



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dirección General de Investigación
Coordinación General de Programas

INFORME FINAL 2011 de investigación Co-financiada por la DIGI

Programa Universitario de Investigación:

Título:

Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo.

Nombres de los integrantes del equipo de investigación:

Lic. Antonio Diego Alejandro Juárez Sánchez, coordinador.

Lic. Manuel Barrios Izas, investigador.

Br. Michelle Bustamante Castillo, auxiliar de investigación II.

Fecha: del 1 de Febrero al 31 de Diciembre del 2011

Instituciones participantes y co-financiantes: □

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas -IIQB-,

Centro de Estudios Conservacionistas -CECON-,

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia USAC y

Organización para la Conservación y el Ambiente -ONCA-.

Índice

Resumen.....	4
Introducción.....	6
Antecedentes.....	7
Familia Felidae.....	7
Área de Estudio.....	9
Estudios previos con mamíferos en el BUCQ.....	10
Muestreo no invasivo.....	10
Trampas de Pelo.....	11
Identificación de mamíferos a través del pelo.....	11
Justificación.....	12
Objetivos.....	12
Metodología.....	13
Resultados.....	16
Discusión.....	24
Conclusiones.....	26
Recomendaciones.....	27
Bibliografía.....	28
Anexos.....	32

Índice de imágenes y Tablas

Imagen 1: Mapa del área de estudio.....	10
Imagen 2: Mapa de caminos ubicados en el área de estudio y primer diseño de muestreo.....	17
Tabla 1: Esfuerzo y éxito de captura de zorra gris (<i>Urocyon cinereoargenteus</i>) por muestreo.....	18
Imagen 3: ejemplo de ajuste de matrices de captura con diferencias temporales.....	18
Imagen 4: mapa de disposición de trampas en diseño GA o 2.....	19
Imagen 5 y tabla 2: contraste de estimación de parámetros Ψ (p) utilizando los diseños de muestreo G y GA.....	20
Imagen 6: variación de p para zorras a lo largo del muestreo diseño GA bosque nuboso y pino-encino.....	20
Imagen 7: variación de p para zorras a lo largo de del muestreo diseño GA bosque nuboso.....	21
Imagen 8: variación de Ψ entre distintos rangos de distancias medias a comunidades.....	21
Imagen 9: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas de los puntos de muestreo hacia la comunidad mas cercana.....	22
Imagen 10: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia CA-14.....	22
Imagen 11: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia G5.....	23
Imagen 12: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia centros agrícolas.	23

Resumen:

Los felinos son un grupo taxonómico cuya investigación es importante debido a que son grandes depredadores por lo que contribuyen a la regulación de las dinámicas tróficas, ecológicas y etológicas del bosque y son indicadores de la viabilidad de los bosques por lo que investigarlos es trascendental para la conservación de las áreas que habitan. El presente trabajo implemento las trampas de pelos como una técnica moderna y no invasiva para la investigación de los felinos del país. En relación a esto, se define como técnica no invasiva aquellas técnicas de muestreo que no requieren de captura o manipulación de los especímenes bajo investigación.

Las trampas de pelo consisten en un dispositivo impregnado con fragancia que atrae a los felinos y canidos (Obsession de CK) provocando que estos se soben contra una superficie que captura los pelos del animal. Posteriormente, el individuo puede alejarse sin ningún tipo de trauma, sin modificar su comportamiento general. Además, esta técnica no requiere consideraciones logísticas como la cantidad de humedad en el ambiente o el tipo de cobertura boscosa del área de estudio, por lo que puede ser utilizada en casi cualquier medio. Gracias a estas características, este método se utilizo exitosamente en el Biotopo del Quetzal y sus alrededores; el cual se caracteriza por ser un área con densa cobertura forestal, alta humedad y alta precipitación.

Durante el estudio se pusieron a prueba tres distintos diseños de muestreo. El primero, basado en la disposición de dispositivos de captura desarrollado para trampas cámara por Kārantā y Nichols (2002), donde se coloca al menos un dispositivo de captura dentro del rango hogareño de todos los individuos presentes en el área de estudio (diseño 0). En este caso, para la ubicación de las trampas se utilizó como rango hogareño mínimo de felinos un área de 10 km² (una circunferencia con diámetro de 3 km), por lo que las trampas se distanciaron un máximo de 3 km. El segundo modelo de muestreo fue una modificación del primero, pero colocando cinco trampas de pelo por sitio de muestreo. Cada dispositivo de captura consistió en cinco trampas de pelo separadas una de otra por 100 m de recorrido sobre el camino (Diseño 1 o G). De esta manera se potencio la atracción hacia las trampas de los felinos y canidos que deambulaban en las cercanías del dispositivo. El tercer diseño consistió en la colocación de series de trampas a lo largo de caminos y senderos separadas una de otra por 500 m de recorrido, por lo que el número de trampas dependió del largo de los caminos utilizados (diseño 2 o GA).

Para evaluar la eficiencia de cada diseño de muestreo se estimo la probabilidad de captura y la probabilidad de ocurrencia de las especies encontradas (utilizando el programa MARK) y se contrastaron los resultados de los distintos diseños. Se evaluó el efecto de los factores ambientales de origen antropogénico (asentamientos humanos, carreteras y centros agrícolas) y el tipo de bosque (bosque nuboso o bosque de pino y encino) sobre la probabilidad de captura y la ocurrencia de las especies estudiadas.

Durante el desarrollo de la investigación no se pudo documentar la presencia de ninguna de las cinco especies de felinos reportados para Guatemala. La ausencia de muestras de pelo de felinos en las trampas indica que estas especies, si aun permanecen en el área, se encuentran en densidades muy bajas, inferiores a niveles de detectabilidad mínima para la metodología utilizada. La ausencia de los felinos mayores en el área probablemente se deba a la alta presión de cacería que se observo durante los muestreos de campo. Probablemente, la cacería también provoque presión sobre los ungulados y otras presas de los felinos mayores lo que a su vez podría estar aumentando su rango hogareño disminuyendo la probabilidad de captura hasta valores indetectables.

Además, se pusieron a prueba los tres distintos diseños de muestreo utilizando los datos obtenidos para zorras grises (*Urocyon cinereoargenteus*). Basados en estos datos, se recomienda un diseño de series de trampas colocadas sobre caminos y senderos para la estimación de parámetros poblacionales para desarrollar un protocolo de muestreo de zorras y felinos menores.

En la evaluación del efecto de los factores ambientales se encontró que la zorra gris presenta mayor probabilidad de ocurrencia en el bosque de pino y encino que en el bosque nuboso y es una especie de tolerancia media al impacto antropogenico. Además, presenta menores probabilidades de ocurrencia en las cercanías a carreteras principales, centros agrícolas y asentamientos humanos.

Palabras claves: Felinos, zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) Biotopo del Quetzal, Trampas pelo, probabilidad de ocurrencia, probabilidad de captura.

Introducción:

Actualmente en Guatemala se desarrollan investigaciones con la mayoría de especies de mamíferos del país. En el pasado, las investigaciones estaban enfocadas al estudio de los mamíferos menores debido a la dificultad de trabajar con especies grandes. Actualmente, el desarrollo de nuevas técnicas diseñadas específicamente para este grupo, como trampas cámara, telemetría y trampas de pelo, ha permitido el estudio de estas especies. Sin embargo, la mayoría de investigaciones se han desarrollado en las tierras bajas del norte del Peten, por lo que existen grandes vacíos de información sobre el estado de las poblaciones de mamíferos mayores para la mayor parte del país. Los felinos son un grupo taxonómico importante ya que al ser grandes depredadores son reguladores de las dinámicas tróficas, ecológicas y etológicas del bosque e indicadores de la viabilidad de las áreas protegidas, por lo que su investigación es trascendental para la conservación de la Biodiversidad del país.

El presente trabajo implemento el uso de trampas de pelo como una técnica moderna y no invasiva para la investigación de los felinos del país. Las trampas de pelo son una opción para el estudio de los felinos en cualquier área sin tener que tomar en cuenta las condiciones ambientales extremas. Gracias a estas características, este método se utilizó exitosamente en el Biotopo del Quetzal y sus alrededores; el cual se caracteriza por ser un área con densa cobertura forestal, alta humedad y alta precipitación. Además, se propone un diseño básico para el desarrollo de un protocolo de muestreo de parámetros poblacionales de zorras y felinos menores, basados en la colocación de series de trampas de pelo sobre caminos.

Antecedentes:

Familia Felidae: Esta familia esta compuesta por todos los gatos. A nivel mundial se reportan 37 especies; en el continente americano se reportan diez especies y en Guatemala se ha confirmado la presencia de cinco especies (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994):

Margay (*Leopardus wiedii*)

Yaguarundí (*Puma yagouaroundi*)

Jaguar (*Panthera onca*)

Ocelote (*Leopardus pardalis*)

Puma (*Puma concolor*)

Los gatos son el grupo de depredaros con mayor grado de especialización de los carnívoros. En general su forma es delgada y alargada con patas delanteras más cortas que las traseras (alcanzando los niveles máximos de esta modificación en el yaguarundí) y cola larga (alcanzando su mayor longitud proporcional en el Margay). La formula dentaria de este grupo es de: i 3/3, c 1/1, p 2/2, o 3/2, m 1/1. Todos los gatos presentes en Guatemala presentan uñas retractiles. Su organización social por lo general es territorial, solitaria y se encuentran en parejas durante la temporada de apareamiento y las crías son dependientes de la madre. (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994)

En Guatemala, se considera que los felinos se encuentran presentes en densidades poblacionales de poco comunes a raras. Sin embargo, únicamente se han muestreado sistemáticamente las poblaciones de Jaguares en el norte de Peten y se desconoce el estado del resto de especies. (Novack 2003, Moreira *et al.* 2007, Moreira *et al.* 2008b)

Margay, *Leopardus wiedii* (Schinz, 1821)

Es el felino más pequeño de Guatemala. Presenta una coloración amarillenta o parda con manchas y franjas negras de color pardo más intenso en el centro de las franjas. Su hábito es arborícola, por lo que su cola es la más larga de los felinos, con respecto al tamaño de su cuerpo. Las muñecas de sus patas están modificadas de tal forma que logra escalar los árboles libremente (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994). Esta catalogado a nivel mundial como casi amenazado (NT); el CONAP lo coloca en el apéndice 2 y la CITES en el apéndice I. Esto lo protege contra su utilización y comercialización y sugiere la necesidad de desarrollar planes de conservación de la especie y su hábitat. (CONAP 2009, UICN 2010).

Ocelote, *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758)

Es un felino de tamaño mediano de color pardo grisáceo con manchas y rosetas negras de tonalidad parda más oscura en el centro. Se diferencia del Margay en que es más grande y su cola es proporcionalmente más corta en relación al tamaño del cuerpo. Se diferencia del jaguar por ser más pequeño y no presentar manchas en forma de rosetas con puntos negros en el centro. (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994). Esta catalogado a nivel internacional como de preocupación menor (LC). El CONAP lo

coloca en el apéndice 2 y la CITES en el apéndice I. Esto lo protege contra su utilización y comercialización, y sugiere la necesidad de desarrollar planes de conservación de la especie y su hábitat. (CONAP 2009, UICN 2010).

Yaguarundí, *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilaire, 1803)

Es un gato de tamaño mediano. Su color puede variar de individuo a individuo desde pardo a rojizo o grisáceo. Dentro de una misma camada se pueden encontrar todos los colores. Presenta patas delanteras muy cortas en comparación con las traseras y un cráneo delgado y alargado. Se diferencia de los demás gatos en su coloración, forma y tamaño. (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994). La UICN lo cataloga a nivel internacional como de preocupación menor (LC); el CONAP lo coloca en el apéndice 2 y la CITES en el apéndice I. Al igual que con las demás especies, esto indica que es necesario el desarrollo de planes de conservación de la especie y su hábitat. (CONAP 2009, UICN 2010).

Puma, *Puma concolor* (Linnaeus, 1771)

Es el segundo gato más grande en Guatemala, después del jaguar y en ocasiones puede entrar en conflicto con el humano por cazar ganado (Aranda 2000, Reid 1997, Oliveira 1994). Tiene una coloración uniforme con tonalidades pardas o rojizas. Su cabeza es pequeña en comparación con el tamaño de cuerpo. La UICN lo cataloga a nivel internacional como una especie de preocupación menor (LC); el CONAP lo coloca en el apéndice 2 y la CITES en el apéndice I. Esto evidencia la necesidad de desarrollar planes de conservación de la especie (CONAP 2009, UICN 2010).

Jaguar, *Panthera onca* (Linnaeus, 1758)

Es el felino más grande de Guatemala y de todo el continente americano. Presenta una coloración amarillenta con rosetas negras. Además, presentan puntos negros dentro de las rosetas. Su cabeza es grande y sus patas son cortas y fuertes. Debido esto, es capaz de derribar a presas más grandes que él. Es la única especie de felino para el que se cuentan con datos poblacionales en Guatemala. Sin embargo, los datos se restringen al norte de Peten (Novack 2003, Moreira *et al.* 2007, Moreira *et al.* 2008b). La UICN lo cataloga a nivel internacional como NT casi amenazado, el CONAP lo coloca en el apéndice 2 y la CITES en el apéndice I esto lo protege contra su utilización y comercialización, y sugiere la necesidad de desarrollar planes de conservación de la especie y su hábitat. (CONAP 2009, UICN 2010).

Área de Estudio:

El área de estudio se definió como un cuadrado imaginario de 10 * 10 km de que se encuentra limitado al este y norte por la carretera centroamericana No. 14 (CA-14) y al oeste por la carretera nacional No. 5. Dentro del área de estudio se encuentran las reservas Biotopo universitario para la Conservación del Quetzal -BUCQ-, Reserva natural privada Santa Rosa o Llano Largo, Reserva Natural Privada Country Delight y Reserva Natural Privada Montebello. También se encuentran las comunidades de Purulha, La Cebadía, Llano largo y la Unión Barrios. Y además el área de estudio incluye las fincas privadas (ganaderas, agrícolas y/o forestales): Finca la Canoas, Finca Santa Rosa o Llano Largo, Fincas Quililha 1 y 2 y Finca las Burras.

El área este y norte esta compuesta por bosque nuboso el cual se encuentra principalmente dentro de BUCQ y la Reserva Natural Privada Santa Rosa. El resto del área de estudio es un bosque de pino y encino con distintos grados de aprovechamiento forestal. Actualmente únicamente la finca Quililha se encuentra realizando aprovechamiento forestal mientras el resto de fincas se encuentran inactivas en la actividad maderera o en periodo de recuperación o reforestación. Además existen estaciones madereras en áreas comunitarias de la aldea Llano Largo y la aldea La Unión Barrios y extracción ilícita en las cercanías de Purulha.

El área de estudio varia de unos 700 msnm en el área de la comunidad de Llanao Largo a unos 2348 msnm dentro del Biotopo del Quetzal.

Biotopo del Quetzal

El Biotopo Universitario para la conservación del quetzal está ubicado en la parte central del país, entre los municipios de Purulhá y Salamá, al noereste de la sierra Chuacús, en el departamento de Baja Verapaz (latitud 90°13'15" y Longitud 15°13'0"). Abarca 1017 ha de bosque nuboso primario alrededor de los cuales se sitúa la zona de amortiguamiento con una extensión de 5241 ha. Además de ella se encuentran fragmentos de bosque nuboso en diferentes estados de sucesión así como campos de cultivo, pastizales y sitios deforestados. Las comunidades que se encuentran en la zona de amortiguamiento son Rincón del Quetzal, Río Colorado, Cuchilla del Nogal, en Purulhá y La Unión Barrios en Salamá (Basterrechea, 2000).

Según la clasificación de Holdridge, el BUCQ presenta dos tipos de zonas de vida; Bosque Pluvial Montano bajo subtropical y Bosque muy húmedo subtropical frío. El primero ocupa la mayor parte del área representado por abundante vegetación de bosque latifoliado que se desarrolla arriba de 1500 msnm. Este tipo de bosque incluye principalmente helechos, musgos, líquenes, orquídeas y tillansias. Por su parte, el Bosque muy húmedo subtropical frío que se encuentra en una pequeña zona al extremo este de la reserva representado por cuatro especies de coníferas (Ponciano y Glick, 1980). La vegetación del biotopo esta caracterizada por la presencia de gran cantidad de especies pertenecientes principalmente a las familias Orchidiaceae, Polypodiaceae, Rubiaceae, Bromeliaceae, Fabaceae, Asteraceae y Piperaceae. Las

especies están distribuidas en siete estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo, lianas, epífitas, saprofito y hematoparásito, siendo el estrato epífita el más diverso. (García, 1998).

Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo

Mapa de Areas Protegidas

Leyenda
 Area de influencia



0 0.5 1 2 3 4 Km

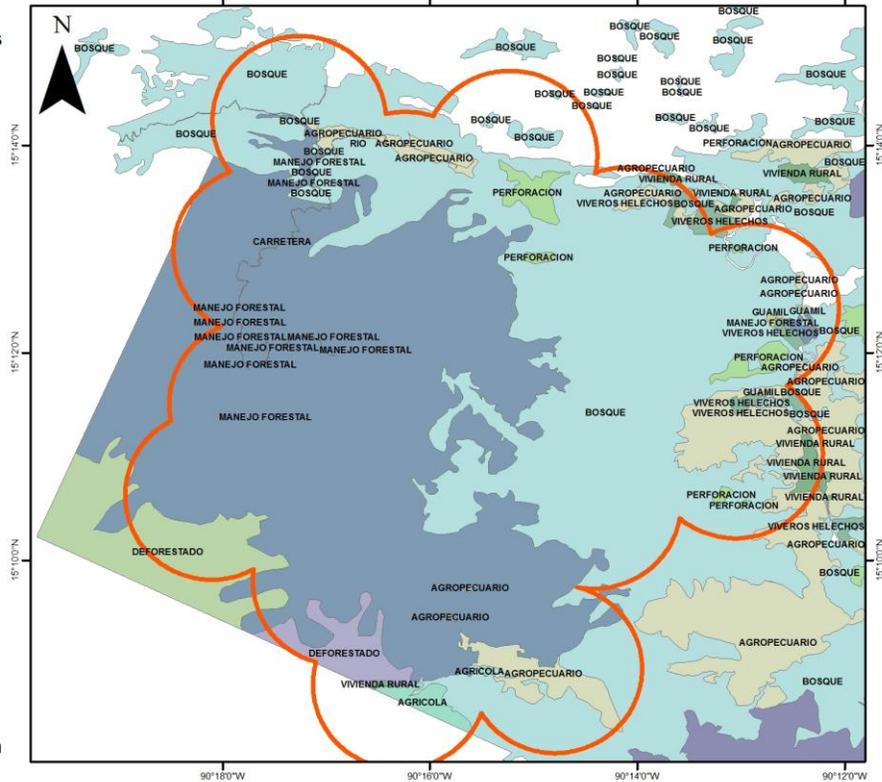


Imagen 1: Mapa del área de estudio

Estudios previos con Mamíferos en el Biotopo del quetzal:

En el Biotopo del Quetzal se han realizado trabajos con mamíferos menores (Grajeda 2010) La única información científica sobre felinos que se tiene en el área es la recabada por Moreira *et al.* (2008a) quienes hicieron una prueba sobre el funcionamiento de dos modelos de trampas cámara durante 16 días y pudieron documentar la presencia de Margay y Yaguarundí (obtuvieron solo 4 foto-capturas) además de esto no se conoce si se encuentran presentes las otras tres especies de felinos, la proporción en la que estos se encuentran ni sus abundancias.

Muestreo no invasivo:

Este es un termino relativamente nuevo, lo que se busca con esto es el muestreo de los distintos animales de una forma que no modifiquen sus patrones de actividad. Significando esto principalmente que no se requiera la captura o cualquier otro contacto traumático con los individuos muestreados. Dentro de esta filosofía se han desarrollado varias técnicas de muestreo de los mamíferos, como lo es conteo de excretas o rastros, trampas cámara, y trampas de pelo. Cada una de estas técnicas presenta sus ventajas

y desventajas y para cada una existe un espectro de parámetros poblacionales que se pueden medir.

El conteo de rastros normalmente es útil únicamente en pocas ocasiones ya que los rastros tienden a ser de poca duración y difíciles de encontrar así que con ellos básicamente se obtiene la presencia de la especie. Con trampas cámara únicamente pueden tenerse datos poblacionales con especies que presentan marcas corporales que los identifiquen individualmente y el equipo es muy costoso y se deteriora relativamente rápido. Con la colecta de excretas es posible obtener datos de dietas y abundancias relativas y si combinamos esta técnica con técnicas moleculares es posible tener datos de abundancias absolutas rangos hogareños y otros, el problema que estos pueden presentar es la dificultad para encontrarlos y su deterioro en áreas húmedas. Las trampas de pelo son muy útiles cuando se cuenta con el atrayente adecuado y el dispositivo captura suficientes muestras de pelo para realizar una identificación certera de especie y si se combina con técnicas moleculares se pueden obtener datos iguales a los que se obtienen con la colecta de excretas. (Boulager Hamilton 2001, Mowat 2001, Piggott y Taylor 2003, Bellemain et al. 2005)

Los felinos son un grupo difícil de muestrear y mucho más de capturar. Además, son especies con densidades bajas y que se encuentran en peligro, por lo tanto técnicas que requieran su captura son poco viables y en raras ocasiones excusables por lo tanto a nivel mundial se prefiere la utilización de técnicas no invasivas como las trampas cámara o trampas de pelo para su estudio, capturando los animales únicamente cuando es estrictamente necesario y se han agotado las otras técnicas y además se cuenta con personal altamente calificado que garantice la seguridad de los animales y el equipo técnico.

Trampas de pelo:

Las trampas de pelo son dispositivos que colectan muestras de pelo de los mamíferos en cuestión estos pueden ser de varios tipos por ejemplo para roedores, marsupiales y zorros se han utilizado trampas de tubo (Fasola et al. 2005, Lindenmayer 1999 Howard 2003), para osos se utilizan alambre espigado colocado en caminos por donde ellos transitan (Boulager y Hamilton 2001, Stefan y Boulanger 2002) para carnívoros medianos se han utilizado trampas de caja pegadas a árboles cebadas con pollo (Mowat y Paetkau 2001) y para gatos se han utilizado trampas con clavos sueltos (ver anexos) cebadas con fragancias comerciales (Obsession de KC)

Identificación de mamíferos a través del pelo:

Se ha comprobado que a través de los características morfológicas del pelo se puede identificar la especie a la cual pertenecen sin importar si estos han sido sometidos a procesos de digestión, putrefacción o taxidermia (Quadros y Monteiro-Philo. 1998) y se ha generado nomenclatura y herramientas para la identificación de las especies de mamíferos (Nason 1948, Mayer 1952, Verhoeven 1972, Weingart 1973, Short 1978, Hilton y Kutscha 1978 Buch 1986, Arita y Aranda 1987, Chehébar y Martín 1989, Fernández y Rossi 1998, Vazquez y Olsen 2000, Quadros y Monteiro-Philo. 2006a,

Quadros y Monteiro-Fhilo. 2006b, Juárez *et al.* 2010) y se cuenta en Guatemala con una guía especializada para los mamíferos medianos y mayores presentes en el país donde se incluyen los felinos, los cuales son el centro de atención de la presente investigación (Juárez *et al.* 2010).

Justificación:

El estudio de los felinos es de gran valor para la determinación del estado en el que se encuentra cualquier área protegida ya son los principales reguladores de las dinámicas tróficas, ecológicas y etológicas en los bosques al ser unos de los principales depredadores. El biotopo del Quetzal es un área protegida con uno de los mayores estatus legal de conservación en Guatemala y es un área administrada por la USAC lo que implica una destinación para la conservación e investigación muy grande. Además, es un área que representa la región de las montañas altas de Guatemala donde existe un gran vacío de información sobre los mamíferos mayores. La presente investigación es el primer estudio en Guatemala que aborda cuestiones poblacionales utilizando la técnica de trampas de pelo. Además, uno de los resultados finales presenta la estandarización de un protocolo para la estimación de abundancias absolutas de felinos utilizando esta técnica, abriendo así el paso para el desarrollo de investigaciones con superiores capacidades de conclusión a las que actualmente se desarrollan en el país. Pudiendo ser este aplicable no únicamente al Biotopo del Quetzal sino que también a cualquier región del país. Además, pone en uso La Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos mayores y medianos de Guatemala desarrollada con financiamiento de DIGI.

Objetivos:

General

Establecer el estado de las poblaciones de felinos (Felidae) en el Biotopo protegido Mario Dary (biotopo del Quetzal) y desarrollar un protocolo de muestreo con técnicas no invasivas.

Específicos

- Determinar la composición de la comunidad de felinos en el Biotopo del Quetzal.
- Estimar las abundancias relativas de cada especie de felinos presente en el Biotopo del Quetzal utilizando trampas de pelo.
- Determinar las preferencias de hábitat de cada especie de felinos presente en el Biotopo del Quetzal utilizando trampas de pelo.
- Desarrollar un protocolo estándar para la estimación de abundancias absolutas de felinos basados en el uso de trampas de pelo.

Metodología:

Para llevar a cabo el presente trabajo primero se realizó un reconocimiento y exploración general del área. Para esto se realizó una clasificación de hábitats utilizando fotografías aéreas y un Sistema de Información Geográfica -SIG-. Posteriormente, se realizó una presentación del proyecto a los miembros de la asociación de áreas protegidas del Corredor Biológico del Bosque Nuboso para solicitar permiso para entrar a las tierras dentro de propiedad privada. Luego, se realizaron recorridos por el área anteriormente definida realizándose un mapeo de los caminos y senderos utilizando un Sistema de Posicionamiento Global -GPS-. Además, se obtuvieron los permisos para ingresar a las fincas que no eran miembros de la Asociación de Áreas Protegidas del Corredor del Bosque Nuboso. Los recorridos y mapeos de caminos y senderos se realizaron utilizando un vehículo de doble transmisión Marca Suzuki Samurái, hasta donde el terreno lo permitía y posteriormente se realizó a pie para poder cubrir la totalidad del área de estudio.

Una vez obtenidos los permisos y el primer mapeo de caminos y senderos, se realizó el diseño del primer muestreo de campo el cual fue diseñado para la estimación de abundancias de felinos mayores y posteriormente fue modificado en muestreo consecutivos para ser perfeccionado y adaptado para la estimación de abundancias de felinos menores.

Composición del grupo de felinos: Para lograr determinar cual es la composición de este grupo se colocaron trampas de pelos cebadas con fragancia (Obsession de Calvin Clain) las cuales ya han probado ser eficientes en la atracción de felinos (Moreno 2000). Las trampas fueron colocadas a lo largo de los senderos, caminos y brechas que fueron mapeadas anteriormente y que se consideraron ser rutas antiguas. Se utilizaron estas rutas ya que los animales las conocen y las utilizan para moverse en el bosque cotidianamente a diferencia de rutas nuevas que les llevaría cierto tiempo para conocer y utilizarlas. Las muestras colectadas fueron identificadas utilizando la Guía ilustrada para la identificación de mamíferos medianos y mayores de Guatemala (Juárez *et al.* 2010).

Universo: los felinos del Biotopo del quetzal

Población: los felinos que son atraídos por las trampas de pelo y dejan su muestra de pelo adherida a ellas.

Muestra: Los pelos de felinos que se colecten utilizando las trampas de pelo

Variables: especies de felinos que sean identificados a través del pelo colectado con las trampas de pelo

Abundancias relativas de cada especie de felinos:

Esto se hizo para cada especie identificada a través de los pelos capturados en el campo. Primero se colocaron pocas trampas separadas entre si por 3km lineales (distancia recomendada para la colocación de trampas cámara para muestreos de

felinos mayores) (Kārantā y Nichols 2002, Novack 2003, Henschel y Ray 2003). Posteriormente, se probaron dos diseños distintos más con el fin de comprar el éxito de captura.

El tiempo para establecer un muestreo (días durante los cuales se deja una trampa en el campo) se definió en base a dos factores. Primero, por el tiempo necesario para completar la colocación y/o la revisión de la totalidad de las trampas en el área de estudio y segundo por la frecuencia de captura de pelos por una misma trampa.

Universo: los felinos de la especie x que habitan en el área de estudio

Población: los felinos de la especie x que fueron atraídos por las trampas de pelo y dejan su muestra de pelo adherida a ellas.

Muestra: Los pelos de felinos de la especie x que se colectaron utilizando las trampas de pelo

Variables: Las abundancias relativas de cada especie, distancia entre trampa y trampa y el tiempo de permanencia de las trampas colocadas en el campo.

Preferencias de hábitat: para determinar las preferencias de cada especie primero se realizó un mapeo de todas las rutas posibles en las cuales se podían movilizar los felinos y fueron categorizadas en tres tipos dependiendo de su tamaño; senderos, caminos o brechas. Ya mapeadas estas rutas se colocaron las trampas de pelos. De esta manera se analizó que tipo de ruta de movimiento prefiere cada especie.

Utilizando un Sistema de Información Geográfico se estimó la distancia de cada sitio de captura de pelos de cada especie y distintos factores de posibles perturbaciones: Comunidades y asentamientos humanos, Carreteras mayores, Cultivos activos y Tipos de bosque.

Universo: los felinos de la especie x que habitan en el área de estudio

Población: los felinos de la especie x que son atraídos por las trampas de pelo y dejan su muestra de pelo adherida a ellas.

Muestra: Los pelos de felinos de la especie x que se colectaron utilizando las trampas de pelo

Variables: distancia de la trampa de pelo a cualquier factor antropogénico.

Protocolo para la estimación de abundancias absolutas:

Se pusieron a prueba 3 protocolos de muestreo distintos para evaluar la eficiencia en la captura de muestras. Las trampas o dispositivos de captura fueron colocados sobre caminos o senderos antiguos que ya se encontraban dentro del área de estudio la variación de los tres distintos protocolos de muestreo de baso en la disposición de estos a lo largo de los caminos y las distancias entre dispositivos. El primero (0) esta basado en el diseño de muestreo para felinos mayores desarrollado por Kārantā y Nikols (2002) con trampas cámara. En este diseño básico debe de existir al menos un dispositivo dentro del rango hogareño de todos los individuos presentes en el área. Si se toma como el tamaño mínimo el rango hogareño de 10 km² entonces se puede decir

que este es igual que una circunferencia con diámetro de 3 km de aquí que se realizo un diseño donde las trampas estaban separadas entre si con un máximo de 3 km una de otra de esta manera se encontraría al menos un dispositivo dentro de el rango hogareño de un felino mayor, de estar presente.

El segundo protocolo (1 o G) es una modificación al protocolo básico original (0) pero se colocaron 5 trampas en cada sitio cada una separada de la otra por 100 m (de recorrido o 3D) teniéndose así un dispositivo de 5 trampas y un largo de 500 m. De esta manera se potencializo la atracción de las trampas de pelo hacia cualquier individuo que deambulara en las cercanías. Y se mantuvo el diseño básico de la disposición de dispositivos con una distancia máxima entre si de 3 km.

El tercer protocolo (2 o GA) consistió en la colocación de series de trampas a lo largo de los caminos colocando una trampa cada 500 m de recorrido (3D). Por camino o sendero se colocaron cuantas trampas fue posible, teniéndose la limitación del largo del camino o la cercanía a otro camino con trampas.

Universo: los felinos de la especie x que habitan en el área de estudio.

Población: los felinos de la especie x que son atraídos por las trampas de pelo y dejan su muestra de pelo adherida a ellas.

Muestra: Los pelos de felinos de la especie x que se colecten utilizando las trampas de pelo

Variables: Probabilidad de captura de muestra de especie x y Correncia de la especie x

Resultados:

Composición del grupo de felinos: no se pudo documentar de forma directa la presencia de ningún felino en el área de estudio. En repetidas ocasiones durante los recorridos se encontraron excretas de depredadores medianos, pero la identificación de la especie de la cual provienen es posible únicamente mediante análisis de ADN. Sin embargo, los dispositivos pudieron capturar muestras de pelo de otras especies como tacuazín (*Didelphis virginiana*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*). Además, a través de la colocación de trampas cámara se pudo documentar la presencia de zorrillo manchado (*Spilogale angustifrons*) y perico ligero (*Eira barbara*). Las cámaras fueron colocadas a manera *ad vivitum* en localidades de alta frecuencia de encuentro de rastros de mamíferos (huellas y excretas) y frente a las trampas de pelo que habían capturado muestras en muestreos anteriores.

Para tener una presentación lógica de los resultados primero se presentaron los resultados que llevaron a la estructuración del protocolo final de muestreo y posteriormente se presentaron los resultados sobre uso de hábitat y abundancias. Ya que no se obtuvo muestras de felinos se procedió a realizar el análisis de dato de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), especie de la cual se tuvieron suficientes capturas.

Se realizó la digitalización de la cobertura y uso de suelo del área de estudio utilizando imágenes aéreas en un Sistema de Información Geográfica y con la utilización de un Sistema de Posicionamiento Global se realizó el mapeo de caminos y senderos. Los caminos fueron recorridos utilizando un vehículo de doble transmisión hasta donde este pudo acceder. Posteriormente, se continuó el mapeo de caminos y senderos de menor tamaño a pie. Cuando se tubo toda la información digitalizada se procedió a realizar la estructuración del primer diseño de muestreo (0) colocando las estaciones cumpliendo con los lineamientos de encontrarse sobre un camino y no estar a un máximo de distancia de 3 km una de otra.

Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo

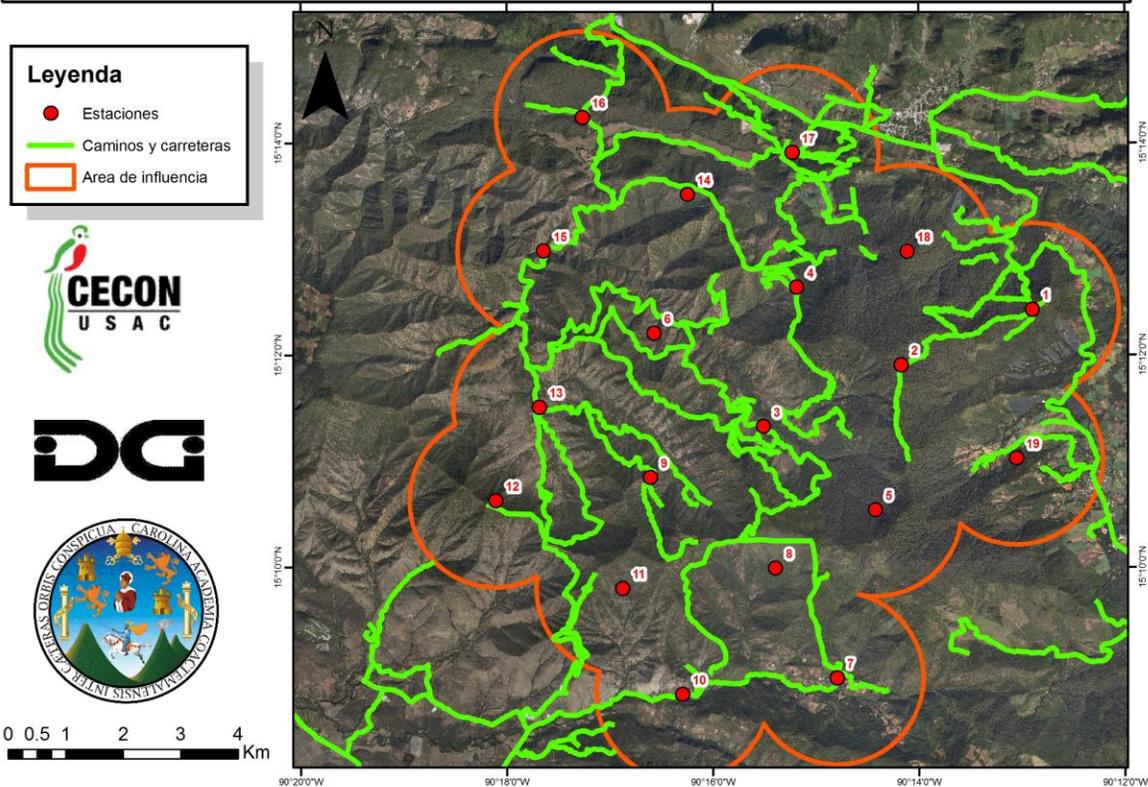


Imagen 2: Mapa de caminos y el primer diseño de muestreo.

Cuando se obtuvo el diseño digital se realizó un muestreo de campo modificando la ubicación de algunos puntos para que coincidieran con su ubicación sobre un camino o sendero. Durante este primer muestreo se estimó el tiempo necesario para la colocación de la totalidad de las trampas requiriéndose un total de 4 días para hacerlo e igual tiempo necesario para realizar la revisión de las trampas. Se pudo observar que las trampas perdían su aroma, principalmente en el área del bosque nuboso, por lo tanto quedaban inactivas antes de cumplirse los 4 días necesarios para cerrar un circuito de muestreo. No se obtuvo ninguna muestra durante este primer muestreo.

Durante el segundo muestreo se implementó el segundo protocolo (1 o G) el cual seguía el mismo diseño básico pero aumentando el número de trampas por sitio como fue explicado en la sección de metodología. Cuando se tuvo el 2do protocolo se logró optimizar el recorrido para la colocación y revisión de las trampas pudiéndose completar un circuito en dos días utilizando dos equipos de muestreo. De esta manera las trampas fueron reimpregnadas con fragancia cada dos días. El punto de muestreo 10 fue anulado debido al vandalismo por los habitantes de la región y se prefirió evitar futuros problemas.

El segundo muestreo fue utilizado como un pre-muestreo con el nuevo protocolo que se ponía a prueba. De esta manera durante Junio se realizó un muestreo intensivo utilizando este protocolo para llevarse esta a cabo se tubo que realizar una nueva exploración de rutas de acceso ya que la ruta original que se tenia para llegar al punto 4 fue clausurada por el dueño de una finca vecina. La colocación del punto de muestreo 8 fue imposible ya que el acceso a este requería el recorrido a pie durante 6 horas lo que imposibilitaba el cierre del circuito de muestreo en 2 días.

Tabla 1: Esfuerzo y éxito de captura de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) por muestreo

Diseño	Tipo de muestreo	Trampas * noche	Frecuencia de captura de muestras
0	Muestreo	30	0
1 o G	Pre-muestreo	64 (sitios*noche) 320 (trampas*noche)	0.046875
1 o G	Muestreo	128 (sitios*noche) 640 (trampas*noche)	0.0390625
2 o GA	Pre-muestreo	508	0.0157480
2 o GA	Muestreo	1260	0.0150793

Durante agosto se realizó un nuevo muestreo poniendo a prueba un distinto protocolo el cual se baso en secuencias de trampas separadas una de otra por 500 m de recorrido (3D). Este se realizó como un pre-muestreo para poder coordinar la logística necesaria y estimar el tiempo para completar un circuito completo de colocación y revisión de trampas. Además, se realizó el mapeo de nuevas rutas de acceso en la parte sur del área de estudio para tener una mejor cobertura en la disposición de las trampas. Debido a la intensidad de este muestreo se tuvo que dividir en dos partes que fueron muestreadas independientemente temporalmente. Para el análisis se hacen coincidir las sesiones de captura.

Sitio 1				sitio2			
Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
0	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0

Ambos sitios			
Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4
0	1	0	0
0	0	0	0
0	0	0	1
1	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

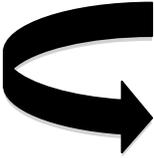


Imagen 3: ejemplo de ajuste de matrices de captura con diferencias temporales

El último muestreo se realizó durante octubre y noviembre siguiendo el protocolo establecido durante agosto. El área de estudio se dividió en dos secciones. Primero la parte nor-este (durante octubre) y posteriormente la sur-oeste (durante Noviembre).

Felinos del Biotopo del Quetzal, desarrollo de un protocolo de muestreo no invasivo

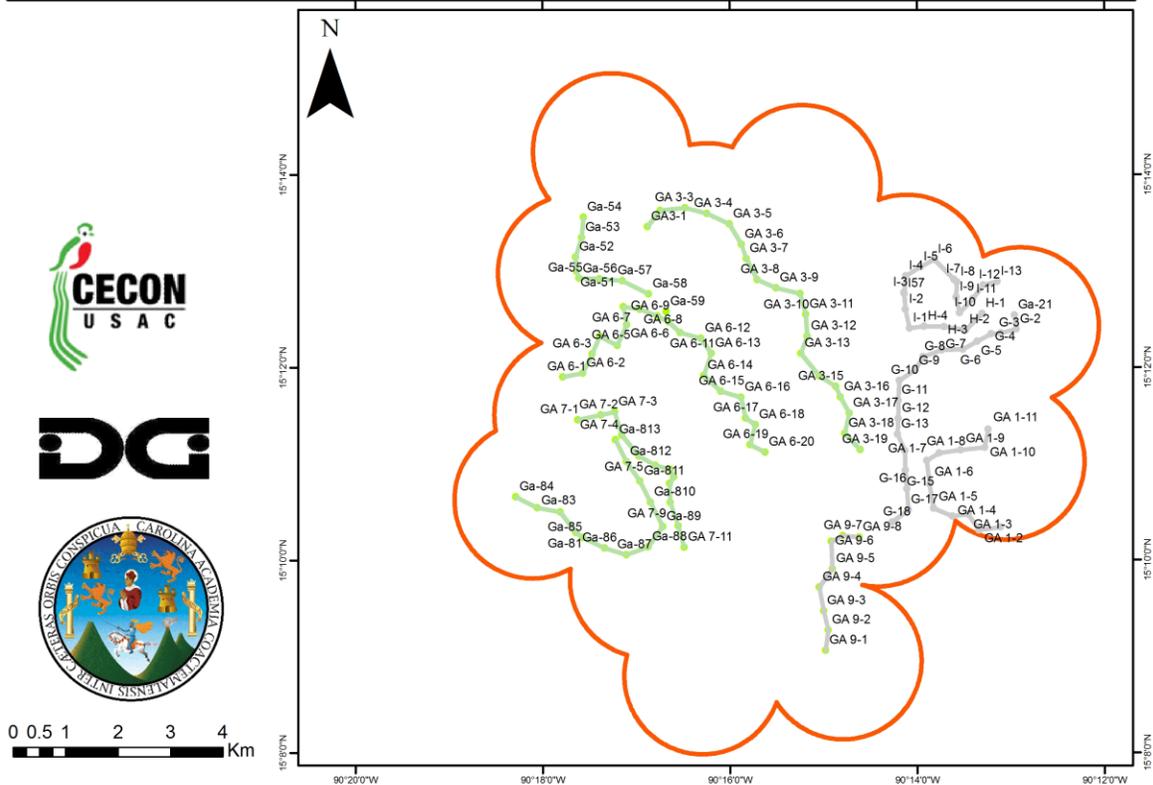


Imagen 4: mapa de disposición de trampas en diseño GA o 2.

Después de la identificación de las muestras obtenidas y finalizados los dos grandes muestreos se procedió a realizar la estimación de la ocurrencia (Ψ) y probabilidad de captura (p) (MacKenzie *et al.* 2006) utilizando el programa MARK, desarrollado por Gary White en la Universidad del Estado de Colorado (Evan Cooch & Gary White 2011).

Al contrastar los resultados del modelaje de la probabilidad de ocurrencia (Ψ) y la probabilidad de captura (p) obtenidos durante los dos distintos muestreos se observaron valores tanto de Ψ como de p superiores durante el muestreo bajo del segundo diseño (1 o G) en contraste con el tercer diseño (2 o GA). Sin embargo, durante el muestreo realizado con el diseño GA se puede observar un menor valor de error estándar, lo que indica que la disminución en los parámetros de Ψ y p se encuentran más ajustados a la realidad y presenta mayor confiabilidad.

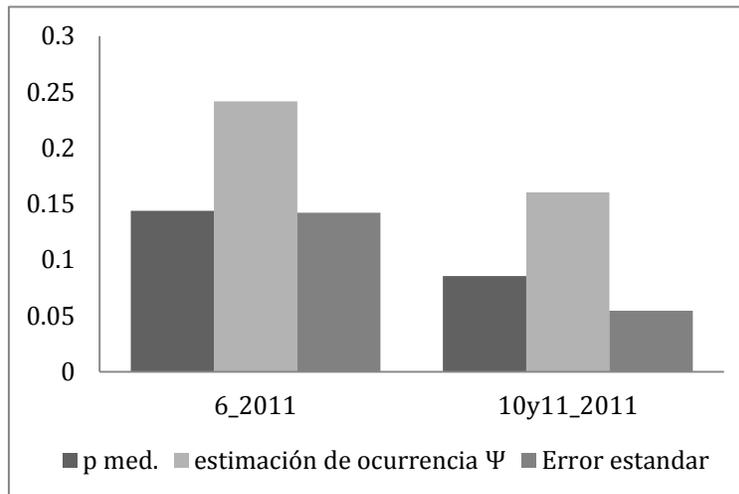


Imagen 5 y tabla 2: contraste de estimación de parámetros Ψ (p) utilizando los diseños de muestreo G y GA

	p media	estimación de ocurrencia Ψ	Error estándar
6_2011	0.143738389	0.2415654	0.142176
10y11_2011	8.56E-02	0.1601951	0.0545415

Después de la definición del protocolo ideal para la captura de muestras de pelos de zorra se procedió a realizar el análisis de abundancias y preferencias de hábitat. Utilizando los datos del último muestro bajo el diseño GA, se estimó la ocurrencia (Ψ) y probabilidad de captura (p) de zorras dentro de los dos tipos principales de vegetación: bosque nuboso y bosque de pino y encino. Se observó mayor probabilidad de captura de zorras en el bosque de pino-encino con respecto al bosque nuboso. Esto indica que existe una preferencia de hábitat por parte de las zorras que se encuentran adaptadas a ambientes abiertos muy distintos al presente en el bosque nuboso con un sotobosque muy denso.

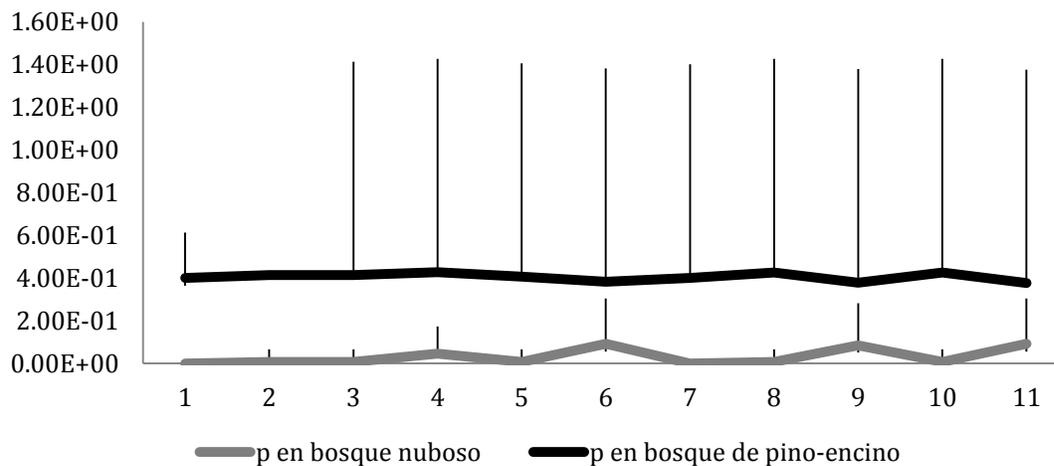


Imagen 6: variación de p para zorras a lo largo de del muestreo diseño GA bosque nuboso y pino-encino

También, se observo que p presenta poca variabilidad en el bosque de pino-encino a lo largo del muestreo a diferencia de p en el bosque nuboso que presenta una tendencia a aumentar conforme avanza el muestreo.

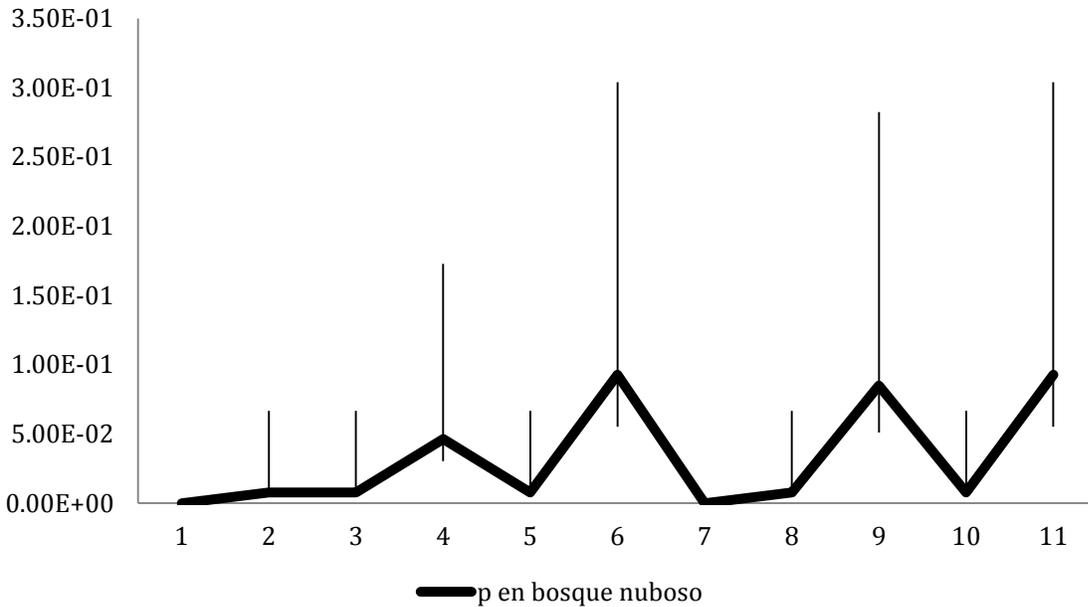


Imagen 7: variación de p para zorras a lo largo de del muestreo diseño GA bosque nuboso.

Se comparo el efecto que se tiene sobre Ψ varios factores ambientales antropogénicos. Primero, se analizó la cercanía a las comunidades y asentamientos humanos. Para ello, se obtuvo el promedio de la distancia de las comunidades que se encontraban con una proximidad menor a 5 km de cada punto de muestreo. En base ha esto, se obtuvieron rangos de cercanía a comunidades, utilizando el historial de captura de las trampas que se encontraban dentro de cada rango se calculo Ψ y se analizó como variaba a lo largo de los distintos rangos.

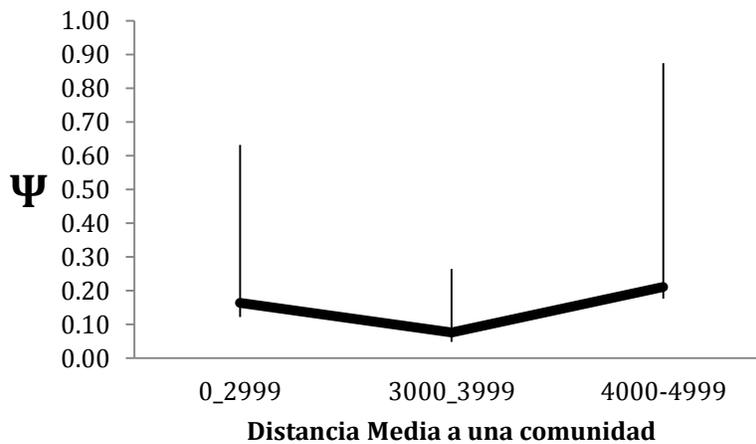


Imagen 8: variación de Ψ entre distintos rangos de distancias medias a comunidades.

No se observó un cambio significativo en el valor de Ψ de zorras relacionado con la cercanía media a centros poblados. Cuando se analizó únicamente la distancia mínima al asentamiento humano más cercano, se observó que existe un incremento cuando se alcanza una distancia superior a los 3 km.

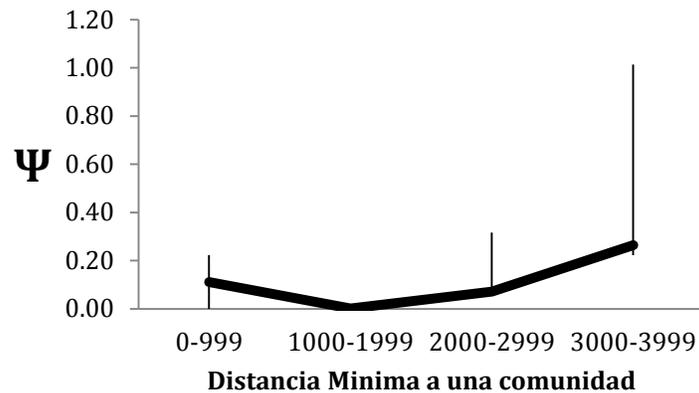


Imagen 9: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas de los puntos de muestreo hacia la comunidad mas cercana.

El efecto que presentan las dos principales carreteras que se encuentran el área de estudio (CA-14 y G5) es diferente. Se observa que al aumenta la distancia de los puntos de muestreo respecto a CA-14 aumenta el valor de Ψ . Esto contrasta con la imagen presentada por los datos del contraste con G5 donde se tienen valores alto incluso en la inmediatez de la carretera lo que nos hace pensar que la disminución que se observa cuando se alcanza una distancia de superior a los 2 km de distancia de G5 puede estar influenciada por otros factores distintos a la carretera en si.

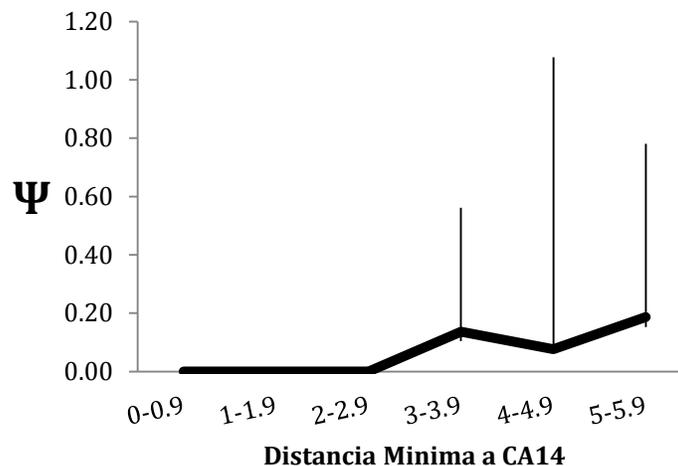


Imagen 10: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia CA-14

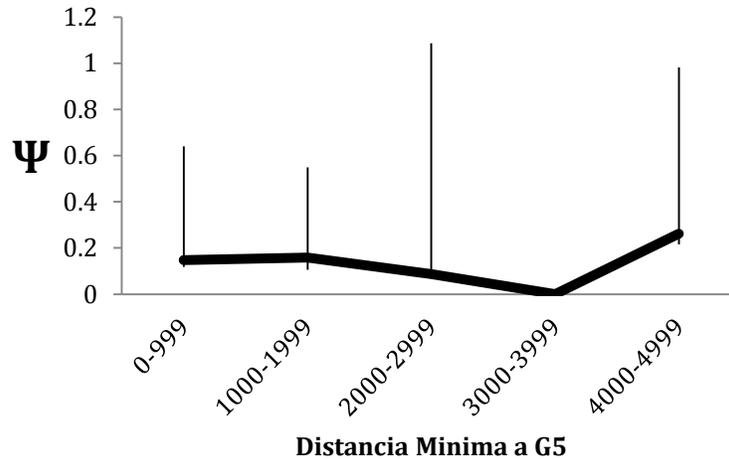


Imagen 11: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia G5

Respecto a la cercanía a centros agrícolas se puede observar un incremento en el valor de Ψ conforme se aleja de ellos. No se conto con datos suficientes como para analizar distancias superiores a los 3 km.

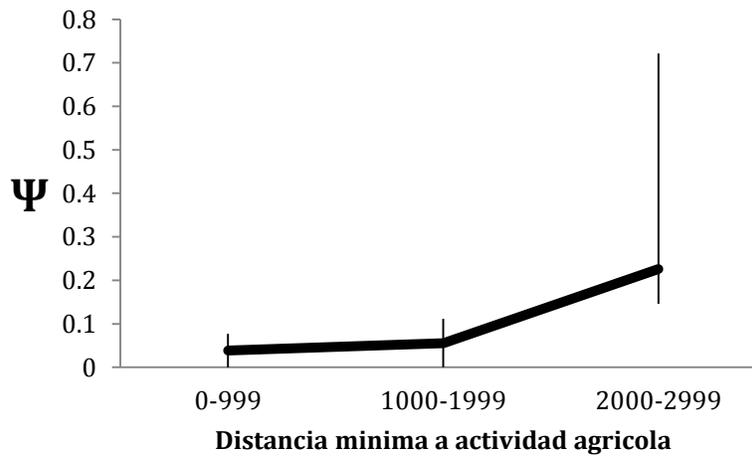


Imagen 12: variación de Ψ entre rangos de distancias mínimas hacia centros agrícolas.

Discusión

La ausencia de registros de felinos en el área de estudio indica que estas especies, si aun permanecen en el área, se encuentran en densidades muy bajas, inferiores a niveles de detectabilidad mínima para la metodología empleada. La ausencia de felinos mayores en el área se debe muy probablemente a la alta presión de cacería que se observo durante los muestreos de campo. Probablemente, la cacería también provoque presión sobre los ungulados y otras presas de los felinos lo que a su vez podría aumentar el rango hogareño de los gatos disminuyendo la probabilidad de captura hasta valores indetectables.

Las imágenes reportadas por Moreira *et al.* (2008) de margay (*Leopardus wiedii*) y yaguarundí (*Puma yaguarundí*) en el área de estudio sugieren la presencia de estas especies en el lugar. Sin embargo, las densidades de estas especies podrían ser muy bajas. Los registros de excremento de depredadores medianos obtenidos dentro del Biotopo del Quetzal también indican la posibilidad de presencia de felinos menores dentro del área. La identificación a nivel específico de estas excretas es imposible al no haberse encontrado huellas asociadas y no contar con análisis de ADN que las identifiquen. Sin embargo, estos podrían presentar un rango hogareño muy amplio que disminuye la probabilidad de detección de los individuos.

En base a las capturas de zorra (*Urocyon cinereoargenteus*) se determinó que no existió incremento en la frecuencia de captura entre muestreos utilizando el diseño GA (mas intensivo) y diseño G (tabla1). Esto indica que es posible realizar una buena estimación de abundancias de zorras y otros parámetros utilizando un protocolo de muestreo bajo similar al diseño G. Sin embargo, cuando se analiza la probabilidad de captura (p) y la probabilidad de ocurrencia (Ψ) (imagen 5, tabla 2) se observa que el diseño con mayor precisión en la estimación de estos parámetros fue GA. Esto es de esperarse ya que fue el que conto con mayor intensidad de muestreo y con mayor número de trampas. De esta manera se puede afirmar que el diseño para la implementación de un protocolo de estimación de parámetros poblacionales de zorras debe estar basado en series de trampas colocadas a lo largo de caminos y senderos.

En el análisis de probabilidad de captura de zorras se obtuvieron valores superiores en las series de trampas colocadas en bosque de pino-encino, en comparación a las series dentro de bosque nuboso. Esto es lógico, ya que la zorra es una especie asociada a lugares abiertos y el bosque nuboso presenta un bosque y sotobosque muy denso (Imagen 6 y 7).

Tradicionalmente, se considera a la zorra como una especie resistente a la intervención humana. Sin embargo, en el presente trabajo se puede observar que los valores de ocurrencia de esta especie si puede ser influenciados por ciertos factores antropogénicos como la cercanía mínima hacia poblados humanos (Imagen 9), carreteras mayores (como lo es la CA-14, imagen 10) y la cercanía a centros agrícolas (Imagen 12). No obstante, se observa una situación opuesta en la estimación de probabilidad de ocurrencia y la cercanía a la carretera G5 (Imagen 11). Esto es posible

explicar ya que la G5 es una carretera poco transitada y de terracería que es recorrida principalmente por eventuales taxistas que transportan a los comunitarios hacia y de regreso a Salama y/o Purulha y por camiones madereros. Además, el número de comunidades a las orillas de esta carretera es inferior al encontrado en las cercanías a la CA-14 que es una carretera asfaltada de 2 carriles (Imagen 1).

Conclusiones:

- De encontrarse felinos en el área de estudio estos se encuentran en densidades poblacionales inferiores a las detectables con un muestreo intensivo de trampas de pelos.
- La metodología de muestreo con trampas de pelos es una buena herramienta para el estudio de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).
- El diseño de muestreo basado en series de trampas colocados a lo largo de senderos el mas recomendado para el desarrollo de protocolos de muestreos de poblaciones de zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*).
- La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) presenta mayores valores de probabilidad de ocurrencia en el bosque de pino-encino comparado con el bosque nuboso
- La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es una especie con tolerancia moderada a la intervención antropogénea pero su probabilidad de ocurrencia se disminuye con la cercanía de asentamientos humanos, actividad agrícola y carreteras mayores.

Recomendaciones:

- Implementar el diseño desarrollado con series de trampas de pelos en otras áreas para estimar parámetros poblacionales de zorras y felinos menores.
- Estimar el tamaño poblacional de zorras en el área de estudio utilizando identificación individual a través de la extracción de ADN de las raíces de los pelos capturados durante el presente estudio y estimar otros parámetros poblacionales con esta especie.
- Desarrollar e implementar estrategias de conservación que favorezcan la interconexión de parches de bosque, disminuyan la presión que sufren los parches establecidos y favorezcan el intercambio de fauna.
- Desarrollar convenios y actividades con las comunidades humanas dentro del área de influencia del biotopo del quetzal y fincas aledañas para reducir el impacto de la cacería de subsistencia y deportiva que se realiza de forma furtiva.
- Desarrollar convenios con los ganaderos dentro del área de influencia del Biotopo del Quetzal y fincas aledañas para evitar la cacería de los felinos mayores y evitar la pérdida de ganado a cuenta de estos felinos.

Bibliografía:

1. Aranda, Marcelo 2000 Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, Instituto de Ecología ,A.C. Xalapa, México. 212 p.
2. Arita, H. & M. Aranda. 1987. Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, V. p. 21
3. Basterrechea, M. 2000. Plan Maestro 2000-2004. Biotopo Universitario “Mario Dary Rivera” para la Conservación del Quetzal. Asesoría Manuel Basterrechea Asociados. Centro de Estudios Conservacionistas (CECON), Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).
4. Bellemain Eva, Jon E. Swenson, David Tallmon, Sven Brunberg and Pierre Taberlet 2005 Estimating Population Size of Elusive Animals with DNA from Hunter-Collected Feces: Four Methods for Brown Bears. *Conservation Biology* V 19, No. 1 p 150-161.
5. Ben Bolker 2007 *Ecological Models and Data in R*, Princeton University Press Princeton and Oxford p. 508
6. Boulager John and A.N. Hamilton 2001 A comparison of DNA mark-recapture and Fuhr-Demarchi/ stepdown population and density estimates for grizzly bears in British Colimabia. *Integrated Ecological Reserch* p 15.
7. Buch, M. 1986. Identificación de algunas especies de pequeños mamíferos de la Provincia de Buenos Aires mediante características de sus pelos. *Phycis* 44 p.113-118.
8. Capurro, A.; A. Travaini, y A. Novaro. 1988. Identificación de pequeños mamíferos de la Provincia de Neuquén a través de características de sus pelos. (V Reunión de la Sociedad Argentina de Mastozoología, Tucumán, Noviembre de 1988).
9. Chehébar C y S Martín. 1989. Guía para el reconocimiento microscópico de los pelos de los mamíferos de la Patagonia. *Acta Vertebrata* 16:247-291.
10. CONAP 2009 Lista de Especies Amenazadas de Guatemala CONAP Guatemala p. 120
11. Cooch, Evan and Gary White 2011 A Gentle introduction to Mark <http://www.phidot.org/software/mark/docs/book/>
12. Fasola, Laura; Marcelo Bello y M. Laura Guichón 2005 Uso De Trampas De Pelo Y Caracterización De Los Pelos De La Ardilla De Vientre Rojo *Callosciurus Erythraeus*) *Mastozoología Neotropical*, 12(1) p. 9-17
13. Fernández Gustavo J. and Silvia M. Rossi 1998. Medullar Type And Cuticular Scale Patterns Of Hairs Of Rodents And Small Marsupials From The Monte Scrubland (San Luis Province, Argentina) *Mastozoología Neotropical*; 5(2) p. 109-116.
14. García, 1998. Informe Final de Ejercicio Profesional Supervisado - EPS- Realizado en el Biotopo “Mario Dary Rivera” para la Conservación del Quetzal”. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Biología. Guatemala.
15. García, R., R. McNab, J. Soto, J. Radachowsky, J. Moreira, C. Estrada, V. Méndez, D. Juárez, T. Dubón, M. Córdova, F. Córdova, F. Oliva, G. Tut, K. Tut, E. González, E. Muñoz, L. Morales & L. Flores. 2006. Los jaguares del corazón del Parque Nacional Tikal, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala). 12 pp.

16. Grajeda, Lucia 2010 “Ensamblajes de pequeños mamíferos en hábitats naturales y modificados en el Biotopo Universitario para la Conservación del Quetzal Mario Dary y su área de amortiguamiento.” Consejo Nacional De Ciencia Y Tecnología, Secretaria Nacional De Ciencia Y Tecnología, Fondo Nacional De Ciencia Y Tecnología, Facultad De Ciencias Químicas Y Farmacia Universidad De San Carlos De Guatemala p. 91
17. Hilton Henry and Norman P. Kutscha 1978 Distinguishing Characteristics of the Hairs of Eastern Coyote, Domestic Dog, Red Fox and Bobcat in Maine American Midland Naturalist, 100 (1) p. 223-227.
18. Howard, Clark, jr., Brian Cypher, Patrick Kelly, Daniel Williams, and Steven Clifton, 2003 Use of a hair-sampling tube to detect the san joaquin kit fox, transactions of the western section of the wildlife society 38/39 p. 29-30
19. Juárez, Diego, Christian Estrada, Michelle Bustamante, Yasmín Quintana, José Moreira y Jorge López 2010 Guía Ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos mayores y medianos de Guatemala. USAC p. 107
20. Kāranta, Ullāsa and James Nichols, 2002 Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers, and conservationists in tropical Asia Wildlife Conservation Society (N.Y.), Geological Survey (U.S.), W.W.F. (U.S.) p. 193
21. Lindenmayer D. B., R. D. Incoll, R. B. Cunningham, M. L. Pope, C. F. Donnelly, C. I. MacGregor, C. Tribolet and B. E. Triggs 1999. Comparison of hairtube types for the detection of mammals Wildlife Research, 26, p. 745-753
22. MacKenzi, Darry; James Nichols, Andrew Royle, Kenneth Pollock, Larissa Bailey and James Hines 2006 Occupancy Estimation and Modeling, Elsevier p 322
23. Mayer, W. V. 1952. The hair of California mammals with keys to the dorsal guard hairs of California mammals. The American Midland Naturalist 48:480-512.
24. McGarigal, Kevin, San Cushman and Susan Stafford 2000 Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research Springer USA p. 283
25. Moreira José, Roan McNab, Rony García, Gabriela Ponce, Roberto Salom, Marcial Córdova, Francisco Córdova, Melvin Mérida, Jeovany Tut y Merlina Barnes 2008a Evaluando el funcionamiento de dos modelos de trampas cámara (Leaf River y Deer Cam) en el Biotopo del Quetzal, Purulhá, Guatemala. Wildlife Conservation Society p. 9
26. Moreira José, Roan Balas McNab, Rony García, Víctor Méndez, Merlina Barnes, Gabriela Ponce, Adalberto Vanegas, Gaudencio Ical, Edgar Zepeda, Isidro García, & Marcial Córdova 2008b Densidad de Jaguares dentro de la Concesión Comunitaria de Carmelita y de la Asociación Forestal Integral San Andrés Petén, Guatemala. Wildlife Conservation Society p. 22
27. Moreira, J., R. Balas, D. Thornton, R. García, V. Méndez, A. Vanegas, G. Ical, E. Zepeda, R. Senturión, I. García, J. Cruz, G. Asij, G. Ponce, J. Radachowsky y M. Córdova. 2007. Abundancia de jaguares en La Gloria-El Lechugal, Zona de Usos Múltiples, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Informe interno. Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre (WCS-Guatemala), Programa para la Conservación del Jaguar. 17 pp.
28. Moreno, Ricardo. 2000. Atrayentes para los felinos silvestres. Scientia 15 (1):115-117.

29. Mowat, Garth and David Paetkau 2001 Estimating Marten Population Size and Distribution Using Hair Capture and DNA Fingerprinting in the Central Selkirk Mountains of British Columbia Slocan Forest Products and Ministry of Environment, Lands, and Parks Fish and Wildlife Division Kootenay Region 23 p.
30. Mowat, G 2001 Measuring wolverine distribution and abundance in Alberta. Alberta Sustainable Resource Development, Fish and Wildlife Division, Alberta Species at Risk Report No. 32 Edmonton, AB. 22 pp.
31. Nason, E. D. 1948. Morphology of hairs of Eastern North America Bats. American Midland Naturalist 39 p. 345-361.
32. Novack Anthony J. 2003 Impacts of subsistence hunting on the foraging ecology of jaguar and puma in the Maya biosphere reserve, Guatemala. A thesis presented to the graduate school of the University of Florida in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science p. 38.
33. Oliveira, Tadeu Gomes de. 1994 Neotropical cats: ecology and conservation EDUFMA 220 p.
34. Philipp Henschel & Justina Ray 2003 Leopards in African Rainforests: Survey and Monitoring Techniques WCS Global Carnivore Program.
35. Piggott, Maxime P. and Andrea C. Taylor 2003 Remote Collection of animal DNA and its applications in conservation Management and understanding the population biology of rare and cryptic species. Wildlife Research 30, p 1-13
36. Ponciano, I y Glick, D. 1980. Plan de Manejo y Desarrollo del Biotopo Universitario para la conservación del Quetzal. Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Biología. Guatemala.
37. Quadros J. y E. L. A. Monteiro- Filho. 1998. Effects of digestion, putrefaction and taxidermy processes on *Didelphis albiventris* hair morphology. Journal of Mammalogy 244 p. 331-334.
38. Quadros J. y E. L. A. Monteiro- Filho. 2006a. coleta e preparacao de pelos de mamíferos para identificação em microscopia optica. Revista brasileira de zoología 23 (1): 274-278.
39. Quadros J. y E. L. A. Monteiro- Filho. 2006b. Revisão conceitual, padrões microestruturais e proposta nomenclatória para os pêlos-guarda de mamíferos brasileiros Revista brasileira de zoología 23 (1): p. 279-292.
40. Quinn, Gerry and Michael Keough 2006 Experimental Design and Data Analysis for Biologist Cambridge University Press p. 537
41. Reid, Fiona 1997 A Field guide to the mammals of Central America and Southeast México. Oxford University Press 334 p.
42. Short, H. 1978. Analysis of cuticular scales on hairs using the scanning electron microscope. Journal of Mammalogy 59: p.261-268.
43. Sokal, Robert and James Rohlf 1981 Biometry Freeman and Company N.Y. p. 859
44. Stefan Himmer, John Boulanger. April 23, 2002 Grizzly Bear Population Trend Monitoring Design Using DNA Methods For The Quesnel Highlands (Tfl 52) Project Arctos Wildlife Services and Integrated Ecological Research
45. IUCN 2010 Red List <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist> 2010-07-05
46. Vazquez, D., P. Perovic y A. De Olsen. 2000. Patrones cuticulares y medulares de pelos de mamíferos del noreste argentino (Carnivora y Artiodactyla). Mastozoología Neotropical 7(2): p.131-147.

47. Verhoeven Lynn Ellen 1972 The Advantages of the Scanning Electron Microscope in the Investigative Studies of Hair The Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science, 63 (1) p. 125-128.

48. Weingart Ellen L. 1973 A Simple Technique for Revealing Hair Scale Patterns American Midland Naturalist, 90 (2): 508-509.

Nombre	Categoría	Número de Registro de Personal	Pago	
			SI	NO
Lic. Diego Juárez Sánchez	Coordinador	20040308	X	
Br. Michelle Bustamante	Auxiliar II	20060145	X	
Lic. Manuel Barios Izas	Investigador I			X

Nombre	Firma
Lic. Diego Juárez Sánchez	
Br. Michelle Bustamante	
Lic. Manuel Barios Izas	

Guatemala 10 de Enero del 2012

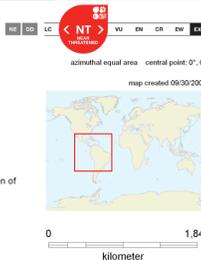
Anexos

Mapas de distribución por especie. Mapas UICN 2010 fotografías ©Diego Juárez



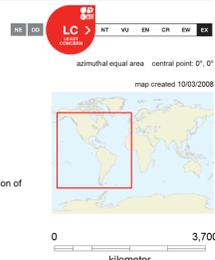
Leopardus wiedii

- range type
- native (resident)
 - native (breeding)
 - native (non breeding)
 - reintroduced
 - introduced
 - origin uncertain
 - possibly extinct
 - extinct
- national boundaries
 - - - - - subnational boundaries
 lakes, rivers, canals
 salt pans, intermittent rivers
- data source:
 IUCN (International Union for Conservation of Nature)



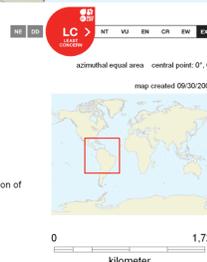
Puma concolor

- range type
- native (resident)
 - native (breeding)
 - native (non breeding)
 - reintroduced
 - introduced
 - origin uncertain
 - possibly extinct
 - extinct
- national boundaries
 - - - - - subnational boundaries
 lakes, rivers, canals
 salt pans, intermittent rivers
- data source:
 IUCN (International Union for Conservation of Nature)



Leopardus pardalis

- range type
- native (resident)
 - native (breeding)
 - native (non breeding)
 - reintroduced
 - introduced
 - origin uncertain
 - possibly extinct
 - extinct
- national boundaries
 - - - - - subnational boundaries
 lakes, rivers, canals
 salt pans, intermittent rivers
- data source:
 IUCN (International Union for Conservation of Nature)



Panthera onca

- range type
- native (resident)
 - native (breeding)
 - native (non breeding)
 - reintroduced
 - introduced
 - origin uncertain
 - possibly extinct
 - extinct
- national boundaries
 - - - - - subnational boundaries
 lakes, rivers, canals
 salt pans, intermittent rivers
- data source:
 Wildlife Conservation Society





Puma yagouaroundi

range type

- native (resident)
- native (breeding)
- native (non breeding)
- reintroduced
- introduced
- origin uncertain
- possibly extinct
- extinct

- national boundaries
- subnational boundaries
- lakes, rivers, canals
- salt pans, intermittent rivers

data source:
IUCN (International Union for Conservation of Nature)



azimuthal equal area central point: 0°, 0°
map created 10/03/2008

