

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE MEDICINA PREVENTIVA VETERINARIA

**DESCRIPCIÓN Y COMPARACIÓN DEL PARASITISMO GASTROINTESTINAL DE
DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS, LA GÜIÑA (*Leopardus guigna*) Y EL ZORRO DE
DARWIN (*Pseudalopex fulvipes*), MEDIANTE ANÁLISIS COPROLÓGICOS EN LA
ISLA GRANDE DE CHILOÉ, REGIÓN DE LOS LAGOS, CHILE**

Memoria de Título presentada como parte de
los requisitos para optar al TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO

SOL ALEJANDRINA CONTRERAS BARRÍA

VALDIVIA – CHILE

2012

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Gerardo Acosta Jamett

PROFESOR COPATROCINANTE

Dra. Pamela Muñoz Alvarado

PROFESORES INFORMANTES

Dr. Paulo Corti González

Dr. Mauricio Soto Gamboa

FECHA DE APROBACIÓN: 8 de octubre de 2012

*A quienes forman parte de mi nuevo futuro,
que este sea el inicio del conocimiento
que quiero entregar y enseñar.*

Dedicada a Pablo e Isabel

ÍNDICE

Capítulo	Página
1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
5. RESULTADOS.....	13
6. DISCUSIÓN.....	18
7. REFERENCIAS.....	22
8. ANEXOS.....	25
9. AGRADECIMIENTOS.....	30

1. RESUMEN

Los parásitos tienen el potencial de reducir el éxito reproductivo y la supervivencia a nivel individual y pueden tener un impacto significativo en la dinámica de poblaciones de especies silvestres. A pesar de esto, el conocimiento del parasitismo es escaso.

Con el fin de determinar y comparar la fauna gastrointestinal de dos especies simpátricas que habitan el Parque Tantauco (43° 5' N, 73° 6' O) en la Isla de Chiloé, el zorro de Darwin (*Pseudalopex fulvipes*) y la güiña (*Leopardus guigna*), se recolectaron un total de 94 muestras fecales desde enero a febrero de 2011, las que fueron mantenidas en etanol 70% para ser analizadas en busca de parásitos y oquistes usando la técnica de sedimentación-flotación. Para determinar la especie a la que correspondía cada muestra se realizaron análisis genéticos mediante PCR los que determinaron que 43 muestras correspondían a *P. fulvipes* y 31 a *L. guigna*, éstas fueron analizadas estadísticamente determinando prevalencia, riqueza, diversidad y abundancia, comparándose éstas entre ambas especies.

Los resultados demuestran que de las 43 muestras de zorro, el 58% fueron positivas a algún tipo de parásito, a diferencia del 90% obtenido de las 31 muestras de güiña. Los hallazgos incluyen ocho especies en *P. fulvipes*: cuatro Nematodos, *Aspiculuris* sp., *Capillaria* sp., *Toxascaris leonina* y *Toxocara canis*; dos Cestodos, *Taenia* sp. y *Spirometra* sp., huevos de Trematodos no clasificados y el protozoo *Isospora* sp. En *L. guigna*, igualmente se encontraron ocho especies de parásitos: cinco Nematodos, *Trichuris* sp., *Aspiculuris* sp., *Capillaria* sp., *Toxascaris leonina* y *Toxocara cati*; un Cestodo, *Spirometra* sp.; huevos de Trematodos no clasificados y el protozoo *Isospora* sp.

Comparativamente, se encontró que la güiña presentaba mayor riqueza y abundancia de parásitos. Además se encontraron diferencias significativas en las prevalencias de las muestras positivas además de *Spirometra* sp., *Toxocara* sp. y huevos de trematodos.

Este estudio es el primero en combinar el uso de métodos genéticos para la detección de especies recolectadas de terreno con estudios coproparasitarios en estas especies amenazadas, mostrando además las diferencias en los niveles de parasitismo. Otros estudios ecológicos son necesarios para explicar estas diferencias y si se producen infecciones cruzadas.

Palabras clave. *Leopardus guigna*, güiña, *Pseudalopex fulvipes*, zorro de Darwin, parásitos gastrointestinales

2. SUMMARY

COPROLOGICAL SURVEY OF ENDOPARASITES OF TWO SYMPATRIC SPECIES, DARWIN FOX (*Pseudalopex fulvipes*) AND KODKOD (*Leopardus guigna*) IN CHILOE ISLAND IN SOUTHERN CHILE

Parasites have the potential to reduce reproductive success and survival at individual level and can have a significant impact on the population dynamics in wildlife. In despite of this, knowledge of parasitism in endangered species is scarce. Parasites can affect differentially to species depending on their habitat requirement.

From January to February 2011 fecal samples of two carnivores species inhabiting the Tantauco private park (43° 5' N, 73° 6' W) in the Chiloe Island, the endangered Darwin fox (*Pseudalopex fulvipes*) and the vulnerable kodkod (*Leopardus guigna*) were collected and deposited in 70% ethanol. Extraction and sequencing of mitochondrial DNA was done by PCR analysis for assigning each fecal sample to the corresponding carnivore species.

Using a flotation-sedimentation technique the result was, of the 43 fox samples, 58% were positive for some type of parasite, instead of the 31 kodkod samples, 90% had some kind of parasite. Findings include eight species in *P. fulvipes*: two Cestodes, *Taenia* sp. y *Spirometra* sp., one Protozoa *Isoospora* sp., unidentified trematodes, and four Nematodes, *Aspiculuris* sp., *Capillaria* sp., *Toxascaris leonina*, and *Toxocara canis*. On the other hand, in *L. guigna*, eight species of parasites have been found: one Cestode, *Spirometra* sp., one Protozoa *Isoospora* sp., unidentified trematodes, and five Nematodes *Aspiculuris* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., *Toxascaris leonina* and *Toxocara cati*.

Comparatively significant differences were found between both measures indicating that kodkod has a higher parasite richness and abundance eggs than the Darwin fox. Additionally statistical significant differences were found when comparing the overall prevalence of parasitism and *Spirometra* sp., *Toxocara* sp., and trematodes.

This study is the first using PCR analyses and parasitological analyses together in these endangered species, showing differences in parasitism levels. Further ecological studies are needed to explain these differences and whether cross-infection occur.

Keywords. *Leopardus guigna*, kodkod, *Pseudalopex fulvipes*, Darwin fox, gastrointestinal parasites

3. INTRODUCCIÓN

El parasitismo es uno de los más exitosos modos de vida desplegado por organismos vivientes, determinado por la cantidad de especies parasitarias que existen actualmente. Este puede definirse como una asociación entre dos organismos, parásito y hospedador (donde usaremos el término parásito en un sentido amplio que incluye micro y macroparásitos) en la que el primero es dependiente metabólicamente del segundo y es capaz de producirle daño sin llegar generalmente a producirle la muerte (Cordero del Campillo y col 2001).

A pesar de que muchas especies viven con sus hospederos gran parte de su vida causando una debilitación menor, se ha demostrado que pueden tener un efecto a nivel individual en una población silvestre, produciendo una reducción del potencial reproductivo y de las tasas de crecimiento, principalmente a través de efectos en la condición corporal (Irvine 2006), como también pueden afectar sus dinámicas poblacionales, lo que ha hecho que este tema haya emergido como un punto crítico en la conservación de especies amenazadas (Daszak y col 2000, Thompson y col 2010).

Anderson y May (1978) sintetizan nuestra comprensión de la parasitología con la disciplina de la biología cuantitativa de la población. Ellos señalan que la relación parásito-hospedador no se reduce sólo al impacto que un parásito tiene en un individuo, sino que es una parte integral de estas interacciones a nivel de población, y al mismo tiempo, un proceso dinámico donde los parásitos pueden pasar de un huésped a otro y donde la velocidad a la que ésta se lleva a cabo está determinada por el comportamiento del hospedero y su abundancia. Cuando los hospedadores sufren del ataque de un parásito con la consiguiente disminución de su supervivencia y fecundidad, deben competir a través de su resistencia innata e inmunidad adquirida, dando lugar a una carrera de armas evolutiva donde ambos luchan por su vida y condición física.

Actualmente existe evidencia que la pérdida y fragmentación de hábitat son factores que aumentan la prevalencia y el impacto de las enfermedades parasitarias (Daszak y col 2000), existiendo además una certeza creciente que indica que agentes infecciosos pueden tener un impacto significativo en poblaciones locales causando declives que pueden ser temporales o permanentes (Daszak y col 2000, Thompson y col 2010). En un estudio realizado por Pedersen y col (2007) se identificó a 31 parásitos como causantes de disminución de poblaciones o que producían efectos negativos en el estado de mamíferos amenazados según la lista roja de IUCN 2006. Alrededor de la mitad de estos agentes eran virus (41%) y bacterias (28%), el resto incluía helmintos (16%), artrópodos (9%), protozoos (3%) y hongos (3%).

Ahora, si esta problemática la enfocamos en especies que conviven en un mismo hábitat debemos además analizar otros factores y establecer las diferencias que pueden existir para determinar su fauna parasitaria, ya que según Freeland (1983) dos especies pueden coexistir, tener tamaño corporal y morfología similares y aún así diferir en la susceptibilidad a parásitos debido a las diferencias en dieta y filogenia principalmente.

Sabemos que los mamíferos y otros vertebrados, están frecuentemente infectados con una gran diversidad de especies parasitarias que muestran una heterogeneidad sustancial dentro y entre especies. Muchos estudios han intentado identificar las causas que explicarían las diferencias en grados de parasitismo entre especies hospederas y que llevarían a la existencia de una alta diversidad parasitaria en una especie comparada con otra (Bordes y col 2009). Como consecuencia a ello hay diversos factores ecológicos del hospedero que se consideran pueden influenciar la comunidad de parásitos, como son: densidad de población, tamaño corporal, ámbito de hogar, filogenia, gregarismo, complejidad del sistema digestivo, dieta y presiones de depredación entre otras (Watve y Sukumar 1995). No obstante, según Poulin y Morand (2000) el tamaño corporal, rango geográfico, longevidad y densidad del hospedero son los que explicarían mejor las diferencias entre especies. Esta búsqueda de determinantes de la riqueza parasitaria en las especies tiene un gran interés, ya que se sospecha que la diversidad de parásitos puede tener un efecto profundo en la diversificación, ecología e historia de vida de sus hospederos (Torres y col 2006).

Es importante entonces que entender el rol de los parásitos en especies silvestres y más aún en especies en peligro, requiere datos precisos sobre diversidad y abundancia de potenciales patógenos en sistemas naturales, particularmente a nivel local. Por ende, se requieren dedicar esfuerzos en determinar la biodiversidad de parásitos que afecta a la fauna silvestre y poder evaluar como los cambios antrópicos podrían afectar la relación hospedero-parásito en estas especies en un ambiente cambiante (Thompson y col 2010).

3.1 ESPECIES EN ESTUDIO

En Chile habitan cinco especies del orden Carnivora pertenecientes a la familia Felidae, puma (*Puma concolor*), gato montés andino (*Leopardus jacobita*), güiña (*Leopardus guigna*), gato montés argentino (*Leopardus geoffroyi*) y gato colocolo (*Leopardus colocolo*) y tres especies de la familia Canidae que están agrupados en un solo género el cual es endémico de América del Sur, zorro culpeo (*Pseudalopex culpaeus*), zorro chilla (*Pseudalopex griseus*) y zorro de Darwin o chilote (*Pseudalopex fulvipes*). Este último y la güiña son los únicos representantes de sus respectivas familias que se encuentran en la Isla de Chiloé.



Figura 1. Imagen de a) una güiña (*L. guigna*) y b) un zorro de Darwin (*P. fulvipes*).

* Fotografía güiña de G Acosta-Jamett y zorro de Darwin de L Espinoza

3.1.1 Güiña (*Leopardus guigna*, Molina 1782)

L. guigna (Figura 1a) es la especie más pequeña de los felinos neotropicales con un peso que va desde 1,5 a 2,2 kgs.¹. Posee una de las distribuciones más restringidas, ubicándose geográficamente en una delgada franja entre Chile y Argentina, entre los 33° a 50° de latitud S y 70° a 75° de longitud O (Dunstone y col 2002), que va desde la provincia de Santiago hasta la Isla de Chiloé y las Guaitecas, y en Argentina confinada a una pequeña área en el este de las laderas de los Andes en las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut (Sunquist y Sunquist 2002), aunque datos no publicados la han registrado desde la zona de Canela (al sur de la Región de Coquimbo) hasta el Parque Nacional Laguna San Rafael¹.

Es especialista de bosque nativo, habitando bosques templados del sur y áreas semi-abiertas (Acosta-Jamett y Simonetti 2004), donde se encuentra fuertemente asociada a los bosques andino-patagónicos, especialmente a sotobosque de bambú de Chile, y en Argentina, principalmente en bosque de araucarias. Su ámbito de hogar ha sido determinado en la Isla de Chiloé de 2,5 km² para machos y 0,48 a 0,73 km² para hembras (Sunquist y Sunquist 2002). Acosta-Jamett y Simonetti (2004), demostraron además que esta especie prefiere bosque nativo por sobre plantaciones exóticas, indicando que esto sería debido a sus estrategias depredatorias y uso del hábitat, por lo que se vería seriamente afectada por la fragmentación y pérdida de bosque nativo.

Como todos los miembros de la familia Felidae, es un carnívoro estricto, pero a diferencia de otras especies como el puma, es especialista. Se caracteriza por ser un depredador territorial, sigiloso y acechador principalmente en áreas boscosas y de barrancos (Sunquist y Sunquist 2002). Su pequeña estatura la predispone a depredar sobre pequeñas presas, las que se han determinado por evidencias de observaciones directas y análisis de contenidos estomacales y que sugieren que los pequeños roedores y las aves comprenderían el grueso de su alimentación, con la inclusión ocasional de otros ítems como lagartijas y aves de corral cuando están disponibles, además de pequeñas cantidades de material vegetal (Dunstone y col 2002).

A nivel nacional está considerada como “insuficientemente conocida” y “rara” por el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE) y en Argentina como “vulnerable” según CARPF (Consejo Asesor Regional Patagónico de la Fauna Silvestre) y SAREM (Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos). Internacionalmente se considera una especie “vulnerable” y con una tendencia poblacional a la disminución según IUCN (International Union for Conservation of Nature, 2011)² y dentro del apéndice II en CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

3.1.2 Zorro de Darwin o chilote (*Pseudalopex fulvipes*, Martin 1837)

P. fulvipes (Figura 1b) es una especie endémica de Chile cuyos individuos pesan entre 2,3 y 3,3 kgs., encontrándose dos subpoblaciones, una en la mayor parte de la Isla de Chiloé (42° S, 74° O), especialmente en remanentes de bosque y otra más pequeña ha sido observada a 600 kms. al

¹ Comunicación personal de Gerardo Acosta Jamett. 2012. Médico Veterinario, Magíster en Ciencias Ecológicas, PhD in Veterinary Epidemiology. Universidad Austral de Chile.

² IUCN 2011. IUCN *Red List of Threatened Species*. Version 2011.2. Consultado el 1 de Marzo de 2012. <www.iucnredlist.org>.

norte de Chiloé en el Parque Nacional Nahuelbuta (37° 45' S, 73° 00' O), donde pareciera que su hábitat se restringe al parque y el bosque nativo que lo rodea (Jiménez y McMahon 2004).

El tamaño poblacional total estimado es menor a 600 individuos adultos, siendo el 90% perteneciente a la Isla de Chiloé. Aunque la especie está protegida en el Parque Nacional Nahuelbuta, fuentes importantes de mortalidad existen cuando los zorros se mueven a zonas bajas sin protección en busca de condiciones más favorables durante el invierno. Algunos zorros, incluso se reproducen en estas áreas. La presencia de perros en el parque puede ser la mayor amenaza para su conservación debido a que son vectores potenciales de enfermedades o ataque directo. El Parque Nacional Chiloé tiene una población importante de zorros, los cuales viven en los alrededores, donde la cubierta forestal sigue estando presente. Estas últimas áreas son vulnerables y están continuamente sometidos a la tala del bosque y la caza furtiva por la población local (Jiménez y McMahon 2004).

Se cree que es una especie de bosque obligado, llegándose a encontrar sólo en bosques templados del sur preferentemente de tipo Valdiviano. Estudios realizados en Chiloé demuestran que en orden decreciente, estos zorros usan bosque antiguo, seguido por bosque secundario, terminando en praderas y espacios abiertos (Jiménez y McMahon 2004), donde los machos abarcan de 103 a 488 hás y desde 30 a 130 hás para hembras, valores determinados como ámbito de hogar por Jiménez (2007).

Con respecto a la dieta, los zorros chilotes son animales omnívoros, con una dieta oportunista, donde se ha descrito que se alimentan principalmente de pequeños mamíferos, reptiles, insectos, aves y arácnidos (en ese mismo orden de importancia). Estudios recientes a través de análisis de heces de zorros capturados muestran que los insectos son las presas más abundantes, seguido de pequeños mamíferos y reptiles (sin embargo los pequeños mamíferos constituyen la mayor parte de la biomasa de la dieta), además se incluyen frutos en casi el 20% de la dieta (Jiménez y McMahon 2004). Por último, Jiménez (2007) durante su trabajo realizado en Chiloé, determinó también el consumo de crustáceos marinos.

A diferencia de la güiña, *P. fulvipes* es considerada por la RCE como una “especie en peligro” y por la IUCN (2011)³ como “en peligro crítico” con una población tendiente a la disminución y dentro del apéndice II en CITES, todo esto debido a su restringida distribución, pequeño tamaño poblacional y pocas poblaciones conocidas (Jiménez 2007).

3.2 ECOLOGÍA PARASITARIA

Los parásitos gastrointestinales incluyen helmintos esencialmente y protozoos. Estos son parásitos multihospederos, siendo este tipo de patógenos generalistas los que provocan una mayor amenaza a las poblaciones de carnívoros silvestres (Altizer y col 2003). Esto se debe a que cuando las poblaciones están en declinación o son fragmentadas, los parásitos especialistas no logran sobrevivir y es entonces cuando los generalistas presentes en poblaciones reservorios que se

³ IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. Consultado el 1 de Marzo de 2012. <www.iucnredlist.org>.

sobreponen, pasan a ser la amenaza más significativa pudiendo incluso llevar a procesos de extinción de sus hospederos (Cleaveland y col 2002).

La transmisión de una especie de parásito desde un hospedero a otro contempla varios factores, que van desde las propias capacidades reproductivas del parásito, sus mecanismos de dispersión y resistencia, además de cambios medioambientales. Su transmisión desde un individuo infectado a un individuo susceptible, puede ser vertical (transovárica, transplacentaria, calostrala o lactogénica) u horizontal (directa o indirecta), existiendo una gran cantidad de parásitos que se transmiten indirectamente desde el ambiente contaminado o vía hospedero intermediario (Campillo del Cordero y col 2001).

Es importante considerar además la dieta y hábitat de las especies en estudio, debido a que estos son factores que podrían favorecer la transmisión de este tipo de parásitos. Por otra parte, la sobreposición espacial de hábitat, podría llevar a un aumento en la tasa de infección, lo que también favorecería un incremento en la riqueza de taxones parasitarios (Ezenwa 2003).

Por último es necesario conocer el tipo de ciclo y características de cada tipo de parásito. En el caso de los helmintos, su reproducción por lo general es a través de la transmisión de formas infectantes de vida libre que pasan de un hospedero a otro. La reproducción directa rara vez se produce en el huésped definitivo, aunque puede ocurrir reproducción asexual en los huéspedes intermediarios, como es el caso de los trematodos de la subclase Digenea que a menudo se multiplican dentro de los caracoles. Comparados con los microparásitos, los macroparásitos son relativamente grandes, tienen tiempos largos de reproducción, y se caracterizan por presentar una gran diversidad de antígenos, de modo que la inmunidad es transitoria y es una función en la generación de la infección, la que tiende a ser crónica lo que produce más morbilidad que mortalidad. Nuestra comprensión del sistema se basa en el número de parásitos por huésped, y los modelos tratan de capturar los detalles de la intensidad de estas infecciones. Los protozoos, en cambio, tienden a tener una reproducción rápida dentro de un huésped y no tienen un estado infeccioso especial. El tiempo de generación es corto, de tal manera que la población aumenta rápidamente dentro de su hospedero llevándolo a una crisis que puede llevar a la muerte del hospedero o al desarrollo de inmunidad. Los antígenos son generalmente simples y la inmunidad a menudo dura toda la vida (Hudson y col 2002).

3.3 PARASITISMO GASTROINTESTINAL EN GÜIÑA Y ZORRO DE DARWIN

Actualmente los estudios sobre parásitos gastrointestinales en especies silvestres en Chile son escasos, y no hay estudios que incluyan una comparación en especies de carnívoros simpátricos, la que puede ser una herramienta para entender procesos de transmisión de agentes patógenos entre sus hospederos, enfocándose no sólo en una descripción de prevalencia o identificación de grupos o especies parasitarias.

Con respecto a la fauna parasitaria de *P. fulvipes* existe sólo un estudio realizado también en Chiloé por Jiménez y col (2012), donde se recolectaron heces de siete localidades y se calculó la prevalencia estacional de los huevos y ooquistes encontrados por estudios coproparasitarios, entre los que se describen *Spirometra* sp., *Capillaria* sp., *Toxocara canis*, *Toxascaris leonina*, *Filaroides osleri*, nematodos ancylostomatidos, *Trichuris* sp., *Taenia* sp., e *Isospora* sp. Para *L. guigna*, tenemos

estudios parasitarios realizados principalmente en base a necropsias de animales encontrados muertos y no a exámenes coprológicos. En el primero, Fernández y Villalva (1984) examinaron una guüña de Chaimavida determinando la presencia de *Uncinaria stenocephala*, *Taenia taeniaformis*, *Spirometra mansonioides* y *Taenia* sp. y González-Acuña y col (2010) examinaron cadáveres provenientes de San Antonio y Pemuco y muestras fecales del Parque Nacional Laguna San Rafael encontrando *T. leonina*, *T. cati* y *Mastophorus muris*.

Claramente los estudios sobre ecología parasitaria en estas dos especies son escasos. Además, no se ha comparado el nivel de parasitismo en ambientes donde éstas habitan en simpatria. Es evidente que las estrategias de uso del hábitat y dieta de ambas especies son diferentes, siendo la guüña claramente un animal más especializado en presas animales, en cambio el zorro de Darwin se describe más como generalista, consumiendo una mayor diversidad de ítems (vegetales, insectos, animales, etc.), lo cual podría llevar a diferencias en la biodiversidad de parásitos entre ambas especies, considerando además como un factor determinante la filogenia de cada uno. La Isla de Chiloé, lugar donde se da la coexistencia de estas dos especies de carnívoros silvestres, es un lugar ideal para el estudio de parasitismo de ambas, ya que cuenta con áreas poco intervenidas.

3.4 HIPÓTESIS

Existen diferencias entre la carga parasitaria de *P. fulvipes* y *L. guigna*, las que podrían estar dadas por diferencias filogenéticas.

3.5 OBJETIVOS

3.5.1 Objetivo general

Describir la fauna parasitaria gastrointestinal mediante análisis coprológicos de dos especies de carnívoros simpátridos, *P. fulvipes* y *L. guigna* de la Isla de Chiloé

3.5.2 Objetivos específicos

- Describir la riqueza, diversidad y abundancia de la fauna parasitaria gastrointestinal mediante los resultados obtenidos para cada especie en *P. fulvipes* y *L. guigna*.
- Comparar el parasitismo existente entre *P. fulvipes* y *L. guigna* y explorar posibles causas que expliquen las diferencias y similitudes existentes.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en el Parque Tantauco (Figura 2) ubicado en el extremo sur poniente de la Isla Grande de Chiloé, entre las latitudes $43^{\circ} 5' N$ a $43^{\circ} 1' S$ y entre los meridianos $73^{\circ} 6' O$ al $74^{\circ} 4' E$. Este parque, que cuenta con 118.000 hectáreas, es un proyecto de conservación privado, encontrándose en este lugar especies amenazadas como el huillín (*Lontra provocax*), el zorro de Darwin (*Pseudalopex fulvipes*) y la ballena azul (*Balaenoptera musculus*).

En esta zona encontramos diversas especies arbóreas, siendo los más frecuentes los ulmos (*Eucryphia cordifolia*), tepas (*Laureliopsis philippiana*), canelos (*Drimys winteri*), mañíos (*Podocarpus nubigena*), coigües de Chiloé (*Nothofagus nitida*), tepú (*Tepualia stipularis*) y lumas (*Amomyrtus luma*), los que se localizan en dos tipos forestales principales con diversas asociaciones que son tipo Siempre Verde (60.551,2 hás) y tipo Ciprés de las Guaitecas (5.865,3 hás).

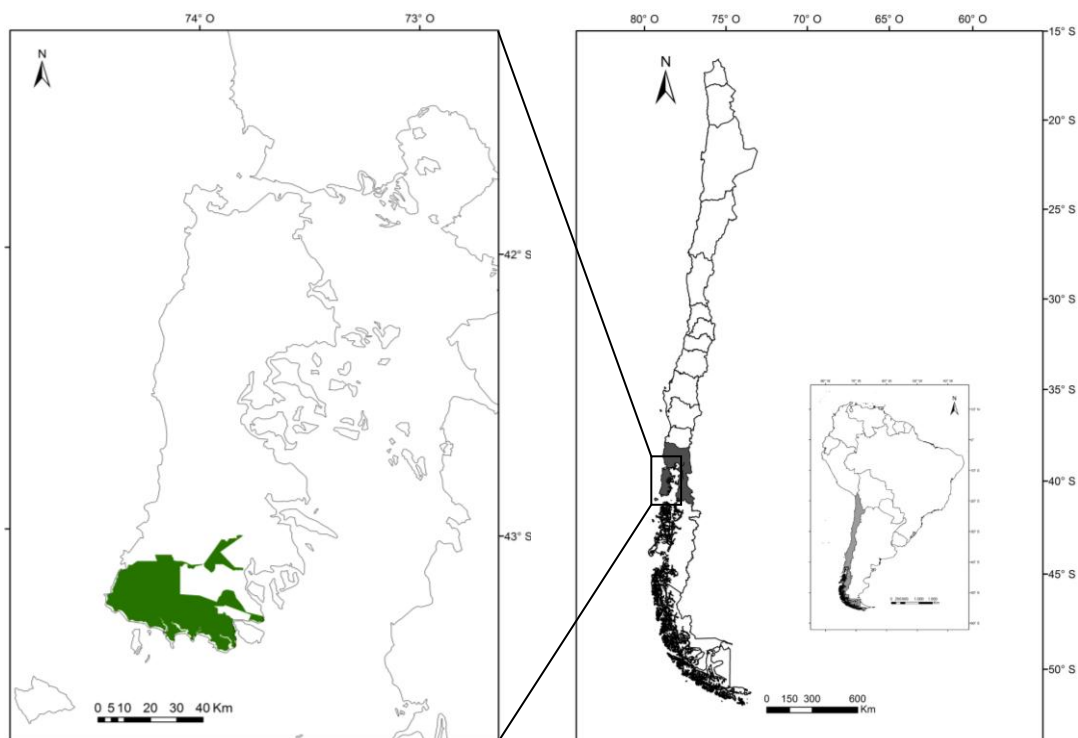


Figura 2. En color verde se demarca el área de recolección de muestras que corresponde a los límites del parque Tantauco

El clima está determinado por la latitud, la altura, la corriente fría de Humbolt y la ubicación del territorio con respecto al mar. Su clasificación corresponde a clima marítimo templado-frío lluvioso de la costa occidental y sus características más relevantes son una constante humedad ambiental y potenciales precipitaciones durante los doce meses del año (desde unos 2500 mm anuales en la parte oriental de la isla a 4000 mm en la costa occidental). La temperatura promedio es de unos 11° C y en verano las temperaturas máximas pueden alcanzar los 27° C, con períodos de una semana hasta un mes sin lluvias, debido a la influencia del clima mediterráneo que prevalece hacia latitudes más bajas.

4.2 MUESTRAS FECALES

Se recorrieron los senderos habilitados del área de estudio durante enero y febrero de 2011, periodo durante el cual se recolectaron 94 heces (Figura 3). Las muestras recolectadas eran almacenadas en tubos tipo Falcon (50 ml) con etanol 70% para su preservación, tomando las coordenadas geográficas correspondientes mediante uso de GPS (Modelo Garmin Etrex).



Figura 3. A través de la composición de las heces se podía asignar a una especie u otra, en este caso la imagen a) correspondería a zorro de Darwin y b) a güiña

4.3 IDENTIFICACIÓN DE ESPECIE

4.3.1 Clasificación visual

Inicialmente se clasificaron las heces obtenidas como procedentes de zorros si éstas contenían semillas y las que no, fueron asignadas a güiña. No obstante, debido a la posibilidad de cometer un sesgo al asignar una muestra fecal a una especie por este criterio, se procedió a realizar un análisis genético a cada muestra recolectada.

4.3.2 Análisis genéticos

En el laboratorio de Parasitología del Instituto de Patología Animal de la Universidad Austral de Chile se realizó un raspado de cada muestra en una placa Petri para ser guardado en un tubo Eppendorf con etanol 70% evitando cualquier tipo de contaminación. Luego se realizó la caracterización genética, que fue realizada por Cristóbal Briceño⁴ del “Primate Immunogenetics

⁴ DVM, estudiante de PhD en Genética de la Conservación, Emmanuel College, U. de Cambridge, Inglaterra

and Molecular Ecology Research Group” en la Universidad de Cambridge, Gran Bretaña. El ADN se extrajo usando un mini kit de ADN QIA amp (Qiagen Ltd., West Sussex, RH10 9NQ, UK). Una región del genoma mitocondrial se amplificó utilizando un subconjunto de los cebadores descritos y propias diseñadas, reactivos estándar y PCR. Los productos de PCR fueron secuenciados por electroforesis capilar estándar y los resultados analizados mediante MEGA 5.0 (Tamura y col 2011) y datos disponibles de las bases de datos en línea, como el GenBank. Los resultados de estos análisis se encuentran en el anexo 2.

4.4 IDENTIFICACIÓN PARASITARIA GASTROINTESTINAL

Se utilizó la técnica cualitativa de sedimentación-flotación (Teuscher 1965), la que fue llevada a cabo en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad Austral de Chile. Esta técnica primero concentra las formas parasitarias por sedimentación (aclaración de la muestra) y luego las flota con soluciones de mayor densidad (óxido de zinc). Detecta cualitativamente en forma simultánea huevos de nematodos, cestodos, trematodos, larvas de nematodos y ooquistes de coccidias. Es una técnica que permite obtener todos los huevos de nematodos y cestodos, además permite el diagnóstico de ooquistes de coccidias. Aunque no permite cuantificar la cantidad exacta de formas parasitarias, se utilizó un índice de abundancia para obtener los huevos de parásitos, para ello se expresó en escala de 0 a 4 según la cantidad de huevos encontrados en un campo visual de 10x, donde se determinó que:

- | | |
|---|---|
| 0 | = negativo |
| 1 | = muy baja (1 a 3 huevos por campo visual) |
| 2 | = baja (4 a 10 huevos por campo visual) |
| 3 | = mediana (11 a 20 huevos por campo visual) |
| 4 | = alta (más de 20 huevos por campo visual) |

Para la realización de esta técnica, se macera el material fecal con agua en el mortero para luego tamizar el macerado hacia un tubo tipo Falcon de 50 ml el que es centrifugado a 1000 rpm por 15 minutos. Se elimina el sobrenadante para posteriormente pasar todo el sedimento hacia un tubo de ensayo de 13 ml que se deja sedimentar por 10 minutos. Se extrae nuevamente el sobrenadante con una bomba de succión y a este sedimento se le agrega solución de Sulfato de Zinc ($ZnSO_4$) hasta 1 cm del borde del tubo, invirtiéndolo dos o tres veces para mezclar la suspensión. Finalmente se centrifuga a 1000 rpm por 5 min y al finalizar se le agrega la solución de flotación hasta formar un menisco para colocar un cubreobjetos sobre él. Se deja flotar durante 5 min para que los huevos queden adheridos a éste y se retira para ubicarlo en un portaobjeto y observar la muestra bajo microscopio óptico con aumentos de 5x, 10x y 40x, donde los huevos y ooquistes se medían y fotografiaban usando para ello la cámara Celestron Digital Microscope Imager, siendo identificados por sus características morfológicas para poder llegar al más exacto nivel taxonómico posible.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

4.5.1 Prevalencia de parásitos

Se calculó la prevalencia de las muestras positivas y de cada género de huevo encontrado para cada especie y para comparar se aplicó la prueba de Chi² o de Fisher (según correspondiera), utilizando el programa estadístico EpiInfo™ 7 (7.1.0.6), con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas (nivel de significancia de $\alpha \leq 0,05$) entre cada especie.

4.5.2 Riqueza y diversidad parasitaria

Se determinó la riqueza específica (S) (total de especies parasitarias encontradas en las muestras de cada especie) y la riqueza media (promedio de las riquezas parasitarias de cada muestra para cada especie) con la desviación estándar correspondiente.

Para determinar la diversidad parasitaria, se usó el índice de biodiversidad de Shannon-Wiener (H') que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^k p_i \log_2 p_i$$

Donde:

- k – número de categorías (riqueza de parásitos en la muestra)
- p_i – proporción de observaciones encontradas en la categoría i (f_i/n)
- n – tamaño de la muestra (abundancia total de la muestra)
- f_i – número de observaciones de la categoría i (abundancia de cada especie de parásito en la muestra)

Este índice normalmente toma valores entre 1,5 y 3,5 y rara vez sobrepasa 4. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos" (Magurran 2004).

4.5.3 Comparación de riqueza y abundancia parasitaria

Para comparar riqueza y abundancia de huevos totales entre las dos especies de carnívoros silvestres y debido a la gran existencia de muestras negativas en muestras de zorro de Darwin se realizó una prueba GLM con errores de Poisson, utilizando el programa R-project⁵.

⁵ R Development Core Team (2011), R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing. Available online at <http://www.R-project.org/>

5. RESULTADOS

5.1 PREVALENCIA DE PARÁSITOS

Se analizaron las 94 heces recolectadas, pero para efectos de los análisis estadísticos sólo se utilizaron las muestras que pudieron ser clasificadas genéticamente como *P. fulvipes* (n=43/58%) ó *L. guigna* (n=31/42%), ya que se determinó un 26% de error en la clasificación de las muestras asignadas según clasificación visual (Anexo 3). El total de muestras se observan en la Figura 4 según su ubicación en el área de estudio.

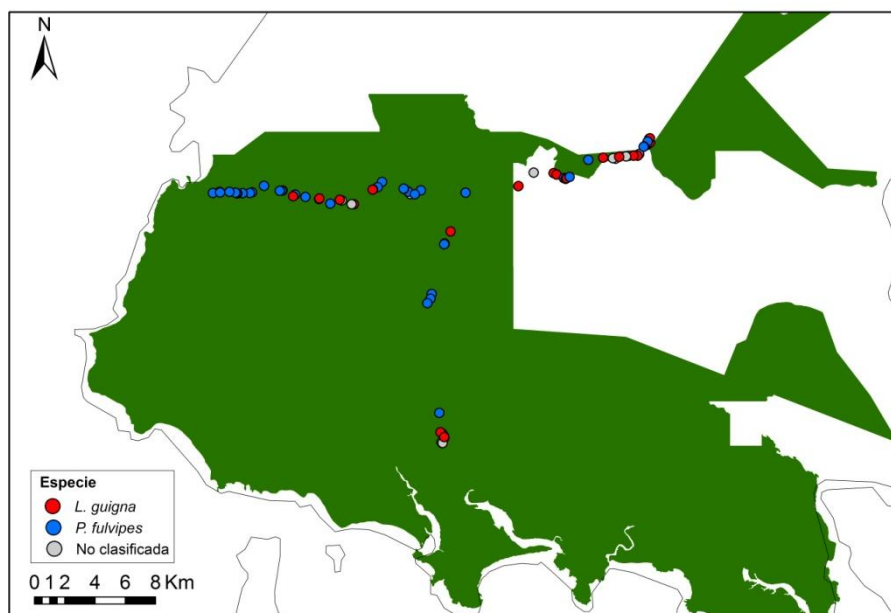


Figura 4. Ubicación de las heces en el Parque Tantauco según las coordenadas geográficas registradas para cada una, clasificadas por especie.

De las muestras identificadas analizadas en laboratorio, 53 (71,6%) resultaron positivas a algún tipo de parásito gastrointestinal (protozooario y/o helminto) como se detalla en el Cuadro 1 que ha sido resumido de acuerdo a los datos que se encuentran en el Anexo 1 y cuyas imágenes se observan en la Figura 5. Debido a que sólo se encontraron huevos de parásitos, se clasificó según orden, familia, género y en algunos casos se determinó la especie.

Cuadro 1. Prevalencia de los diferentes huevos de parásitos encontrados en heces de zorro y güiña en la Isla de Chiloé

	Zorro de Darwin (n=43)	Güiña (n=31)	P
N° de muestras positivas	25 (58%)	28 (90%)	<0,05
HELMINTOS			
NEMATODOS			
<i>Toxocara</i> sp.*	10 (23%)	18 (58%)	<0,05
<i>Toxascaris leonina</i>	1 (2%)	1 (3%)	NS
<i>Aspicularis</i> sp.	2 (5%)	3 (7%)	NS
<i>Trichuris</i> sp.	0	1 (3%)	NS
<i>Capillaria</i> sp.	5 (12%)	4 (13%)	NS
CESTODOS			
<i>Spirometra</i> sp.	1 (2%)	8 (26%)	<0,05
<i>Taenia</i> sp.	4 (9%)	0	NS
TREMATODOS			
Sin clasificación	5 (12%)	21 (68%)	<<0,05
PROTOZOOS			
<i>Isoospora</i> sp.	13 (30%)	9 (29%)	NS

()= Prevalencia

* = Para el caso zorro de Darwin corresponde a *Toxocara canis* y para la güiña a *Toxocara cati*

NS = No significativo

En orden decreciente, los parásitos que se encontraron en mayor prevalencia en el zorro de Darwin corresponden a *Isoospora* sp. (30%), *Toxocara canis* (23%) y huevos de trematodos con *Capillaria* sp. (12%). Para el caso de la güiña serían huevos de trematodos (75%), *Toxocara cati* (64%) e *Isoospora* sp. (32%).

La comparación entre zorro de Darwin y güiña, usando el Test de Fisher o Chi² (según correspondiera) arrojó diferencias significativas en las prevalencias de las muestras positivas, además de *Spirometra* sp., *Toxocara* sp. y huevos de trematodos.

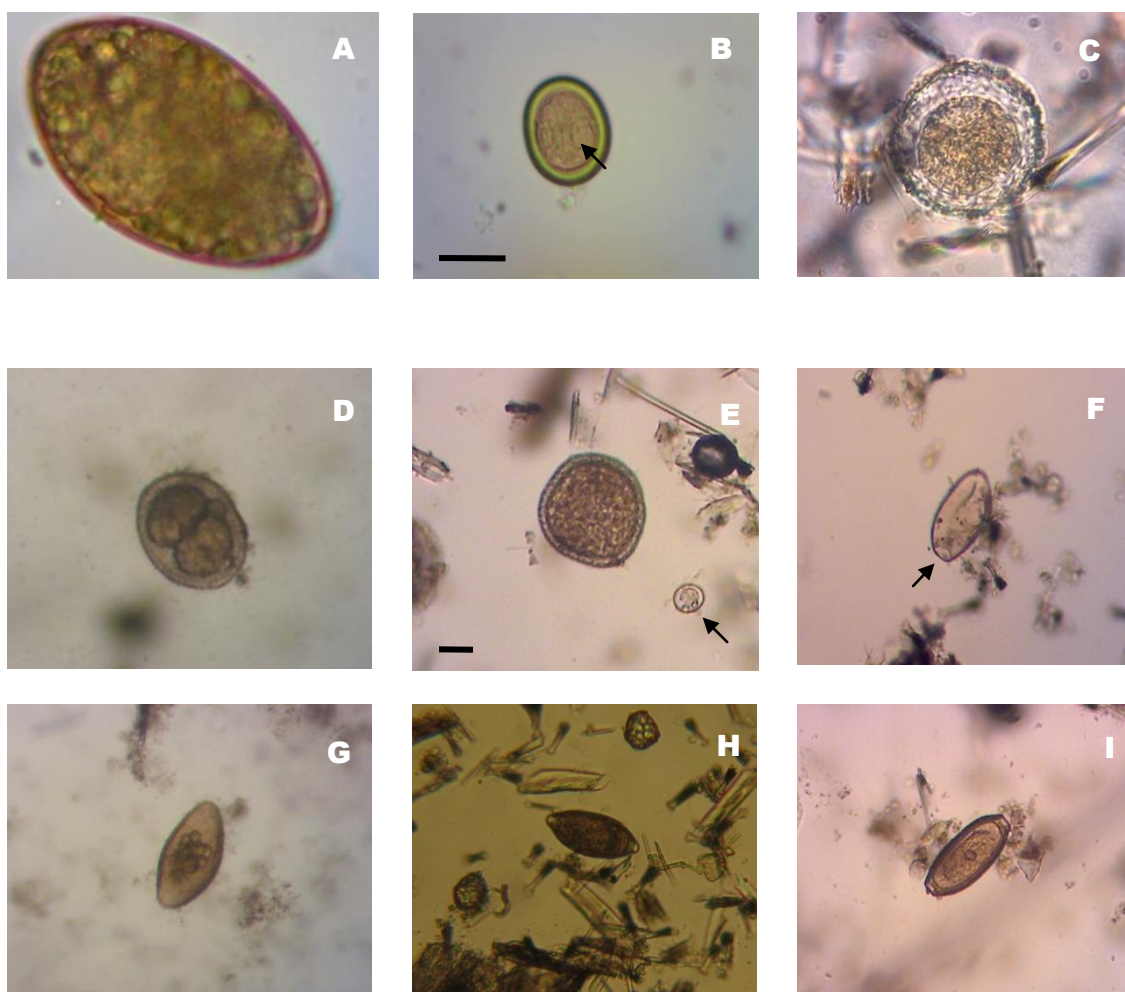


Figura 4. Huevos y ooquistes encontrados mediante análisis coprológicos en *L. fulvipes* y *L. guigna*. A: *Spirometra* sp. (güiña), B: *Taenia* sp., nótese los ganchos indicados por la flecha (zorro), C: *Toxascaris leonina* (zorro), D: *Toxocara canis* en división (zorro), E: *Toxocara cati* e *Ispora* sp. indicado por la flecha (güiña), G: *Aspicularis* sp. (zorro), H: *Trichuris* sp. (güiña), F: Trematodo con opérculo indicado por la flecha (güiña), I: *Capillaria* sp. (güiña).

* Imágenes A, B, C están a un aumento de 40x y D, E, F, G, H, I a un aumento de 10x.

* Las líneas indican una medida de 25 μm para cada grupo de imágenes.

5.2 RIQUEZA Y DIVERSIDAD PARASITARIA

Para ver diferencias entre la fauna parasitaria de ambas especies de carnívoros, se presenta la riqueza específica y la riqueza media, y para la diversidad de especies parasitarias se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Cuadro 2).

Cuadro 2. Riqueza específica, media e índice de Shannon-Wiener en zorro de Darwin y güiña del total de muestras analizadas

Espece	n	Riqueza específica	Riqueza media +/- DE	Índice de Shannon-Wiener +/- DE
Zorro de Darwin	43	8	0,95 +/- 1,11	0,36 +/- 0,37
Güiña	31	8	2,16 +/- 1,55	0,24 +/- 0,39

Los resultados indican que en cuanto a riqueza específica no hay diferencias significativas en güiña y zorro de Darwin, de la misma forma el índice de Shannon-Wiener arrojó similares resultados que expresan valores poco diversos, sin embargo difieren en la riqueza media donde se revela que la güiña tiene mayor promedio de especies parasitarias diferentes por muestra. Por lo tanto, observamos que ambas especies muestran una diversidad de especies parasitarias similar pero que la güiña presenta más muestras parasitadas.

5.3 COMPARACIÓN DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA PARASITARIA

En el Cuadro 3 observamos que la riqueza de parásitos hallados por muestra es inversamente proporcional entre güiña y zorro de Darwin. Mientras que en esta última la mayor cantidad de muestras posee sólo 1 especie parásita, esto disminuye drásticamente a medida que las especies de parásitos aumentan. En el caso de la güiña la mayor cantidad de muestras poseían 3 o más especies parasitarias.

Cuadro 3. Prevalencia de las muestras positivas que presentan 1, 2 y 3 o más huevos de diferentes especies parásitos en zorro de Darwin y güiña

	Zorro de Darwin (n=43)	Güiña (n=31)
Nº de muestras positivas	25 (58%)	28 (90%)
1 especie de parásito	16 (37%)	9 (29%)
2 especies de parásitos	4 (9%)	8 (26%)
3 o más especies de parásitos	5 (12%)	11 (35%)

() = Prevalencia

Del mismo modo, se encontraron diferencias significativas al comparar tanto la riqueza parasitaria (GLM, g.l.=72, $p < 0.0001$) y la abundancia relativa de huevos de parásitos (GLM, g.l.=72, $p < 0.001$), siendo la güiña la que presentó valores más altos que el zorro de Darwin en ambos análisis. A pesar de que ambos tienen una mediana igual a 1, la güiña presenta mayor variabilidad hacia valores más altos (Figura 5).

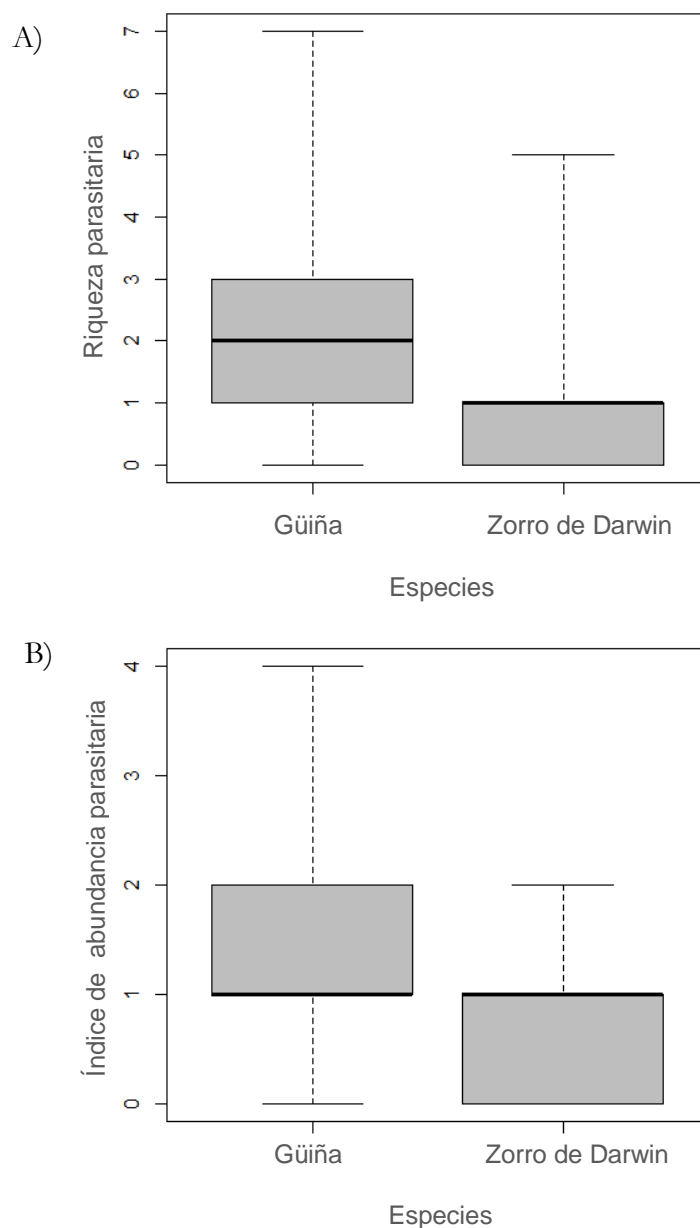


Figura 5. Comparación de riqueza parasitaria (A) y abundancia parasitaria (B) entre güiña y zorro de Darwin. En ambos gráficos la línea más oscura corresponde a la mediana de los valores obtenidos, los cuadros grises agrupan el 50% de los datos y la línea punteada abarca desde los valores mínimos a los valores máximos obtenidos.

6. DISCUSIÓN

La mayoría de las especies de parásitos gastrointestinales encontradas en este estudio han sido descritos previamente en investigaciones realizadas en felinos o caninos tanto silvestres como domésticos presentes en Latinoamérica.

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA PARASITARIA DE *L. guigna*

Las especies parasitarias encontradas en la güiña corresponden a distintos grupos: trematodos, nematodos, cestodos y protozoos. Esto difiere a lo que establecen González-Acuña y col (2010), donde sólo encontraron nematodos: *T. leonina* en la necropsia de un espécimen de San Antonio (33°37' S; 71°37' O), *T. cati* de un cadáver de Pemuco (36°59' S; 71°58' O) y *Mastophorus muris* en muestras fecales provenientes del Parque Nacional Laguna San Rafael. Así también a lo descrito por Fernández y Villalba (1984) que a través del cadáver de un individuo proveniente de Chaimavida (36°50'S; 73°03' O) obtuvieron nematodos (*Uncinaria stenocephala* y *T. cati*) y cestodos (*Taenia taeniaformis*, *Spirometra mansonoides* y *Taenia* sp.). Por lo tanto, la detección en este estudio de huevos de los nematodos *Aspiculuris* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., la coccidia *Isoospora* sp. y trematodos representan el primer registro de estos parásitos en *L. guigna*. Esta cantidad de nuevas especies halladas podría deberse a que el número de individuos posiblemente muestreados a través de la recolección de heces es mucho mayor a los estudios previos donde la descripción parasitaria se realizaba en base a hallazgos de necropsias de individuos de güiña.

6.1.1 *Aspiculuris* sp. (Nematoda: Heteroxynematidae)

Este oxiuro tiene como hospederos a los roedores. Debido a que la dieta de las güiñas consiste principalmente en roedores (Dunstone y col 2002), sería acertado especular que estos nematodos fueron ingeridos cuando este predador ingirió roedores, convirtiéndose en un hospedador anormal tal y como proponen González-Acuña y col (2010) para el caso de *M. muris*, que también tiene a roedores como hospederos definitivos. Es importante destacar que el registro de *Aspiculuris* sp. sería el primero en felinos.

6.1.2 *Trichuris* sp. (Nematoda: Trichuridae)

T. campanula, *T. serrata* y *T. concolor* son las especies de este género que tienen a felinos como hospederos definitivos (Hass y Meisels 1978). El ciclo de este parásito es directo desarrollándose en la mucosa del ciego e intestino grueso de su hospedador y eliminando huevos al medio donde se desarrolla la larva infectante, estos huevos al ser ingeridos eclosionan en el intestino y las larvas penetran en la mucosa, donde efectúan mudas sucesivas para pasar posteriormente al lumen del ciego y colon y convertirse en adultos (Cordero del Campillo y col 2001). La baja prevalencia encontrada para este parásito (sólo una muestra positiva) se puede explicar porque a pesar de que la viabilidad de los huevos se estima en varios meses, incluso años, en suelo húmedos, para el desarrollo de la larva infectante en el medio se requieren 33-38 °C (Cordero del Campillo y col 2001), y en esta zona la temperatura promedio es de 11 °C y en verano, fecha en que fueron recolectadas las heces, puede alcanzar máximos de 27 °C, lo que está

por debajo de la temperatura ideal o porque el tamaño muestral fue muy bajo para ser representativo.

6.1.3 *Capillaria* sp. (Nematoda: Capillariidae)

En felinos encontramos *C. aerophila* que se encuentra en la mucosa de los pasajes aéreos de los carnívoros domésticos y silvestres y *C. feliscati* que es específica de félidos (Barriga 2002). El ciclo biológico de algunas capilarias puede ser directo mientras que otras pueden requerir un hospedero intermediario, comúnmente una lombriz de tierra. En el primer caso, la L1 se forma dentro del huevo y los hospederos definitivos se infectan al ingerir el huevo junto con su alimento o bebida. En el segundo, el huevo es ingerido por una lombriz de tierra en la cual se forma la larva infectante y el hospedero definitivo se infecta al consumir la lombriz como parte de su cadena alimentaria (Barriga 2002). Si el caso fuera este último la posible vía de transmisión puede darse a través de los pequeños roedores de los cuales se alimentan tanto zorro de Darwin como güiña (Dunstone y col 2002, Jiménez McMahon 2004), ya que parte de la dieta de los roedores comprenden invertebrados como las lombrices de tierra.

6.1.4 Huevos de trematodos (Trematoda: Digenea)

Este grupo de parásitos es escaso en América Latina y probablemente existen muchos trematodos de mamíferos y aves silvestres que no han sido comunicados. Se divide en 3 órdenes, de los cuales el único de interés en veterinaria es Digenea (Barriga 2002). El ciclo de este conjunto de parásitos es indirecto y uno de los más complejos del reino animal, ya que para completarlos utilizan un hospedero definitivo, uno o dos hospedadores intermediarios y, a veces, hospedadores paraténicos. En todos actúa como primer hospedador intermedario un molusco, en el cual el parásito se multiplica enormemente mediante reproducción asexual (Cordero del Campillo y col 2001). Para que *L. guigna* pueda infectarse lo puede hacer ingiriendo directamente al huésped intermediario o a través de hospedadores paraténicos como roedores, aves o reptiles.

6.1.5 *Isoospora* sp. (Apicomplexa: Eimeriidae)

Las especies de este protozoo donde los felinos son hospederos definitivos y en el cual tienen un ciclo directo corresponden a *Isoospora rivolta* e *I. felis* (Pérez y col 2003), siendo esta última uno de los parásitos más comúnmente encontrados en gatos domésticos y silvestres, fundamentalmente en animales jóvenes y con mayor frecuencia cuando existen condiciones sanitarias pobres, estrés y hacinamiento (Pérez y col 2003). Si bien cerca del 30% de las muestras fueron positivas a *Isoospora* sp., ninguna presentaba una abundancia considerable como para suponer que los hospedadores de este parásito se encontraran bajo signología clínica, sólo mantenían el ciclo.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA PARASITARIA DE *P. fulvipes*

Para el zorro de Darwin, los huevos encontrados corresponden a los mismos grupos hallados en la güiña, y en comparación a lo descrito por Jiménez y col (2012), sólo difieren en huevos de trematodos y del nematodo *Aspicularis* sp., los que se considerarían el primer registro de estos parásitos en esta especie, ya que determinaron la presencia de huevos de los nematodos *Capillaria* sp., *T. canis*, *T. leonina*, *Filaroides osleri*, nematodos ancylostomatidos, *Trichuris* sp., los cestodos *Spirometra* sp. y *Taenia* sp. y coccidias (*Isoospora* sp.). De igual forma, si analizamos la prevalencia obtenida por Jiménez y col (2012) que corresponde a un 21,2%, ésta es evidentemente

inferior a lo encontrado en este estudio (58%). Esto puede deberse al tipo de técnica utilizada, flotación en azúcar, que es menos sensible a cierto tipo de huevos, principalmente de trematodos (Bowman 2008). Además, siendo ese estudio el primero realizado en *P. fulvipes* para la determinación de su fauna parasitaria gastrointestinal, la metodología utilizada para la recolección de las heces se basó en una identificación visual de éstas, lo cual según se desprende de este estudio puede llevar a un sesgo, ya que el 26% de las heces clasificadas como zorro de Darwin correspondían a guiña, que como sabemos convive en simpatria con este zorro en toda la isla.

6.2.1 *Aspiculuris* sp. (Nematoda: Heteroxyematidae)

De la misma forma como ocurre en güiñas, el zorro de Darwin debe actuar como hospedador anormal de esta especie. También constituye el primer registro de este parásito en caninos.

6.2.2 Huevos de trematodos (Trematoda: Digenea)

De igual forma como ocurre en la güiña, la manera de adquirir este tipo de parásito debe ser a través de hospedadores intermediarios o paraténicos.

6.3 COMPARACIÓN DE LA FAUNA PARASITARIA DE *L. guigna* y *P. fulvipes*

Según los resultados obtenidos para ambas especies existen diferencias significativas en la prevalencia de las muestras positivas y en las especies *Spirometra* sp., *Toxocara* sp. y huevos de trematodos. Para poder explicar las causas que conllevan a presentar estas diferencias es necesario analizar las particularidades inherentes a cada especie (*L. guigna* y *P. fulvipes*), además de describir cada ciclo parasitario, teniendo siempre en cuenta que debido al bajo tamaño muestral es posible que existan otras diferencias que no son posibles de evidenciar.

Para el caso de la prevalencia total de muestras positivas, éstas fueron analizadas conjuntamente con la riqueza media de especies y abundancia de parásitos ya que también fue mayor en la güiña por lo que podrían estar relacionadas. Para ello, el enfoque usado es la dieta, ya que al ser especies simpátricas los factores asociados al hábitat son los mismos y las diferencias morfológicas entre ambas especies son similares, además de ser ambas especies de carácter solitario. A pesar de que Poulin (1995) no encontró relación entre la dieta de especies de mamíferos y su riqueza de parásitos, establece que la abundancia relativa de presas invertebradas y vertebrados en la dieta de los carnívoros puede tener una importancia particular. Esto ocurre en este caso, ya que partiendo de la base que el zorro de Darwin es omnívoro y la güiña estrictamente carnívora, esto nos indica en primera instancia que los primeros pueden prescindir de animales que pueden ser hospedadores intermediarios de muchas especies de parásitos, además la principal presa corresponde a insectos, seguido de crustáceos (Jiménez y col 2007) mientras que el grueso de la alimentación de la güiña son los roedores y aves (Dunstone y col 2002). Tomando esto en consideración, es importante destacar que de las especies de parásitos que comparten, *Toxocara* sp., *T. leonina*, *Aspiculuris* sp., *Capillaria* sp. y trematodos pueden transmitirse a través de roedores y *Spirometra* sp. a través de reptiles. Otro factor a considerar es la filogenia, ya que ciertamente hay rasgos que se heredan de los antepasados (como la resistencia inmune determinada genéticamente) y que pueden afectar la estructura de las comunidades parasitarias (Poulin 1995).

Siguiendo con *Spirometra* sp. (Cestoda: Diphylobothriidae), las diferencias encontradas para este parásito se pueden explicar a través de su ciclo, el cual requiere de dos hospedadores intermediarios. El primero es un crustáceo copépodo (*Cyclops*, *Diaptomus*) y el segundo es un vertebrado (anfibios, reptiles, aves, mamíferos), siendo los hospedadores definitivos el perro, gato y carnívoros salvajes (Cordero del Campillo y col 2001). Son estos hospedadores intermediarios los que podrían llevar a que la güiña presente mayor prevalencia en este parásito en particular, ya que como se mencionó anteriormente la alimentación se basa en roedores y aves principalmente. Además se ha descrito en Chiloé a la lagartija chilena (*Liolaemus pictus chiloensis*) como presa de esta especie (Sunquist y Sunquist 2002), lo que para el caso de zorro de Darwin tanto aves como reptiles constituyen una menor fracción de su dieta.

Para *Toxocara* sp. (Nematoda: Ascarididae) si bien nos referimos a dos especies de parásitos (*T. cati* y *T. canis*), su biología y ciclo son muy similares afectando cada uno a félidos y cánidos respectivamente de manera exclusiva. La forma de transmisión se da mediante cuatro posibilidades de infección: directa, mediante la ingestión de huevos embrionados, placentaria o prenatal, galactógena, por la leche materna y a través de hospedadores paraténicos (roedores, aves, algunos invertebrados), de éstas la placentaria no ocurre en *T. cati* (Cordero del Campillo y col 2001). A pesar de que la güiña tiene mayor prevalencia en comparación al zorro de Darwin, siendo que no transmite los parásitos transplacentariamente, podemos asumir nuevamente que la razón de esta mayor frecuencia de infección sea a través del consumo de hospedadores paraténicos.

Para finalizar, tenemos los huevos de trematodos donde las diferencias encontradas fueron altamente significativas, si bien puede deberse nuevamente a variaciones en la dieta de *L. guigna* y *P. fulvipes*, esta elevada diferencia puede estar dada también por la filogenia de cada especie. No obstante, se requieren de estudios avanzados para dilucidar esta hipótesis.

6.4 CONCLUSIONES

- Del total de muestras analizadas, se logró describir la fauna parasitaria de ambas especies, encontrando para cada una ocho géneros de parásitos diferentes que pertenecen a Nematodos, Cestodos, Trematodos y protozoos.
- Para el caso de la güiña el hallazgo de huevos de los nematodos *Aspicularis* sp., *Trichuris* sp., *Capillaria* sp., la coccidia *Isospora* sp. y trematodos constituyen el primer registro en esta especie.
- Para el caso del zorro de Darwin el hallazgo de huevos de trematodos y del nematodo *Aspicularis* sp. constituyen el primer registro en esta especie.
- Existe mayor parasitismo gastrointestinal en *L. guigna* que en *P. fulvipes* lo que podría explicarse por la filogenia propia de cada especie y diferencias en el tipo de dieta, ya que gran parte de los parásitos encontrados tienen en sus ciclos hospedadores intermediarios o paraténicos que constituyen parte importante de la alimentación de la güiña por sobre el zorro de Darwin.

7. REFERENCIAS

- Acosta-Jamett G, J Simonetti. 2004. Habitat use by *Oncifelis guigna* and *Pseudalopex culpaeus* in a fragmented forest landscape in central Chile. *Biodivers Conserv* 13, 1135-1151.
- Altizer S, CL Nunn, PH Thrall, JL Gittleman, J Antonovics, AA Cunningham, AP Dobson, V Ezenwa, KE Jones, AB Pedersen, M Poss, JRC Pulliam. 2003. Social organization and parasite risk in mammals: Integrating theory and empirical studies. *Ecol Evol Syst* 34, 517-547.
- Anderson RM, RM May. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions: I. Regulatory processes. *J Anim Ecol* 47, 219-247
- Barriga O. 2002. Infecciones por nematodos y platelmintos. En: O Barriga (ed). *Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en la América Latina*. Editorial Germinal, Santiago, Chile, Pp 81-166.
- Bordes F, Morand S, Kelt DA, Van Vuren DH. 2009. Home range and parasite diversity in mammals. *Am Nat* 173, 467-474.
- Bowman D. 2008. Diagnostic in parasitology. In: D Bowman (ed). *Georgis' Parasitology for Veterinarians*. 9th ed. Elsevier Inc, USA, Pp 295-371.
- Cleaveland S, GR Hess, AP Dobson, MK Laurenson, HI McCallum, MG Roberts, R Woodroffe. 2002. The role of pathogens in biological conservation. In: PJ Hudson, AP Rizzoli, BT Grenfell, H Heesterbeek, AP Dobson (eds). *The Ecology of Wildlife Diseases*. Oxford University Press, New York, Oxford, USA, Pp 139-150.
- Cordero del Campillo M, FA Rojo, AR Martínez, S Sánchez, S Hernández, J Navarrete, P Díaz, H Quiroz, M Carvalho. 2001. Parasitosis del aparato digestivo del perro y el gato. En: M Cordero del Campillo, FA Rojo, AR Martínez, S Sánchez, S Hernández, J Navarrete, P Díaz, H Quiroz, M Carvalho (eds). *Parasitología Veterinaria*. McGraw-Hill Interamericana, España, Madrid, Pp 615-651.
- Daszak P, AA Cunningham, AD Hyatt. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife - threats to biodiversity and human health. *Science* 287, 443-449.
- Dunstone N, R Freer, G Acosta-Jamett, L Durbin, I Wyllie, M Mazzolli, D Scott. 2002. Uso del hábitat, actividad y dieta de la güiña (*Oncifelis guigna*) en el Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile. *Bol del Museo Nac Hist Nat (Chile)* 51: 147-158.
- Ezenwa VO. 2003. Habitat overlap and gastrointestinal parasitism in sympatric African bovid. *Parasitology* 126, 379-388.

- Fernández J, C Villalba. 1984. Helminthos parásitos de *Felis guigna* Molina, 1782 (Carnivora, Felidae). *Bol de la Soc de Biol de Conc* 55, 161-164.
- Freeland WJ. 1983. Parasites and the coexistence of animal host species. *Am Nat* 121, 223-236.
- González-Acuña D, L Moreno, K Ardiles, M Flores, M Duclos, M Kinsella. 2010. Endoparasites of the kodkod, *Oncifelis guigna* (Carnivora, Felidae) in Chile. *Rev Chil His Nat* 83, 619-622.
- Hass DK, LS Meisels. 1978. *Trichuris campanula* infection in a domestic cat from Miami, Florida. *Am J Vet Res* 39, 1553-1555.
- Hudson PJ, AP Rizzoli, BT Grenfell, JAP Heesterbeek, AP Dobson. 2002. Ecology of wildlife diseases. In: PJ Hudson, AP Rizzoli, BT Grenfell, JAP Heesterbeek, AP Dobson (eds). *The Ecology of Wildlife Diseases*. Oxford University Press, New York, USA, Pp 1-5.
- Irvine R J. 2006. Parasites and the dynamics of wild mammal populations. *Anim Sc* 82,775-781.
- Jiménez JE. 2007. Ecology of a coastal population of the critically endangered Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) on Chiloe Island, southern Chile. *J Zool* 271, 63-77.
- Jiménez JE, C Briceño, H Alcaíno, P Vásquez, S Funk, D González-Acuña. 2012. Coprologic survey of endoparasites from Darwin's fox (*Pseudalopex fulvipes*) in Chiloe, Chile. *Arch Med Vet* 44, 93-97.
- Jiménez J, E McMahon. 2004. Darwin's fox *Pseudalopex fulvipes* (Martin, 1873) Critically Endangered – CR:C2a (ii) (2004). In: C Sillero-Zubiri, M Hoffmann, D W Macdonald (eds). *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs*. IUCN/SSC Canid Specialist Group, Gland, Switzerland and Cambridge, UK Pp 50-55.
- Magurran AE. 2004. An index of diversity... In: AE Magurran (ed). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd, Oxford, United Kingdom, Pp 100-130.
- Pedersen AB, KE Jones, CN Nunn, S Altizer. 2007. Infectious diseases and extinction risk in wild mammals. *Conserv Biol* 21, 1269-1279.
- Pérez E, E Gómez, EG Rodríguez, L Perdomo. 2003. Presencia de *Isospora felis* en gatos en Cuba. *Rev Salud Anim* 25, 140-142.
- Poulin R. 1995. Phylogeny, ecology, and the richness of parasite communities in vertebrates. *Ecol Monogr* 65, 283-302.
- Poulin R, S Morand. 2000. The diversity of parasites. *Q Rev Biol* 75, 277-293.
- Sunquist M, F Sunquist. 2002. Kodkod, *Oncifelis guigna* (Molina, 1782). In: M Sunquist and F Sunquist (eds). *Wild Cats of the World*. The University of Chicago Press Ltd., Londres, Inglaterra, Pp 211-214.

- Tamura K, D Peterson, N Peterson, G Stecher, M Nei, S Kumar. 2011. MEGA₅: Molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol* 28, 2731-2739.
- Teuscher E. 1965. A new single method of examining faeces for the diagnosis of helminth diseases of ruminants. *Zentralbl Veterinarmed B* 12, 241-248.
- Thompson RCA, AJ Lymbery, A Smith. 2010. Parasites, emerging disease and wildlife conservation. *Int J Parasitol* 40, 1163-1170
- Torres J, J Miquel, JC Casanova, A Ribas, C Feliu, S Morand. 2006. Endoparasite species richness of Iberian carnivores: influences of host density and range distribution. *Biodivers Conserv* 15, 4619-4632.
- Watve MG, R Sukumar. 1995. Parasite abundance and diversity in mammals: Correlates with host ecology. *Proc Natl Acad Sci* 92, 8945-8949.

Anexo 2. Resultados de los análisis genéticos realizados en “Primate Immunogenetics and Molecular Ecology Research Group” de la Universidad de Cambridge, Gran Bretaña con fecha 10 de noviembre de 2011.

Results	n	%
Success	75	79,79
Fox	43	57,33
Wildcat	31	41,33
Other	1	1,33

Sample Id	PCR prod	Species	Comments
FeTa01			
FeTa02		Wildcat	
FeTa03		D's Fox	
FeTa04		D's Fox	
FeTa05		Wildcat	
FeTa06		Wildcat	
FeTa07		D's Fox	
FeTa08		D's Fox	
FeTa09		D's Fox	
FeTa10		D's Fox	
FeTa11		Wildcat	
FeTa12		D's Fox	
FeTa13		D's Fox	Very good quality
FeTa14		D's Fox	
FeTa15			
FeTa16			
FeTa17		Wildcat	
FeTa18		Wildcat	
FeTa19		D's Fox	
FeTa20			
FeTa21		D's Fox	Very good quality
FeTa22		D's Fox	
FeTa23		D's Fox	
FeTa24		D's Fox	
FeTa25		D's Fox	
FeTa26		Wildcat	
FeTa27		D's Fox	
FeTa28		D's Fox	
FeTa29		D's Fox	
FeTa30		D's Fox	
FeTa31		D's Fox	
FeTa32		Wildcat	
FeTa33		Wildcat	
FeTa34		Wildcat	
FeTa35		D's Fox	
FeTa36			
FeTa37		D's Fox	
FeTa38		D's Fox	
FeTa39		D's Fox	
FeTa40		D's Fox	
FeTa41		D's Fox	
FeTa42		D's Fox	
FeTa43		D's Fox	
FeTa44			
FeTa45		D's Fox	
FeTa46		D's Fox	Regular quality
FeTa47			

FeTa48		Wildcat	
FeTa49		D's Fox	
FeTa50		D's Fox	Very good quality
FeTa51		Wildcat	
FeTa52		Wildcat	Very good quality
FeTa53		D's Fox	
FeTa54		Wildcat	
FeTa55		Wildcat	
FeTa56		D's Fox	
FeTa57		Wildcat	
FeTa58		Wildcat	Good quality
FeTa59			
FeTa60			
FeTa61		D's Fox	Good quality
FeTa62		Wildcat	
FeTa63		D's Fox	
FeTa64			
FeTa65			
FeTa66		Wildcat	
FeTa67			
FeTa68		Wildcat	Good quality
FeTa69			
FeTa70		Wildcat	
FeTa71		Wildcat	
FeTa72		D's Fox	
FeTa73		Wildcat	Fox underneath
FeTa74		Wildcat	Good quality
FeTa75	Double band		
FeTa76		Wildcat	
FeTa77			
FeTa78		Wildcat	
FeTa79		Wildcat	Good quality
FeTa80			
FeTa81			
FeTa82			
FeTa83		D's Fox	
FeTa84		D's Fox	
FeTa85		D's Fox	
FeTa86	Poor	Paenibacillus (soil bacteria) / lizard	Another size band
FeTa87		D's Fox	
FeTa88	Double band	Wildcat	
FeTa89		D's Fox	
FeTa90			
FeTa91		Wildcat	
FeTa92		Wildcat	
FeTa93		Wildcat	
FeTa94		D's Fox	

Anexo 3. Tabla de comparación al asignar las heces a *L. guigna* ó *P. fulvipes* según clasificación visual y análisis genéticos.

		Clasificación visual		
		<i>P. fulvipes</i>	<i>L. guigna</i>	Total
Análisis genéticos	<i>P. fulvipes</i>	28	15	43
	<i>L. guigna</i>	4	27	31
	Total	32	42	74

Correctamente clasificadas	55
Clasificadas incorrectamente	19
Total muestras	74
% error	26%

9. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a quienes han sido pilares fundamentales en mi vida, a quienes con cuyas enseñanzas inculcaron en mí el amor, cuidado y respeto por la naturaleza y los animales y quienes, sin su apoyo incondicional no habría sido posible llevar a cabo esta larga travesía de esfuerzo y sacrificio, mis padres Patricia y Fernando.

A mis hermanos Tricia y Nicolás, que a pesar de la distancia han estado presente estos años de estudio demostrando el fuerte lazo que nos une.

A mis compañeros de aventura Inuit Burucker y Paula Cantarutti, que no solamente me enseñaron y ayudaron a trabajar en terreno, sino que me dejaron grandes experiencias de compañerismo, trabajo en equipo y amistad. Asimismo a todos los tesistas y practicantes presentes en el parque durante el verano de 2011.

A mi profesor patrocinante, Gerardo Acosta, quien sin su confianza y respaldo absoluto ha sacado adelante este proyecto conmigo y de quien he obtenido grandes enseñanzas sobre todo en el tema de la conservación. Agradecida por su paciencia, comprensión y apoyo en todo momento. De igual forma a mi profesora copatrocinante, Pamela Muñoz, por su colaboración incondicional y formación en el ámbito de la parasitología.

A Cristóbal Briceño, por su ayuda y disposición para la realización de análisis genéticos.

A mis amigas de la universidad Gaby y Joy, por sus consejos, cariño y amistad que hicieron que estos años lejos de casa fueran mucho mas llevaderos

Especialmente agradezco también al Parque Tantauco y todas las personas que allí trabajan principalmente guardaparques, por su acogedor recibimiento y apoyo económico a través de la beca Tantauco.

Y a quienes han marcado su huella en mí.