



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
**TESIS DOCTOR EN BIOLOGÍA**

**Ecología y uso del espacio de dos especies de félidos, Gato Andino  
(*Leopardus jacobita*) y Gato del Pajonal (*L. colocolo*) en la región Altoandina, Prov. de  
Jujuy.**

**Cintia G. Tellaeche**

**Bahía Blanca**

**Argentina**

**2015**

## Prefacio

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Biología, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos, Laboratorio de Fisiología Animal, dependiente del Departamento de Biología Bioquímica y Farmacia, durante el período comprendido entre 16 de mayo de 2011 y el 10 de febrero de 2015, bajo la dirección del Doctor Mauro Lucherini Investigador Independiente del CONICET

Cintia G. Tellaeche

Bahía Blanca, 11 de febrero de 2015



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**  
Secretaría General de Postgrado y Educación  
Continua

La presente tesis ha sido aprobada el \_\_/\_\_/\_\_,  
mereciendo la calificación de \_\_\_\_ (\_\_\_\_\_).

## Resumen

El Gato Andino (*Leopardus jacobita*) y el Gato del Pajonal (*L. colocolo*) son dos especies de félidos de pequeño tamaño con una estrecha relación filogenética, por lo que comparten muchas características morfológicas y ecológicas. Además el Gato Andino se encuentra, a lo largo de toda su distribución, en simpatria con el Gato del Pajonal. La UICN los categorizó como En Peligro, en el caso del Gato andino y como Casi Amenazado, el Gato del Pajonal. Ambas especies son muy poco conocidas, aunque en los últimos años la cantidad de estudios sobre ellas ha tenido un considerable incremento.

Este trabajo se propone comparar aspectos básicos de la ecología de las dos especies de félidos en un área de los Altos Andes de la Provincia de Jujuy. Los objetivos principales de esta tesis son: testear un protocolo de captura, incluyendo la sedación; describir morfométricamente (características morfológicas externas) una muestra de individuos de las dos especies; determinar el tamaño de área de acción de especímenes de Gato Andino y Gato del Pajonal; evaluar el solapamiento espacial entre ambas especies y analizar el uso del hábitat por parte de ambos félidos. Para cumplir con los objetivos, las principales metodologías utilizadas durante el trabajo fueron captura de los animales, radiotelemetría y trampeo fotográfico.

Mediante 148 días de trampeo se capturaron cinco individuos de Gato Andino y cuatro de Gato del Pajonal. Se utilizaron dos tipos de trampas para la captura, ceos a la pata y jaulas. La eficiencia de captura fue mucho mayor con los ceos (1,64 capturas por 100 días-trampa) que las jaulas (0,19 por 100 días-trampa). Debido a su mayor eficacia y sencillez de colocación y la ausencia de efecto negativos sobre el bienestar de los animales, por lo menos en presencia de alarmas que emitan una señal al cerrarse la trampa, se recomienda el uso de este modelo de trampa para captura viva.

Se utilizaron dos combinaciones de drogas, Ketamina-Medetomidina y Ketamina- Xilacina, ambas resultaron efectivas y no se registraron problemas. El Gato del Pajonal requirió dosis mayores que el Gato Andino. La combinación de drogas que se testeó con mayor número de capturas (Ketamina-Medetomidina) resultó eficaz y segura.

Las medidas morfométricas mostraron diferencias significativas de tamaño entre las hembras de ambas especies, siendo mayores para el Gato Andino, y entre machos y hembras de Gato Andino, siendo los machos más grandes. La morfología de las patas no presentó diferencias entre especies, contrariamente a lo encontrado por otros autores.

Se colocaron radiocollares a cuatro individuos de cada especie, pero debido a fallas técnicas se obtuvieron datos suficientes sólo para 3 especímenes de cada especie. Las áreas de acción fueron muy grandes para ambas especies con respecto a lo esperado sobre la base de sus respectivos tamaños y de los resultados para otras especies similares. El tamaño promedio de las áreas de acción para el Gato Andino fue de 79,89 km<sup>2</sup> (Mínimo Polígono Convexo 100%) y 46,89 km<sup>2</sup> (Kernel 95%) y el del área núcleo (Kernel 45%) fue de 13,16 km<sup>2</sup>. En el caso del Gato del Pajonal estos valores fueron 20,52 km<sup>2</sup>, 14,86 km<sup>2</sup> y 5,08 km<sup>2</sup>, respectivamente. La superposición media del área de acción, estimada mediante Kernel 95%, fue del 59,63% para el Gato del Pajonal, 58,1% para el Gato Andino y 53,98% entre especies. Con respecto a las áreas núcleo los solapamientos medios fueron de 48,9%, 45% y 45,77% para Gato del Pajonal, Gato Andino y ambas especies entre sí, respectivamente.

Para el estudio del uso del hábitat, se utilizaron dos métodos; el trampeo fotográfico, para lo cual se realizaron cuatro campañas, con un esfuerzo de muestreo total de 16779 noches trampa y la radiotelemetría, mencionada anteriormente. Se pudo ver mediante el trampeo fotográfico, que hay un efecto de la rugosidad del ambiente en la probabilidad de detección. Con ambas metodologías los resultados mostraron que el Gato Andino prefirió los lugares más rugosos, más cercanos al agua y con mayor cantidad de roca; para el Gato del Pajonal también la rugosidad y la distancia al agua resultaron las características más importantes del hábitat, pero a diferencia del Gato Andino la cantidad de roca no lo fue.

Los resultados obtenidos en este trabajo, sumados a aquellos ya disponibles para estas especies, refuerzan la hipótesis del gran nivel de especialización del Gato Andino, lo que lo convierte en una especie muy vulnerable a la extinción.

## Abstract

The Andean and Pampas cat (*Leopardus jacobita* and *L. colocolo*) are two closely related small felids sharing a number of ecological and morphological characteristics. The Andean cat shares all its distribution range with the Pampas cat and is affected by the same conservation threats within that area. The IUCN categorizes the Andean cat as Endangered and the Pampas cat as Near Threatened. Both species are poorly known, although in the last years there was an increase in the amount of studies focused on them. This study aims to compare basic aspects of the ecology of these two felids in an area of the high Andes of Jujuy province, Argentina. The main objectives of this thesis were: test a capture and sedation protocol; describe morphometrically a sample of individuals of the two species; determine the home range size of specimens of both felids; evaluate the spatial overlap between the two species and analyze their habitat use. To accomplish these objectives, the principal methodologies used in the study were live- captures, radiotelemetry, and camera trapping.

After 148 days of trapping, five Andean cats and four Pampas cats were captured. Two types of traps were used (box traps and leg-hold trap). The capture efficiency was much higher with leg-hold traps (1.64 captures per 100 trap-days) than box traps (0.19 per 100 trap-days). Because of its greater efficiency, easy placement and lack of negative effects on animal welfare, we recommend the use of the leg-hold traps for the live capture of these cats.

The combinations of Ketamine-Medetomidine were used to sedate the animals; it was effective and no problems were recorded. The Pampas cat needed larger doses than the Andean cat.

The morphometric measurements showed that the Andean cat was larger than the Pampas cat and that Andean cat males were bigger than the females.

We put radiocollars to four individuals of each species; due to technical failures in the collars we did not obtain as many data as we should have (obtaining data of three individuals of each specie). The sizes of home ranges of both species were larger than expected on the basis of the allometric function relating this parameter to carnivore body masses. The average home range sizes for the Andean cat were 79.89 Km<sup>2</sup> (Minimum Convex Polygon), 46.89 Km<sup>2</sup> (Kernel 95%), and 13.16 Km<sup>2</sup> (core area: Kernel 45%). The Pampas cat had home range sizes of 20.52 km<sup>2</sup>, 14.86 km<sup>2</sup>, and 5.08 km<sup>2</sup>, respectively. The average home range overlaps estimated by the Kernel 95% were 59.63% for the Pampas cat, 58.1% for the Andean cat, and 53.98% between species; using the Kernel 45% overlaps were 48.9%, 45%, and 45.77%, respectively.

To study habitat use, in addition to radiotracking, we used camera trapping (with a total of four campaigns and an effort of 16779 trap nights). Camera trapping data showed an effect of habitat roughness on the detection probability of both species. The results of both methodologies showed that Andean cats preferred more rugged habitats, closer to water and with large proportions of rocks, while Pampas cats preferred rugged habitats in proximity to water, but the amount of rocks was not important.

The results obtained in this work, added to those already available for these species, support the hypothesis of a high level of specialization of the Andean cat, making it vulnerable to extinction.

## Agradecimientos

- Al Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional del Sur
- A la Dra. Emma Casanave y la cátedra de Fisiología Animal por brindarme apoyo y el espacio físico para realizar este trabajo.
- Al CONICET por brindarme el apoyo económico.
- A Mauro Lucherini, por haber aceptado dirigirme y finalmente creer que los podíamos capturar.
- A la comunidad de Loma Blanca, por dejarnos trabajar en sus tierras.
- A los veterinarios que nos ayudaron durante las capturas: Pablo Cuervo, Adrian Mutlow, Hisako Mutlow, Dave Kenny, Nancy Boedeker, Adriene Atkins, Sue Jin Hwang, Paloma Alcazar and Sybil Zavala.
- A todos los miembros del GEEM (Estela, Diego, Nico, Lucia, María) que en mayor o menor medida fueron parte de este proceso.
- A Estela quien siempre está dispuesta a ayudar, gracias!
- A Pablo Perovic, gracias por estar siempre ahí, por preocuparte, por las charlas y las cervezas.
- Especialmente a Juani, gracias a quien conocí la puna, gracias por recorrer este camino conmigo!

- A mi familia (Mamá, Papá, Paula, Gaby, Marcela y Mary) por apoyarme siempre!! Y perdón por haber estado siempre en el campo en muchas fechas especiales.
- A Martin Llenez y Rosalía Llampa, por ayudarnos siempre desinteresadamente.
- A los voluntarios (Lucía.P, Analia.A, Laura.G.V, Noelia .G, Antonio.L, Alberto.S.M, Jesica .A, Santiago.N, Lucas.A, Emanuel.G, Daniel. R, Gabriel. Ll.)
- A mis amigos (Ana.W, Ana C, Georgi, maju, Fla, Estefania, Santi, Valdo, Joaquín y Gaby) por estar siempre a pesar de la distancia.
- A Wildlife Conservation Network, Wild Felid Research and Management Association y Panthera por su apoyo económico al proyecto.
- A los gatos que nos dejaron entrometernos en sus vidas (Orificio, Alexander, Fanta, Vichacha, Arya, Jehtro, Yareta, Corky y Enriqueta y todos los que no tienen nombre aún).

## Tabla de Contenidos

Prefacio.....	ii
Resumen .....	iii
Abstract .....	v
Agradecimientos .....	vii
Tabla de Contenidos.....	ix
Capítulo 1 .....	1
Introducción general .....	1
1. Generalidades sobre carnívoros .....	2
2. Generalidades sobre félidos .....	3
3. Especies estudiadas .....	5
a. Gato Andino ( <i>L. jacobita</i> ).....	5
b. Gato del Pajonal ( <i>L. colocolo</i> ).....	7
4. Área de estudio.....	10
5. Antecedentes.....	14
6. Objetivos.....	16
7. Bibliografía.....	17
Capítulo 2.....	22
Captura y sedación .....	22
1. Introducción.....	23
2. Objetivos.....	25
3. Metodología .....	25
a. Trampas.....	25
b. Sedación.....	28
4. Resultados .....	31
a. Trampeo.....	31
b. Sedación.....	32
c. Signos vitales monitoreados: .....	34

i. Temperatura rectal: .....	34
ii. Frecuencia Respiratoria: .....	35
iii. Frecuencia Cardíaca: .....	35
5. Discusión .....	37
a. Trampeo.....	37
b. Sedación.....	37
6. Bibliografía.....	41
Capítulo 3.....	43
Morfometría .....	43
1. Introducción: .....	44
2. Objetivo.....	45
3. Materiales y métodos: .....	46
4. Resultados.....	48
5. Discusión .....	53
Capítulo 4.....	57
Organización espacial.....	57
1) Introducción:.....	58
2) Objetivos:.....	61
3) Materiales y Métodos: .....	61
a) Radiotelemetría .....	61
b) Análisis área de acción .....	64
c) Interacción entre individuos. ....	65
4) Resultados: .....	66
a) Radiotelemetría .....	66
b) Área de acción .....	70
c) Interacciones entre individuos .....	71
5) Discusión .....	76
6) Bibliografía.....	82
Capítulo 5.....	87

Uso del Hábitat .....	87
1)    Introducción.....	88
3)    Trampeo Fotográfico .....	93
a)    Materiales y métodos .....	93
i)    Trampeo fotográfico .....	93
ii)   Análisis de los datos .....	96
b)    Resultados .....	101
3)    Radiotelemetría .....	108
a)    Materiales y métodos .....	108
i)    Radiotelemetría. ....	108
ii)   Análisis de los datos.....	108
iii)  Clasificación de la imagen satelital y creación de covariables.....	110
b)    Resultados: .....	112
4)    Discusión: .....	114
5)    Bibliografía .....	119
Capítulo 6.....	123
Discusión general.....	123
Principales resultados:.....	132
Bibliografía .....	134

# Capítulo 1

Introducción general

## 1. Generalidades sobre carnívoros

Los carnívoros son miembros del Orden Carnívora, clase Mammalia.

Comparándolos con otros mamíferos exhiben un gran rango de distribución, cubriendo casi el planeta entero. Pueden vivir en casi todos los ambientes desde pastizales o bosques, hasta desiertos o inclusive en el ártico (Nowak 2005).

La mayoría de los carnívoros son reconocidos como predadores por tener como característica distintiva el cuarto premolar superior y el primer molar inferior transformados en un par de piezas carniceras con función cortante, llamados molares secodontos (Redford y Eisenberg 1992; Fernández Salvador 1996). A pesar de estar unidos por su particular molar carnicero, tienen pocas otras características anatómicas comunes. Presentan grandes variaciones interespecíficas, así como también intraespecíficas y una gran flexibilidad, como por ejemplo los cambios en los patrones de coloración del pelaje a lo largo de la distribución de una especie.

Por encontrarse en la cima de la cadena alimenticia, son particularmente importantes en el mantenimiento de la biodiversidad, así como la estabilidad e integridad de las comunidades de las que forman parte (Crooks y Soule 1999; Terborgh, et al. 1999).

Desde un punto de vista de su conservación, los carnívoros tienen ciertas ventajas por ser considerados, en la mayoría de los casos, carismáticos, enigmáticos e interesantes, razones por las cuales muchas veces se acepta que su existencia es valiosa y que vale la pena conservarlos (Gese 2001; Nowak 2005). Sumado a sus

cualidades estéticas, en muchos casos tienen un valor comercial importante (principalmente por sus pieles) y también una importancia recreativa, como en el caso del turismo de aventura y la caza deportiva (Kruuk 2002; Nowak 2005)

Por otra parte, algunas de sus características hacen que los carnívoros tengan conflictos con el humano. Entre éstas se puede mencionar la necesidad de espacios muy grandes, la competencia por las mismas presas o la depredación sobre ganado doméstico, llevando a que muchas especies sean cazadas indiscriminadamente (Kruuk 2002; Nowak 2005; Baker, et al. 2008).

El hecho de encontrarse los carnívoros en la cumbre de la cadena alimenticia, implica que para protegerlos se debe proteger la vegetación, otros animales, fuentes de agua, etc., lo cual hace que su conservación sea compleja (Nowak 2005). La susceptibilidad de los carnívoros a la acción del hombre queda clara viendo la prominencia en la lista de especies amenazadas y la gran cantidad de amenazas a las que se enfrentan (pérdida de hábitat, caza, especies introducidas, patógenos, etc.) (Nowak 2005; Paquet y Darimont 2010).

## **2. Generalidades sobre félidos**

Los félidos son una Familia perteneciente al Orden Carnívora, cuyos miembros tienen una gran cantidad de características compartidas, probablemente debido a que todas las especies actuales tienen un antepasado común relativamente reciente, que vivió hace 10,8 millones de años (Johnson, et al. 2006; MacDonald y Loveridge 2010). Son considerados como “hipercarnívoros”, ya que dentro del Orden son el grupo que requiere de la mayor proporción de proteínas en su dieta para sobrevivir

(Sunquist y Sunquist 2002). Su cuerpo es un reflejo de su dieta y una de sus características más sobresalientes es la presencia de garras retráctiles (presentes en todas las especies a excepción del chita, *Acinonyx jubatus*), de forma altamente curvada y comprimida lateralmente, lo que permite a los félidos sostener y manipular a sus presa (Sunquist y Sunquist 2002; Macdonald, et al. 2010).

De los sentidos desarrollados por los félidos la visión es el más importante a la hora de capturar presas. Debido a que cazan presas activas durante el día y la noche, sus ojos pueden funcionar tanto a la luz del sol como en completa oscuridad. Tienen la mejor visión binocular de todos los carnívoros, lo cual les permite calcular distancias con mucha precisión. También utilizan otros sentidos para la caza, como el oído, que está mucho más desarrollado que el de los humanos y les permite escuchar sonidos de alta frecuencia, y el sentido del olfato, el cual no es muy bien entendido aún, pero podría ser muy importante para la comunicación.

Aunque se considera que la mayoría de los félidos son animales solitarios, a excepción de los leones, chitas y gatos domésticos, existen interacciones conespecíficas mediadas por señales, como pueden ser el marcado del territorio mediante olores producidos por medio de las glándulas anales, faciales e interdigitales (Sunquist y Sunquist 2002).

### 3. Especies estudiadas

El presente trabajo se centra en dos especies de félidos, el Gato Andino (*Leopardus jacobita*) y el Gato del Pajonal (*L. colocolo*), las cuales se encuentran en simpatria a lo largo de toda la distribución del Gato Andino. También se hará referencia frecuente en el texto a otra especie de carnívoro, el Zorro Colorado (*Pseudalopex culpaeus*), por encontrarse este también en simpatria con ambos félidos en el área de estudio y porque potencialmente podría competir con estos.

#### a. Gato Andino (*L. jacobita*)

La clasificación taxonómica del Gato Andino ha sido motivo de varios estudios y revisiones. Descrito por Cornalia (1865) bajo el género *Felis*, más tarde Cabrera (1940) lo incluyó en el género monoespecífico *Oreailurus*, basándose en particularidades del cráneo de la especie, más específicamente la cámara anterior de la bulla timpánica, que es igual o bastante mayor que la cámara posterior, lo que lo diferencia de los demás félidos pequeños (Yensen and Seymour 2000). Sucesivamente, sobre la base de evidencia molecular, fue clasificado dentro del género *Leopardus* junto con los demás pequeños félidos sudamericanos (Johnson, et al. 1999), siendo éste en la actualidad el criterio de clasificación más ampliamente utilizado.

Es un félido de pequeño tamaño y su distribución está acotada a los altos Andes de Argentina, Bolivia, Chile y Perú y la porción norte de la estepa Patagónica Argentina (Novaro, et al. 2010; AGA 2011) (Figura 1).

**Foto 1: Individuo de Gato Andino.**



Su pelaje es de color gris con manchas cafés rojizo o amarillento que se disponen de forma vertical a ambos lados del cuerpo. Se caracteriza por tener una cola muy larga, que representa del 66 al 75% del largo de la cabeza y cuerpo, es gruesa y cilíndrica, de aspecto felpudo, con 6 a 9 anillos anchos de color café oscuro a negro. Las patas presentan bandas o manchas oscuras más delgadas que no llegan a formar anillos completos (Yensen y Seymour 2000; García-Perea y Hamilton 2002) (Foto 1).

Si bien los estudios acerca de esta especie son escasos, a lo largo de los últimos años el conocimiento ha ido aumentando de manera considerable, abarcando estudios sobre variados aspectos; desde la distribución de la especie hasta estudios de densidades poblacionales, patrones de actividad y hábitos alimentarios (Lucherini y Luengos Vidal 2003; Lucherini, et al. 2004; Villalba, et al. 2004; Lucherini, et al. 2008; Lucherini, et al. 2009; Villalba 2009; Reppucci, et al. 2011; Reppucci 2012). Como resultado de estos estudios se conoce que presenta amplitudes de nicho trófico y

densidades poblacionales muy bajas y una alta superposición con otros carnívoros simpátricos (Walker, et al. 2007; Napolitano, et al. 2008; Tellaeche 2010; Reppucci 2012).

La biología reproductiva es poco conocida, pero se cree que los apareamientos podrían ocurrir entre julio y agosto y en función de esto, las crías nacerían entre septiembre y noviembre (Villalba, et al. 2004).

Se han detectado numerosas amenazas para esta especie, entre las cuales podemos mencionar: la pérdida y degradación de hábitat, caza oportunista o paliativa, caza tradicional, reducción de las poblaciones de las presas y enfermedades introducidas (AGA 2011).

El Gato Andino es categorizado a nivel internacional por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como En Peligro (Acosta, et al. 2009) y con la mayor prioridad de conservación, y a nivel nacional, como Vulnerable (Ojeda, et al. 2012).

### **b. Gato del Pajonal (*L. colocolo*)**

La taxonomía del Gato del Pajonal ha sido y es motivo de debate, dado que presenta un gran dimorfismo. Fue propuesto basándose en caracteres morfológicos, que existen tres especies diferentes (García-Perea 1994; Wozencraft 2005). Sin embargo, posteriores análisis genéticos no mostraron evidencias suficientes para reconocer más de una especie (Johnson, et al. 1999). En la actualidad, aunque la mayoría de los autores engloba a todo el grupo en una única especie (*L. colocolo*), hay aún quienes lo consideran un grupo conformado por varias especies, por ejemplo Chebez (2008).

**Foto 2: Individuo de Gato del Pajonal.**



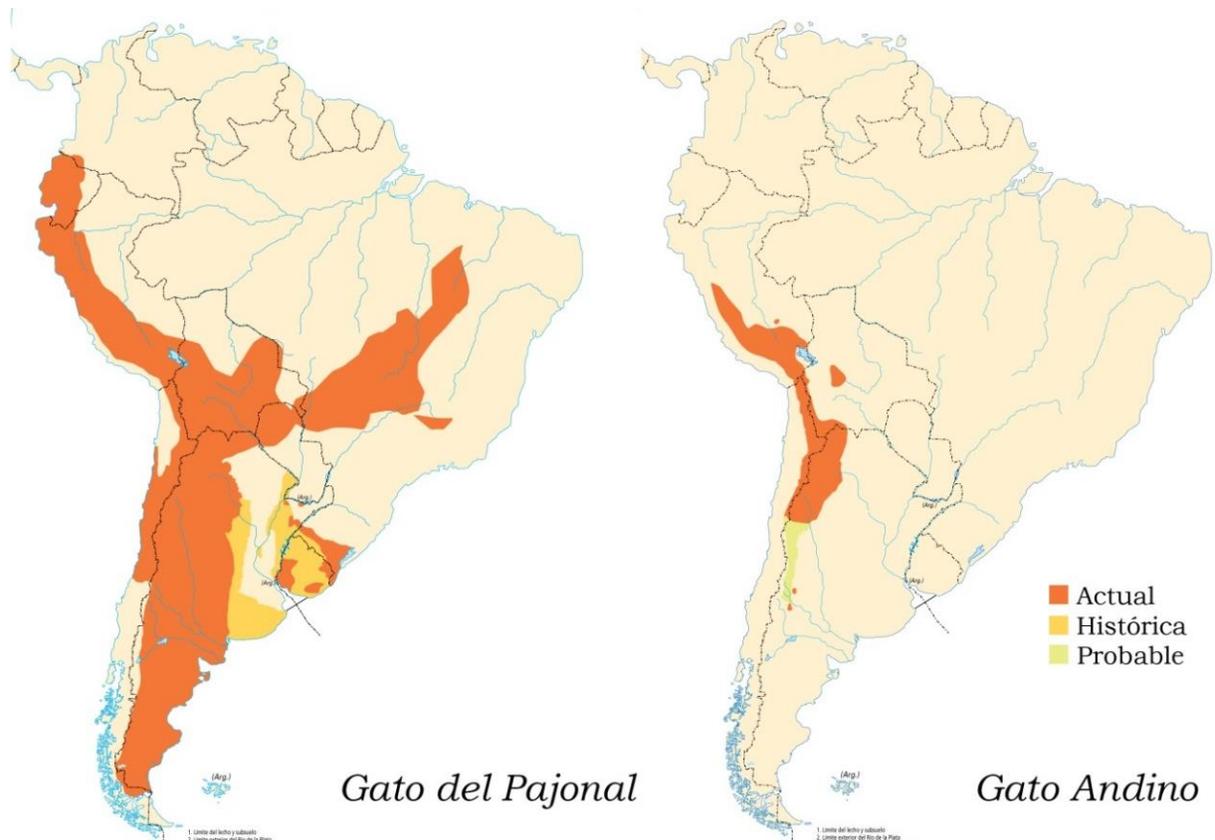
Esta especie presenta una amplia distribución en Sudamérica, abarcando toda la región continental de la Argentina, Uruguay, sur y centro de Brasil, Bolivia, Perú, sur de Ecuador y centro y norte de Chile (Redford y Eisenberg 1992; García-Perea 1994; Nowell y Jackson 1996; Pereira y Aprile 2012) (Figura 1).

Es un gato de pequeño tamaño y comparte algunas características morfológicas con el Gato Andino, con el cual es frecuentemente confundido (García-Perea y Hamilton 2002; Villalba, et al. 2004). La coloración de su pelaje es muy variable a lo largo de su distribución, desde blanco amarillento, distintas tonalidades de grises y en algunas áreas (como en los Andes), puede presentar manchas de color café-anaranjado. En las patas delanteras suele presentar anillos completos de color pardo oscuro a negro. En la parte dorsal mediana tiene una franja de pelos de mayor longitud denominada cresta (García-Perea 1994; García-Perea y Hamilton 2002; Iriarte 2008) (Foto 2).

Los estudios sobre la biología de esta especie también son escasos, orientados mayormente a los aspectos reproductivos y morfológicos (Eaton 1984, García-Perea 1994), aunque a lo largo de los últimos años el conocimiento ha ido aumentando (Cossíos, et al. 2007; Walker, et al. 2007; Beltrán, et al. 2009; Cossíos, et al. 2009; Tellaeche 2010; Reppucci 2012; Gardner, et al. 2010).

Ha sido categorizado por la UICN como Casi Amenazado (de Oliveira, et al. 2009) y como Vulnerable en Argentina por Ojeda, et al. (2012).

**Figura 1. Rangos de distribución de *L. colocolo* y *L. jacobita* (Pereira y Aprile 2012)**



#### 4. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona oeste de la Provincia de Jujuy, aproximadamente a los 22°30'S-66°40'O, muy cerca de la frontera con Bolivia y Chile, y a una altura media de 4200 msnm (Figura 2). Esta región se encuentra dentro de la provincia Fitogeográfica Altoandina (Cabrera 1976), la cual abarca un mosaico de altas montañas con cumbres nevadas, lagunas y planicies de altura (Foto 3 y 4).

Está caracterizada por la presencia de vegetación poco densa, con predominancia de gramíneas xerófilas y hierbas rastreras dispuestas en cojín (Foto 5). En general las plantas suelen ser espinosas y resinosas con hojas coriáceas, pequeñas o reducidas a escamas (Cajal 1998). En las planicies pueden encontrarse arbustales poco densos de hasta 1,5 m de altura, principalmente formados por tolas (*Prastrephia* spp y *Fabiana* spp) (Foto 5). El estrato herbáceo está formado mayormente por gramíneas de los géneros *Stipa* y *Festuca*. Otras especies características son las solanáceas del género *Lycium*, leguminosas, como *Adesmia* spp, compuestas, como *Senecio* spp, entre muchas otras (Cabrera 1976; Cajal 1998). En las zonas rocosas pueden encontrarse las características plantas en forma de cojín del género *Azorella* y también plantas del género *Polylepis*, especies arbóreas que en general en la zona sólo alcanzan porte arbustivo (Cajal 1998; Villalba, et al. 2004).

Las vegas (o bofedales) son formaciones típicas de la zona, que se encuentran generalmente en fondos o laderas de valles y consisten en zonas húmedas con una muy alta cobertura vegetal (principalmente *Oxychloe* spp y *Carex* spp) cercana al

100%; puede haber en su interior un pequeño curso de agua y suelen estar rodeadas por un cinturón no muy ancho de pastizales (Cabrera 1976, Cajal 1998).

El clima es seco y frío. La región recibe una alta radiación solar lo cual genera grandes contrastes de temperatura entre el día y la noche; durante el día las temperaturas suelen sobrepasar los 30 °C y por la noche descienden por debajo de los 0 °C, pudiendo llegar a 15-20 °C bajo cero. Esto hace que las variaciones de temperatura sean mayores entre día y noche que entre estaciones a lo largo de año. Las precipitaciones se concentran principalmente en verano y cuando ocurren en invierno son en forma de nevadas y granizadas; los vientos suelen ser fuertes durante todo el año (Cajal 1998).

A pesar de lo hostil del clima, existe una gran diversidad de mamíferos que habitan el área. Pueden verse grupos de vicuñas (*Vicugna vicugna*) así como también mamíferos medianos, como el Chinchillón (*Lagidium viscacia*), y pequeños (*Phyllotis* sp, *Abracomia* sp, *Akodon* sp, *Thyllamys* sp, *Octodontomys* sp, *Galea* sp, *Andinoys* sp y *Calomys* sp, entre otros). En cuanto a los carnívoros se encuentra el Hurón Menor (*Galictis cuja*), Zorrino (*Conepatus chinga*) y Puma (*Puma concolor*), además del ya mencionado Zorro Colorado.

Existe una importante diversidad de aves, tanto acuáticas como terrestres, entre las que se destacan tres especies de flamencos (*Phoenicopterus spp*), el suri (*Pterocnemia pennata*), varias especies de tinámidos y el cóndor (*Vultur gryphus*), entre varias otras (Cajal 1998, Narosky e Yzurieta 2006).

Los reptiles, anfibios y aves no han sido muy estudiados en esta área; hay un gran número de reptiles del género *Liolaemus* y algunas pocas especies de anfibios

reportadas. A pesar de los escasos estudios se ha encontrado un endemismo relativamente alto de aves y herpetofauna. (Cej 1993, Vaira y Cajal 1998, Cajal 1998).

**Figura 2** Mapa de la ubicación del área de estudio.



**Foto 3.** Foto de grandes roquedales dentro del área de estudio; en segundo plano se observa el volcán Granada.



**Foto 4. Foto de cañadón inserto en la matriz de roquedales, dentro del área de estudio.**



**Foto 5. Foto de áreas de planicies de arbustales dentro del área de estudio.**



## 5. Antecedentes

A pesar del incremento en el número de estudios sobre pequeños felinos en los altos Andes mencionado anteriormente, el conocimiento sobre su biología y ecología continúa siendo escaso (Villalba, et al. 2004; Napolitano, et al. 2008, Lucherini, et al. 2009; Gardner, et al. 2010; Reppucci 2012). Las densidades poblacionales en el caso del Gato Andino, son aparentemente bajas aunque se desconoce si estas son sus condiciones naturales o han sido afectadas por la acción del hombre (Nowell y Jackson 1996; Nowell 2002; Reppucci 2012). Dado el delicado estado de conservación del Gato Andino (AGA 2011), es necesario mejorar el conocimiento sobre los aspectos básicos de su biología y ecología y de la de poblaciones de Gato del Pajonal, así como desarrollar metodologías confiables para juzgar correctamente el estatus de sus poblaciones a lo largo de su distribución (Thompson, et al. 1998), lo cual facilitaría la toma de decisiones acertadas para su conservación y manejo, a diferentes escalas también.

En particular, es importante el estudio de estas especies en condiciones de simpatria, dado que la competencia intragremial podría ser un factor determinante del estado de conservación del Gato Andino ya que, por ser dos especies filogenéticamente cercanas y morfológicamente similares, y que el Gato Andino parece ser más raro que el Gato del Pajonal, el potencial de competencia entre estas especies podría ser muy alto (Johnson, et al. 1999; Lucherini y Luengos Vidal 2003; Lucherini, et al. 2008, Marino, et al. 2010). Sumado a esto se conoce que estas especies tienen una gran superposición de nicho, tanto a nivel trófico como temporal (Walker, et al. 2007; Lucherini et al. 2009).

Se conoce que los carnívoros pueden recurrir a distintos mecanismos para evitar la competencia, como pueden ser la diferenciación en la composición de la dieta, los patrones de actividad o en el uso del hábitat (Palomares, et al. 1996; Harmsen, et al. 2009; Foster, et al. 2010). Hasta el momento de todos los aspectos anteriormente mencionados el menos estudiado es el uso del hábitat. En el caso de los demás mecanismos no se encontraron evidencias suficientes de que exista una diferenciación entre las dos especies de félidos, por lo tanto el estudio del uso del hábitat es de sumo interés teniendo en cuenta que podría llegar a ser uno de las únicas dimensiones del nicho ecológico en el que se diferencien estas especies para evitar la competencia (Lucherini, et al. 2009; Reppucci 2012).

La captura de animales silvestres es una técnica que permite obtener mucha información de los individuos capturados (Boitani y Fuller 2000; Crooks, et al. 2001). Hasta la fecha solo un individuo de Gato Andino y unos pocos individuos de Gato del Pajonal han sido capturados, la mayoría de estos en zonas de pastizales y solo un individuo en la zona Altoandina Boliviana (Silveira, et al. 2005, Beltrán, et al. 2009).

En cuanto a los protocolos de sedación no existe información para el Gato Andino y pocos son los datos sobre el Gato del Pajonal. En el caso de las características morfométricas nuevamente es el Gato Andino del que se cuenta con menor información, sólo existiendo datos morfométricos obtenidos a partir de pieles (García-Perea 1994; García-Perea y Hamilton 2002; Silveira, et al. 2005; Beltrán, et al. 2009).

También los datos de telemetría sobre estas especies son escasos y no han tenido mucha difusión. En el caso del Gato Andino se reduce a una publicación en un congreso, mientras que para el Gato del Pajonal solo a informes. Por lo tanto las

características de las áreas de acción y otros aspectos ecológicos habitualmente estudiados mediante esta técnica son poco conocidos.

## 6. Objetivos

Este trabajo se propone comparar aspectos básicos de la ecología de las dos especies de félidos (*L. jacobita* y *L. colocolo*) en un área de los Altos Andes de la provincia de Jujuy. Los objetivos principales de esta tesis se listan a continuación:

- Testear un protocolo de captura, incluyendo la sedación, para ambas especies de félidos (*L. jacobita* y *L. colocolo*).
- Describir características morfológicas externas de una muestra de individuos de las dos especies.
- Determinar el tamaño de área de acción de *L. jacobita* y *L. colocolo* y evaluar el solapamiento espacial entre las dos especies.
- Analizar el uso del hábitat por parte de las dos especies de félidos.

Para cumplir con los objetivos, las principales metodologías utilizadas durante el trabajo fueron: La captura y liberación de los animales, radiotelemetría y trampeo fotográfico.

## 7. Bibliografía

- Acosta, G., D. Cossios, M. Lucherini y L. Villalba. 2008. *Leopardus jacobita*. In: IUCN 2008. IUC Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Accedido 21 de junio de 2014.
- Alianza Gato Andino. 2011. Plan Estratégico para la Conservación del Gato Andino. 2011-2016. Alianza Gato Andino, La Paz, Bolivia.
- Baker, P. J., L. Boitani, S. Harris, G. Saunders y P. C. L. White. 2008. Terrestrial carnivores and human food production: impact and management. *Mammal Review* **38**:123-166.
- Beltrán, L. F., R. Nallar, L. Villalba, E. Delgado y M. Berna. 2009. Inmovilización química, evaluación hematológica y coproparasitología de *Leopardus colocolo* en hastorpotosí, Bolivia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* **20**:297-305.
- Boitani, L. y T. K. Fuller. 2000. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press. New York.
- Cabrera, A. 1940. Notas sobre carnívoros sudamericanos. *Notas del Museo de La Plata (Zoología)* **5**:1-22.
- Cabrera, A. L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Acme, Buenos Aires.
- Cajal, J. L. 1998. Las unidades morfoestructurales, el clima, la vegetación y las poblaciones humanas en la Puna y cordillera frontal. Pp. 9-24 en J. L. Cajal, J. García Fernández y R. Tecchi, editores. *Bases Para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El Rol de las Reservas de Biosfera*. FUCEMA, UNESCO. Uruguay.
- Cei, J. M. 1993. *Reptiles del noroeste, nordeste y este de la Argentina: Herpetofauna de las selvas subtropicales, Puna y Pampas*. Museo regionale di scienze naturali, Torino, Italia.
- Cossíos, E. D., A. Madrid, J. L. Condori y U. Fajardo. 2007. An update on the distribution of Andean cat *Oreailurus jacobita* and pampas cat *Lynchailurus colocolo* in Peru. *Endangered Species Research* **3**:313 -320.
- Cossíos, D., M. Lucherini, M. Ruiz-Garcia y B. Angers. 2009. Influence of ancient glacial periods on the Andean fauna: the case of the pampas cat (*Leopardus colocolo*). *BMC Evolutionary Biology* **9**:68-80.

- Crooks, K. R. y M. E. Soule. 1999. Mesopredator release and avifaunal extinctions in a fragmented system. *Nature* **400**:563-566.
- Crooks, K.R, C. A Scott y D. H Van Vuren. 2001. Exotic disease and an insular endemic carnivore, the island fox. *Biological Conservation* 98:55-60.
- Chebez, J. 2008. Los que se van: especies argentinas en peligro. Mamíferos. Albatroz ,Buenos Aires.
- de Oliveira, T., E. Eizirik, M. Lucherini, G. Acosta, R. Leite-Pitman y J. Pereira. 2008. *Leopardus colocolo*. In: IUCN 2009. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. Accedido 21 de junio 2014.
- Eaton, R. L. 1984. Survey of smaller felid breeding. *Zoologischen Garten* 54:101-120.
- Fernández Salvador, R. 1996. Definición de las familias del orden *Carnivora*. Pp. 17-11 en R. García-Perea, R. Baquero, R. Fernández Salvador y J. Gisbert, editores. *Carnívoros: Evolución, ecología y conservación*. MNCN, SECEM, Madrid.
- Foster, R. J., B. J. Harmsen, B. Valdes, C. Pomilla y C. P. Doncaster. 2010. Food habits of sympatric jaguars and pumas across a gradient of human disturbance. *Journal of Zoology* 280:309-318.
- García-Perea, R. 1994. The Pampas cat group (genus *Lynchailurus* Severtzov, 1858) (*Carnivora*, *Felidae*): a systematic and biogeographic review. *American Museum Novitates* **3096**:1-35.
- García-Perea, R. y M. J. Hamilton. 2002. Andean mountain cat, *Orealurus jacobita*: Morphological description and comparison with other felines from the altiplano. *Journal of Mammalogy* **83**:110-124.
- Gardner, B., J. Reppucci, M. Lucherini y J. A. Royle. 2010. Spatially-explicit inference for open populations: estimating demographic parameters from camera-trap studies. *Ecology* **9**:3376–3383.
- Gese, E. M. 2001. Monitoring of terrestrial carnivore populations. Pp. 372-396 en J. L. Gittleman, D. W. Funk, D. W. Macdonald y R. K. Wayne, editores. *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harmsen, B. J., R. J. Foster, S. C. Silver, L. E. T. Ostro y C. P. Doncaster. 2009. Spatial and Temporal Interactions of Sympatric Jaguars (*Panthera onca*) and Pumas (*Puma concolor*) in a Neotropical Forest. *Journal of Mammalogy* 90:612-620.

- Kruuk, H. 2002. Hunter and hunted: relationships between carnivores and people. Cambridge University Press.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Johnson, W. E., E. Eizirik, J. Pecon-Slattey, W. J. Murphy, A. Antunes, E. Teeling y S. J. O'Brien. 2006. The Late Miocene radiation of modern Felidae: A genetic assessment. *Science* **311**:73-77.
- Johnson, W. E., J. P. Slattey, E. Eizirik, J. H. Kim, M. M. Raymond, C. Bonacic, R. Cambre, P. Crawshaw, A. Nunes y H. N. Seuanez. 1999. Disparate phylogeographic patterns of molecular genetic variation in four closely related South American small cat species. *Molecular Ecology* **8**:79-94.
- Lucherini, M., J. C. Huaranca, S. Savini, T. Gabriela, E. Luengos Vidal y M. J. Merino. 2004. New photographs of the Andean Cat in Argentina: Have we found a viable population? *Cat News* **41**:4-5.
- Lucherini, M. y E. Luengos Vidal. 2003. Intraguild competition as a potential factor affecting the conservation of two endangered cats in Argentina. *Endangered Species Update* **20**:211-220.
- Lucherini, M., E. Luengos Vidal y M. J. Merino. 2008. How rare is the rare Andean cat? *Mammalia* **72**:95-101.
- Lucherini, M., J. I. Reppucci, R. S. Walker, M. L. Villalba, A. Wursten, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos y P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy* **90**:1404-1409.
- MacDonald, D. y A. Loveridge. 2010. The biology and conservation of wild felids. Oxford University Press, Oxford.
- Marino, J., M. Lucherini, L. Villalba, M. Bennet, D. Cossios, A. Iriarte, P. Perovic y C. Sillero-Zubiri. 2010. Highland cats: Ecology and conservation of the rare and elusive Andean cat. en D. MacDonald y A. Loveridge, editores. The biology and conservation of wild felids. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Napolitano, C., M. Bennett, W. E. Johnson, S. J. O'Brien, P. A. Marquet, I. Barría, E. Poulin y A. Iriarte. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* **17**:678-690.

- Narosky, T. y D. Yzurieta. 2006. Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay. Vazquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- Novaro, A., S. Walker, R. Palacios y S. DiMartino. 2010. Endangered Andean cat distribution beyond the Andes in Patagonia. *Cat News* **53**:8-10.
- Nowak, R. M. 2005. Walker's carnivores of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and Londres.
- Nowell, K. 2002. Revision of the felidae Red List of threatened species. *Cat News* **37**:4-6.
- Nowell, K. y P. Jackson. 1996. Wild cats: A status survey and conservation action plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Ojeda, R. A., V. Chillo y G. B. D. Isenrath. 2012. Libro rojo de los mamíferos amenazados de la Argentina. SAREM, Buenos Aires.
- Paquet, P. y C. Darimont. 2010. Wildlife conservation and animal welfare: two sides of the same coin. *Animal Welfare* **19**:177-190.
- Palomares, F., P. Ferreras, J. M. Fedriani y M. Delibes. 1996. Spatial relationships between Iberian lynx and other carnivores in an area of south-western Spain. *Journal of Applied Ecology* **33**:5-13.
- Pereira, J. y G. Aprile. 2012. Felinos de Sudamérica. Londaiz Laborde Ediciones, Buenos Aires.
- Redford, K. H. y J. F. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics, Volume 2: The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press, Chicago.
- Reppucci, J., B. Gardner y M. Lucherini. 2011. Estimating detection and density of the Andean cat in the high Andes. *Journal of Mammalogy* **92**:140-147.
- Reppucci, J. 2012. Ecología y abundancia poblacional del gato andino (*Leopardus jacobita*) y gato del pajonal (*L. colocolo*) en los altos Andes Argentinos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Silveira, L., A. T. Jácomo y M. Malzoni. 2005. Pampas cat ecology and conservation in the Brazilian grasslands. Cat Project of the Month, September. . [http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02\\_webarchivelgraficlsept2005.pdf](http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02_webarchivelgraficlsept2005.pdf). Accessed 16 March 2009.

- Sunquist, M. y F. Sunquist. 2002. *Wild cats of the world*. University of Chicago Press, Chicago.
- Tellaeche, C. G. 2010. Análisis de hábitos alimenticios de dos especies de felinos simpátricos (*Leopardus jacobita* y *Leopardus colocolo*). Tesis de grado. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Terborgh, J., J. A. Estes, K. Ralls, D. Boyde-Heger, B. J. Miller y R. F. Noss. 1999. The role of the top carnivores in regulating terrestrial ecosystems 9, 42-56. en M. E. Soule y J. Terborgh, editores. *Continental Conservation: Scientific Foundations of Regional Reserve Networks*. Island Press, Washington DC.
- Thompson, W. L., G. C. White y C. Gowan. 1998. *Monitoring vertebrate populations*. Academic Press San Diego, California, USA.
- Vaira, M. and J. L. Cajal. 1998. Herpetofauna. Pp. 9-24 en J. L. Cajal, J. J. García Fernández y R. Tecchi, editors. *Bases para la conservación y manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las reservas de biosfera*. FUCEMA, UNESCO, Uruguay.
- Villalba, L., M. Lucherini, S. R. Walker, D. Cossíos, A. Iriarte, J. Sanderson, G. Gallardo, F. Alfaro, C. Napolitano y C. Sillero-Zubiri. 2004. *El Gato Andino. Plan de Acción Para su Conservación*. Alianza Gato Andino, La Paz, Bolivia.
- Walker, S. R., A. J. Novaro, P. G. Perovic, R. Palacios, E. Donadio, M. Lucherini, M. Pía y M. S. López. 2007. Diets of three species of andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy* **88**:519-525.
- Wozencraft, W. C. 2005. Order Carnivora. Pp. 532 - 628 en D. E. Wilson y D. M. Reader, editores. *Mammalian species of the world*, 3rd edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Yensen, E. y K. L. Seymour. 2000. *Oreailurus jacobita*. *Mammalian Species* **664**:1-6

# Capítulo 2

Captura y sedación

## 1. Introducción

A lo largo de la historia numerosas especies han sido capturadas, no solo con propósitos científicos sino también con fines económicos, como el mercado de las pieles (Andelt, et al. 1999). Para lograr un buen entendimiento de aspectos como la biología, ecología, comportamiento, requerimientos de hábitat y estado sanitario de las poblaciones, muchas veces es necesario realizar la captura viva de ejemplares. Esto es particularmente cierto en el caso de los carnívoros, debido a sus hábitos crípticos y densidades poblacionales bajas. La captura viva es utilizada para la toma de muestras y sobre todo para marcado y recaptura o colocación de radiocollares (Boitani y Fuller 2000; Crooks, et al. 2001; Luengos Vidal 2003; Soisalo y Cavalcanti 2006).

La captura de especies silvestres es una actividad muy compleja y que genera muchas controversias, debido a que muchos opinan que es una práctica cruel e innecesaria. Se debe poner gran énfasis en minimizar los efectos negativos que la captura pueda tener sobre los individuos objeto de estudio (Sikes y Gannon 2011).

En particular, se debate mucho acerca de qué tipo de trampa se debe utilizar para cada especie que se desee capturar y que efectos tienen éstas sobre el bienestar del animal (Sikes y Gannon 2011), así como sobre su eficacia para distintas especies. Es poca la información disponible acerca de la eficiencia de los distintos tipos de trampas (Boitani y Fuller 2000; McDaniel, et al. 2000).

Existen muchos tipos de trampas utilizadas para la captura y luego liberación de animales; entre ellas podemos mencionar: cepos a la pata, jaulas, lazos al cuello, lazos

a la pata y redes. En el caso de los carnívoros, los modelos más utilizados son los primeros cuatro. Otra técnica para la captura de animales salvajes utilizada generalmente en Pumas y Jaguares es la utilización de perros entrenados que corren al animal hasta que este se sube a un árbol y ahí se le dispara un dardo tranquilizante. Esta técnica es muy controversial ya que podría implicar un importante grado de estrés para el animal (Logan y Sweanor 2001).

A pesar de la gran cantidad de especies que han sido históricamente capturadas, cada nueva especie supone un nuevo desafío. Entre los aspectos principales a tener en cuenta se puede mencionar el diseño de trampeo, tipo y modo de colocación de las trampas y variables biológicas que puedan afectar el éxito de la captura (Olfert, et al. 1993, Luengos Vidal 2003).

La captura de félidos, por encontrarse muchos de ellos en bajas densidades poblacionales y por ser especies elusivas, es en particular muy difícil y pocos estudios se han realizado con félidos de pequeño tamaño (Nowell y Jackson 1996, Gese 2001, Karanth, et al. 2010). Para el caso de las especies objeto de estudio en este trabajo (*L. jacobita* y *L. colocolo*), hasta la fecha solo había antecedentes de un individuo de Gato Andino capturados en Bolivia y unos pocos individuos de Gato del Pajonal, para los cuales hay poca información sobre las metodologías de captura (Silveira, et al. 2005).

## 2. Objetivos

- Testear la eficiencia de dos modelos de trampa (cepos a la pata y jaulas) para la captura de *L. jacobita* y *L. colocolo*.
- Poner a prueba un protocolo de inmovilización química y describir el proceso de sedación.

## 3. Metodología

### a. Trampas

Se utilizaron dos tipos de trampas, cepos a la pata y trampas jaula. El modelo de cepto a la pata utilizado (Victor Soft Catch 1½ Oneida Victor, Euclid, Ohio, EEUU) cuenta con mandíbulas acolchadas con goma a las cuales se agregó una envoltura de goma adicional, con el objetivo de reducir los riesgos de daño a los animales trampeados (de Wet 1993). Estas trampas se sujetaron al suelo, por medio de un cable de acero de un largo aproximado de 40 cm unido una estaca de unos 30 cm de longitud, comprobando manualmente su firmeza (Foto 6).

Las trampas jaulas fueron elaboradas artesanalmente sobre la base del diseño de modelos comerciales y constaron de una sola puerta para la entrada del animal con cierre activado por medio de una plataforma metálica, ubicada antes del cebo (Foto 7).

**Foto 6. Cepo a la pata (Victor Soft Catch 1½ Oneida Victor, Euclid, Ohio, EEUU).**



**Foto 7. Trampa jaula de fabricación artesanal, con cebo vivo.**



Conejos (*Oryctolagus cuniculus*) y cobayos (*Cavia porcellus*) se utilizaron como cebo para las jaulas, colocándolos en un compartimento ubicado en la parte posterior de la jaula, separado del resto de la jaula por una malla metálica. Para los cepos a la pata no se utilizó ningún tipo de cebo, sino que las trampas se colocaron en lugares donde se pensaba que los animales iban a pasar, como pasos entre los roquedales o lugares específicos, basándonos en datos de las cámaras trampa.

Para cada campaña de captura se establecieron 10 sitios de trampeo, los cuales consistieron en algunos casos solo de un grupo de ceptos a la pata, y en otros casos ceptos a la pata y una jaula con cebo vivo. Cada sitio contó con una alarma que emitía una señal al cerrarse una de las trampas, para minimizar el tiempo durante el cual el animal se encontraba en la trampa desde la captura hasta nuestra llegada al sitio.

Cada grupo de ceptos estaba unido a un hilo de nylon el cual activaba la alarma cuando el animal tiraba de él al caer en la trampa. Para el caso de las jaulas la alarma se activaba al bajar la puerta de la misma.

Contamos con dos tipos de alarmas, una que funciona mediante señal inalámbrica, la cual consta de varias emisoras que se colocaron en los sitios de trampeo y una única receptora que estaba en el campamento. Cuando una trampa se activa la receptora suena y muestra el número de emisora que se activó. El otro tipo de alarmas fue fabricado con radiocollares VHF viejos a los cuales se les colocó una batería externa. Los collares se colocaron en los sitios de trampeo y desde el campamento se revisaba cada frecuencia mediante una receptora de VHF. Estas alarmas fueron revisadas cada 30 minutos durante las 24 horas del día.

El esfuerzo de trampeo (**ET**) fue medido en términos de días-trampa y calculado mediante la siguiente fórmula:

**ET:** N° de sitios de trampeo activos x N° de días en los cuales lo sitios de trampeo estuvieron activos.

La eficiencia de captura (**EC**) fue calculada como el número de individuos capturados cada 100 días-trampa:

**EC:** N° capturas / 100 días-trampa.

### **b. Sedación**

Para la manipulación de los animales se siguieron las sugerencias del comité de uso y cuidado de los animales de la *American Society of Mammalogists* (Sikes y Gannon 2011) y el protocolo puesto a punto por el Grupo de Ecología Comportamental de Mamíferos (Luengos Vidal 2003). Se contó con la colaboración de un veterinario durante la sedación de todos los animales.

Para la inmovilización física se utilizó una puerta móvil corrediza en el caso de individuos capturados en jaula, y una horqueta para los individuos capturados en cepos a la pata. La inyección de la primera dosis de drogas fue aplicada siempre manualmente, vía intramuscular.

Posiblemente por efecto de la modificación de la presión, causado por los cambios de altura sobre el nivel del mar a los que se sometieron las drogas seleccionadas para la sedación, se perdió el contenido de algunos de los recipientes que las contenían. Debido a esto se debió cambiar el protocolo desarrollado originalmente, adaptándolo a las drogas con las que contábamos y a las preferencias del veterinario que se encontraba en cada campaña de captura. Por lo tanto se utilizaron tres protocolos de anestesia.

En el caso del protocolo uno (P1) se utilizó la combinación de Ketamina (K) 100mg/ml (Ketonal, Richmond vet pharma) y Medetodomidina (M) 1mg/ml (Wedgewood pharmacy) y como antagonista se usó Atipamezole hydrochloride 5mg/ml (Antisedan, Pfizer). En el caso del protocolo dos (P2) se usó la combinación de Ketamina 100mg/ml, Medetodomidina 1mg/ml y como antagonista yohimbina 2mg/ml (Yohimbine vet up, Richmond vet pharma). Finalmente, para el protocolo tres (P3) utilizamos una combinación de Ketamina 100mg/ml y Xilacina 10mg/ml (X) (Rompum, Bayer Lab), sin la aplicación de ningún antagonista.

Para decidir la dosis inicial a aplicar, se realizó una estimación visual del peso del animal. La dosis real aplicada a cada individuo se calculó sucesivamente como la dosis inyectada al animal corregida con el peso exacto del mismo, el cual se desconocía en el momento inicial de la sujeción. Por lo tanto nos referimos a la primera dosis inyectada, calculada en relación al peso real del animal, como la **dosis real inicial** y al total de droga inyectado incluyendo el refuerzo, calculado en relación al peso real del animal, como la **dosis real completa**.

Una vez aplicado el sedante se dejó al animal solo durante 10 minutos para que la anestesia hiciera efecto y luego se procedió a comprobar si el efecto de la droga había sido el esperado. En caso de que la dosis no resultara suficiente y el animal no estuviera dormido, se suministró al animal una nueva dosis para conseguir la sedación completa.

Cuando el animal estuvo completamente sedado, para realizar las actividades correspondientes, se lo sacó de la trampa y se lo trasladó a una carpa ubicada en proximidad de la trampa, con el objetivo de proteger al animal de las inclemencias

climáticas y para poder trabajar sobre una superficie limpia. Se colocó el animal sobre un aislante para evitar el contacto con el suelo frío, se le protegieron los ojos de la luz solar o de las linternas mediante el uso de un lubricante oftálmico y un antifaz y se colocaron tapones en los oídos para disminuir el estrés del animal. Sucesivamente se realizó la toma de medidas morfométricas y de muestras y la colocación del radiocollar (Foto 8).

**Foto 8. Carpa dispuesta para trabajar con el animal sedado.**



Al terminar con estas actividades, se inyectó al animal el antagonista (a excepción del protocolo 3), se lo colocó en una jaula y se monitoreó su estado cada 20 minutos, hasta que estuvo totalmente recuperado para la liberación (animal alerta, con movimientos normales).

Se definió **tiempo de manipulación** al tiempo transcurrido desde la aplicación de la anestesia, hasta el momento de la aplicación del antagonista y colocación en la jaula de liberación, y **tiempo hasta la liberación**, al tiempo transcurrido desde la aplicación de la anestesia hasta la liberación del animal.

Los individuos fueron sexados y pesados con una balanza Pesola® de 10 kg con 100 g de precisión. Se procedió a tomar muestras de sangre, pelo, heces, tejido y parásitos externos en todos los casos en los que fue posible. Durante toda la manipulación, se monitorearon los reflejos y signos vitales (temperatura rectal, frecuencias cardíaca y respiratoria) cada 20 minutos. Las temperaturas límites para identificar los estados de estrés térmico fueron: 1. Hipotermia: cuando la temperatura rectal fue menor a los 35 °C; 2. Hipertermia cuando la temperatura fue mayor a los 40 °C (Kreeger y Franzmann 1996; Luengos Vidal 2003).

## 4. Resultados

### a. Trampeo

Se realizaron seis campañas de trampeo, con distinta duración cada una, por un total de 148 días de trampeo y casi 1250 días-trampa de esfuerzo, en las cuales se realizaron 13 capturas (Tabla 1), cuatro de estas fueron recapturas. En particular, se capturaron cinco individuos de Gato Andino, de los cuales dos fueron machos y tres hembras, y cuatro de Gato del Pajonal, de los cuales uno fue macho y tres hembras (Tabla 1).

**Tabla 1. Detalle de cada campañas de captura con los días de trampeo, esfuerzo de trampeo, el n° de animales capturados, tipo de trampas utilizadas en cada una de las campañas, la eficiencia de captura para cada tipo de trampa utilizada y los valores totales para días de trampeo, esfuerzo de trampeo y n° de capturas.**

<b>Campaña</b>	<b>Año</b>	<b>Días de trampeo</b>	<b>Esfuerzo de trampeo</b>	<b>N° de capturas</b>	<b>Tipos de trampas utilizadas</b>	<b>Eficiencia de captura</b>
1	2011	47	320	1	Jaula	0,31
			48	0	cepo	0
2	2012	8	12	0	Jaula	0
			24	2	cepo	8,33
3	2012	47	188	0	Jaula	0
			230	6	cepo	2,6
4	2013	13	121	1	Cepo	0,83
5	2013	12	96	2	Cepo	2,08
6	2014	21	205	1	Cepo	0,48
Totales		148	1244	13		

La eficiencia de captura (EC) fue muy variable entre campañas. Sin embargo, fue mayor en el caso de los cepos (EC: 1,65), por lo cual se dejó de utilizar las jaulas (EC: 0,19) a partir de la cuarta campaña de trampeo (Tabla 1).

El 33,3% de los individuos de Gato del Pajonal fueron capturados durante el día y el 66,6% durante la noche; para el Gato Andino el 57,1% de los individuos fueron capturados durante el día y el resto durante la noche.

Del total de los animales capturados se les colocó radiocollar a ocho individuos, cinco Gatos Andinos y tres Gatos del Pajonal.

## **b. Sedación**

Los datos del protocolo uno y dos se informan de manera conjunta ya que la única diferencia es el antagonista utilizado (Tablas 2 y 3). En el caso del Gato del

Pajonal, las dosis menores a K: 6,85 mg/kg y M: 0,9 mg/kg y para el Gato Andino aquellas menores a K: 4,48 mg/kg y M: 0,04 mg/kg no fueron suficientes y necesitaron una dosis de refuerzo.

En el caso del Gato Andino el tiempo de recuperación total fue menor en aquellos individuos que recibieron solo una dosis; este patrón no se observó para el caso del Gato del Pajonal (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2. Dosis de drogas administradas bajo el protocolo 1 y protocolo 2 para Gato del Pajonal; el antagonista utilizado varió en las distintas capturas pudiendo ser Yoimbina (Y) o Atipemazole (A). Se muestra además el tiempo de manipulación y el tiempo hasta la liberación (min) de cada individuo. M: machos; H: hembra.**

Gato del Pajonal	K dosis real completa (mg/kg)	K dosis real inicial (mg/kg)	Refuerzo	M dosis real completa (mg/kg)	M dosis real inicial (mg/kg)	Refuerzo	A/Y (mg/kg)	Tiempo de manipulación (min)	Tiempo hasta la liberación (min)
M1	7,33	4	si	0,07	0,04	si	A:0,33	80	135
M1 recaptura	7,8	5,4	si	0,07	0,06	si	A:0,37	46	108
H1	9,29	6,43	si	0,07	0,07	no	Y:0,23	53	188
H2	10,96	6,85	si	0,09	0,08	si	A:0,41	106	197
H3	12,07	12,07	no	0,09	0,09	no	A:0,34	52	177

**Tabla 3. Dosis de drogas administradas bajo el protocolo 1 y protocolo 2 para Gato Andino; el antagonista utilizado varió en las distintas capturas pudiendo ser Yoimbina (Y) o Atipemazole (A). Se muestra además el tiempo de manipulación y el tiempo hasta la liberación (min) de cada individuo. M: machos; H: hembra.**

Gato Andino	K dosis real completa (mg/k)	K dosis real inicial (mg/k)	Refuerzo	M dosis real completa (mg/k)	M dosis real inicial (mg/k)	Refuerzo	A/Y (mg/k)	Tiempo de manipulación (min)	Tiempo hasta la liberación (min)
M1	8,96	4,48	si	0,06	0,04	si	A:0,33	64	211
M2	5	4,14	si	0,03	0,03	no	A:0,17	84	158
M2 recaptura.	5,89	5,89	no	0,07	0,07	no	A:0,36	50	158
H1	6,52	6,52	no	0,05	0,05	no	Y:0,21	69	69
H1 recaptura.	8,51	8,51	no	0,04	0,04	no	A:0,37	70	....
H2	7,61	7,61	no	0,05	0,05	no	Y:0,33	49	96
H3	5,43	5,43	no	0,05	0,05	no	A:0,27	52	85

El protocolo 3 fue utilizado en una sola oportunidad. Las dosis se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4. Dosis de drogas administradas bajo el protocolo 3 para una hembra de Gato del Pajonal; tiempo de manipulación y tiempo hasta la liberación (min) del único individuo tratado bajo este protocolo.**

<b>Gato del Pajonal</b>	K dosis real completa (mg/k)	K dosis real inicial (mg/k)	Refuerzo	X dosis real completa (mg/k)	X dosis real inicial (mg/k)	Refuerzo	tiempo de manipulación (min)	T hasta la liberación (min)
H3 recaptura	7,65	7,65	no	0,74	0,74	no	44	141

En el caso del protocolo 3, al tratarse de un único individuo solo podemos decir que la dosis aplicada fue efectiva y que el tiempo hasta la recuperación completa fue similar al tiempo necesario utilizando los protocolos 1 y 2.

### **c. Signos vitales monitoreados:**

#### **i. Temperatura rectal:**

Para el Gato del Pajonal el promedio de la temperatura rectal inicial fue de  $38,28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,56$ . No se registró ningún caso de hipertermia o hipotermia en ninguno de los animales inmovilizados.

Para el Gato Andino el promedio de la temperatura rectal inicial fue de  $39,42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,99$ . Se presentó un único caso de hipotermia durante la noche (temperatura rectal mínima:  $34,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y tres casos de hipertermia durante el día (con temperaturas máximas de  $40,28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $42,05\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $41,94\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Durante las capturas diurnas, podemos ver que en el caso del Gato del Pajonal hubo menos variación en la temperatura a lo largo del proceso de anestesia, en cambio en el caso del Gato Andino las variaciones en la temperatura fueron mayores (Figura 1-C). Durante las capturas nocturnas contrario a lo ocurrido durante el día el Gato del Pajonal fue el que presentó mayor variación de temperatura a lo largo del proceso de anestesia (Figura 3-D).

### **ii. Frecuencia Respiratoria:**

Para el Gato del Pajonal el promedio de la frecuencia respiratoria fue de  $45,2 \pm 13,3$  respiraciones/minuto, mientras que para el Gato Andino fue de  $31,19 \pm 8,7$  respiraciones por minuto.

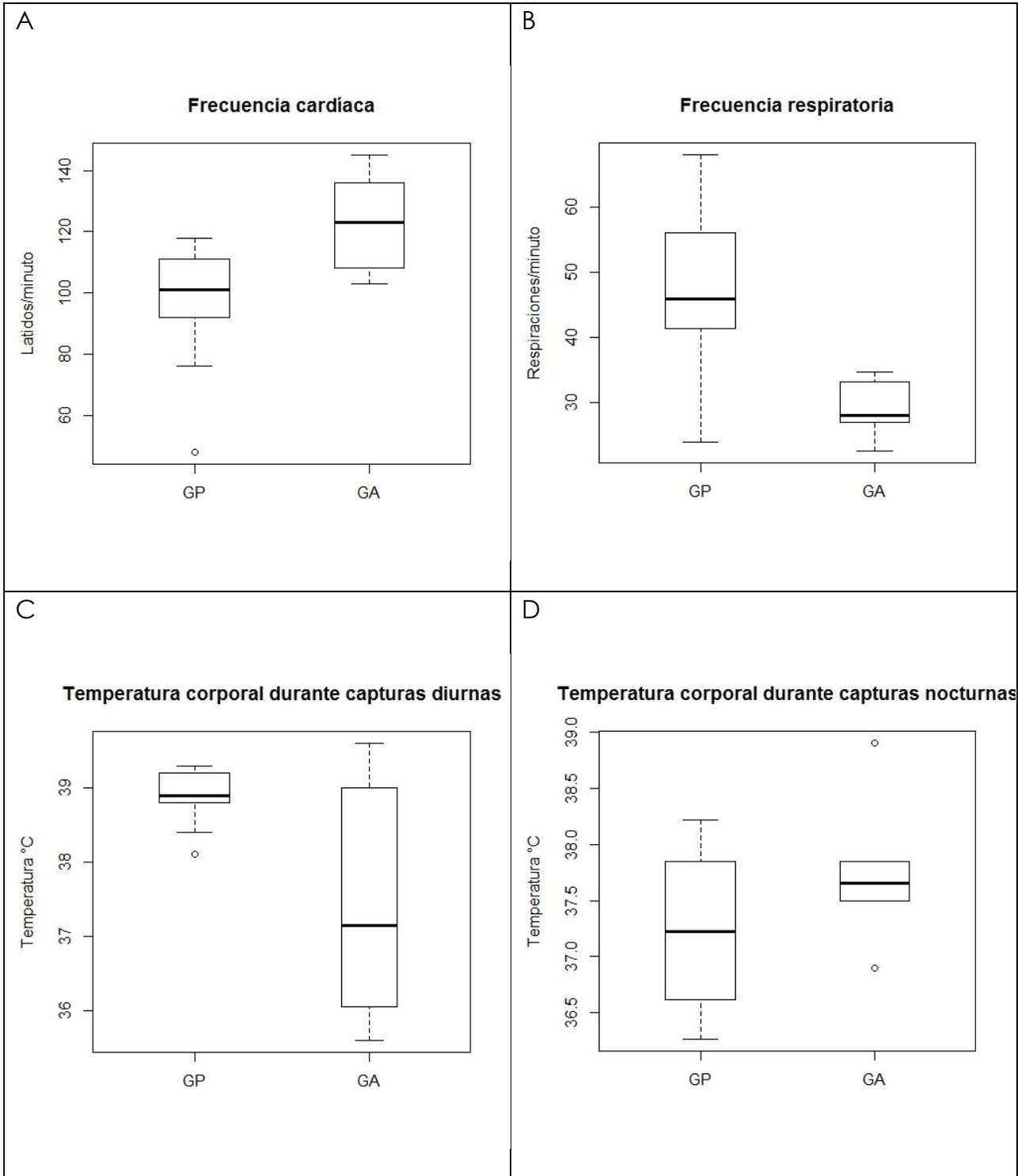
El gato del Pajonal presentó en general valores de frecuencia respiratoria mayores que los del Gato Andino (Fig. 3).

### **iii. Frecuencia Cardíaca:**

El promedio de la frecuencia cardíaca fue de  $105,9 \pm 22,39$  latidos/minuto para el Gato del Pajonal y de  $124 \pm 18,8$  latidos/minuto para el Gato Andino.

El gato del Pajonal presentó en general valores de frecuencia cardíaca menores que los observados para el Gato Andino (Fig. 3).

**Figura 3. Gráficos de cajas que muestran la mediana, los cuartiles y los valores máximos y mínimos a modo de resumen de los datos de promedio de: gráfico A- frecuencia cardíaca, B-frecuencia respiratoria, C-temperatura corporal durante capturas diurnas y D- temperatura corporal durante capturas nocturnas, para ambas especies.**



## **5. Discusión**

### **a. Trampeo**

Comparando el esfuerzo y la logística necesarios para la instalación y uso de los dos tipos de trampas utilizadas, encontramos que con las jaulas se presentaron muchas más dificultades que con los cepos. El acarreo de las jaulas hasta el área de captura (mediante burros) y el hecho de tener cebo vivo, por lo cual había que visitar las trampas todos los días para alimentar los animales, produciendo disturbio en el área de captura, son las dificultades más importantes. Estos problemas, sumados a una menor eficiencia de captura, llevaron a la decisión de abandonar el uso de las jaulas después de las primeras tres campañas de captura.

En conclusión, luego de testear ambos tipos de trampas, recomendamos la utilización de los cepos a la pata. Esto no solo porque requieren menos logística para su instalación en terrenos difíciles y por tener mayor éxito de captura, sino también porque, a pesar de que existe cierto recelo en cuanto a los posibles daños que pueda sufrir el animal en la trampa, se trataría de unos de los métodos que causa menos heridas en pequeños carnívoros (Luengos Vidal 2003). En nuestro caso, teniendo un sistema de alarma el cual permitió llegar a la trampa inmediatamente luego de la captura, no se registraron daños producidos al animal por la trampa.

### **b. Sedación**

A la fecha, no existen estudios publicados que analicen el efecto y la respuesta a los sedantes por parte del Gato Andino y existen pocos datos sobre Gato del Pajonal

(Beltrán, et al. 2009). Utilizando el primer y segundo protocolo de anestesia, se encontró que el Gato del Pajonal parece requerir dosis mayores que el Gato Andino siendo la dosis mínima con probada eficacia para el Gato Andino 5 mg/kg de Ketamina y 0,05 mg/kg de Medetodomidina, mientras que para el Gato del Pajonal se necesitan dosis mayores a 6,85 mg/kg de Ketamina y 0,08 mg/kg de Medetodomidina.

A su vez los valores que registramos para el Gato del Pajonal son mayores a los mencionados por Beltrán, et al. (2009) para esta especie (5,8 mg/kg de Ketamina y 0,06 mg/kg de Medetodomidina) y a los valores mencionados para otro felido de pequeño porte el Ocelote (*Leopardud pardalis*) (5,3 mg/kg de Ketamina y 0,08 mg/kg de Medetodomidina; Fiorello, et al. 2004).

En el caso del tercer protocolo, la dosis de 7,65 mg/kg de ketamina y 0,74mg/kg de Xilacina fue efectiva en el único espécimen en el cual se utilizó, y a pesar de que se asocia a la Xilacina con efectos adversos como vómitos, reducción de ritmo cardiaco y presión sanguínea y excesiva salivación (Knight 1980), no se presentó ninguna complicación durante la manipulación del individuo.

Existen evidencias de que la combinación Ketamina-Medetodomidina es muy efectiva provocando niveles profundos de sedación; a su vez la utilización conjunta de estas dos drogas tiene la ventaja de permitir disminuir la dosis de ketamina necesaria, lo cual disminuye los efectos causados por esta droga. Además, debido a que la medetodomidina posee un potente antagonista (Atipemazole), la recuperación de los animales es mucho más rápida (Jalanka y Roeken 1990; Sun, et al. 2003). Por lo tanto, habiendo sido testeada en 12 eventos de captura se sugiere que la inmovilización a campo de ambas especies de felinos utilizando Ketamina y

Medetomidina como sedantes es efectiva y segura y podría ser adoptada como protocolo a seguir para ambas especies.

No se presentaron problemas graves relacionado con la sedación durante la manipulación de ninguno de los individuos; la frecuencia respiratoria se mantuvo con valores similares a los mencionados por Beltrán, et al. (2009) y, si bien la frecuencia cardiaca en algunos individuos alcanzó valores mayores a los reportados por los mismos autores, éstos están dentro del rango de frecuencias normales para los felinos neotropicales (Varela 2009).

Si confirmadas, las diferencias encontradas entre el Gato andino y el Gato del pajonal en la frecuencia respiratorio y frecuencia cardíaca podrían relacionarse con la variación que observamos en las dosis de drogas necesarias para obtener una sedación suficiente y podrían estar causadas por diferentes tipos de adaptaciones a la vida en altura.

En el caso de la temperatura corporal, por ser el clima en el área de estudio muy extremo, con temperaturas que durante la noche que pueden llegar a los  $-20\text{ C}^{\circ}$ , se esperaba que pudieran presentarse problemas de hipotermia más frecuentemente de lo que finalmente sucedió. Por otro lado el número de casos de hipertermia fue mayor al esperado. Estos casos fueron observados en los animales capturados durante el día, a pesar de contar con alarmas que minimizaban el tiempo que el animal permanecía en la trampa (aproximadamente una hora desde la captura hasta el momento de la anestesia).

Sugerimos que a la hora de colocar trampas en lugares con clima similares al del área de estudio, se tenga en cuenta que las mismas permanezcan a la sombra la

mayor parte del tiempo posible y que se cuente con un sistema de alarmas, para minimizar la probabilidad de que se presenten casos de hipertermia, lo cual puede tener graves consecuencias si no se logra revertir la situación rápidamente (Kreeger y Franzmann 1996; Fowler 2009).

## 6. Bibliografía

- Andelt, W. F., R. L. Phillips, R. H. Schmidt y R. B. Gill. 1999. Trapping furbearers: an overview of the biological and social issues surrounding a public policy controversy. *Wildlife Society Bulletin*.**27**:53-64.
- Beltrán, L. F., R. Nallar, L. Villalba, E. Delgado y M. Berna. 2009. Inmovilización química, evaluación hematológica y coproparasitología de *Leopardus colocolo* en hasorpotosí, Bolivia. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* **20**:297-305.
- Boitani, L. y T. K. Fuller. 2000. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press. New York.
- Crooks, R. K., C. A. Scott y D. H. Van Vuren. 2001. Exotic disease and an insular endemic carnivore, the island fox. *Biological Conservation* **98**:55-60.
- de Wet, T. 1993. Physical capture of carnivores. *The capture and care manual. Capture, care, accommodation and transportation of wild African animals*:255-262.
- Fowler, M. E. 2009. *Restraint and handling of wild and domestic animals*. John Wiley & Sons.
- Gese, E. M. 2001. Monitoring of terrestrial carnivore populations. pp. 372-396 en J. L. Gittleman, D. W. Funk, D. W. Macdonald y R. K. Wayne, editores. *Carnivore Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jalanka, H. H. y B. O. Roeken. 1990. The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combinations, and atipamezole in nondomestic mammals: a review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*:259-282.
- Karanth, K. U., P. Funston y E. W. Sanderson. 2010. Many ways of skinning a cat: tools and techniques for studying wild felids. pp. 197-216 en D. W. Macdonald y A. J. Loveridge, editores. *Biology and conservation of wild felids*. Oxford University Press, Oxford, United Kingdom.
- Knight, A. 1980. Xylazine. *Journal of the American Veterinary Medical Association* **176**:454-455.
- Kreeger, T. J. y A. Franzmann. 1996. *Handbook of wildlife chemical immobilization*. International Wildlife Veterinary Services Laramie, Wyoming, USA.

- Logan, K. A. y L. L. Swenar. 2001. Desert puma: evolutionary ecology and conservation of an enduring carnivore. Island Press, Washington.
- Luengos Vidal, E. 2003. Estudio comparado de metodologías de captura y de estimación de las poblaciones de zorro pampeano *Pseudalopex gymnocercus*. Tesis de Magister. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- McDaniel, G. W., K. S. McKelvey, J. R. Squires y L. F. Ruggiero. 2000. Efficacy of lures and hair snares to detect lynx. *Wildlife Society Bulletin* **28**:119-123.
- Nowell, K. y P. Jackson. 1996. Wild cats: A status survey and conservation action plan. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Gland, Switzerland.
- Olfert, E. D., B. M. Cross y A. A. McWilliam. 1993. Guide to the care and use of experimental animals. Canadian Council on Animal Care, Ottawa.
- Sikes, R. S. y W. L. Gannon. 2011. Guidelines of the American Society of Mammalogists for the use of wild mammals in research. *Journal of Mammalogy* **92**:235-253.
- Silveira, L., A. T. Jácomo y M. Malzoni. 2005. Pampas cat ecology and conservation in the Brazilian grasslands. *Cat Project of the Month*, September.  
. [http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02\\_webarchivelgraficalsept2005.pdf](http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02_webarchivelgraficalsept2005.pdf). Accessed 16 March 2009.
- Soisalo, M. K. y S. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* **129**:487-496.
- Sun, F. J., D. E. Wright y D. M. Pinson. 2003. Comparison of ketamine versus combination of ketamine and medetomidine in injectable anesthetic protocols: chemical immobilization in macaques and tissue reaction in rats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* **42**:32-37.
- Varela, N. 2009. Aspectos Básicos del Manejo Médico de los Pequeños Felinos del Neotrópico. *Memorias de la Conferencia Interna en Medicina y Aprovechamiento de Fauna Silvestre, Exótica y no Convencional* **5**:82-88.

# Capítulo 3

Morfometría

## 1. Introducción:

El tamaño y características corporales de las especies son interesantes no solo desde el punto de vista descriptivo o de la sistemática, sino por sus relaciones estrictas con todos los aspectos de la biología de las especies, desde la fisiología y comportamiento, hasta su ecología. (Gonyea 1976; Gittleman y Harvey 1982; Haskell, et al. 2002; Meachen-Samuels y Van Valkenburgh 2009).

En el caso del Gato Andino (*L. jacobita*), los únicos datos morfométricos existentes hasta el momento fueron publicados por García-Perea y Hamilton (2002) y fueron obtenidos únicamente a partir de pieles de museos, por lo tanto los datos de ejemplares vivos son muy valiosos. Para el Gato del Pajonal (*L. colocolo*) existen datos de ejemplares vivos, pero son de ejemplares capturados en áreas de pastizales, una zona fitogeográficamente muy diferente al área de estudio de este trabajo y en la cual el Gato del Pajonal presenta morfología diferente (tanto que, según algunos autores, se trataría de una especie distinta) (Yensen y Seymour 2000; García-Perea y Hamilton 2002; Silveira, et al. 2005).

En particular, ningún trabajo se propuso comprobar la validez del criterio propuesto por García-Perea y Hamilton (2002) para identificar a las pieles de las dos especies, es decir la proporción representada por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo, que sería menor al 50% para el Gato del Pajonal y entre 66-75% para el Gato Andino.

Importante información puede obtenerse también de las huellas que dejan en el sustrato los animales al caminar. Estas huellas se pueden obtener fácilmente

colocando "trampas" para que las huellas queden bien marcadas. Se trata de una técnica muy barata, de instalación sencilla y que no requiere contacto directo con los animales (Mahon, et al. 1998; Wilson y Delahay 2001) .Los datos obtenidos mediante esta técnica pueden servir ya sea para detectar la presencia de una especie en un lugar o para estudiar otros aspectos como el uso del hábitat o densidades poblacionales (Riordan 1998; Boitani y Fuller 2000; Guzmán-Ienis y Camargo-Sanabria 2004).

En el caso del Gato Andino y el Gato del Pajonal se ha propuesto que sea posible su identificación mediante la forma de las huellas. La diferencia más marcada entre las huellas de ambas especies sería la existencia de una invaginación pronunciada entre los dos lóbulos anteriores de la almohadilla para el Gato Andino, mientras que el Gato del Pajonal presentaría el lóbulo anterior cóncavo. Esta diferencia entre ambas especies, también fue propuesta basándose únicamente en pieles (Cossíos, et al. 2007; Iriarte 2008).

## **2. Objetivo**

- Describir morfométricamente (medidas externas) una muestra de individuos de ambas especies.
- Testear la validez de los criterios propuesto para la identificación de las especies, sobre la base de la proporción representada por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo y la forma de las huellas.

### 3. Materiales y métodos:

Luego de la captura y anestesia de los individuos (descriptas en el Capítulo 2), éstos se pesaron con una balanza Pesola® de 10 kg con 100 g de precisión, se les tomaron las medidas morfométricas (Foto 9) descriptas a continuación, utilizando un calibre y un centímetro, de 0,1 mm y 1mm de precisión respectivamente y se tomaron fotografías de las patas de todos los individuos capturados para corroborar la forma de ésta en ambas especies. En algunos casos no fue posible tomar todas las medidas, porque el animal comenzó a despertar.

Medidas morfométricas tomadas:

Longitud del cuerpo (LC): distancia desde el extremo del hocico hasta el inicio de la cola. Tomada, con centímetro, sobre la línea media dorsal.

Longitud cola (Lcol): distancia desde el extremo proximal hasta el extremo distal de la cola (considerando hasta el extremo final del pelo). Tomada, con centímetro, sobre la línea media dorsal.

Longitud de la cabeza (Lcab): distancia desde el extremo apical del hocico hasta la saliencia anterior del occipital. Tomada, con centímetro, sobre la línea media dorsal.

Perímetro del cuello (PC): límite del área circular del cuello ajustado, tomado, con centímetro, en su punto medio.

Distancia entre caninos (Dist.caninos): distancia entre los caninos superiores. Tomada externamente y por debajo de la línea de las encías, con un calibre.

Altura a los hombros (AH): distancia desde el ángulo craneal de la escápula hasta el extremo distal de uno de los miembros anteriores. Medida tomada con centímetro.

Longitud oreja (LO): distancia desde la base del orificio del pabellón auricular al extremo apical del mismo. Medida tomada con calibre.

Medidas de la pata: 1- Longitud de la pata, 2-Longitud de la almohadilla plantar, 3- Ancho de la pata y 4- Ancho de la almohadilla plantar. Estas medidas se tomaron para pata delantera (PD) y posterior (PP), todas con calibre.

**Foto 9. Toma de medidas morfométricas externas a un individuo de Gato Andino.**



Sobre la base de las medidas anteriores, se calculó el porcentaje representado por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo.

Para evaluar las diferencias en las medidas morfométricas entre machos y hembras y entre especies se realizó una prueba T de Student. Se utilizaron solo los datos de hembras y machos de Gato Andino y hembras de ambas especies, debido a que solo se contó con un individuo macho de Gato del Pajonal capturado, lo cual no permitió realizar test estadísticos incluyéndolo.

#### **4. Resultados**

Los datos morfométricos obtenidos para los individuos de las dos especies se presentan en la Tabla 5.

Las hembras de Gato Andino y Gato del Pajonal difirieron en forma significativa en el peso, longitud del cuerpo, longitud de la cola, distancia entre caninos y las medidas de las patas, tanto delantera como trasera, a excepción del ancho de la pata trasera, siendo todas las medidas mayores en el Gato Andino.

Entre machos y hembras de Gato Andino, solo se encontraron diferencias significativas en el peso y el ancho de las patas traseras y delanteras, siendo los machos más grandes que las hembras (Tabla 6).

**Tabla 5. Medidas morfométricas externas tomadas a los individuos capturados de ambas especies, expresadas en cm; en negrita se reportan la media (M) y el desvío estándar (DE) separadamente para machos y hembras de cada especie; GA: Gato Andino; GP: Gato del Pajonal. M: machos; H: hembra.**

Especie	ID	peso	LC	Lcwb	Lcol	PC	AH	LO	Dist. caninos	Mano derecha				pata izquierda			
										1	2	3	4	1	2	3	4
GA	H1	4,7	62	12	45	20	36	4,7	-	4,2	2,1	3,5	2,8	4,5	2	2,7	2,4
GA	H2	4,6	-	15	42	22	35	5	2,6	4,3	1,8	3,4	2,8	4,6	2	2,7	2,5
GA	H3	4,6	65	13,5	44	19	42	5,58	2,55	4,45	1,9	3,5	2,5	4,35	1,9	2,9	2,25
<b>M</b>		<b>4,63</b>	<b>71,67</b>	<b>13,5</b>	<b>43,67</b>	<b>20,33</b>	<b>37,67</b>	<b>5,09</b>	<b>2,58</b>	<b>4,32</b>	<b>1,93</b>	<b>3,47</b>	<b>2,65</b>	<b>4,48</b>	<b>1,97</b>	<b>2,77</b>	<b>2,38</b>
<b>DE</b>		<b>0,06</b>	<b>14,22</b>	<b>1,5</b>	<b>1,53</b>	<b>1,53</b>	<b>3,79</b>	<b>0,45</b>	<b>0,04</b>	<b>0,13</b>	<b>0,15</b>	<b>0,06</b>	<b>0,21</b>	<b>0,13</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>0,13</b>
GA	M1	5,8	75	15	46	20	41	5,3	2,72	4,8	2,5	3,8	3,3	4,7	2,1	3,6	2,6
GA	M2	5,6	72	14,5	44	23	42	5,6	2,8	4,5	2,1	4	3	4,6	2,1	3,3	2,1
<b>M</b>		<b>5,7</b>	<b>73,5</b>	<b>14,8</b>	<b>45</b>	<b>21,5</b>	<b>41,5</b>	<b>5,45</b>	<b>2,76</b>	<b>4,65</b>	<b>2,3</b>	<b>3,9</b>	<b>3,15</b>	<b>4,65</b>	<b>2,1</b>	<b>3,45</b>	<b>2,35</b>
<b>DE</b>		<b>0,14</b>	<b>2,12</b>	<b>0,35</b>	<b>1,41</b>	<b>2,12</b>	<b>0,71</b>	<b>0,21</b>	<b>0,06</b>	<b>0,21</b>	<b>0,28</b>	<b>0,14</b>	<b>0,21</b>	<b>0,07</b>	<b>0</b>	<b>0,21</b>	<b>0,35</b>
GP	H1	3,5	58	12	26	19	34	4,5	2,2	3	1,5	2,7	2,3	3,2	1,5	2,8	2
GP	H2	3,65	59	13	28,5	18	35	4,7	2,2	3,4	1,7	3	2,2	2,9	1,5	2,8	1,9
GP	H3	3,4	58	13	28,5	20	33	3,2	2,1	3,2	1,5	3	2	3	1,3	2,6	1,6
<b>M</b>		<b>3,52</b>	<b>58,33</b>	<b>12,67</b>	<b>27,67</b>	<b>19</b>	<b>34</b>	<b>4,13</b>	<b>2,17</b>	<b>3,2</b>	<b>1,57</b>	<b>2,9</b>	<b>2,17</b>	<b>3,03</b>	<b>1,43</b>	<b>2,73</b>	<b>1,83</b>
<b>DE</b>		<b>0,13</b>	<b>0,58</b>	<b>0,58</b>	<b>1,44</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,81</b>	<b>0,05</b>	<b>0,2</b>	<b>0,12</b>	<b>0,17</b>	<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	<b>0,12</b>	<b>0,12</b>	<b>0,21</b>
GP	M1	5	62	12,5	30,5	25	34	4,7	-	3,8	1,6	3,5	2,3	3,9	2	3,3	1,9

La proporción representado por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo fue mayor al 60% en todos los individuos de Gato Andino que se midieron y menor al 50% en todos los ejemplares de Gato del Pajonal (Tabla 8).

**Tabla 6. Resultados del test T, para comparación de las medidas morfométricas entre hembras de Gato Andino y Gato del Pajonal.**

Medidas morfométricas	Prueba T	p
Peso	13,97	0,001
PC	1,26	0,284
LC	43,12	0,022
AH	1,62	0,18
LO	1,78	0,14
Lcab	0,89	0,41
Lcol	13,18	0,0001
Dist. caninos	10,26	0,001
PD1	8,18	0,002
PD2	3,31	0,03
PD3	5,37	0,005
PD4	4	0,01
PT1	12,6	0,0002
PT2	7,15	0,002
PT4	3,91	0,01
PT3	0,35	0,74

**Tabla 7. Resultados del test T, para comparación de las medidas morfométricas entre machos y hembras de Gato Andino.**

Medidas morfométricas	Prueba T	p
Peso	-4,83	0,016
Lcol	-0,97	0,39
LC	-0,17	0,87
PC	-0,73	0,51
AH	-1,34	0,2
LO	-1,01	0,38
Lcab	-1,1	0,35
Dist. caninos	-3,92	0,059
PD1	-2,28	0,1
PD2	-1,95	0,14
PD3	-5,03	0,01
PD4	-2,63	0,07
PT1	-1,65	0,19
PT2	-3,09	0,05
PT3	-4,84	0,016
PT4	0,15	0,88

**Tabla 8. Porcentaje representada por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo, para individuos de ambas especies.**

		% Lcol/LC
Gato Andino	H1	72,58
	H3	67,69
	M1	61,33
	M2	61,11
Gato del Pajonal	H1	44,83
	H2	48,31
	H3	49,14
	M1	49,19

En las fotografías de las patas delanteras de dos ejemplares de Gato del Pajonal (Foto 10), se puede observar que no se cumple lo especificado por Cossíos, et al. (2007) e Iriarte (2008) (Figura 4), en relación a la forma de la almohadilla de la pata, que permitiría identificar a los individuos de cada especie mediante la utilización de sus huellas.

**Foto 10. Pata delantera de dos individuos de Gato del Pajonal donde se ve la característica forma de la almohadilla descrita para Gato Andino.**



**Figura 4. Diagrama de la forma de la pata de Gato del Pajonal (a la izquierda) y Gato Andino (a la derecha), modificado de Cossíos, et.al (2007) e Iriarte y Jaksic (2012).**



## 5. Discusión

Como era de esperarse acorde a lo observado en las fotografías de trampas cámaras obtenidas anteriormente en este mismo proyecto, habría menos diferencias debido al sexo dentro de una misma especie, que entre especies. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que no se testearon las diferencias entre machos de las dos especies, cuyos datos sugieren que podría haber una variación menor en el tamaño para este sexo que la observada entre las hembras. También cabe mencionar que la diferencia entre sexos en el caso del Gato del Pajonal se basa sobre un único individuo macho.

Las diferencias en el tamaño entre las dos especies podrían estar relacionado con la competencia, ya que hay trabajos que mencionan que algunas especies de carnívoros, podrían a llegar a diferenciar sus tamaños para poder coexistir, aprovechando diferentes recursos, como presas de distintos tamaños (Rosenzweig 1968, Wilson, 1975). Desde este punto de vista el hecho de que el Gato Andino sea más grande que el Gato del Pajonal, podría servirle para capturar presas más grandes, como el Chinchillón. Esto estaría de acuerdo con los estudios de hábitos alimentarios realizados hasta el momento, que indican que *L. viscacia* a pesar de ser consumido por ambas especies, estaría presente en mayor proporción en la dieta del Gato Andino (Walker, et al. 2007; Napolitano, et al. 2008; Tellaeche 2010), y podría constituir una ventaja para la especie de mayor tamaño, ya que el gasto de energía necesario para capturar numerosas presas pequeñas es mayor que el gasto para atrapar una presa de mayor tamaño (Rosenzweig 1968; Wilson 1975)

La organización social en los carnívoros y en particular los félidos solitarios, se basa en la defensa del territorio, por lo cual los individuos solo se relacionan mediante encuentros asociados con la reproducción, y establecimiento y defensa del territorio. En este marco, el mayor tamaño de los machos en relación a las hembras podría deberse a que los machos deben proteger su territorio y aumentar sus chances de apareamiento frente a otros machos, por lo cual el hecho de ser más grandes les otorgaría una ventaja al enfrentarse a otros individuos (Rosenzweig 1968; Kleiman y Eisenberg 1973; Wilson 1975; Schmidh, et al. 1997).

En relación a la forma de las patas, el hecho de que no se cumpla lo propuesto por Cossíos, et al. (2007) e Iriarte (2008), es un importante hallazgo pensando en futuras investigaciones a campo, ya que las huellas dejan de ser un método válido para la identificación de las especies, más aun teniendo en cuenta que el Gato del Pajonal se encuentra presente a lo largo de toda la distribución del Gato Andino.

Considerando que las medidas utilizadas por Yensen y Seymour (2000) y García-Perea y Hamilton (2002) para calcular la proporción representada por el largo de la cola en relación al largo del cuerpo fueron obtenidos a partir de pieles y no de individuos vivos y que los autores encontraron diferencias en los porcentajes entre pieles de muestras de colección y especímenes frescos, es interesante que los valores encontrados en esta tesis están dentro de los rangos propuestos por García-Perea y Hamilton (2002) y avalan la utilidad de esta proporción como criterio para la clasificación de especímenes.

## 6. Bibliografía

- Boitani, L. y T. K. Fuller. 2000. Research techniques in animal ecology: controversies and consequences. Columbia University Press, New York.
- Cossíos, D., F. Beltrán Saavedra, M. Bennet, N. Bernal, U. Fajardo, M. Lucherini, J. Merino, J. Marino, C. Napolitano y R. Palacios. 2007. Manual de Metodologías Para Relevamientos de Carnívoros Altoandinos. Alianza Gato Andino. Buenos Aires, Argentina.
- García-Perea, R. y M. J. Hamilton. 2002. Andean mountain cat, *Oreolurus jacobita*: Morphological description and comparison with other felines from the altiplano. *Journal of Mammalogy* **83**:110-124.
- Gittleman, J. L. y P. H. Harvey. 1982. Carnivore home-range size, metabolic needs and ecology. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **10**:57-63.
- Gonyea, W. 1976. Adaptive differences in the body proportions of large felids. *Cells Tissues Organs* **96**:81-96.
- Guzmán-Ienis, A. y A. Camargo-Sanabria. 2004. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de mamíferos medianos y grandes en el bosque Los Mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biologica Colombiana* **9**:11-22.
- Haskell, J. P., M. E. Ritchie y H. Olff. 2002. Fractal geometry predicts varying body size scaling relationships for mammal and bird home ranges. *Nature* **418**:527-530.
- Iriarte, A. 2008. Mamíferos de Chile. Lynx Edicions. Barcelona, España.
- Iriarte, A. y F. Jaksic. 2012. Los Carnívoros de Chile. Ediciones Flora y Fauna Chile y CASEB, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Kleiman, D. y J. Eisenberg. 1973. Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behaviour* **21**:637-659.
- Mahon, P. S., P. B. Bates y C. R. Dickman. 1998. Population indices for wild carnivores: a critical study in sand-dune habitat, south-western Queensland. *Wildlife Research* **25**:217-217.
- Meachen-Samuels, J. y B. Van Valkenburgh. 2009. Forelimb indicators of prey-size preference in the Felidae. *Journal of Morphology* **270**:729-744.

- Napolitano, C., M. Bennett, W. E. Johnson, S. J. O'Brien, P. A. Marquet, I. Barría, E. Poulin y A. Iriarte. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* **17**:678-690.
- Riordan, P. 1998. Unsupervised recognition of individual tigers and snow leopards from their footprints. *Animal Conservation* **1**:253-262.
- Rosenzweig, M. L. 1968. The strategy of body size in mammalian carnivores. *American Midland Naturalist* **80**:299-315.
- Schmidth, K., W. Jedrzejewski y H. Okarma. 1997. Spatial organization and social relations in the Eurasian Lynx population in Bialowieza Primaveral Forest, Poland. *Acta Theriologica* **42**:289-312.
- Silveira, L., A. T. Jácomo y M. Malzoni. 2005. Pampas cat ecology and conservation in the Brazilian grasslands. *Cat Project of the Month*, September.  
. [http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02\\_webarchivelgraficalsept2005.pdf](http://www.catsg.org/catsgportallproject-o-month/02_webarchivelgraficalsept2005.pdf). Accessed 16 March 2009.
- Tellaeche, C. G. 2010. Análisis de hábitos alimenticios de dos especies de felinos simpátricos (*Leopardus jacobita* y *Leopardus colocolo*). Tesis de grado. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Walker, S. R., A. J. Novaro, P. G. Perovic, R. Palacios, E. Donadio, M. Lucherini, M. Pía y M. S. López. 2007. Diets of three species of andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy* **88**:519-525.
- Wilson, D. S. 1975. The adequacy of body size as a niche difference. *American Naturalist* **109**:769-784.
- Wilson, G. J. y R. J. Delahay. 2001. A review of methods to estimate the abundance of terrestrial carnivores using field signs and observation. *Wildlife Research* **28**:151-164.
- Yensen, E. y K. L. Seymour. 2000. *Oreailurus jacobita*. *Mammalian Species* **664**:1-6.

# Capítulo 4

Organización espacial

## 1) Introducción:

Muchos animales, a excepción de los que son nómades, pasan sus días en determinadas áreas donde realizan todas sus actividades y que se suelen denominar “áreas de acción” (AA). Burt (1943) definió el área de acción como el área utilizada por un individuo (adulto) en sus actividades diarias de búsqueda de alimento, búsqueda de parejas, apareamiento y cuidado de las crías. Salidas ocasionales fuera del área, por ejemplo salidas exploratorias, no deberían ser consideradas parte del “área de acción”. Esta definición de área de acción acuñada por Burt es un poco acotada, ya que no incluye las áreas que los animales no visitan frecuentemente, pero que pueden ser importantes para ellos en algunos momentos críticos como puede ser una determinada estación del año en la cual la disponibilidad de alimento cambia y empuja los animales a usar otras zonas donde la disponibilidad es mayor (Castillo, et al. 2011).

Todo o una parte del área de acción de las especies puede constituir una zona defendida contra otros individuos, un “territorio” o “área núcleo”, donde por área núcleo (AN) se entiende la zona que más utiliza un animal y sobre la cual tiene prioridad. Esto implica que esta área es defendida, usualmente mediante señales olfativas, vocalizaciones etc., las cuales son las maneras menos costosas de defensa. Un animal mantiene un territorio únicamente si existe un recurso limitante, el cual, al ser escaso, puede llegar a limitar su reproducción o supervivencia. En general el alimento es uno de los recursos más importantes y de los más limitantes, pero en el caso de

carnívoros solitarios el recurso limitante para los machos suelen ser las hembras durante la época de apareamiento (Boitani y Fuller 2000; Boitani y Powell 2012).

Existe una relación entre el tamaño del área de acción, el tamaño corporal y la tasa metabólica de los individuos, aunque estos parámetros no siempre son los que más influyen sobre el tamaño del área de acción, ya que se han reportado variaciones de varios ordenes de magnitud en entre poblaciones de una misma especie que viven en diferentes hábitats (Nowak 2005). De hecho, el tamaño del área de acción puede variar intraespecíficamente y por lo general difiere entre individuos de distinto sexo (Kleiman y Eisenberg 1973; Eisenberg 1986; Sandell 1989; Nowak 2005). Muchos autores han reportado en carnívoros áreas de acción más grandes para machos que para hembras y a su vez más grandes de lo esperado en relación a las demandas energéticas, lo que puede deberse a la necesidad de los machos de maximizar las chances de reproducirse, pudiendo solaparse con más hembras. Las hembras, por otra parte, deben mantener el área de acción lo suficientemente grande para poder obtener presas suficientes para satisfacer sus demandas energéticas a lo largo de todo el año, dado que su éxito reproductivo está ligado a su capacidad de explotar de manera eficiente los recursos (Sandell 1989; Nowak 2005).

Existen muchas razones por las cuales es interesante conocer el área de acción de las especies; este conocimiento puede proveer importante información acerca de muchos aspectos ecológicos, como patrones de apareamiento y reproducción, la organización social y las interacciones interindividuales, estrategias de forrajeo y la elección de alimentos, recursos limitantes, componentes importantes del hábitat y más (Boitani y Fuller 2000; Boitani y Powell 2012).

El estudio de la organización social y espacial de una especie es fundamental no sólo para comprender su ecología sino también para su manejo y conservación (Reppucci 2006). Las interacciones intraespecíficas son factores determinantes en la ecología de las especies (Macdonald, et al. 2000), en particular en la organización social y pueden verse alterados por la actividad humana (Iott 1991), por lo que entenderlas es un prerrequisito para entender como estas podrían ser afectadas por factores antrópicos y desarrollar posibles opciones de manejo (Macdonald, et al. 2000).

El conocimiento acerca de estos aspectos es escaso para las especies objeto de estudio. En el caso del Gato Andino se cuenta con datos presentados en un congreso de solo un individuo en Bolivia (Villalba 2009). Para el Gato del Pajonal existe información para tres individuos capturados en Brasil y uno en Bolivia; los datos están disponibles respectivamente en un informe del Proyecto del Mes del Grupo de Especialistas en Félidos (UICN, Silveira, et al. 2005) y una presentación a congreso (Villalba 2009).

En la mayoría de los casos en que se busca estudiar el área de acción de un animal la principal técnica utilizada es la radiotelemetría (Powell 2012), aunque la técnica también permite estudiar el uso del espacio de manera más completa, incluyendo por ejemplo, análisis de movimientos, uso de hábitat, abundancia e interacciones (Millspaugh y Marzluff 2001; Powell 2012). La obtención de datos con radiocollares GPS para las especies en estudio es particularmente valiosa, dado que los trabajos mencionados anteriormente fueron llevados a cabo mediante telemetría VHF, y puede existir un sesgo en la toma de datos causado por la dificultad por parte

de los investigadores para encontrar a los animales, inclemencias climáticas o dificultad de acceso a ciertas áreas por el tipo de terreno (Schemnitz 1980; McCarthy, et al. 2005). Esto es particularmente esperable en ambiente con condiciones difíciles, como las regiones de montaña. Por ejemplo McCarthy, et al. (2005) encontró que puede existir una gran diferencia entre los resultados obtenidos usando las dos tecnologías.

### **2) Objetivos:**

Para contribuir al conocimiento del uso del espacio de estas dos especies de félidos, nos propusimos:

- Estimar el tamaño de las áreas de acción y áreas núcleo para *L. jacobita* y *L. colocolo*. y compararlas.
- Evaluar las interacciones espaciales entre ambas especies.

### **3) Materiales y Métodos:**

#### **a) Radiotelemetría**

Se capturaron individuos de las dos especies de félidos presentes en el área (*L. jacobita* y *L. colocolo*); el procedimiento de captura se detalla en el Capítulo 2. A todos los animales con un peso adecuado (aquellos para los cuales el peso del collar no superaba el 5% del peso del animal; Kenward 2001) se les colocaron radiocollares GPS. En éstos, a diferencia de los collares de VHF, no es necesario buscar su señal y

realizar triangulaciones para obtener las posiciones de los animales, ya que se programan para tomar localizaciones automáticamente a intervalos de tiempo predeterminados, por medio de un GPS ubicado en el interior del collar. Estos puntos son almacenados en una memoria interna y luego se descargan. En algunos casos la descarga puede ser remota; en otros hay que recuperar el collar para descargar los datos (a estos collares se le agregó un sistema de caída programada). Los collares GPS cuentan también con señal VHF, la cual es utilizada para poder ubicar a los animales para la descarga de los datos o encontrar los collares una vez caídos.

Se utilizaron dos marcas comerciales de collares. Los primeros pertenecieron a la compañía Sirtrack (Havelock North, Nueva Zelanda) y fueron programados para tomar un punto cada dos horas durante un día completo cada 5 días y un punto cada 7 horas el resto del tiempo. Estos collares contaron con un sistema de caída, el cual fue programado en función de la fecha de colocación del collar y la vida útil de la batería (aproximadamente 8 meses); luego se recuperaron los collares y se descargaron los datos. La otra marca utilizada fue ATS (Advanced Telemetry Systems, Isanti, MN, EEUU), cuyos collares fueron programados para tomar un punto cada 5 horas y, cada 7 días, un punto cada 1 hora y contaron con un sistema de descarga de datos remota, para lo cual había que acercarse al animal (aproximadamente a 500m) para descargar los datos a una computadora portátil.

Ambos modelos de collares contaron también con señal VHF, lo cual hizo posible seguir los animales por medio de una antena tipo Yaggi y receptora de radio VHF de alta sensibilidad (ACM Instruments®, Champaign, IL, EEUU, modelo LA12-Q), que captó separadamente las frecuencias de los diferente collares. Esto permitió ubicar a los

animales para descargar en forma remota los datos en el caso de los collares ATS y, en el caso de los de Sirtack, poderlos recuperar para bajar los datos. También se trató en lo posible de realizar un seguimiento de los animales, para tener conocimiento aproximado de los lugares que estos frecuentaban, con el objetivo de facilitar la tarea de encontrar los collares una vez caídos y, en el caso de los animales que tenían collares con bajada remota, facilitar la tarea de acercarse suficientemente para descargar los datos. Finalmente todos los collares contaron con una señal de mortalidad, que consistía en un cambio en la frecuencia de bips la cual se activaba si el animal permanecía más de 12 horas sin moverse.

Los datos obtenidos de los collares incluyen la posición geográfica (latitud-longitud), el día y hora en que ésta fue tomada, el número de satélites que utilizó el GPS para tomar la posición y el HDOP, que es un índice que estima la precisión de la posición tomada sobre la base de la geometría de los satélites. Este índice puede tener valores que van desde 0 a 100 y, según los fabricantes, si este valor supera el 10 no se aconseja utilizar esa localización. Por lo tanto las posiciones que tuvieron un valor de HDOP >10 fueron descartadas.

Para determinar si el número de localizaciones obtenidas para cada individuo era suficiente para una buena estimación del tamaño de las áreas de acción, se graficó el incremento del tamaño de las áreas de acción en función del número de puntos utilizadas para calcularlo (curva de áreas incrementales). Si esta curva alcanza una asíntota se asume que el tamaño de la muestra es suficiente (Harris, et al. 1990; Otis y White 1999).

Se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson, para probar si existía una relación significativa entre el número de posiciones para cada individuo y el tamaño de su área de acción calculado con el MPC 100% y de esta forma comprobar si había un efecto del tamaño de la muestra sobre este parámetro.

### **b) Análisis área de acción**

El análisis del área de acción se realizó con el programa ArcGis 9.3 y se utilizaron dos métodos, el mínimo polígono convexo (MPC, Mohr 1947) y el Kernel (Worton 1989). El MPC es el método más antiguo y comúnmente usado para realizar estimaciones de área de acción. Este consiste en la realización del polígono convexo más pequeño que abarque todas las posiciones de un individuo. Dentro de las desventajas de este método se puede mencionar que el tamaño y forma del área de acción se ven influenciadas fuertemente por los puntos extremos y que no tiene en cuenta la intensidad de uso de diferentes áreas por los animales (Anderson 1982) . El método Kernel utiliza tres dimensiones, donde la tercera dimensión corresponde al tiempo pasado por los animales en cualquier parte de su área de acción, lo cual brinda información de los sitios más importantes o más utilizados por los individuos. Existen dos tipos de estimadores de Kernel: el adaptativo y el fijo. A partir de estudios que utilizaron datos simulados para comparar ambos estimadores de las áreas de acción se determinó que el método de Kernel fijo provee áreas de acción más confiables que el de Kernel adaptativo (Schemnitz 1980; Seaman, et al. 1999).

Por lo tanto se decidió utilizar el MPC 100% (es decir utilizando todas las localizaciones disponibles) y el Kernel fijo 95% y 45% para estimar las áreas de acción y áreas núcleo, respectivamente. Debido a que estas técnicas (y esos porcentajes de

puntos) son los más comúnmente utilizados por otros autores (por ej. Salvatori, et al. 1999; Dillon 2005; Palphramad, et al. 2006; Dillon y Kelly 2008; Laver y Kelly 2008; Goodrich, et al. 2010; Recio, et al. 2010), su uso permitió obtener datos comparables con otros estudios.

Para la estimación del área de acción mediante el método de Kernel se utilizaron sólo dos posiciones para cada uno de los días en que los collares tomaban un punto cada una o dos horas, ya que estos puntos están muy auto-correlacionados y afectarían fuertemente los resultados de este análisis. Para los animales que tuvieron collar en más una oportunidad, se utilizó el conjunto de los datos para los análisis.

Se realizó la comparación del tamaño de las áreas de acción, obtenido por radiotelemetría, con el área de acción esperada (HR: área de acción, expresado en hectáreas) para carnívoros mediante la función alométrica que asume la siguiente fórmula (Lindstedt, et al. 1986):

$$HR = 137 M^{1.37}$$

donde, en este caso, M es el promedio de la masa corporal de los individuos adultos expresado en kilogramos.

### **c) Interacción entre individuos.**

Se realizó un análisis general de la superposición de las áreas de acción y áreas núcleo entre individuos de la misma especie y entre especies. Para esto se calcularon las áreas superpuestas entre los individuos con los valores obtenidos mediante el Kernel 95% y 45%, respectivamente.

#### 4) Resultados:

##### a) Radiotelemedría

Se capturaron nueve individuos en total, cinco Gatos Andino y cuatro Gatos del Pajonal y se pudo colocar radiocollares a ocho individuos, cuatro de cada especie. A tres de los individuos se les colocó radiocollar en más de una oportunidad (Tabla 9).

**Tabla 9. Individuos con radiocollar (H: hembras, M: machos), fecha de captura, modelo de collar que se le colocó, número de días que el collar permaneció activo, número de posiciones obtenidas para cada individuo y éxito en la toma de puntos (porcentaje de puntos obtenidos en relación a los que el collar debería haber tomado), †: individuos encontrados muertos**

Individuo	Fecha de captura	Modelo collar	Duración del collar	Nº de posiciones	% de éxito
GP H1†	27/09/2012	Sirtack	34	41	23,3
GP H2	29/05/2013	Sirtack	180	193	22,1
GP M1	11/11/2012	Sirtack	211	213	19,8
GP M1	15/05/2012	Sirtack	9	15	31,3
GA H1	12/11/2013	Sirtack	184	109	11,6
GA H1	26/09/2012	Sirtack	.....	0	0
GA H3	12/05/2014	ATS	38	194	69,8
GA H2†	29/09/2012	Sirtrack	10	13	25,5
GA M2	15/05/2012	Sirtrack	15	22	28,6
GA M2†	15/11/2012	Sirtrack	61	122	39,4
GA M1	6/11/2013	Sirtrack	.....	0	0

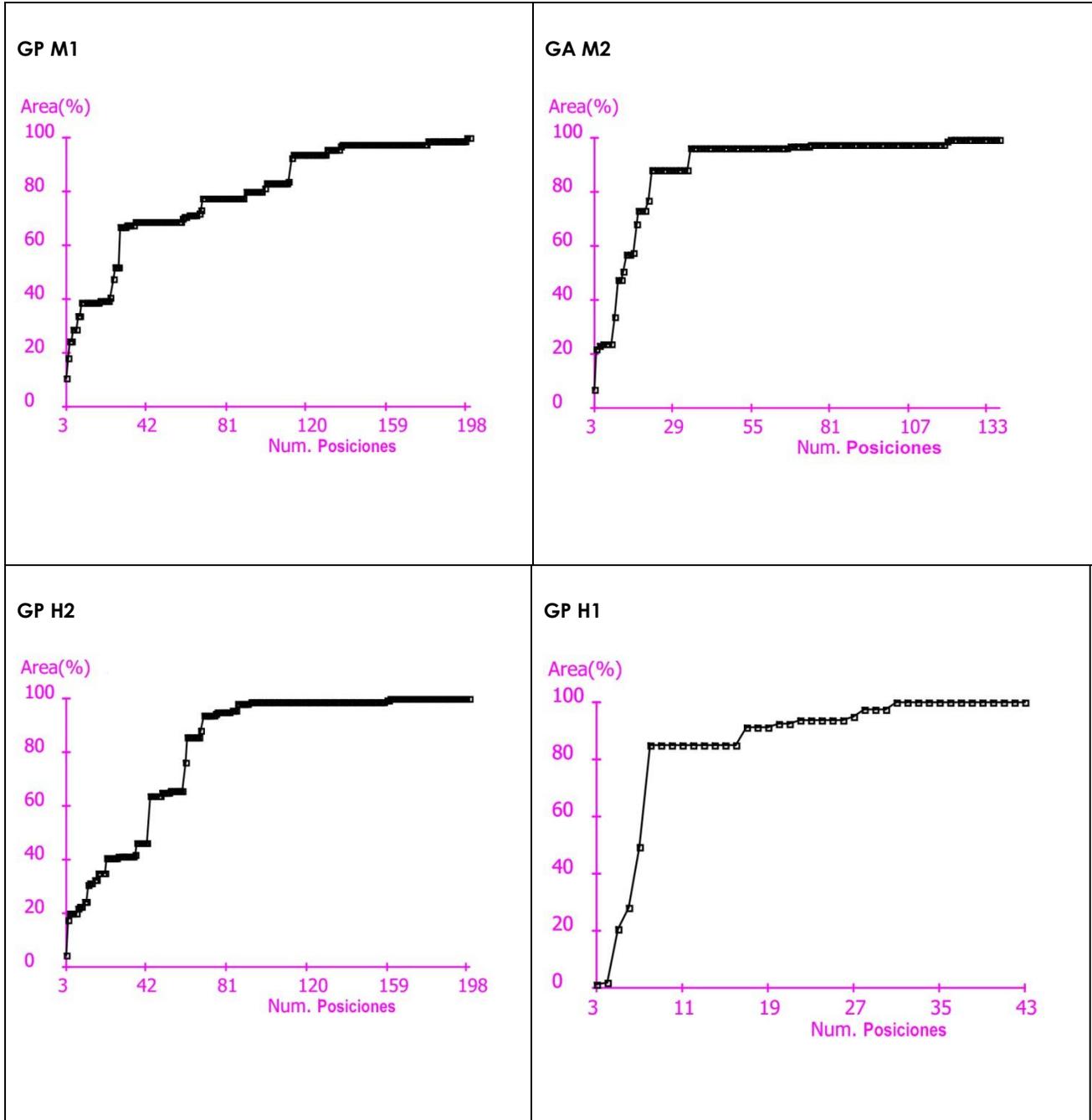
La duración de los radiocollares fue variable y en algunos casos hubo fallas de los mismos, tanto en la toma de datos como en la señal VHF. Los problemas principales fueron que el sistema de caída se activó antes de tiempo (en el caso de GP M1 y GA

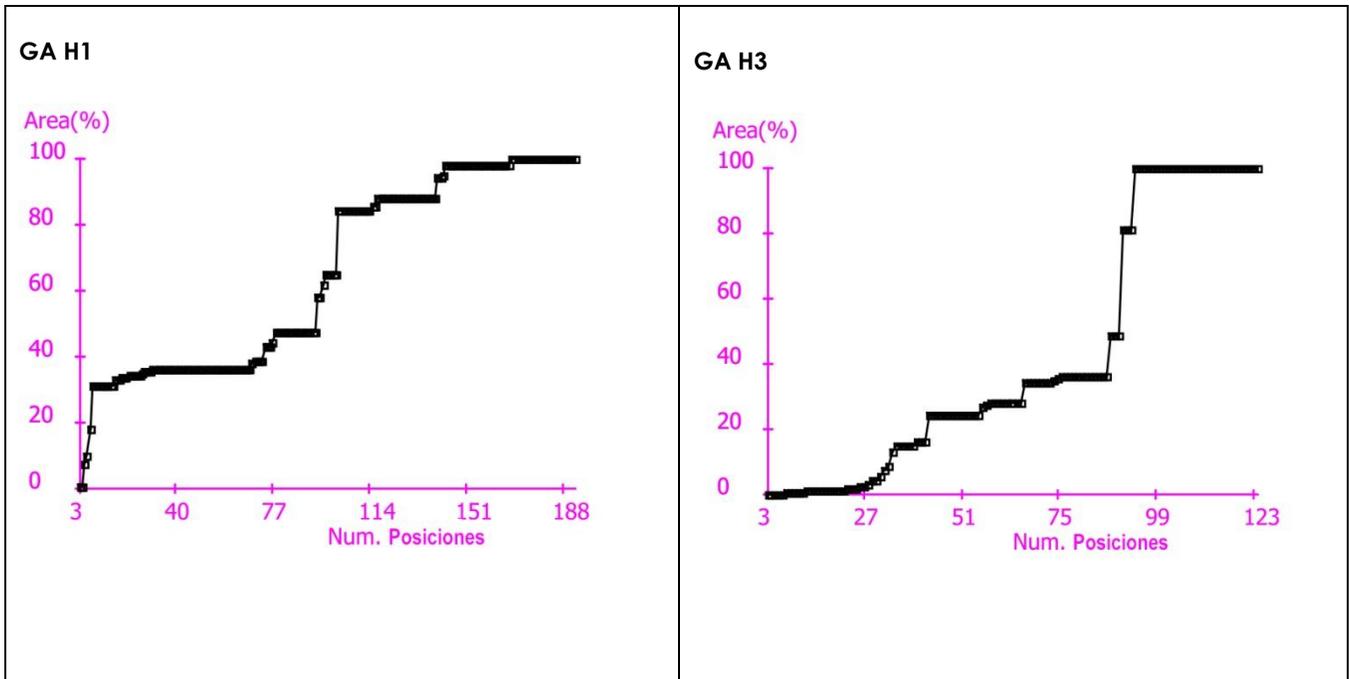
M2), que los collares no tomaron ningún dato (GA H3) y que no pudo recuperarse el collar luego de la caída (GA M1). Por otro lado, en todos los casos los radiocollares tomaron menos posiciones de las esperadas (Tabla 9). Sumado a estos problemas de tipo técnico, se encontraron tres individuos muertos, para los cuales, en base a exámenes de los restos encontrados e intensas averiguaciones en poblados y puestos cercanos, se concluyó que la causa más probable fue de origen antrópico (ataque de perros pastores y/o matanza directa; Tabla 9).

Analizando la cantidad de posiciones para cada uno de los individuos, se tomó la decisión de eliminar al GA H2 de los análisis, debido al muy bajo número de localizaciones y en el caso de los machos que tuvieron collar en dos oportunidades, siendo los primeros datos muy escasos, utilizar el conjunto de los datos de ambos collares.

A pesar de las dificultades técnicas encontradas con los collares, las curvas de incremento de áreas parecieron alcanzar la asíntota para casi todos los animales (a excepción de GA H1 y GP M1) (Figura 5). La correlación entre el número de posiciones y el tamaño del área de acción (MPC 100%) fue baja ( $R^2=0,17$ ).

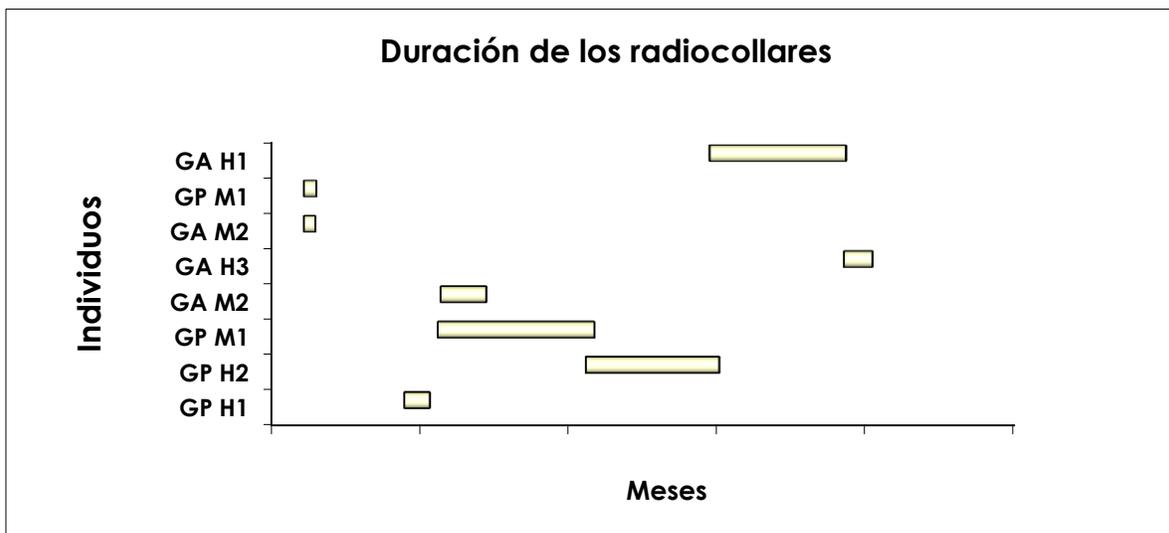
Figura 5. Curvas de áreas incrementales del área de acción (MCP 100 %) de todos los individuos.





Lamentablemente, a causa de los problemas mencionados, el solapamiento temporal entre individuos fue limitado, tanto en el número de casos como en su duración (Figura 6).

**Figura 6** Distribución temporal de los periodos de funcionamiento de los radiocollares de los diferentes individuos.



**b) Área de acción**

Existió una gran variabilidad en los tamaños de área de acción entre individuos de la misma especie, mientras que la variación fue menor en el caso de las áreas núcleo. Las áreas de acción fueron de mayor tamaño para el Gato Andino, tanto en el caso de los machos como las hembras. Sin embargo, debido al escaso número de individuos y las evidentes diferencias entre sexos, no se realizaron pruebas estadísticas (Tabla 10).

El único macho de Gato del Pajonal, tuvo tamaños de área de acción y de área núcleo mayores que las hembras. En el caso del Gato Andino el macho tuvo el área de acción más grande que una de las hembras y de menor tamaño que la otra (si bien esta diferencia casi desaparece si se tiene en cuenta el Kernel 95%), pero su área núcleo fue de mayor tamaño que en las hembras (Tabla10).

**Tabla 10. Tamaño de las áreas de acción (AA) y áreas núcleo (AN) (Km<sup>2</sup>), con los métodos de MPC (100%) y Kernel (95 y 45%).**

		AA MPC (100%)	AA Kernel (95%)	AN Kernel (45%)
Gato Andino	M2	63,3	59,08	21,92
	H1	18,73	18,94	5,16
	H3	157,63	61,19	12,40
Gato del Pajonal	M1	43,38	31,06	12,02
	H1	8,61	7,33	1,94
	H2	9,56	6,18	1,28

El tamaño promedio de las áreas de acción para el Gato Andino fue de 79,89 km<sup>2</sup> (MPC 100%) y 46,89 km<sup>2</sup> (Kernel 95%) y el del área nucleo fue de 13,16 km<sup>2</sup>. En el

caso del Gato del Pajonal, 20,52 km<sup>2</sup> (MPC 100%), 14,86 km<sup>2</sup> (Kernel 95%) y 5,08 km<sup>2</sup> para el área núcleo (Kernel 45%).

El tamaño del área de acción predicho mediante la función alométrica para Gato Andino fue de 12,63 km<sup>2</sup> y para el Gato del Pajonal de 8,76 Km<sup>2</sup>. El tamaño predicho para el Gato Andino resulto ser equivalente al 27,2% del encontrado en este estudio y para el caso del Gato del Pajonal un 59%.

### **c) Interacciones entre individuos**

Se encontró gran superposición entre las áreas de acción y las áreas núcleos tanto entre machos y hembras de cada especie, como así también entre los individuos de las dos especies. El total de las áreas de acción y áreas núcleo de las hembras de Gato del Pajonal están dentro de las áreas del macho de su misma especie. En el Gato Andino las áreas núcleo de las hembras se superponen con la del macho, pero solo en el caso de una de las hembras la superposición es alta (GA H1: 90,26% y GA H3: 32,06 % de su área núcleo). La superposición de las áreas de acción entre machos y hembras de Gato Andino es amplia, variando entre el 52,8% y el 100% de su área de acción (Tabla 11 y Tabla 12; Figuras 7-9).

**Tabla 11. Porcentaje de solapamiento de las áreas de acción (Kernel 95%) de todos los individuos con radiocollar.**

Individuo	GP M1	GP H2	GP H1	GA M2	GA H1	GA H3
GP M1	100	19,9	23,6	84,6	45,3	92,2
GP H2	100	100	62	87,7	62,1	100
GP H1	100	52,3	100	100	50,7	100
GA M2	44,5	9,2	12,4	100	32,1	54,7
GA H1	74,3	20,3	19,6	100	100	83,2
GA H3	46,8	10,1	12	52,8	25,8	10

**Tabla 12. Porcentaje de solapamiento de las áreas núcleo (Kernel 45%) de todos los individuos con radiocollar.**

Individuo	GP M1	GP H2	GP H1	GA M2	GA H1	GA H3
GP M1	100	10,65	16,09	41,07	41,52	88,36
GP H2	100	100	40,14	71,46	83,04	96,45
GP H1	100,	26,56	100	17,31	20,13	100
GA M2	22,54	4,18	1,53	100	21,24	18,14
GA H1	96,83	20,62	7,55	90,26	100	78,42
GA H3	85,71	9,96	15,61	32,06	32,61	100

La superposición media del área de acción estimada mediante Kernel 95% fue del 59,63% para el Gato del Pajonal, 58,1% para el Gato Andino y 53,98% entre especies. Con respecto a las áreas núcleo los solapamientos medios fueron de 48,9%, 45% y 45,77% para Gato del Pajonal, Gato Andino y ambas especies entre sí respectivamente.

Figura 7. Áreas núcleo (Kernel 45%) para todos los individuos de ambas especies (Gato Andino en rojo y Gato del Pajonal en negro).

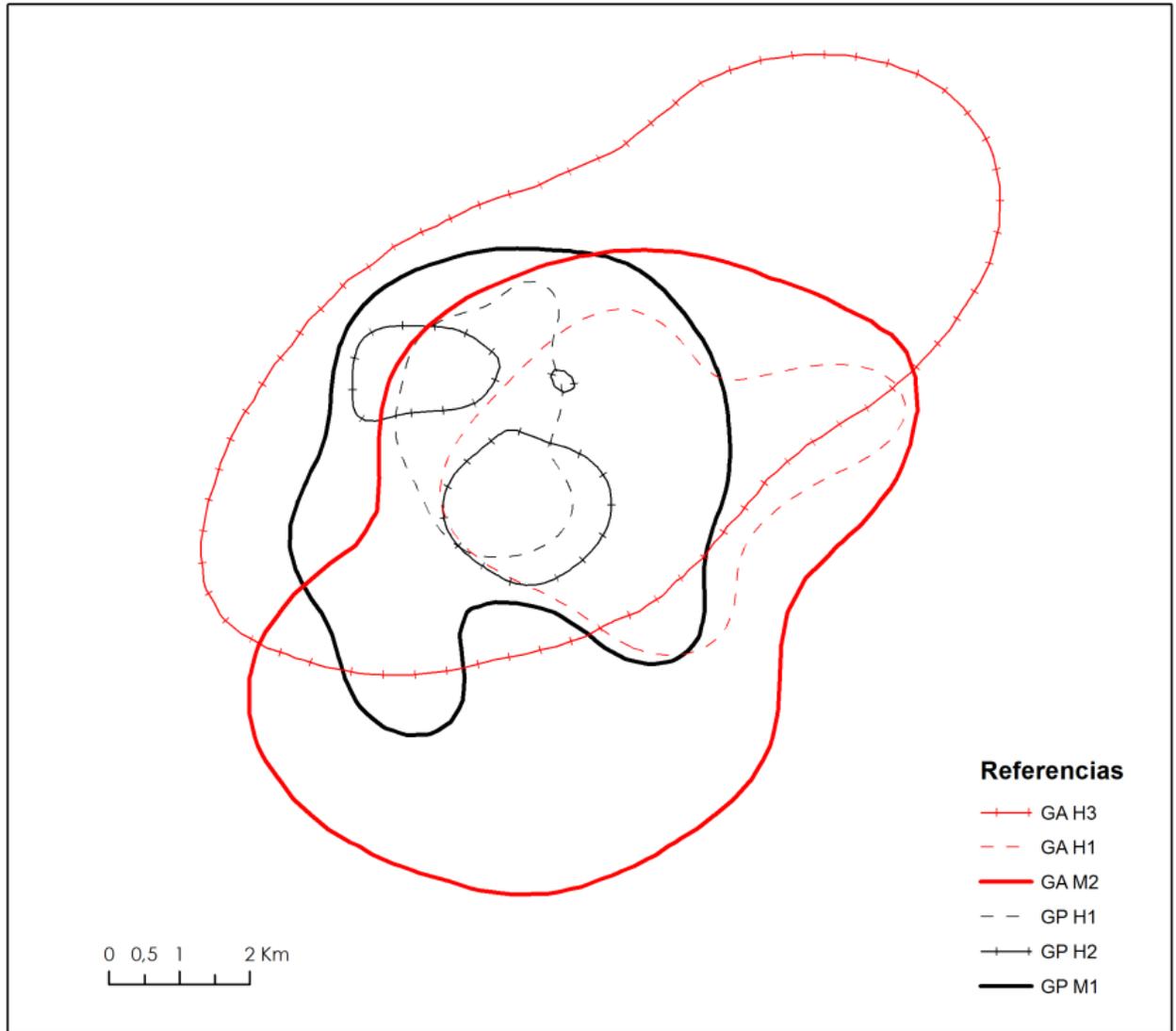


Figura 8. Áreas de acción (Kernel 95%) de todos los individuos de ambas especies (Gato Andino en rojo y Gato del Pajonal en negro).

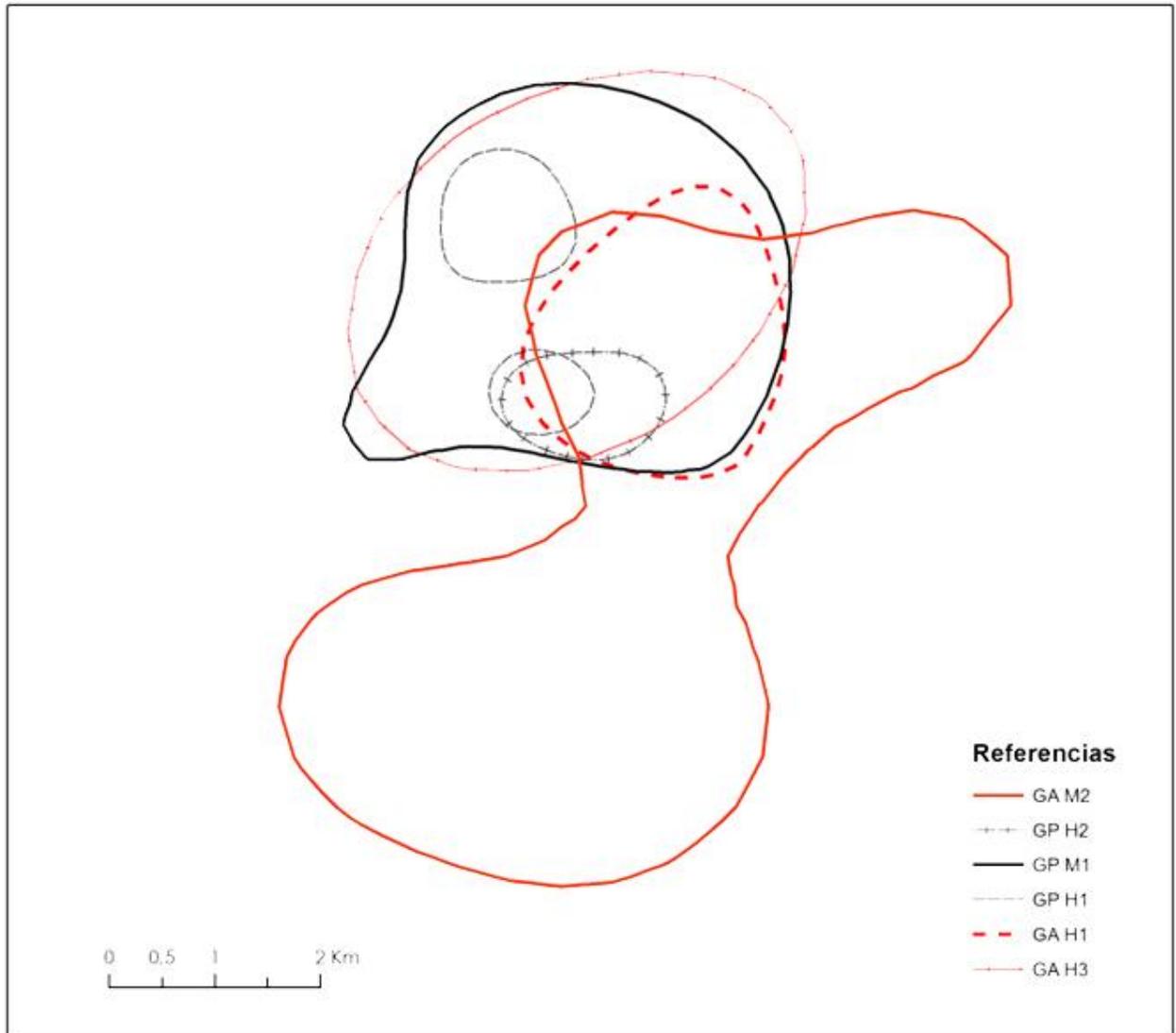
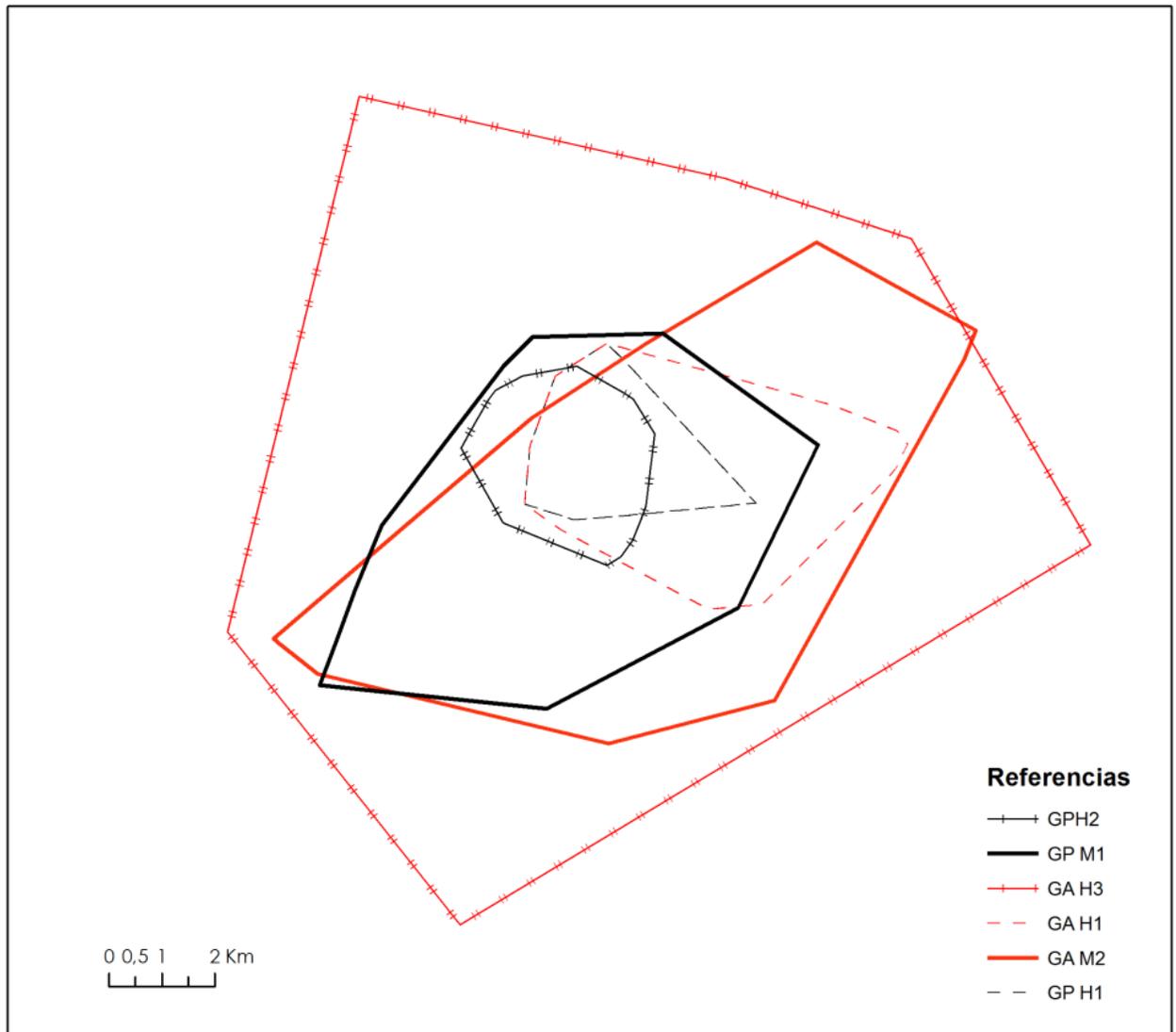


Figura 9. Áreas de acción (MCP 100%) de todos los individuos de ambas especies (Gato Andino en rojo y Gato del Pajonal en negro).



## 5) Discusión

Si bien para casi todos los radiocollares la duración y la cantidad de datos registrados fueron mucho menores a la esperada, aparentemente se logró alcanzar la asíntota en las curvas incrementales de la mayoría de los individuos y no se encontró una correlación fuerte entre el tamaño de muestra y el del área de acción. Por lo tanto parecería que el número de días que funcionaron los collares fue suficiente para poder estimar el tamaño de las áreas de acción.

El mayor tamaño de las áreas de acción y núcleo del Gato Andino podría estar relacionado con la diferencia de masa corporal entre las especies (McNab 1989; Nowak 2005). Debido a que los felinos tienen una dieta exclusivamente carnívora, es lógico esperar que sus áreas de acción resulten más grandes a lo predicho por la función alométrica (la cual fue construida con datos de todas las especies de carnívoros). Sin embargo esta diferencia fue mayor para el Gato Andino que para el Gato del Pajonal. Esto podría ser una unión de factores, estando relacionada con la productividad comparativamente baja de los ecosistemas alto-andinos y también con el hecho que el Gato Andino sea más especialista en cuanto a su alimentación (Walker, et al. 2007; Napolitano, et al. 2008; Reppucci 2012) y por esta razón necesite recorrer mayores distancias para conseguir sus presas.

Ha sido reportado para muchas especies de félidos que el tamaño de las AA generalmente es mayor para los machos que para las hembras (p. ej. Donovan, 2011; Manfredi, et al. 2006; Dillon y Kelly 2008; Monterroso, et al. 2009). Esto se cumplió para el Gato del Pajonal, mientras que en el caso del Gato Andino esto no fue siempre así. El gran tamaño del AA para una de las hembras, calculado mediante el MCP al 100%,

puede deberse a que se trató de un individuo joven, que podría estar aun tratando de establecer su territorio y realizando frecuentes excursiones al exterior de su área principal. Para las AN (Kernel 45%) el macho fue el que tuvo el área de mayor tamaño, por lo tanto para las áreas más utilizadas por los individuos, se cumple lo esperado. Si bien este es el primer estudio para estas especies donde pueden compararse animales de diferentes sexos, puede decirse que los resultados obtenidos concuerdan con el modelo de organización general típico de los félidos previamente mencionado.

Existe para esta misma área una estimación de tamaños de área de acción, como subproducto de una estimación de abundancia obtenida mediante un modelo de captura recaptura espacialmente explícito, sobre la base de datos de trampeo fotográfico (Gardner, et al. 2010; Reppucci, et al. 2011). Los valores fueron de 40,71 km<sup>2</sup> y 34,42 km<sup>2</sup> para Gato Andino y Gato del Pajonal respectivamente, siendo estos resultados similares a los encontrados en el presente estudio, en especial para el Gato Andino. Esta concordancia apoya los resultados, indicando que los tamaños de área de acción serían confiables.

Fuera del área de muestreo del presente estudio, el único dato de Gato Andino disponible hasta la fecha fue el de una hembra para la cual se estimó (con el MPC 100%) un área de acción de 92,69 Km<sup>2</sup> (Villalba 2009), siendo este un tamaño que se encuentra cerca del límite superior del rango de los valores encontrados para las hembras en este trabajo. En el caso del Gato del Pajonal hay un reporte de una hembra en Bolivia con un área de acción de 68,89 Km<sup>2</sup>, el cual es mayor a los estimados en este trabajo, tanto para las hembras como para el único macho de esta especie. Esto podría deberse a las características del ambiente, dado que se han

reportado grandes variaciones intraespecíficas en los tamaños de las áreas de acción en animales que se encontraban en distinto ambiente, lo cual puede depender de la disponibilidad de recursos y su distribución espacial (Macdonald 1983). En el caso particular de ambientes natural o artificialmente fragmentados, es relevante el papel de la matriz de ambientes presentes en el área. Por ejemplo si hay parches grandes de ambientes buenos tal vez el área de acción no deba ser muy grande para que incluya todos los recursos necesarios para la supervivencia de un individuo, pero si hay parches pequeños (aun cuando con buenas características) muy dispersos entre sí, esto tendería a aumentar el tamaño del área de acción, sobre todo si la matriz en la cual están inmersos estos parches no brinda recursos, de manera análoga a lo encontrado por Ross (2012), para otra especie de pequeño felino, el Manul (*Otocolobus manul*), en un área de altiplano con características similares. Los otros datos disponibles para el Gato del Pajonal corresponden a machos capturados en el Cerrado de Brasil, los cuales tienen un promedio de área de acción de 36,98 Km<sup>2</sup>, un tamaño que se asemeja a los valores encontrados en este trabajo (Nowak 2005; Silveira, et al. 2005).

En comparación con otras especies de félidos de similar porte, tanto el GA como el GP presentaron áreas mucho más grandes. Por ejemplo para Gato Montés (*L. geoffroyi*), se registraron valores máximos de área de acción de 6,22 Km<sup>2</sup> y 8,5 Km<sup>2</sup> (MCP 100%), para Gatos de Patas Negras (*Felis Nigripes*) con un área de 10,98 Km<sup>2</sup> (MCP 100%) y para gatos domésticos asilvestrados en uno de los pocos casos de estudios con gatos pequeños utilizado collares con tecnología GPS, se encontró un área de acción promedio de 9,98 Km<sup>2</sup> (MCP 100%) (Manfredi, et al. 2006; Pereira, et al. 2006, Recio, et al. 2010, Sliwa 2004). Estas grandes diferencias, podrían deberse a que estos trabajos fueron realizados en ambientes más productivos comparados con los

altos Andes. Esta hipótesis estaría avalada por un estudio realizado en un ambiente similar para una especie de similares características, el Manul en el centro de Mongolia (Ross, et al. 2012), en el cual se obtuvo una estimación de AA de gran tamaño (169 km<sup>2</sup> y 64,1 km<sup>2</sup> (MPC 100%) para machos y hembras respectivamente).

En cuanto a las interacciones entre individuos, los machos siempre estuvieron solapados con las hembras encontrándose para estas una gran proporción de su área de acción dentro de la del macho, lo cual concuerda con lo esperado para los félidos (Sunquist y Sunquist 1989; Macdonald, et al. 2010). Para ambas especies la superposición entre las hembras fue mayor que lo reportado para otras especies similares como el Gato Montes el Ocelote (*L. Pardalis*) o el Manul (Manfredi, et al. 2006; Dillon y Kelly 2008; Ross, et al. 2012). Resultan llamativas, además, las altas superposiciones entre las AA de las dos especies (GA y GP) aun cuando concuerdan con el resultado reportado para el mismo área y las mismas especies, donde los centros de actividad estimados mediante trampeo fotográfico mostraron una amplia superposición (Reppucci, et al. 2011). Estas diferencias con otras especies podrían deberse a lo expuesto con anterioridad, sobre la distribución de los ambientes y como consecuencia, de los recursos en el área de estudio. En ésta se encuentra un gran macizo de roquedales y áreas muy quebradas en la cual se ubica la mayor proporción de las áreas solapadas tanto intra como interespecíficamente y que, si bien no se dispone de datos cuantitativos al respecto, podría ofrecer gran abundancia de recursos, tanto tróficos (Chinchillones y otros roedores) como refugios.

Algo a tener en cuenta a la hora de hacer comparaciones de cualquier tipo es que puede haber una gran influencia de la tecnología de radiocollares utilizados sobre

el tamaño del área de acción. Ésto fue observado en el caso del Leopardo de las Nieves (*Panthera uncia*), donde con collares VHF las áreas de acción estimadas estuvieron entre 10 y 142 Km<sup>2</sup>, mientras que con collares satelitales fueron de 150 -938 Km<sup>2</sup> (McCarthy, et al. 2005). Lamentablemente no hay muchos estudios en felinos pequeños en los que se hayan utilizado collares GPS, probablemente debido a que hasta hace unos pocos años éstos eran demasiado pesados para ser colocados en especies de pequeño tamaño corporal.

Si bien en este análisis se utilizaron sólo los datos de un collar ATS, los resultados obtenidos con las dos marcas de radiocollares parecieron similares. Sin embargo, se podría decir que el modelo producido por ATS sería mejor en cuanto al éxito de toma de posiciones.

La escasa cantidad de localizaciones obtenidas por los collares SIRTRACK con respecto a la esperada podría atribuirse a dos causas: el tipo de terreno (ya que en lugares muy quebrados es más difícil para el GPS tomar la posición) o a la activación y desactivación del collar por medio de la gran estática que puede generarse en el área de estudio (posiblemente propiciada por factores climáticos). Este último es un fenómeno que comprobamos es posible tanto para los collares como para otros artefactos, especialmente en los casos en que éstos se activan/desactivan mediante el acercamiento de un imán, contrario a otros mecanismos magnéticos que se encuentran desactivados mientras tienen el imán cerca y se activan al retirarlo (como el caso de los collares ATS).

Finalmente cabe mencionar que las fallas técnicas experimentadas han causado una fuerte reducción en el tamaño de la muestra obtenida y que esta, a su vez,

implica que los resultados y las conclusiones expuestos en este capítulo deben ser tomados con cierta precaución, sobre todo en el momento de extrapolar los datos a otras áreas con diferentes condiciones ambientales.

## 6) Bibliografía

- Anderson, D. J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology*:103-112.
- Boitani, L. y T. K. Fuller. 2000. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*. Columbia University Press, New York.
- Boitani, L. y R. A. Powell. 2012. *Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* **24**:346-352.
- Castillo, D. F., M. Lucherini y E. B. Casanave. 2011. Denning ecology of Molina's hog-nosed skunk in a farmland area in the Pampas grassland of Argentina. *Ecological Research* **26**:845-850.
- Di Bitetti, M. S., A. Paviolo y C. De Angelo. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *Journal of Zoology* **270**:153–163.
- Dillon, A. 2005. *Ocelot density and home range in Belize, Central America: camera-trapping and radio telemetry*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Dillon, A. y M. Kelly. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology* **275**:391-398.
- Donovan, T. M., M. Freeman, H. Abouelezz, K. Royar, A. Howard y R. Mickey. 2011. Quantifying home range habitat requirements for bobcats (*Lynx rufus*) in Vermont, USA. *Biological Conservation*
- Eisenberg, J. F. 1986. Life history strategies of the felidae: Variations on a common theme. pp. 377-388 en S. D. Miller y D. D. Everett, editores. *Cas of the World: Biology Conservation and Management*. National Wildlife Federation, Washington, DC.
- Gardner, B., J. Reppucci, M. Lucherini y J. A. Royle. 2010. Spatially-explicit inference for open populations: estimating demographic parameters from camera-trap studies. *Ecology* **9**:3376–3383.
- Goodrich, J. M., D. G. Miquelle, E. N. Smirnov, L. L. Kerley, H. B. Quigley y M. G. Hornocker. 2010. Spatial structure of Amur (Siberian) tigers (*Panthera tigris*)

- altaica*) on Sikhote-Alin Biosphere Zapovednik, Russia. *Journal of Mammalogy* **91**:737-748.
- Harris, S., W. Cresswell, P. Forde, W. Trewhella, T. Woollard y S. Wray. 1990. Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal Review* **20**:97-123.
- Kenward, R. 2001. A manual for wildlife radio tagging. Academic Press. San Diego.
- Kleiman, D. y J. Eisenberg. 1973. Comparisons of canid and felid social systems from an evolutionary perspective. *Animal Behaviour* **21**:637-659.
- Lande, R. 1998. Anthropogenic, ecological and genetic factors in extinction and conservation. *Researches on Population Ecology* **40**:259-269.
- Laver, P. N. y M. J. Kelly. 2008. A critical review of home range studies. *The Journal of Wildlife Management* **72**:290-298.
- Lindstedt, S. L., B. J. Miller y S. W. Buskirk. 1986. Home range, time, and body size in mammals. *Ecology*:**67**:413-418.
- Lott, D. F. 1991. Intraspecific variation in the social systems of wild vertebrates. Cambridge University Press.
- Macdonald, D. W. 1983. The ecology of carnivore social behaviour. *Nature* **301**:379-384.
- Macdonald, D. W., A. J. Loveridge y K. Nowell. 2010. *Dramatis personae: an introduction to the wild felids*. pp. 3-59 en D. W. Macdonald y A. J. Loveridge, editores. *Biology and conservation of wild felids*. Oxford University Press, New York.
- Macdonald, D. W., P. D. Stewart, P. Stopka y N. Yamaguchi. 2000. Measuring the dynamics of mammalian societies: an ecologist's guide to ethological methods. pp. 332-388 en L. Boitani y T. K. Fuller, editores. *Research Techniques in Animal Ecology: Controversies and Consequences*. Columbia University Press, New York.
- Manfredi, C., L. Soler, M. Lucherini y E. B. Casanave. 2006. Home range and habitat use by Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) in a wet grassland in Argentina. *Journal of Zoology* **268**:381-387.
- McCarthy, T., T. K. Fuller y B. Munkhtsog. 2005. Movements and activities of snow leopards in Southwestern Mongolia. *Biological Conservation* **124**:527-537.
- McNab, B. K. 1989. Basal rate of metabolism, body size, and food habits in the order Carnivora. pp. 335-354 *Carnivore behavior, ecology, and evolution*. Springer.

- Millspaugh, J. J. y J. M. Marzluff. 2001. Radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego.
- Monterroso, P., J. C. Brito, P. Ferreras y P. C. Alves. 2009. Spatial ecology of the European wildcat in a Mediterranean ecosystem: dealing with small radio-tracking datasets in species conservation. *Journal of Zoology* **279**:27-35.
- Napolitano, C., M. Bennett, W. E. Johnson, S. J. O'Brien, P. A. Marquet, I. Barría, E. Poulin y A. Iriarte. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* **17**:678-690.
- Nowak, R. M. 2005. Walker's carnivores of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and Londres.
- O'Brien, T. G. y M. F. Kinnaird. 2011. Density estimation of sympatric carnivores using spatially explicit capture-recapture methods and standard trapping grid. *Ecological Applications* **21**:2908-2916.
- Otis, D. L. y G. C. White. 1999. Autocorrelation of location estimates and the analysis of radiotracking data. *Journal of Wildlife Management* **63**:1039-1044.
- Palphramad, K., G. Newton-Cross y P. White. 2006. Spatial organization and behaviour of badgers (*Meles meles*) in a moderate-density population. *Behaviour Ecology and Sociobiology* **61**:401-413.
- Pereira, J., N. Fracassi y M. M. Uhart. 2006. Numerical and spatial responses of Geoffroy's cat (*Onca felis geoffroyi*) to prey decline in Argentina. *Journal of Mammalogy* **87**:1132-1139.
- Powell, G. 2012. Movements, home ranges, activity, and dispersal. pp. 188-217 en L. Boitani y G. Powell, editores. *Carnivore ecology and conservation. A handbook of techniques*. Oxford University Press, New York.
- Recio, M. R., R. Mathieu, R. Maloney y P. J. Seddon. 2010. First results of feral cats (*Felis catus*) monitored with GPS collars in New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* **34**:288-296.
- Reppucci, J. 2012. Ecología y abundancia poblacional del gato andino (*Leopardus jacobita*) y gato del pajonal (*L. colocolo*) en los altos Andes Argentinos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

- Reppucci, J., B. Gardner y M. Lucherini. 2011. Estimating detection and density of the Andean cat in the high Andes. *Journal of Mammalogy* **92**:140-147.
- Ross, S., B. Munkhtsog y S. Harris. 2012. Determinants of mesocarnivore range use: relative effects of prey and habitat properties on Pallas's cat home-range size. *Journal of Mammalogy* **93**:1292-1300.
- Salvatori, V., G. Vaglio-Laurin, P. L. Meserve, L. Boitani y A. Campanella. 1999. Spatial organization, activity, and social interactions of culpeo foxes (*Pseudalopex culpaeus*) in north-central Chile. *Journal of Mammalogy* **80**:980-985.
- Sandell, M. 1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. pp. 164-182 en *Carnivore behavior, ecology, and evolution*. Springer.
- Schemnitz, S. D. 1980. *Wildlife management techniques manual*. Wildlife Society. Washington DC.
- Seaman, D. E., J. J. Millspaugh, B. J. Kernohan, G. C. Brundige, K. J. Raedeke y R. A. Gitzen. 1999. Effects of sample size on kernel home range estimates. *The Journal of Wildlife Management*:**63**:739-747.
- Silveira, L., A. T. A. Jacomo y M. M. Furtado. 2005. Pampas cat ecology and conservation in the Brazilian grasslands. Cat Project of the Month Feature Report. IUCN SSC Cat Specialist Group. <http://www.catsg.org/index.php?id=205>.
- Sliwa, A. 2004. Home range size and social organisation of black-footed cats (*Felis nigripes*). *Mammalian Biology* **69**:96-107.
- Soisalo, M. K. y S. M. C. Cavalcanti. 2006. Estimating the density of a Jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture-recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation* **129**:487-496.
- Sunquist, M. E. y F. C. Sunquist. 1989. Ecological constraints on predation by large felids. pp. 283-301 en J. L. Gittleman, editor. *Carnivore behavior, ecology, and evolution* Cornell University Press, Ithaca, New York.
- Villalba, L. 2009. Activity patterns and home range of an Andean cat and pampas cat in southern Bolivia. Poster Session, 10th International Mammalogical Congress. Mendoza, Argentina, Agosto 2009.
- Walker, S. R., A. J. Novaro, P. G. Perovic, R. Palacios, E. Donadio, M. Lucherini, M. Pía y M. S. López. 2007. Diets of three species of Andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy* **88**:519-525.

Worton, B. J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* **70**:164-168

# Capítulo 5

Uso del Hábitat

## 1) Introducción

La definición más general del hábitat para un animal podría ser “el lugar donde vive”. Todos los animales a excepción de los humanos, necesitan vivir en áreas donde los recursos básicos como comida y agua estén presentes y a su vez necesitan adaptarse a las condiciones climáticas y coexistir con presas, depredadores y competidores (Morrison, et al. 2006). La pérdida de hábitat es una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad y una de las mayores amenazas para la mayoría de los vertebrados (Primack, et al. 2001).

La distribución de los animales a lo largo de distintos ambientes y los factores que la determinan han sido de interés, por diferentes razones, a lo largo de la historia de la ciencia, pero fue en el siglo diecinueve cuando nació el concepto de selección del hábitat (Morrison, et al. 2006)

En la actualidad sabemos que el conocimiento acerca del tipo y cantidad de recursos necesarios para la supervivencia de una especie forma parte de los aspectos ecológicos básicos y críticos para su conservación. En particular, debido a que los recursos no están homogéneamente distribuidos, la comprensión de los requerimientos espaciales es una importante herramienta para la selección de áreas prioritarias para la conservación, lo cual es el primer paso en el plan de manejo y conservación de una especie (Primack, et al. 2001).

El cambio climático está actualmente teniendo efectos significativos sobre especies y ecosistemas. Se espera que la pérdida de hábitat y el cambio climático resulten en un cambio o reducción del rango de distribución de las especies, sobre

todo a lo largo de gradientes altitudinales (Mawdsley, et al. 2009). Para poder predecir si una determinada especie persistirá en un hábitat modificado se requiere del conocimiento de las preferencias de hábitat de la especie, su capacidad de desplazarse a través de diferentes tipos de hábitats y la capacidad de utilizarlos.

La selección de hábitat es uno de los factores más importantes que definen la distribución de las especies, pero en el caso de especies raras, elusivas y de gran movilidad el estudio del uso del hábitat es una tarea dificultosa. El conocimiento del uso del hábitat por parte de estas especies es escaso, por estas dificultades, los rangos de distribución de ese tipo de especies en la mayoría de los casos están basadas en datos históricos y opiniones de expertos (Gaston y Blackburn 2000; Morrison, et al. 2006; Sunarto, et al. 2012).

El uso del espacio es una dimensión fundamental del nicho de una especie y la diferenciación en el uso de hábitat permite a especies similares coexistir disminuyendo la competencia (Fedriani, et al. 1999; Manly, et al. 2004).

Existe mucha controversia en cuanto a la terminología adoptada por los investigadores al hablar del uso del hábitat o de los recursos. Podemos utilizar el término recurso como un término amplio que engloba tanto al hábitat (siendo la definición de hábitat en la que se basará este trabajo "el conjunto de factores físicos y geográficos que inciden en el desarrollo de un individuo, una población, una especie o grupo de especies determinados") como a otros recursos, como pueden ser la comida y el agua.

Cuando los animales usan los recursos de manera desproporcionada en relación a su disponibilidad, se dice que son selectivos, que seleccionan un tipo de

recurso por sobre de otros disponibles; el término preferencia es utilizado generalmente en la bibliografía como sinónimo, a pesar de que si hablamos de preferencia asumimos que los recursos disponibles están igualmente representados, lo cual en la naturaleza difícilmente ocurre (Thomas y Taylor 1990; El-Shaarawi y Piegorsch 2001).

La selección de los recursos ocurre en una manera jerárquica, desde el rango geográfico de la especie hasta el área de acción de un individuo en particular, yendo desde características generales del hábitat, hasta elementos particulares como un ítem alimentario (Johnson 1980). Por esto se debe tener en claro a qué nivel se está trabajando, sobre todo a la hora de hacer inferencias sobre los resultados obtenidos (Boitani y Powell 2012).

El nivel al cual se puede trabajar está dado por la escala geográfica elegida y las metodologías que se utilizan; por ejemplo, si no es posible identificar los individuos de la población que estudiamos, se podrán hacer inferencias a nivel poblacional, no a nivel de individuo.

Existe una categorización de la escala de los análisis de uso y selección de recursos, creada por Johnson (1980) que se presenta en la Tabla 13.

**Tabla 13. Categorización de las escalas de estudio creada por Johnson (1980) y modificada por Meyer y Thuiller (2006) agregando el primer orden el cual incluye el rango de distribución de la especie.**

<b>Orden</b>	<b>Nivel biológico</b>	<b>Escala de área utilizada</b>
0	Especie	Rango geográfico de distribución de la especie
1	Población	Región que contiene poblaciones dentro del rango total
2	Individuo	Área de acción dentro de una región que contiene una población
3	Individuo	Parches dentro de áreas de acción
4	Requerimiento del individuo a escala local	Micro habitas dentro de parches

Se ha sugerido que existiría cierta segregación espacial entre el Gato Andino y el Gato del Pajonal (Lucherini, et al. 2008; Napolitano, et al. 2008), pero hasta la fecha el uso de recursos espaciales es uno de los aspectos menos estudiados para estas especies.

El presente trabajo se propone hacer inferencias sobre el uso del hábitat a nivel de población de ambas especies de félidos, del Chinchillón, el cual es uno de los recursos que ambos félidos utilizan, así como el Zorro Colorado, un carnívoro que podría estar compitiendo con los félidos por los recursos. Para esto se utilizaron dos metodologías diferentes, con las cuales se pueden obtener datos de distinta naturaleza:

1. Radiocollares GPS. Estos tienen el potencial de producir muchos datos, pero de pocos individuos, debido a las dificultades que representa tener que capturar

los individuos de especies elusivas para colocarles los radiocollares y el costo de los mismos.

2. Trampeo fotográfico sin identificación de individuos. Esta técnica otorga normalmente un menor número de datos pero potencialmente de un número mayor de individuos.

Otra razón por la cual se decidió utilizar ambas metodologías a la vez es que, en base a lo observado en el campo, se cree que en el caso del trampeo fotográfico habría diferencias en la probabilidad de detección relacionadas con el hábitat. Los datos preliminares sugirieron que estaríamos subestimando el uso por parte de los animales de las áreas más planas del terreno, donde éstos pueden transitar más fácilmente, sin encontrar obstáculos, con respecto a los lugares más quebrados, donde los posibles pasos son más evidentes y por lo tanto la probabilidad de detección sería mayor.

Teniendo en cuenta lo anterior, las secciones dedicadas a la metodología y los resultados de este capítulo se dividen en dos partes, dedicadas a cada una de las metodologías mencionadas y se presenta una discusión general conjunta para ambas.

## **2) Objetivos:**

- Describir y analizar el uso del hábitat por parte de *L. jacobita*, *L. colocolo*, *P. culpaeus* y *L. viscacia*.
- Analizar las diferencias y similitudes entre las especies en el uso del hábitat.
- Comparar los resultados obtenidos utilizando dos metodologías de muestreo.

### **3) Trampeo Fotográfico**

#### **a) Materiales y métodos**

##### **i) Trampeo fotográfico**

Una cámara trampa (CT) es un dispositivo conformado por una cámara fotográfica y un sistema que la acciona (provocando el disparo) ante la presencia de un animal. Existen varios modelos, tanto cámaras analógicas como digitales. El uso de las cámaras digitales significó un gran avance para los investigadores ya que estas cámaras pueden almacenar muchas fotos en la tarjeta de memoria y también muchas de ellas vienen equipadas con luces de led infrarrojas que logran un menor consumo de baterías que el Flash que usaban los modelos menos recientes. Estos dos avances permiten poder revisar las cámaras con menor frecuencia, al evitar que se acabe el rollo (por ejemplo al pasar un grupo numeroso de animales) o que la cámara deje de funcionar por falta de batería.

Durante este trabajo se realizaron cuatro campañas de trampeo fotográfico, una por año, de una duración de entre 3 y 8 meses cada una; en cada una de ellas se colocaron entre 55 y 34 cámaras trampa. Se calculó el área de muestreo como el mínimo polígono convexo abarcando las posiciones de todas las cámaras colocadas en cada campaña.

Se utilizaron varios modelos comerciales de trampas cámara, analógicas y digitales: entre las del primer tipo podemos mencionar Camtrakker, Stealth Cam, Trail Master y Trapa Cámara; y entre las digitales, Reconyx , Moultrie, Cuddeback , Acorn y Scout Guard.

Para decidir en qué lugares se colocarían las cámaras trampa, sobre una imagen satelital se cubrió el área con una grilla de puntos equidistantes y separados aproximadamente por 2,5 km de distancia. Se eligieron los puntos donde finalmente se colocarían las cámaras trampa de manera que los dos tipos de hábitats principales del área de estudio (roquedal y arbustal) quedaran representados en proporciones similares. Luego se fue a la zona y se eligió el mejor lugar (pensando en maximizar las chances de fotografiar individuos) cercano al punto pre-establecido para colocar la CT.

A cada punto donde se colocó una CT se lo denominó estación de muestreo; se utilizó una única CT por estación ya que no pretendíamos identificar individuos, por lo tanto no necesitábamos fotos de ambos lados del animal. Las estaciones fueron periódicamente visitadas, para corroborar el estado de las baterías y tarjetas de memoria o rollos y cambiarlos si fuera necesario.

Si bien la intención era repetir las estaciones de muestreo a lo largo de los 4 periodos, no siempre fue posible y el número de estaciones de muestreo varió en las distintas campañas. En algunas áreas sufrimos el robo ya sea de pilas, tarjetas de memoria o cámaras completas; en otros casos se encontraron las cámaras tapadas con piedras para que no saquen fotos; por ese motivo los puntos donde estos hechos se repitieron dejaron de utilizarse y se buscaron nuevos lugares para trasladar las cámaras.

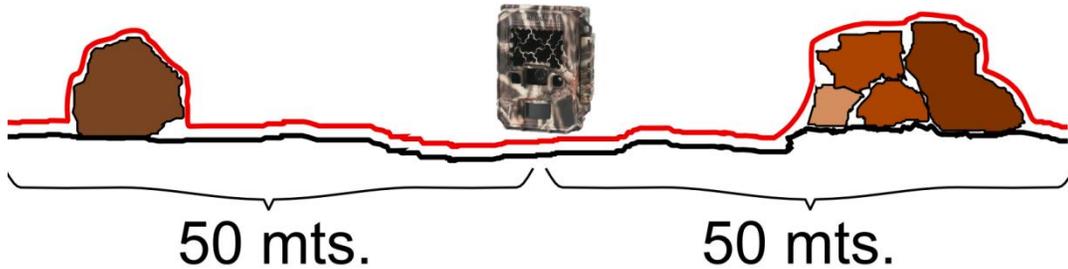
En cada estación de muestreo se registraron las siguientes variables, elegidas pensando en cuales podrían relacionarse con la presencia de las especies objeto de estudio:

- Microhábitat: se estimó visualmente el porcentaje de terreno, en un radio de aproximadamente 25 m alrededor de la cámara, cubierto por: roca, vegetación, suelo desnudo, vega u otros.
- Pendiente: se estimó visualmente la pendiente media del terreno en grados, en un radio de aproximadamente 25 m alrededor de la cámara.
- Distancia al Agua: obtenida de imágenes satelitales utilizando solo los cursos de agua y vegas que permanecieron con agua durante los periodos de muestreo.
- Rugosidad: se midió utilizando una soga de la siguiente manera: se tomó la posición de la cámara como el centro; se eligió un rumbo al azar y en esa dirección se caminaron aproximadamente 50 m, se colocó la soga copiando la forma del terreno y se midió cuantos metros de soga se requerían para recorrer esos 50 metros, luego se realizó el mismo procedimiento en la dirección opuesta y luego en el rumbo perpendicular se realizó el mismo procedimiento; es decir cuatro mediciones perpendiculares a partir de la cámara de 50m cada una (Figura 10). Con estos valores se calculó un índice de rugosidad (IR):

**IR**= distancia en línea recta expresada en metros / metros de soga requeridos para recorrer esa distancia.

Cuanto más cercano a 1 es el valor, menor la rugosidad. Para medir los 50 m a caminar se utilizó un GPS dejándolo triangular hasta reducir el error de localización al mínimo (Ruggiero, et al. 1998).

Figura 10. Esquema de la técnica utilizada para medir la rugosidad en cada estación de muestreo, en rojo se puede observar la soga copiando el terreno.



Para cada estación de muestreo se calculó también el número de fotos de Chinchillón, de Gato Andino, Gato del Pajonal y Zorro colorado para ser utilizados también como covariables indicativas de la intensidad de uso por parte de estas especies.

Se calculó el esfuerzo de muestreo como la sumatoria del número de noches que estuvo activa cada una de las estaciones de muestreo, expresado en noches trampa.

## ii) Análisis de los datos

Para cada año y para cada especie en cada tipo de hábitat, se calculó un índice relativo de uso de hábitat, mediante la siguiente fórmula:

**IRUH**= nº de fotos / esfuerzo de muestreo (expresado en número de intervalos de 10 días de muestreo)

y se testeó si había diferencias significativas entre las distintas campañas de muestreo, con el objetivo de poder utilizar los datos de todas las campañas en conjunto, para aumentar el poder de los análisis (Lantschner, et al. 2012).

Para decidir cuales variables de las recolectadas serían tenidas en cuenta para la construcción de los diferentes modelos, se realizaron correlaciones de Fisher entre todas las variables y cuando se presentaron variables altamente correlacionadas se eligió quitar la que menos sentido biológico tuviera. Las covariables fueron estandarizadas, para evitar efectos de la diferencia de varianza entre ellas y poder hacer inferencias sobre su importancia (Burnham y Anderson 2002 ;Mackenzie et.al 2006 ).

Como no se puede asumir que a lo largo de toda el área de estudio la probabilidad de detectar a los animales es la misma (dado que hay ambientes en los cuales hay pasos más evidentes y es más fácil detectar a las especies que en lugares más abiertos) se decidió realizar análisis de ocupación. La ocupación se define como la proporción de sitios ocupados por la especie de interés. Si bien resulta "fácil" detectar la presencia de una especie en un sitio, comprobar su ausencia es algo más complicado, ya que es muy difícil distinguir en forma certera entre la ausencia y la no detección ("pseudo-ausencia") (Mackenzie, et al. 2005). Los modelos de ocupación (MacKenzie, et al. 2006) estiman la probabilidad de detección basándose en réplicas de muestreos, que suelen ser repeticiones en el tiempo del muestreo en un mismo sitio (Mackenzie y Royle 2005; MacKenzie, et al. 2006). La probabilidad de detección permite estimar la probabilidad de que una determinada especie esté presente en el

sitio de muestreo y no sea detectada y de esta forma superar el problema de la pseudo-ausencia.

Matemáticamente, si se denomina  $p$  a la probabilidad de detección,  $T$  al número total de réplicas,  $w$  al número de veces que la especie fue detectada y  $\psi$  a la probabilidad de ocupación, entonces la probabilidad de ocupación para todos los sitios estará dada por  $\Psi=w/p$ , mientras que  $1-p$  es la probabilidad de no detectar a la especie, y  $1-\psi$  es la probabilidad de que el sitio de muestreo no esté ocupado por la especie.

Para realizar el análisis se deben dividir la duración total de muestreo en periodos de tiempo iguales; por ejemplo si hay una cámara trampa activa durante 40 días y se divide la duración del muestreo en periodos de 10 días, tendremos cuatro periodos de 10 días cada uno. En cada sitio de muestreo se realizan las respectivas réplicas de los muestreos, para construir una historia de detección. Por ejemplo, si la especie es detectada en un determinado sitio dos veces y se realizaron cuatro réplicas, la historia de detección es  $h_i=0101$ , suponiendo que fue detectada en la segunda y cuarta replica.

La probabilidad de que esto ocurra estará dada por

$$\Pr (h_i = 0101) = \psi (1-p_1) p_2 (1-p_3) p_4$$

Para un caso en que la especie no esté ocupando el sitio de muestreo la respectiva historia y su probabilidad será:

$$\Pr (h_i = 0000) = \prod_{j=1}^4 (1 - p_j) + (1 - \psi)$$

Una vez que se construya la probabilidad de obtener cada detección en cada sitio de muestreo, los parámetros pueden ser estimados mediante algoritmos de máxima verosimilitud (MacKenzie, et al. 2006)

Los supuestos del modelo son los siguientes: (1) La ocupación no cambia durante el período de muestreo; en el caso de este estudio, al tratarse de un periodo de muestreo muy largo este supuesto no se cumple estrictamente, por eso los resultados obtenidos deben ser interpretados como “uso” de un sitio en vez de ocupación (Mackenzie y Royle 2005). (2) La probabilidad de ocupación es igual en todos los sitios. (3) La probabilidad de detección de la especie, cuando está presente, es igual en todas las réplicas. (4) la probabilidad de detección en una determinada réplica es independiente de las detecciones (o no detecciones) durante las demás réplicas. (5) Las historias de detección observadas en cada sitio son independientes.

Cuando estos supuestos no se cumplen, el modelo puede ampliarse mediante la adición de covariables, que afecten la probabilidad de detección y/o la ocupación. La adición de estas covariables se realiza mediante el uso de regresiones logísticas (Mackenzie, et al. 2005; MacKenzie, et al. 2006).

Para la aplicación de los modelos de ocupación se consideró a cada estación de muestreo como un sitio (MacKenzie, et al. 2006). Para definir las réplicas se recurrió de manera análoga a la aplicación de modelos de captura-recaptura a datos de trampeo fotográfico (p. ej. Karanth 1995; Karanth y Nichols 2002) en el cual se define un conjunto de días como una réplica (Linkie, et al. 2007); en este caso se eligió como réplica un conjuntos de datos de 10 días de muestreo (MacKenzie, et al. 2006).

Se utilizaron las características del área donde se colocó la estación de muestreo como covariables, por su naturaleza, éstas pudieron afectar la probabilidad de detección ("survey covariables") o la presencia de la especie ("site covariables"). Se realizaron con el programa PRESENCE 7.8 (disponible para descargar en <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html>) modelos con diferentes combinaciones de covariables y se seleccionó el que mejor ajustó al set de datos mediante el uso del Criterio de Información de Akaike (Burnham y Anderson 2002; MacKenzie, et al. 2006).

En los casos en que los modelos de ocupación fallaran por falta de convergencia (probablemente debido al bajo número de muestras y la baja detectabilidad), se utilizaron modelos lineales generalizados (GLM), los cuales tienen la siguiente forma:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Siendo Y la variable dependiente en función de otras variables ( $X_1, X_2, \dots, X_p$ ), los Betas ( $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ ) los estimadores de los parámetros que se obtienen utilizando algoritmos de máxima verosimilitud y  $\varepsilon$  el error (Manly, et al. 2004).

Debido a que se trataba de datos de conteo, se utilizó la distribución binomial negativa, la cual ajusta bien cuando los datos contienen gran cantidad de ceros, valores bajos y dispersos (Sileshi 2008).

Se realizaron modelos con diferentes combinaciones de covariables y se seleccionó el que mejor ajustó al set de datos mediante el Criterio de Información de Akaike corregido para tamaños de muestras pequeños (AICc) (Davis, et al. 2011)

Para la realización de los modelos lineales generalizados se utilizó el software R (Core Development Team 2014).

## b) Resultados

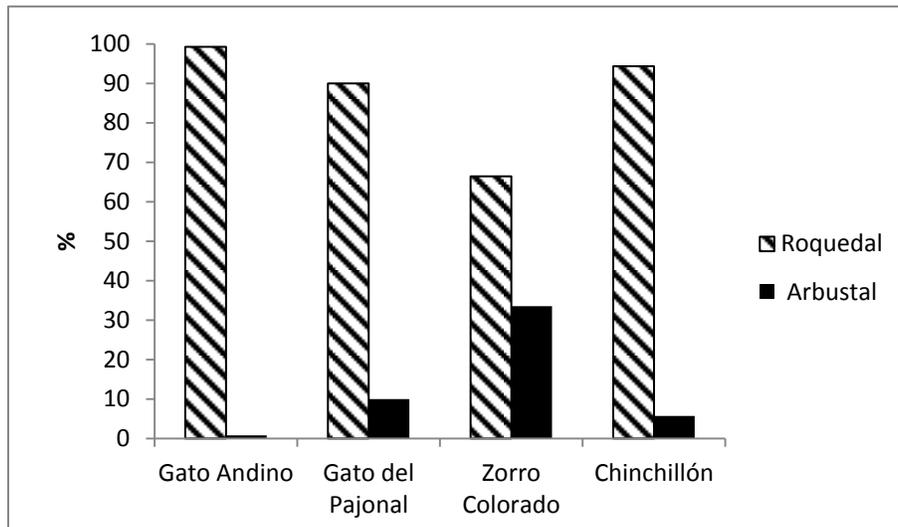
El esfuerzo de nuestro total a lo largo de los cuatro años de trabajo a campo fue de 16779 noches trampa, distribuido en 77 estaciones de muestreo diferentes (Tabla 14).

**Tabla 14. Detalle de las campañas de trampeo fotográfico, año de realización, duración en días, esfuerzo de muestreo medido en noches trampa y área abarcada por las cámaras en cada período de muestreo.**

Campaña n°	Año	Duración (días)	N° de estaciones	Esfuerzo de muestreo	Área abarcada (Km <sup>2</sup> )
1	2009	91	55	2781	164
2	2011	244	42	5264	208,5
3	2012	207	46	5092	209
4	2013	176	34	3642	190,9
Total		718		16779	

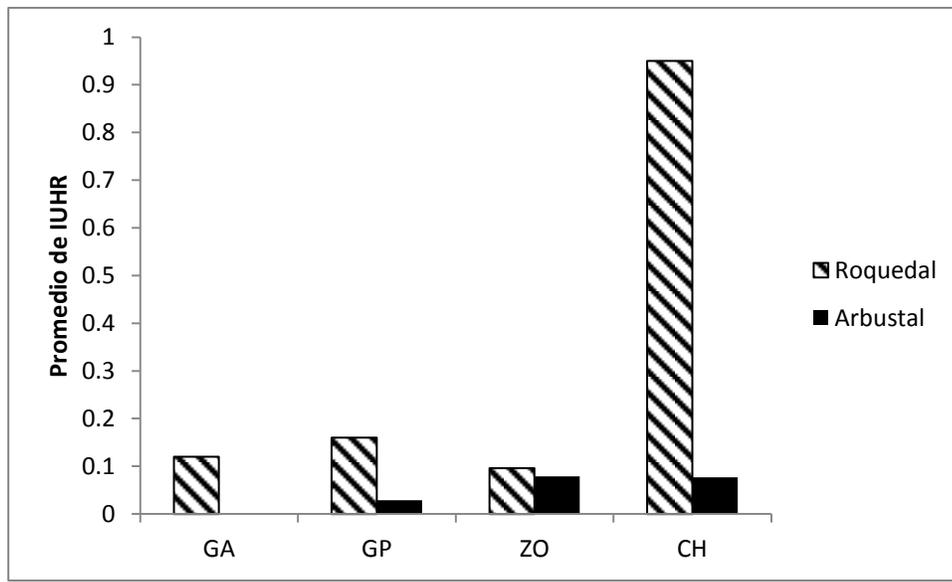
Se obtuvieron un gran número de fotografías de las especies objeto de estudio: 129 fotografías de Gato Andino, 200 de Gato del Pajonal, 149 de Zorro Colorado y 878 de Chinchillón. El mayor porcentaje de fotografías para todas las especies fue obtenido en ambientes de roquedal (Figura 11 **Error! Reference source not found.**

Figura 11 Porcentaje de fotos de cada especie en los ambientes más representados en el área de estudio.



El Índice Relativo de Uso de Hábitat (**IRUH**) promedio fue mayor en el roquedal para todas las especies (Figura 12).

Figura 12. Promedio de IRUH para cada especie, para los dos ambientes principales en el área de estudio



Al no encontrarse diferencias significativas en el **IRUH** entre los distintos años en ninguna de las especies se utilizaron los datos de todos los años en conjunto (Tabla 15 **Error! Reference source not found.**).

**Tabla 15. Valor p de la prueba T para el uso de hábitat relativo entre campañas de muestreo y en los dos ambientes principales, para todas las especies.**

Años	Especie	Roquedal	Arbustal
2009-2011	GA	0,8	0,6
	GP	0,9	0,76
	CH	0,28	0,29
	Zo	0,58	0,42
2009-2012	GA	0,22	0,4
	GP	0,28	0,54
	CH	0,52	0,64
	ZO	0,45	0,52
2009-2013	GA	0,25	0,25
	GP	0,75	0,06
	CH	0,6	0,24
	ZO	0,9	0,12
2011-2013	GA	0,28	0,13
	GP	0,68	0,15
	CH	0,28	0,44
	ZO	0,42	0,61
2011-2012	GA	0,29	0,25
	GP	0,91	0,61
	CH	0,38	0,2
	ZO	0,74	0,1
2012-2013	GA	0,94	0,17
	GP	0,65	0,24
	CH	0,84	0,31
	ZO	0,12	0,58

Las correlaciones entre las covariables no fueron altas por lo tanto no se descartó ninguna covariable por este motivo (Tabla 16). Finalmente, del total de las covariables elegidas solo cuatro se utilizaron para construir los modelos debido a la cantidad de datos con los que se contaba (cada 10 períodos de muestreo se puede adherir una covariable a los modelos); estas fueron: rugosidad, porcentaje de roca, distancia al agua y número de fotos de Chinchillón. El porcentaje de vegetación no

fue elegido como una covariable porque 1) a pesar de que la correlación con la proporción de roca no fue tan alta, pensando en la manera en que fueron medidas, las dos variables están inversamente relacionados (dado que se midió el porcentaje que cubría la vegetación y la roca en cada sitio y estas casi siempre fueron las categorías principales); 2) se hicieron algunos modelos de prueba y siempre que una de las variables resultó significativa la otra también lo fue y con el signo opuesto.

**Tabla 16. Correlación entre las variables (Rugosidad, Dagua: distancia al agua, Nfch: número de fotos de Chinchillón, %Roca: porcentaje de roca, % Veg: porcentaje de vegetación, Pendiente)**

	Rugosidad	Pendiente	%Roca	%Veg	Dagua	Nfch
Rugosidad	1					
Pendiente	-0,43	1				
%Roca	-0,54	0,53	1			
%Veg	0,40	-0,11	-0,52	1		
Dagua	0,16	-0,21	-0,22	0,013	1	
Nfch	-0,43	0,47	0,68	-0,28	-0,24	1

Mediante los modelos de ocupación se observó que la probabilidad de detección fue afectada por la rugosidad para todas las especies, teniendo en todos los casos betas negativos, lo cual indica que en los lugares con menor rugosidad la probabilidad de detección es menor.

Para el Gato Andino los mejores modelos presentaron un  $\Delta AIC$  menor que dos, incluyendo el porcentaje de roca, rugosidad y distancia al agua como covariables. El modelo que mejor explicó el conjunto de datos fue el que estuvo formulado con el porcentaje de roca ( $\beta = 7,73$ ;  $EE = 2,40$ ) como covariable afectando la probabilidad de uso (al aumentar la cantidad de roca aumenta la probabilidad de uso). El modelo que sigue incorpora la distancia al agua ( $\beta = -0,69$ ;  $EE = 0,56$ ), indicando que al

aumentar la distancia al punto de agua más cercano disminuye la probabilidad de uso y mantiene la roca ( $\beta = 7,36$ ;  $EE = 2,35$ ). En el tercer modelo aparece la rugosidad como covariable afectando la probabilidad de uso ( $\beta = -4,64$ ;  $EE = 4,60$ ) acompañado de la roca ( $\beta=6,79$ ;  $EE=2,37$ ). Como covariable afectando la probabilidad de detección la rugosidad fue significativa en los tres modelos ( $\beta = -3,005$ ,  $EE = 0,17$ ;  $\beta=-2,99$ ,  $EE=0,17$ ;  $\beta=-2,99$ ,  $EE=0,17$  respectivamente) (Tabla 17).

**Tabla 17. Detalle de los mejores modelos para Gato Andino. Se indican el Criterio de Información de Akaike (AIC), la variación en su valor ( $\Delta AIC$ ), peso del AIC (AIC w) y N°.Par: n° de parámetros estimados. Rug: rugosidad; Dagua: distancia al agua, Roc: % de roca.**

Modelo	AIC	$\Delta AIC$	AIC w	N°.Par.
$\psi$ (Roc),p(Rug)	563,98	0	0,3441	3
$\psi$ (Roc+Dagua),p(Rug)	564,3	0,32	0,2932	4
$\psi$ (Roc+Rug),p(Rug)	564,97	0,99	0,2098	4
$\psi$ (Roc+Rug+Dagua),p(Rug)	565,64	1,66	0,1501	5

Para el Gato del Pajonal los cuatro mejores modelos presentaron un  $\Delta AIC$  menor que dos, incluyendo como covariables rugosidad, distancia al agua y el porcentaje de roca. El modelo que mejor explicó el conjunto de datos fue el que estuvo formulado con la rugosidad ( $\beta = -9,45$ ;  $EE = 5,34$ ) afectando tanto la probabilidad de uso como la probabilidad de detección ( $\beta = -2,96$ ;  $EE = 0,13$ ); esto significa que al aumentar el nivel de rugosidad del sitio aumenta la probabilidad de uso. El modelo que sigue incorpora la distancia al agua ( $\beta = -0,45$ ;  $EE = 0,44$ ), indicando que al aumentar la distancia del agua disminuye la probabilidad de uso y mantiene la rugosidad ( $\beta=-4,7$ ;  $EE=4,6$ ), afectando tanto la probabilidad de uso como la de detección ( $\beta=-2,96$ ;  $EE=0,14$ ). Luego aparece el porcentaje de roca ( $\beta=-0,98$ ;  $EE=1,88$ ) resultando no significativo (Tabla 18).

**Tabla 18. Detalle de los mejores modelos para Gato del Pajonal. Se indican el Criterio de Información de Akaike (AIC), la variación en su valor ( $\Delta$  AIC), peso del AIC (AIC w) y N°.Par: n° de parámetros estimados. Rug: rugosidad, Dagua: distancia al agua, Roc: % de roca.**

Model	AIC	$\Delta$ AIC	AIC w	N°.Par.
$\Psi$ (Rug),p(Rug)	830,91	0	0,2795	3
$\psi$ (Rug+Dagua),p(Rug)	831,86	0,95	0,1738	4
$\psi$ (Roc+Rug),p(Rug)	832,7	1,79	0,1142	4
$\psi$ (Dagua),p(Rug)	832,74	1,83	0,112	3

En el caso del Chinchillón, los primeros dos modelos presentaron un  $\Delta$ AIC menor a 2 e incluyeron como covariables la rugosidad, el porcentaje de roca y la distancia al agua. El modelo que mejor explicó el conjunto de datos fue el que estuvo formulado con la roca ( $\beta=5,36$ ; EE=2,18) y la rugosidad ( $\beta= -11,41$ ; EE=5,46) como covariable afectando la probabilidad de uso y la probabilidad de detección ( $\beta= -1,09$ ; EE= 0,082); al aumentar la rugosidad incrementa tanto la probabilidad de uso como la de detección. El modelo que sigue suma la distancia al agua ( $\beta = -0,23$ ; EE = 0,39), con efecto negativo. El tercer modelo incluye solamente el porcentaje de roca ( $\beta= 7,07$ ; EE= 1,87); a mayor porcentaje de roca mayor probabilidad de uso (Tabla 19).

**Tabla 19. Detalle de los mejores modelos para Chinchillón. Se indican el Criterio de Información de Akaike (AIC), la variación en su valor ( $\Delta$ AIC), peso del AIC (AIC w) y N°.Par: n° de parámetros estimados. Rug: rugosidad, Roc: % de roca, dagua: distancia al agua.**

Modelo	AIC	$\Delta$ AIC	AIC w	N°.Par.
$\psi$ (Roc+Rug),p(Rug)	1595,34	0	0,574	4
$\psi$ (Roc+Rug+Dagua),p(Rug)	1596,97	1,63	0,2541	5
$\psi$ (Roc),p(Rug)	1599,07	3,73	0,0889	3

Para el Zorro Colorado dado que los modelos de ocupación no convergieron, se utilizaron modelos lineales generalizados, los cuales no tienen en cuenta la probabilidad de detección. Los primeros cuatro modelos presentaron  $\Delta$ AICc menor a dos e incluyen como covariables la rugosidad, número de fotos de Chinchillon,

distancia al agua y porcentaje de roca. El modelo que mejor ajustó a los datos fue el que incluyó la rugosidad ( $\beta=-2,70$ ,  $EE= 1,14$ ) y el número de fotos de Chinchillón ( $\beta= 0,033$ ,  $EE= 0.007$ ) teniendo un efecto positivo sobre la presencia del Zorro. El segundo modelo fue el que tuvo como covariables el n° de fotos de Chinchillón ( $\beta= 0,03$ ,  $EE= 0,007$ ), la rugosidad ( $\beta=-2,89$ ;  $EE=1,44$ ) y la distancia al agua ( $\beta=-0,1705$ ,  $EE= 0,1745$ ), resultando la distancia al agua una variable no significativa. En el tercer y cuarto modelo aparece el porcentaje de roca ( $\beta=-0,90$ ;  $EE=0,69$ ) (Tabla 20).

**Tabla 20. Detalle de los mejores para Zorro. Se indican Criterio de Información de Akaike corregido (AICc), la variación de su valor ( $\Delta AICc$ ) y peso del AICc (AICc w). Rug: rugosidad, Roc: % de roca, Dagua: distancia al agua, Nfch: número de fotos de Chinchillón.**

Modelo	AICc	$\Delta AICc$	AICcw
Rug + Nfch	265,62	0	0,35
Rug + Nfch + Dagua	266,46	0,84	0,229
Rug + Roc + Nfch	266,47	0,85	0,228
Roc + Nfch	266,84	1,22	0,19

### **3) Radiotelemetría**

#### **a) Materiales y métodos**

##### **i) Radiotelemetría.**

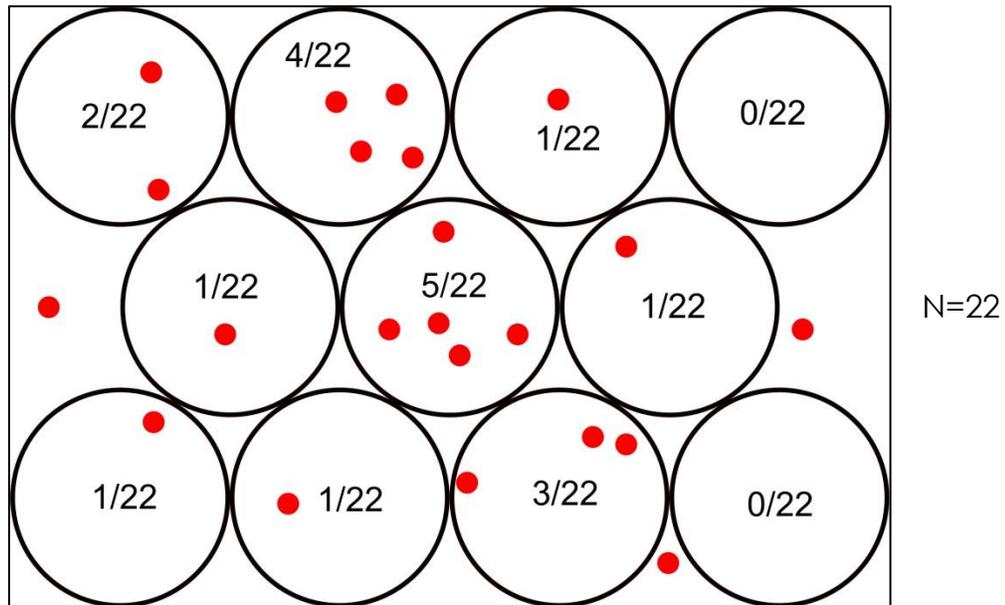
Se colocaron radiocollares a individuos de las dos especies objeto de estudio (*L. jacobita* y *L. colocolo*); el procedimiento de captura se detalla en el Capítulo 2 y los detalles sobre la colocación y programación de los radiocollares se encuentran en el Capítulo 4.

##### **ii) Análisis de los datos**

Se desarrollaron modelos basados en las funciones de selección de recursos (RSF, de su sigla en inglés). Para esto se crearon, mediante el programa ArcGis 9.3 (ESRI, Redlands, CA), unidades de muestreo (UM) circulares de un diámetro de 1000m las cuales se dispusieron de manera tal que cubrieran el área de estudio. El tamaño de estos círculos se decidió teniendo en cuenta la heterogeneidad del hábitat y tratando de asegurar que el número de posiciones dentro de las UM se aproximara a alguna distribución conocida (ej: Poisson o Binomial Negativa) (Sawyer, et al. 2006). Dentro de estas UM, mediante sistemas de información geográfica, se midieron características del hábitat con el objetivo de describir tanto el hábitat disponible para los animales como el utilizado y se contó el número de posiciones de cada animal (Figura 13). De

esta manera se obtuvo una frecuencia relativa de uso durante el periodo de muestreo (Figura 13) (Manly, et al. 2004 ;Sawyer, et al. 2006; Nielson y Sawyer 2013).

**Figura 13. Esquema de las unidades de muestreo (círculos negros) dentro del área de estudio, posiciones de los individuos (círculos rojos) y frecuencia relativa para cada unidad de muestreo.**



La frecuencia relativa de posiciones de cada animal en cada UM fue empleada como un estimador de la probabilidad de uso y esta se utilizó como variable dependiente continua en un modelo lineal generalizado (GLM):

$$\ln(\text{frecuencia relativa}_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i$$

Donde  $X_1, X_2, \dots, X_p$  son las variables ambientales medidas utilizadas como variables predictivas,  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  son los coeficientes a ser estimados y  $\varepsilon$  es el error. Los coeficientes de las variables son estimados utilizando algoritmos de máxima verosimilitud.

Se eligió la distribución binomial negativa, porque funciona bien en casos de sobredispersión, lo cual ocurre cuando hay muchas UM sin posiciones (Sawyer, et al. 2006; Nielson y Sawyer 2013).

Los modelos se realizaron utilizando el software R (core development team 2014).

Para seleccionar los mejores modelos se utilizó el Criterio de Información de Akaike (AIC) (Manly, et al. 2004; Nielson y Sawyer 2013)

Se decidió agrupar los datos por especie, debido a que estudios basados en simulaciones han mostrado que esto es aconsejable cuando se tiene menos de 300 posiciones por animal (Henner, et al. 2004; Nielson y Sawyer 2013).

Para decidir que variables se utilizarían para la construcción de los diferentes modelos, se realizaron correlaciones de Fisher entre todas las variables; cuando se presentaron variables altamente correlacionadas se eligió quitar aquella con menor sentido biológico (Davis, et al. 2011; Burnham y Anderson 2002).

### **iii) Clasificación de la imagen satelital y creación de covariables.**

Mediante el programa ArcGis 10.1 se clasificó una imagen proveniente del satélite Landsat 7, obtenida el día 1 de febrero de 2012 a las 15:52. Se utilizaron las bandas 1 a 5 y 7 para realizar diferentes composiciones que resaltaran las características del hábitat deseadas, usando también algunas combinaciones recomendadas por otros autores para ambientes rocosos similares (p. ej. Mehl, et al. 1995; Mshiu 2011).

La clasificación fue del tipo supervisada mediante el método de máxima verosimilitud provisto por ArcGis 10.1. Se clasificaron siete tipos de hábitats estos fueron; 1: vega; 2: roca; 3: arbustal; 4: nieve; 5: cumbre volcánica sin vegetación y 6: laguna.

Se utilizó también un modelo digital de elevación (DEM), el cual consiste en una imagen digital georreferenciada en el cual cada pixel tiene un valor de altura. En este caso se utilizaron las imágenes del proyecto Japonés/Estadounidense ASTER, con una resolución espacial de 30 m. A partir de estas imágenes se elaboró el índice TPI (Topographic Position Index, Weiss 2001) como un estimador de la rugosidad, la desviación estándar de la altura (Ascione, et al. 2008) y de la pendiente (Grohmann, et al. 2011). Con estos datos, por medio del ArcGis 10.1, se calcularon las siguientes covariables para cada UM:

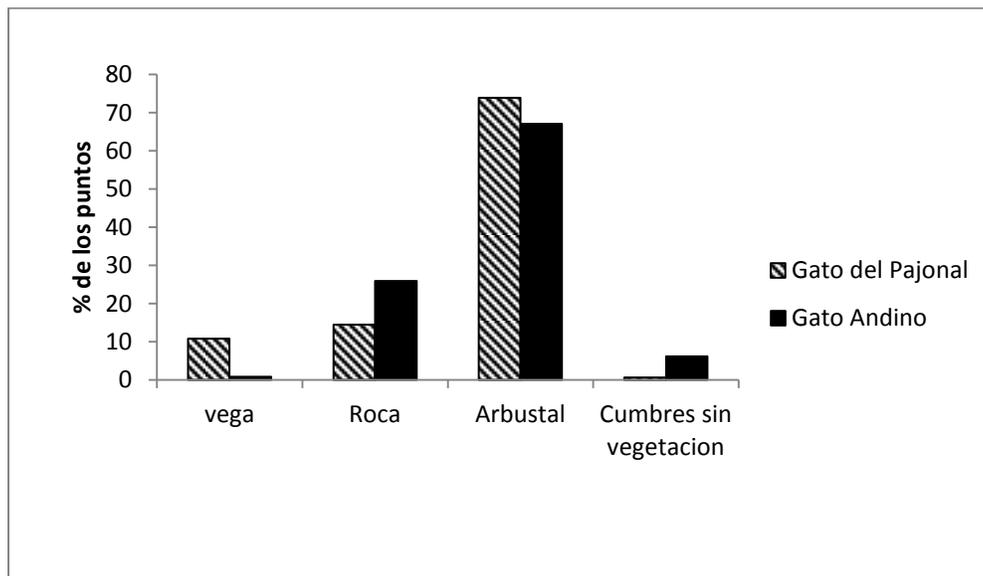
- Roca: Se contó la cantidad de pixeles atribuidos a roca dentro de cada UM
- Rugosidad: Se utilizó el índice TPI, este consiste en una operación matemática entre los pixeles de diferentes capas obtenidas del DEM:  
$$(\text{"DEM suavizado"} - \text{"minDEM"}) / (\text{"maxDEM"} - \text{"minDEM"}),$$
dónde: el DEM suavizado consiste en una generalización de los valores de los pixeles y remoción de valores extremos; el minDem y maxDEM son los valores mínimo y máximo, respectivamente, de altura dentro de un área determinada. Todos estos valores se calcularon en áreas de 10 x 10 pixeles.
- PEND\_STDEV: Consiste en el cálculo del desvío estándar de los valores de la pendiente, previamente calculada a partir del DEM en las áreas de 10 x 10 píxeles.
- Distancia al Agua: distancia al punto más cercano con agua, obtenida de la imagen satelital utilizando solo los cursos de agua y vegas que permanecieron con agua durante los periodos de muestreo.

- Distancia a Loma: distancia al pueblo más cercano, obtenida de la imagen satelital.

**b) Resultados:**

Del total de las posiciones tomadas por los collares para ambas especies la mayoría se encontraron en arbustales (Figura 14).

**Figura 14. Porcentaje de posiciones para cada especie en los distintos ambientes presentes en el área de estudio.**



Dado que las correlaciones no fueron altas se decidió no quitar ninguna covariable para la realización de los modelos (Tabla 21). Se puede observar una gran diferencia en el valor de la correlación entre roca y rugosidad entre estos datos y los datos para las cámaras trampa, debida a que las mediciones de las variables se realizaron a escalas totalmente distintas y con metodologías diferentes.

**Tabla 21. Matriz de correlación de Fisher entre las variables (Rug: Rugosidad, Dloma: distancia al pueblo más cercano, Dagua: distancia al agua, Roc: porcentaje de superficie cubierta por roca, PEND\_STDEV: desvío estándar de las pendiente dentro de la UM).**

	Roc	Rug	PEND_STDEV	Dloma	Dagua
Roc	1				
Rug	0,23	1			
PEND_STDEV	0,07	0,27	1		
Dloma	-0,26	0,12	0,20	1	
Dagua	-0,19	0,001	-0,08	0,45	1

Para el Gato Andino el modelo que mejor explicó los datos fue el que incluyó como covariables la roca ( $\beta = 0,098$ ; EE = 0,07), la rugosidad ( $\beta = 0,93$ ; EE = 0,43) y la distancia al agua ( $\beta = -0,98$ ; EE = 0,26); por lo tanto el Gato andino preferiría los lugares con más cantidad de roca, más rugosos y menos alejados del agua. El modelo que le sigue solo tiene dos de las covariables que tenía el anterior, distancia al agua y rugosida (Tabla 22) .

**Tabla 22. Detalle de los mejores modelos para Gato Andino. Se indican el Criterio de Información de Akaike (AIC), la variación en su valor ( $\Delta$ AIC) y peso del AIC (AIC w). Rug: rugosidad; Dagua: distancia al agua, Roc: % de roca.**

Modelo	AIC	delta AIC	AIC w
Dagua + Rug + Roc	298,8	0	0,1
Dagua + Rug	302,7	3,89	0,14

Para el Gato del Pajonal el modelo con mejor ajuste a los datos incluyó la distancia al agua ( $\beta = -1,81$ , EE=0,45) y la rugosidad ( $\beta=0,83$ , EE=0,47). Por lo tanto el Gato del Pajonal preferiría los lugares más quebrados y menos alejados del agua. Si bien los dos

modelos que le siguen incluyen la cantidad de roca, esta variable no resultó significativa ( $\beta=0,135$ ;  $EE= 0,16$ ), (Tabla 23).

**Tabla 23. Detalle de los mejores modelos para Gato del Pajonal. Se indican el Criterio de Información de Akaike (AIC), la variación en su valor ( $\Delta AIC$ ) y peso del AIC (AIC w). Rug: rugosidad; Dagua: distancia al agua, Roc: % de roca.**

Modelo	AIC	delta AIC	AIC w
Dagua + Rug	214,28	0	0.69
Dagua + Rug + Roc	215,86	1.58	0.3
Dagua + Roca	220,66	3.38	0.027

#### 4) Discusión:

A pesar de que algunas inferencias acerca de las preferencias de hábitat fueron realizadas en otros trabajos (Lucherini, et al. 2008; Napolitano, et al. 2008), este es el primer estudio enfocado en el uso de hábitat sobre ambas especies de félidos, que tuvo un diseño de muestreo para tal fin, abarcando ambientes donde habitualmente se encontraban rastros y también ambientes donde no, lo que lo diferencia de los estudios previos en los cuales se hacen inferencias sobre las preferencias de hábitat mediante datos obtenidos con otro objetivo.

Con el trampeo fotográfico se pudo ver que para todas las especies hubo un efecto de la rugosidad en la probabilidad de detección (a mayor rugosidad, mayor probabilidad de detección), indicando que en áreas donde puede haber ambientes muy distintos entre sí, debería tenerse en cuenta la probabilidad de detección para evitar un sesgo en los resultados.

Con ambas metodologías, para el Gato Andino los mejores modelos incluyeron, como covariables afectando positivamente la ocupación, el porcentaje de roca, la distancia al agua y la rugosidad. Se encontró fuerte coherencia entre metodologías también en el caso del Gato del Pajonal, especie para la cual los mejores modelos incluyeron rugosidad y distancia al agua y, a diferencia de lo encontrado para el Gato Andino, el porcentaje de roca no resultó significativo. Sobre la base de estos resultados, el uso de las zonas rocosas podría ser un punto que diferencia el nicho ecológico de las dos especies, por lo cual valdría la pena indagar en este tema.

Se podría decir que para ambas especies la rugosidad y la distancia al agua son las variables más importantes a la hora de elegir los lugares que utilizan. La importancia del agua no es sorprendente dado que es un recurso limitante en una zona de gran aridez como la puna (Cajal 1998). La rugosidad podría ofrecer a los gatos la posibilidad de esconderse para acechar presas, movilizarse minimizando las chances de ser vistos y a su vez proveerles refugio cercano y de fácil acceso. Esto podría ser clave para estas especies dado que el área de estudio es utilizada por las comunidades del lugar para la cría de ganado, lo cual hace que recorran el área periódicamente para visitarlo, casi siempre en compañía de perros domésticos, los cuales han sido reportados como una amenaza para otras especies salvajes. En nuestro caso tenemos registros de que perros causaron las muertes de varios individuos de ambas especies, confirmando que representan una gran amenaza para la conservación de ambos félidos (Aliaga-Rossel, et al. 2012; AGA, 2011). Finalmente no se puede excluir que el uso de este hábitat y de los refugios que puede ofrecer permita también reducir el riesgo de depredación por parte del depredador tope de estos ecosistema, *P. concolor*, cuya presencia en el área está confirmada aun cuando con

densidades aparentemente muy bajas (Tellaeche .C, datos no publicados). El hecho de que para el Gato Andino el número de fotos de Chinchillón no fue una variable significativa en el análisis de los datos de trampeo fotográfico, podría sugerir que las rocas son importantes para esta especie no solo por la presencia de Chinchillones sino por otros motivos como la presencia de cuevas y refugios.

Para el Chinchillón la cantidad de roca y la rugosidad resultaron ser las variables más relevantes, lo cual puede deberse a que en lugares donde esta es mayor es más fácil encontrar cuevas donde esconderse y resguardarse y escapar de los depredadores. Esto fue reportado por Walker, et al. (2000) para la misma especie en la Patagonia, en un ambiente muy similar al del área de estudio a pesar de las diferencias altitudinales.

Otra diferencia encontrada entre ambos félidos mediante el trampeo fotográfico es que se obtuvieron muchos más registros de Gato del Pajonal en arbustales que de Gato Andino. Si bien este resultado no pudo compararse en forma directa con aquellos obtenidos por la radiotelemetría, la mayor cantidad de fotos de Gatos del Pajonal en este tipo de ambiente sugiere que esta especie estaría asociado en forma menos estricta a los roquedales que el Gato Andino. Es oportuno mencionar que casi el total de las fotos en arbustales fueron obtenidas en cámaras colocadas en pequeños cañadones inmersos en el arbustal, lo cual tendría lógica con lo hallado por medio de los modelos, donde la rugosidad pero no la roca sería importante para el Gato del Pajonal.

A pesar de que hasta el momento no fue muy tenido en cuenta como un importante actor en la competencia intragremial en la región alto-andina, el hecho

que la rugosidad y los Chinchillones fueron las variables que afectaron mayormente la presencia del Zorro Colorado sugiere que habría una fuerte superposición de nicho espacial entre ambos gatos pequeños y este carnívoro. Esto podría reflejarse en un cierto nivel de competencia, dado que, al igual que ambos félidos, *P. culpaeus* consume Chinchillones y pequeños roedores además de ganado doméstico (Tellaeche. C, datos no publicados) y sumado a esto se encontró que existe amplio solapamiento temporal entre el Gato Andino y el Zorro colorado (Lucherini, et al. 2009, Reppucci, 2012) Sin embargo hay que ser cauto con las interpretaciones acerca de estos datos, dado que pueden estar sesgados en el caso que existiera una probabilidad de detección influenciada por los diferentes tipos de ambientes, una posibilidad que fue imposible descartar en el caso del Zorro Colorado, con el cual no se pudieron utilizar los modelos de ocupación. Sería necesario buscar otro método estadístico que permita tener la probabilidad de detección en cuenta, para eliminar este posible sesgo.

Si bien los datos obtenidos mediante los radiocollares resultaron muy valiosos, debido al malfuncionamiento de los mismos, las posiciones obtenidas fueron muchas menos de las esperadas, lo cual, además de atrasar el cumplimiento de los objetivos, dificultó la realización de los modelos. Sumado a esto si la falta de toma de los datos es mayor en un tipo de ambiente, con los collares se estaría subestimando estas áreas. Probablemente si hubiera una probabilidad de éxito diferencial en relación al tipo de ambiente, esta sería más baja en las zonas más quebradas donde el GPS puede tener mayor dificultad para tomar las posiciones (Nielson, et al. 2009). Si bien no se pueden hacer inferencias sobre las variaciones interespecíficas, cabe mencionar que si así fuera, este sesgo no cambiaría la conclusión general obtenida por nuestros resultados,

ya que daría una importancia todavía mayor a la rugosidad y las rocas para ambas especies.

Para tratar de construir un modelo que tenga en cuenta esta posible fuente de sesgo, se están realizando testeos a campo colocando collares en distintos ambientes, para tratar de comprobar si el error en la toma de las posiciones es debido al ambiente o a fallas en los collares mismos. Esta es otra razón por la cual es mejor utilizar dos metodologías en conjunto, ya que, contrariamente a lo que ocurre con los collares, el trampeo fotográfico tiende a subestimar las zonas más planas. Si bien este sesgo puede corregirse al tener en cuenta las variaciones en la probabilidad de detección, por medio del uso simultáneo de las dos metodologías sería posible obtener una mejor visión de lo que realmente está ocurriendo.

Aun cuando nuestro cronograma preveía la terminación de los muestreos a campo para mediado del 2014, los problemas técnicos y una tasa de alta mortalidad inesperadamente alta en la primera parte del muestreo telemétrico han llevado a que, actualmente, contamos con tres animales con collar (dos Gatos del Pajonal y un Gato Andino) de la marca ATS, la cual tuvo un mayor éxito en la toma de posiciones. Por lo tanto, cuando se descarguen los datos de estos animales, esperamos poder realizar modelos más complejos y mejorar el poder de los análisis.

## 5) Bibliografía

- AGA. 2011. Plan Estratégico para la Conservación del Gato Andino.2011-2016. La Paz, Bolivia.
- Aliaga-Rossel, E., B. Ríos-Uzeda y H. Ticona. Amenazas de perros domésticos en la conservación del cóndor, el zorro y el puma en las tierras altas de bolivia. *Latin American Journal of Conservation*. **2**:78-81.
- Ascione, A., A. Cinque, F. Miccadei, F. Villani, and C. Berti. 2008. The Plio-Quaternary uplift of the Apennine chain: New data from the analysis of topography and river valleys in Central Italy. *Geomorfology* 102:105-118
- Boitani, L. y R. A. Powell. 2012. *Carnivore ecology and conservation: a handbook of techniques*. Oxford University Press, New York.
- Burnham, K. P. y D. R. Anderson. 2002. *Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach*. Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- Cajal, J. L. 1998. Las unidades morfoestructurales, el clima, la vegetación y las poblaciones humanas en la Puna y coordillera frontal. pp. 9-24 en J. L. Cajal, J. J. García Fernández y R. Tecchi, editores. *Bases para la conservación y anejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las reservas de biosfera*. FUCEMA, UNESCO.
- Davis, M., M. Kelly y D. Stauffer. 2011. Carnivore co-existence and habitat use in the Mountain Pine Ridge Forest Reserve, Belize. *Animal Conservation* **14**:56-65.
- El-Shaarawi, A. H. y W. W. Piegorsch. 2001. *Encyclopedia of environmetrics*. John Wiley & Sons.
- Fedriani, J. M., F. Palomares y M. Delibes. 1999. Niche relations among three sympatric Mediterranean carnivores. *Oecologia* **121**:138-148.
- Gaston, K. J. y T. M. Blackburn. 2000. *Patterns and process in macroecology*. Blackwell Science Ltd., Oxford.

- Grohmann, C. H., M. J. Smith y C. Riccomini. 2011. Multiscale analysis of topographic surface roughness in the Midland Valley, Scotland. *Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions* **49**:1200-1213.
- Henner, C. M., M. J. Chamberlain, B. D. Leopold y L. W. Burger, Jr. 2004. A multi-resolution assessment of raccoon den selection. *The Journal of Wildlife Management* **68**:179-187.
- Johnson, D. H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* **61**:65-71.
- Karanth, K. U. 1995. Estimating tiger populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation* **71**:333-338.
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols. 2002. *Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia*. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, Karnataka, India.
- Lantschner, M. V., V. Rusch y J. P. Hayes. 2012. Habitat use by carnivores at different spatial scales in a plantation forest landscape in Patagonia, Argentina. *Forest Ecology and Management* **269**:271-278.
- Linkie, M., Y. Dinata, A. Nugroho y I. A. Haidir. 2007. Estimating occupancy of a data deficient mammalian species living in tropical rainforests: Sun bears in the Kerinci Seblat region, Sumatra. *Biological Conservation* **137**:20-27.
- Lucherini, M., E. Luengos Vidal y M. J. Merino. 2008. How rare is the rare Andean cat? *Mammalia* **72**:95-101.
- Lucherini, M., J. I. Reppucci, R. S. Walker, M. L. Villalba, A. Wurstten, G. Gallardo, A. Iriarte, R. Villalobos y P. Perovic. 2009. Activity pattern segregation of carnivores in the High Andes. *Journal of Mammalogy* **90**:1404-1409.
- MacKenzie, D. I., J. D. Nichols, J. A. Royle, J. F. Pollock, L. L. Bailey y J. E. Hines. 2006. *Occupancy estimation and modeling. Inferring patterns and dynamics of species occurrence*. Elsevier, San Diego.
- Mackenzie, D. I., J. D. Nichols, N. Sutton, K. Kawanishi y L. L. Bailey. 2005. Improving inferences in population studies of rare species that are detected imperfectly. *Ecology* **85**:1101-1113.
- Mackenzie, D. I. y J. A. Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. *Journal of Animal Ecology* **42**:1105-1114.

- Manly, B. F. J., L. McDonald, D. L. Thomas, T. L. McDonald y W. P. Erickson. 2004. Resource selection by animals. Statistical design and analysis for field studies. Kluwer Academic Publishers. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow.
- Mawdsley, J. R., R. O'MALLEY y D. S. Ojima. 2009. A Review of climate change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology* **23**:1080-1089.
- Mazák, V. 1981. *Panthera tigris*. *Mammalian Species* 1-8.
- Mehl, H., W. Reimer y H. Miller. 1995. Spectral discrimination of ignimbritic rocks in the Deseado Massif using Landsat-TM and GER-S-IRIS data. *Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS'95. "Quantitative Remote Sensing for Science and Applications"*. **3**:2200-2202.
- Meyer, C. B. y W. Thuiller. 2006. Accuracy of resource selection functions across spatial scales. *Diversity and Distributions* **12**:288-297.
- Morrison, M. L., B. Marcot y W. Mannan. 2006. *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*. 3° edition. Island Press.
- Mshiu, E. 2011. Landsat remote sensing data as an alternative approach for geological mapping in Tanzania: A case study in the Rungwe volcanic province, South-Western Tanzania. *Tanzania Journal of Science* **37**:26-36.
- Napolitano, C., M. Bennett, W. E. Johnson, S. J. O'Brien, P. A. Marquet, I. Barría, E. Poulin y A. Iriarte. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* **17**:678-690.
- Nielson, R. M., B. F. Manly, L. L. McDonald, H. Sawyer y T. L. McDonald. 2009. Estimating habitat selection when GPS fix success is less than 100%. *Ecology* **90**:2956-2962.
- Nielson, R. M. y H. Sawyer. 2013. Estimating resource selection with count data. *Ecology and evolution* **3**:2233-2240.
- Primack, R., R. Rozzi, P. Feisinger, R. Dirzo y F. Massardo. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Reppucci, J., I. 2012. *Ecología y abundancia poblacional del Gato Andino (Leopardus jacobita) y Gato del Pajonal (L. colocolo) en los altos Andes Argentinos*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

- Ruggiero, L. F., E. Pearson y S. E. Henry. 1998. Characteristics of American Marten den sites in Wyoming. *The Journal of Wildlife Management* **62**:663-673.
- Sawyer, H., R. M. Nielson, F. Lindzey y L. L. McDONALD. 2006. Winter habitat selection of mule deer before and during development of a natural gas field. *Journal of Wildlife Management* **70**:396-403.
- Sileshi, G. 2008. The excess-zero problem in soil animal count data and choice of appropriate models for statistical inference. *Pedobiologia* **52**:1-17.
- Sunarto, S., M. J. Kelly, K. Parakkasi, S. Klenzendorf, E. Septayuda y H. Kurniawan. 2012. Tigers need cover: Multi-scale occupancy study of the big cat in Sumatran forest and plantation landscapes. *PLoS ONE* **7**:e30859.
- Thomas, D. L. y E. J. Taylor. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. *The Journal of Wildlife Management* **54**:322-330.
- Walker, R. S., G. Ackermann, J. Schachter-Broide, V. Pancotto y A. J. Novaro. 2000. Habitat use by mountain vizcachas (*Lagidium viscacia* Molina, 1782) in the Patagonian steppe. *Mammalian Biology-Zeitschrift fur Saugetierkunde* **65**:293-300.
- Walker, S. R., A. J. Novaro, P. G. Perovic, R. Palacios, E. Donadio, M. Lucherini, M. Pía y M. S. López. 2007. Diets of three species of Andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy* **88**:519-525.

# Capítulo 6

Discusión general

A lo largo de esta tesis se abordaron diferentes aspectos de la ecología del Gato Andino (*L. jacobita*) y el Gato del Pajonal (*L. colocolo*), como captura, anestesia, morfometría, uso del espacio y uso del hábitat. Teniendo en mente el delicado estatus de conservación del Gato Andino, que ambas especies se encuentran en simpatria y que tienen muchas similitudes, se trató de aumentar el conocimiento sobre la relación de estos felinos entre sí, con una de sus principales presas, el Chinchillón (*Lagidium viscacia*) y con el Zorro Colorado (*Pseudalopex culpaeus*), uno de sus posibles competidores.

En base a los resultados obtenidos en la captura de los individuos de ambas especies de félidos, se encontró que el tipo de trampas más efectivas fueron los cepos a la pata. Dado que a este mayor éxito de captura se suma que se trata de uno de los métodos que causa menos heridas en pequeños carnívoros (Luengos Vidal 2003) y que requiere menos logística para su instalación, se recomienda la utilización de los cepos a la pata para la captura con fines científicos de estas especies. Adicionalmente, recomendamos fuertemente la implementación de un sistema de alarmas en las trampas, para disminuir el tiempo que el animal pasa en la trampa y, por medio de eso, las posibilidades de experimentar inconvenientes, al menos en ambientes con clima tan extremo como el del área de estudio.

Para la inmovilización química de los animales no se encontraron complicaciones mediante la utilización de la combinación de Ketamina y Medetomidina. Se sugiere el uso de esta combinación de drogas, dado que su utilización conjunta tiene la ventaja de permitir reducir la dosis de Ketamina (disminuyendo los efectos secundarios causados por esta droga), y a su vez la

Medetodomidina posee un potente antagonista, cuya administración permite una recuperación mucho más rápida (Jalanka y Roeken 1990; Sun, et al. 2003), lo cual es importante debido, nuevamente, al clima del área.

Se encontró que el Gato Andino en general tiene un tamaño corporal mayor al del Gato del Pajonal, aunque se debe tener en cuenta que se tiene una muestra de pocos individuos, siendo esta igualmente el mayor número de individuos vivos con los que se ha trabajado para estas especies en los Altos Andes. Se ha propuesto que algunas especies de carnívoros diferencien su tamaño para poder coexistir, aprovechando de esa forma de diferentes recursos como presas de distintos tamaños (Rosenzweig 1968). El mayor tamaño del Gato Andino podría darle una ventaja para capturar presas más grandes como el Chinchillón, lo cual se ve reflejado en los estudios de hábitos alimenticios realizados hasta el momento, que reportaron que este roedor se encuentra más representado en la dieta del Gato Andino que en la del Gato del Pajonal (Walker, et al. 2007; Napolitano, et al. 2008; Tellaeche 2010).

Debido a que una mayor masa corporal implica mayores requerimientos energéticos, el tamaño de las especies y en particular de los carnívoros se puede relacionar también con el tamaño de las áreas de acción, siendo éste mayor para las especies más grandes (McNab 1989; Nowak 2005); esto concuerda con lo hallado, siendo las áreas de acción mayores para el Gato Andino. Las diferencias encontradas entre especies en los tamaños de áreas de acción fueron mayores a lo esperado por la función alométrica, lo cual puede deberse a que el tamaño de su área de acción puede estar influenciado también por el hecho de que el Gato Andino tenga un nicho trófico más especializado que el Gato del Pajonal y necesite recorrer distancias

mayores para conseguir sus presas (Napolitano, et al. 2008; Reppucci 2012). Para ahondar en esta hipótesis sería necesario encarar estudios enfocados en las presas de estos félidos, en cuanto a su abundancia y los tipos de hábitat en los que estas se encuentran. Sin embargo es importante subrayar que, debido a la relación inversa que generalmente existe entre los tamaños de los territorios o las áreas de acción de las especies y su densidad poblacional (Nowak 2005), tanto las variaciones entre ambas especies en el tamaño de las áreas de acción como la explicación propuesta para este resultado son congruentes con las diferencias registradas en las abundancias poblacionales por medio de muestreos fotográficos para la misma área de estudio (Reppucci, et al. 2011; Reppucci 2012).

Ha sido reportado para muchas especies de félidos de vida solitaria tamaños de áreas de acción mayores para los machos en relación a las hembras (Manfredi, et al. 2006; Dillon y Kelly 2008; Donovan, et al. 2011). Esto se cumplió para el del Gato del Pajonal aunque en el caso del Gato Andino sólo ocurrió para sus áreas núcleos. El caso del Gato Andino pudo estar influenciado por los datos de una hembra joven la cual posiblemente estuviera tratando de establecer su territorio. Si así fuera, podríamos concluir que los datos obtenidos avalarían la inclusión de ambas especies entre aquellas con la organización social típica para los félidos y en las cuales los tamaños de las áreas de acción están relacionados a que el éxito reproductivo de los machos está determinado principalmente por el acceso a las hembras y en el caso de las hembras por el acceso a los recursos (Sandell 1989; Nowak 2005). Sin embargo, la superposición intraespecífica relativamente alta entre hembras no concuerda con lo esperado para este tipo de organización social. Como se menciona más adelante con respecto al solapamiento espacial interespecífico, es posible que este resultado haya

sido afectado por una fuerte concentración de recursos en un sector relativamente pequeño del área de estudio.

La existencia de diferencias en el tamaño de las áreas de acción dentro de la misma especie pero de poblaciones que se encuentran en diferentes ambientes ha sido reportada para otras especies de carnívoros (Nowak 2005) y podría ofrecer una explicación para las variaciones encontradas entre nuestros datos y los datos obtenidos para ambas especies en Bolivia, donde las áreas de acción son mayores. Dado que los tamaños estimados de áreas de acción del Gato del Pajonal son más similares a los de los individuos de Brasil que el de Bolivia, el cual vivía en un ambiente más parecido a nuestra área de estudio, podría sugerirse la existencia de un efecto no solo del tipo de ambiente sino también de la fragmentación ambiental y la calidad de la matriz de ambientes en la cual ocurren los individuos (Ross, et al. 2012), que a su vez afectaría la distribución espacial de los recursos.

Acorde a la hipótesis de complementariedad de nicho, un alto grado de superposición en una dimensión del nicho ecológico debe estar asociado con un bajo grado de superposición en otra de las dimensiones (Schoener 1974). Por ello sería esperable algún tipo de segregación espacial entre estas dos especies, dado que no se ha encontrado para esta misma área una clara segregación temporal, y sus nichos tróficos se solapan ampliamente (Reppucci 2012) (Gráfico 1). Si bien el número de individuos monitoreados fue reducido, se encontró una superposición relativamente amplia entre las áreas de acción entre todos los individuos de las dos especies, lo cual sería un indicio de que no existe una marcada segregación espacial entre estas

especies, concordando con lo encontrado por Reppucci (2012), sobre la base de datos de trampeo fotográfico.

Ambas especies prefieren los lugares con mayor rugosidad y más cercanos al agua, mostrando de esta forma una gran similitud con el Chinchillón, que es probablemente la presa principal de ambas especies en término de biomasa en esta área (Reppucci 2012). En el caso del Gato Andino la roca también apareció como una variable importante, pero no lo fue para el Gato del Pajonal. Esto podría deberse a que el Gato del Pajonal tiene una preferencia por los lugares rugosos, encontrándose en los lugares de mayor rugosidad tanto en roquedales como en los arbustales, lo cual se ve confirmado por el hecho de que se obtuvieron fotos de Gato del Pajonal en arbustales, pero caminando dentro de pequeños cañadones. Esta diferencia podría ser un indicio de que el Gato del Pajonal aprovecha un rango más amplio de ambientes, no como el Gato Andino que tiene una preferencia marcada hacia los roquedales. Esto es coherente con una mayor adaptabilidad del Gato del Pajonal, como sugieren los rangos de distribución de las especies, donde encontramos al Gato Andino con una distribución restringida a zonas con características muy particulares y al Gato del pajonal con una distribución mucho más amplia y abarcando una mayor variedad de ambientes (Redford y Eisenberg 1992; Pereira, et al. 2012).

El Zorro Colorado tuvo preferencias similares a las de los félidos, encontrándose asociado a los lugares más rugosos y con más Chinchillones; sumando a esto los datos obtenidos por Reppucci (2012), donde se encontró solapamiento temporal entre el Zorro Colorado y el Gato andino, se puede pensar que también este carnívoros puede

jugar un papel importante en la competencia interespecífica de este gremio de carnívoros.

El Puma (*Puma concolor*), el predador tope presente en la zona, no fue tenido en cuenta en esta trabajo dado que se obtuvieron pocos datos de esta especie. Aparentemente el Puma se encuentra en bajas densidades en el área de estudio, no se sabe si por razones naturales o por la gran presión de caza ejercida por los pobladores locales. A pesar de esto, sería interesante realizar estudios acerca de si existe alguna interacción y de qué tipo, entre esta especie y los otros carnívoros presentes en el área, dado que no existen datos disponibles y debido a la gran influencia que tienen potencialmente las interacciones entre depredadores topes y mesocarnívoros (Donadio y Buskirk 2006).

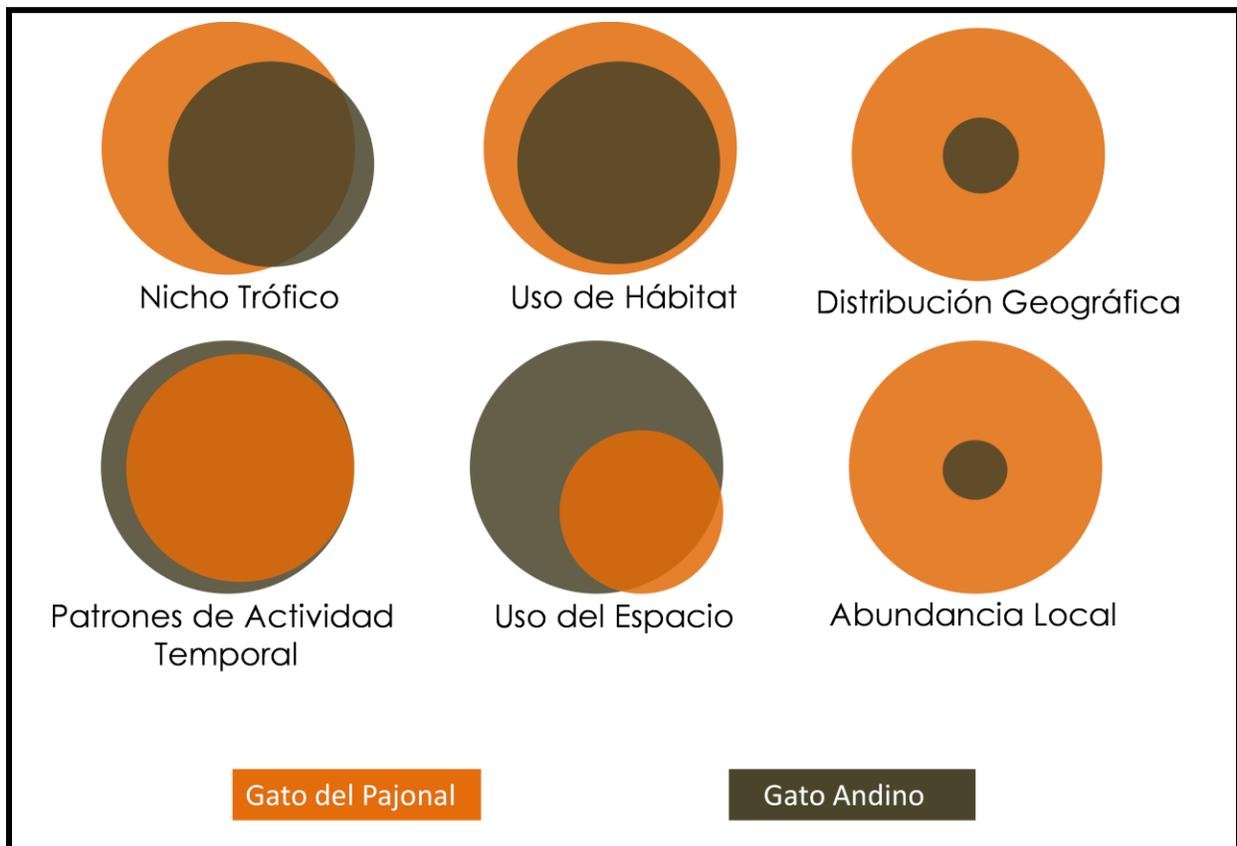
En Ecología las inferencias más sólidas son derivadas de varios análisis de diferentes tipos de datos que producen resultados consistentes (Cushman y Lewis 2010). Por esta razón cabe resaltar la importancia de los datos obtenidos y recomendar la utilización del trampeo fotográfico y la radiotelemetría en conjunto, no solo por las características y ventajas de cada una de ellas en particular, sino porque cada técnica tiene también sus debilidades y al usarlas en conjunto, se complementan y pueden dar una idea más acabada de lo que ocurre en la naturaleza. Esto es particularmente valioso al trabajar con especies raras y crípticas como estos félidos, donde uno puede inferir *a priori* que la cantidad de datos que se obtendrán no será grande. Al encontrar los mismos resultados trabajando con más de una metodología es un importante indicio de que se está arribando a la respuesta adecuada.

Hasta el momento sobre la base de los estudios previos realizados sobre ambos félidos, se sabe que el Gato Andino tiene densidades poblacionales más bajas comparado con el Gato del Pajonal, que su nicho trófico presenta una amplitud menor que el Gato del Pajonal, y una superposición muy grande con esta especie y que no habría segregación entre las especies en cuanto al uso del espacio y los patrones de actividad (Figura 15).

Luego de lo que se logró añadir al conocimiento sobre estas especies mediante este trabajo se puede confirmar (gracias a la utilización de otra metodología) una gran superposición entre ambas especies tanto espacial como respecto a las preferencias de hábitat. La principal diferenciación entre las especies que se pudo encontrar indicaría que el Gato Andino estaría más restringido a las áreas más rocosas en cuanto al uso del hábitat en relación con el Gato del Pajonal. En base a todo lo que se sabe hasta el momento se podría decir que el Gato Andino en todas las dimensiones del nicho estudiadas estaría más restringido que el Gato del Pajonal (Figura 15). Esto confirmaría la mayor especialización ecológica del Gato Andino, algo que se propuso clásicamente para explicar su rareza y que no obstante hasta hace poco se trataba de una simple hipótesis basada en observaciones ocasionales e informes de pobladores. Sin embargo, la emanación más relevante de la confirmación del nicho acotado del Gato Andino es que lo convierte en una especie más vulnerable a cualquier cambio producido en el ambiente, ya sea de origen natural o antrópico. Finalmente, la superposición muy amplia entre el Gato Andino y el Gato del Pajonal en todas las dimensiones analizadas del nicho ecológico da sustento a la hipótesis propuesta por Lucherini y Luengos Vidal 2003 y retomada por Reppucci 2012 que la competencia intragremial pueda contribuir a mantener bajas las abundancias

poblacionales de Gato Andino recientemente estimada en dos áreas de estudio diferentes (Reppucci 2012; Huaranca, et al. 2013) influyendo de esta forma sobre su delicado estado de conservación. En relación a la adaptabilidad diferencial entre estos dos félidos mencionada anteriormente, se puede esperar que los cambios ambientales, destacándose entre ellos el cambio climático, tengan un efecto desproporcionadamente grande sobre la especie con menor flexibilidad. Todo lo anterior subraya que, aun cuando nuestros conocimientos sobre estos felinos y sus relaciones son indudablemente incompletos, sobre todo porque están en gran medida limitados a una única región, hay una gran necesidad y urgencia de esfuerzos concretos que aseguren la conservación de poblaciones del Gato Andino.

**Figura 15** Esquema del tamaño y superposición relativos de las dimensiones del nicho ecológico conocidas para ambas especies. Los tamaños de los círculos tienen el objetivo de presentar las diferencias entre las dos especies y no entre dimensiones del nicho.



**Principales resultados:**

- El método de trampeo más adecuado para GA y GP, teniendo en cuenta logística, seguridad para el animal y efectividad, fueron los cepos a la pata.
- La combinación de Ketamina, Medetomidina, Atipemazole, fue efectiva y no causó ningún tipo de contraindicaciones.
- Las alarmas en las trampas fueron de mucha utilidad, sobre todo en las capturas diurnas donde cuadros severos de hipertermia podrían presentarse de dejar al animal mucho tiempo en la trampa.
- Los individuos de GA resultaron tener un tamaño corporal mayor a los individuos de GP, tanto para machos como para las hembras.
- El GA presentó áreas de acción de mayor tamaño que el GP.
- El único macho de GP mostró tanto área de acción como área núcleo de mayor tamaño que la de las hembras.
- El GA presentó AA de tamaño intermedio y el área núcleo fue de mayor tamaño para el macho que las hembras.
- Las áreas de acción del gato andino resultaron de tamaño desproporcionadamente grandes, apoyando las bajas densidades poblacionales de esta especie encontradas anteriormente.
- Ambas especies presentaron amplia superposición espacial, tanto entre machos y hembras como entre especies.

- Ambas especies prefieren los lugares con mayor rugosidad y más cercanos al agua, sumándose en el caso del GA las zonas rocosas. Estas áreas fueron preferidas también por el Chinchillón, su presa principal.
- El Zorro Colorado tuvo preferencias por los lugares rugosos (al igual que ambos félidos) y con presencia de Chinchillones, sugiriendo que podría competir con las dos especies de gatos.
- Se confirmó que el Gato Andino tendría un nicho ecológico menos amplio y casi totalmente superpuesto con el del Gato del Pajonal, avalando la necesidad de tomar medidas de conservación de sus poblaciones.

## Bibliografía

- Cushman, S. A. y J. S. Lewis. 2010. Movement behavior explains genetic differentiation in American black bears. *Landscape Ecology* **25**:1613-1625.
- Dillon, A. y M. Kelly. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radio telemetry with camera trapping. *Journal of Zoology* **275**:391-398.
- Donadio, E. y S. W. Buskirk. 2006. Diet, morphology, and interspecific killing in Carnivora. *The American Naturalist* **167**:524-536.
- Donovan, T. M., M. Freeman, H. Abouelezz, K. Royar, A. Howard y R. Mickey. 2011. Quantifying home range habitat requirements for bobcats (*Lynx rufus*) in Vermont, USA. *Biological Conservation* **144**:2799-2809
- Huaranca, J., C., L. Pacheco, L. Villalba y A. R. Torres. 2013. Ciudad de Piedra, an important site for the conservation of the Andean cats in Bolivia. *Cat News* 58:4-7
- Jalanka, H. H. y B. O. Roeken. 1990. The use of medetomidine, medetomidine-ketamine combinations, and atipamezole in nondomestic mammals: a review. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* **21**:259-282.
- Lucherini, M. y E. Luengos Vidal. 2003. Intraguild competition as a potential factor affecting the conservation of two endangered cats in Argentina. *Endangered Species Update* **20**:211-220.
- Luengos Vidal, E. 2003. Estudio comparado de metodologías de captura y de estimación de las poblaciones de zorro pampeano *Pseudalopex gymnocercus*. Tesis de Magister. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Manfredi, C., L. Soler, M. Lucherini y E. B. Casanave. 2006. Home range and habitat use by Geoffroy's cat (*Oncifelis geoffroyi*) in a wet grassland in Argentina. *Journal of Zoology* **268**:381-387.
- McNab, B. K. 1989. Basal rate of metabolism, body size, and food habits in the order Carnivora. pp. 335-354 *Carnivore behavior, ecology, and evolution*. Springer.

- Napolitano, C., M. Bennett, W. E. Johnson, S. J. O'Brien, P. A. Marquet, I. Barría, E. Poulin y A. Iriarte. 2008. Ecological and biogeographical inferences on two sympatric and enigmatic Andean cat species using genetic identification of faecal samples. *Molecular Ecology* **17**:678-690.
- Nowak, R. M. 2005. Walker's carnivores of the world. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and Londres.
- Pereira, J. y G. Aprile. 2012. Felinos de Sudamérica. Londaiz Laborde Ediciones., Buenos Aires.
- Redford, K. H. y J. F. Eisenberg. 1992. Mammals of the Neotropics, Volume 2: The Southern Cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. The University of Chicago Press. Chicago.
- Reppucci, J., B. Gardner y M. Lucherini. 2011. Estimating detection and density of the Andean cat in the high Andes. *Journal of Mammalogy* **92**:140-147.
- Reppucci, J., I. 2012. Ecología y abundancia poblacional del gato andino (*Leopardus jacobita*) y gato del pajonal (*L. colocolo*) en los altos Andes Argentinos. Tesis Doctorado. Universidad Nacional Del Sur. Bahia Blanca.
- Rosenzweig, M. L. 1968. The strategy of body size in mammalian carnivores. *American Midland Naturalist* **80**:299-315.
- Ross, S., B. Munkhtsog y S. Harris. 2012. Determinants of mesocarnivore range use: relative effects of prey and habitat properties on Pallas's cat home-range size. *Journal of Mammalogy* **93**:1292-1300.
- Sandell, M. 1989. The mating tactics and spacing patterns of solitary carnivores. pp. 164-182 *en* Carnivore behavior, ecology, and evolution . Department of Zoology and Graduate Programs in Ecology and Ethology, The University of Tennessee Springer.
- Sun, F. J., D. E. Wright y D. M. Pinson. 2003. Comparison of ketamine versus combination of ketamine and medetomidine in injectable anesthetic protocols: chemical

immobilization in macaques and tissue reaction in rats. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science* 42:32-37.

Tellaeche, C. G. 2010. Análisis de hábitos alimenticios de dos especies de felinos simpátricos (*Leopardus jacobita* y *Leopardus colocolo*). Tesina de grado. Universidad Nacional Del Sur. Bahía Blanca.

Walker, R. S., G. Ackermann, J. Schachter-Broide, V. Pancotto y A. J. Novaro. 2000. Habitat use by mountain vizcachas (*Lagidium viscacia* Molina, 1782) in the Patagonian steppe. *Mammalian Biology-Zeitschrift fur Saugetierkunde* 65:293-300.

Walker, S. R., A. J. Novaro, P. G. Perovic, R. Palacios, E. Donadio, M. Lucherini, M. Pía y M. S. López. 2007. Diets of three species of andean carnivores in high-altitude deserts of Argentina. *Journal of Mammalogy* **8**:519-525.