artrópodos y frutos. Con

tendencia a la carnivoría, sin embargo, aparentemente de vertebrados, especialmente roedores, es reportada como la presa principal en la mayoría de los estudios.

9.2.9. Adaptaciones:

Esta especie posee los caninos relativamente cortos y segundos molares (molares carniceros) relativamente cortos, rasgos que sugieren la tendencia a consumir menos carne y más plantas e insectos en su dieta. Al contrario de *Pseudalopex culpaeus* que tienen los caninos y segundos molares desproporcionadamente grandes.

9.2.10. Reproducción y ciclo de vida:

Al menos en la Patagonia chilena, el apareamiento tiene lugar entre agosto y octubre. La gestación dura entre 53 y 58 días, tras los cuales nacen entre 4 y 6 cachorros en una guarida que puede ser una cueva o una depresión protegida. Ambos padres se involucran en el cuidado de las crías, las cuales comienzan a salir de la madriguera a la edad aproximadamente al mes de edad e inician su dispersión hacia otras áreas cuando cuentan con unos 6 o 7 meses de vida. La lactancia parece durar entre 4 y 5 meses y la madurez sexual llegaría al año, aproximadamente.

9.2.11. Longevidad:

No se conoce la longevidad en vida silvestre

9.3. ANTECEDENTES SOBRE CAPTURA DE ZORROS EN CHILE

Un resumen de antecedentes puede encontrarse en la revisión de González del Solar y Rau (2004). Allí se menciona que en Chile hay reportes oficiales de exportación de pieles de zorro desde 1910. Estos reportes eran voluntarios por lo cual su confiabilidad es muy baja. Entre 1939 y 1944 se exportaron cerca de 24000 pieles en cinco años. Desde el periodo 1945 a 1949 cuando salieron 9692 pieles, la exportación cayó bruscamente a 2845 pieles entre 1955 y 1959. Posteriormente el mercado tuvo un incremento, llegando a 14000 pieles cada cinco años entre 1960 y 1974. Entre 1970 y 1979 se exportaron 12846 pieles.

A mediados de los 80 se autorizó una captura de hasta 10000 ejemplares, lo que nunca se cumplió, por las dificultades de captura. Entre 1985 y 1995 el zorro chilla ocupó el tercer lugar en las exportaciones. Se calcula que la caza y exportación ilegal podría haber llegado a 15000 pieles al año, especialmente desde Magallanes hacia Río Gallegos. En 1996 se habrían exportado 8500 pieles hacia Argentina.

Los registros oficiales del Servicio Agrícola Ganadero de Chile (SAG) anotan 8317 animales cazados en 1997 en Tierra del Fuego, mientras que para los últimos años las cuotas declaradas, no alcanzan las cuotas autorizadas para Tierra del Fuego. Sobre una base de 10 ejemplares/cazador/jornada entre el 01 de mayo y 31 de julio y considerando 30 cazadores en Tierra del Fuego, podrían cazarse 27000 ejemplares año. Las cifras han sido inferiores a eso: 4724 en 2003, 5802 en 2004 y 5762 en 2005.

FOTOS

Foto 1: Equipo de trabajo de muestreo SAG Magallanes.

Foto 2: Equipo de trabajo de muestreo SAG Tierra del Fuego.

Foto 3: Zorro gris (*Pseudalopex griseus*) en Tierra del Fuego.

Foto 4: Zorro gris (*Pseudalopex griseus*) en Tierra del Fuego

Foto 5: Guanacos (*Lama guanicoe*), especie nativa de la zona de Magallanes.

Foto 6: Canquen colorado (*Chloephaga rubidiceps*), especie nativa de la zona con graves problemas de conservación.

Foto 7: Rata almizclera (*Ondatra zibethicus*), fauna introducida en Tierra del Fuego encontrada durante los muestreos.

Foto 8: Castor (*Castor canadensis*), fauna introducida en Tierra del Fuego encontrada durante los muestreos.