

Aproximación a la distribución del jaguar (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*) en el Magdalena Medio Antioqueño, con revisión del estado de amenaza y de los métodos empleados

ESTUDIANTE: Sebastián Botero Cañola

ASESOR: Sergio Solari, Ph.D.

Grupo de Mastozoología-CTUA

Instituto de Biología

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Universidad de Antioquia

Medellín – 2011

Agradecimientos

A mi familia por el apoyo incondicional y confianza en mí.

Al profesor Sergio Solari por todos los consejos, apoyo, asesoría y amistad
brindada durante la carrera.

A Andrés Arias por todo lo que me enseñó y ayudó desde que empecé a trabajar
con felinos.

Juan David Sánchez por toda la ayuda recibida durante la realización de este
proyecto.

A CORANTIOQUIA y a Juan Camilo Restrepo por todo el apoyo logístico y
económico para la realización de este proyecto. A Diana David y Natalia Góngora
de CORANTIOQUIA por la inmensa ayuda en campo.

A Esteban Payán y Sahil Nijhawan de la Fundación PANTHERA por la asesoría y
consejos.

Un agradecimiento muy especial a todas las personas que nos ayudaron con tanto
gusto en campo, especialmente Julio Marín y "Pampirucho" y a todos los que
amablemente respondieron las entrevistas permitiendo la realización de este
trabajo.

A mis amigos del Grupo de Mastozoología de la Universidad de Antioquia.

A todas las personas que de alguna forma ayudaron a la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
HIPÓTESIS.....	23
OBJETIVOS.....	24
METODOLOGÍA.....	25
1. Zona de estudio.....	25
2. Métodos de registro: Ocupancia.....	27
3. Métodos de registro: estimación de distribución.....	30
4. Diseño experimental.....	31
RESULTADOS.....	35
1. Ocupancia.....	35
2. Conflicto y percepción.....	45
3. Estimación de distribución a partir de Registros primarios.....	51
DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....	54
1. Distribución y ocupancia en el área de estudio.....	54
2. Amenazas.....	58
3. Evaluación de los Métodos.....	60

CONCLUSIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	68
ANEXO 1: Formato entrevistas.....	80
ANEXO 2: Registros puntuales de puma y jaguar.....	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de distribución de puma en Centro y Sur América.....	12
Figura 2. Corredores propuestos por la fundación Panthera y unidades de conservación del jaguar.....	16
Figura 3. Zona de estudio, unidades de conservación del jaguar y corredores de la iniciativa corredor jaguar.....	20
Figura 4. Área de estudio de ocupancia.....	26
Figura 5. Ejemplo hipotético de la diferencia en los resultados obtenidos con diferentes escalas de muestreo.....	34
Figura 6. Cuadrantes donde se recopiló información sobre la presencia del Jaguar (<i>Panthera onca</i>) en el área designada para el análisis de ocupancia.....	37
Figura 7. Cuadrantes donde se recopiló información sobre la presencia del Puma (<i>Puma concolor</i>) en el área designada para el análisis de ocupancia.....	40
Figura 8. Distribución de presas grandes en el área de estudio.....	42
Figura 9. Distribución de presas medianas en el área de estudio.....	43
Figura 10. Distribución de los eventos de depredación de animales domésticos por parte de Jaguares y Pumas.....	48
Figura 11. Percepción del jaguar en las localidades visitadas.....	50
Figura 12. Mínimo polígono convexo con registros puntuales de puma.....	52
Figura 13. Mínimo polígono convexo con registros puntuales de jaguar.....	53

Figura 14. Predicción de la distribución de jaguar en la zona de estudio por
modelación de nicho con MAXENT.....62

RESUMEN

A pesar de la importancia de la zona central de Colombia para la conservación de los grandes felinos, son pocos los estudios sobre estas especies llevados a cabo allí. En este estudio estima parcialmente la distribución del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*) y se obtiene una aproximación al conflicto humanos-felinos en parte del Magdalena Medio Antioqueño empleando el análisis de entrevistas en el marco de ocupancia y la creación de polígonos entre registros primarios y se comparan las dos aproximaciones metodológicas. Mediante el análisis de ocupancia, se estima que el jaguar ocupa un 83% del área muestreada y se identifica un corredor que une las poblaciones de la Serranía de San Lucas con las de la unidad de conservación del jaguar de 34 (San Vicente de Chucuri), mientras que para el puma se estima que ocupa un 76% del área muestreada con una probabilidad de detección mediante entrevistas mucho menor que la del jaguar. El análisis de los registros puntuales arroja una distribución con gran solapamiento de los polígonos obtenidos para ambas especies y no presenta buena resolución espacial. Tanto las entrevistas como los registros puntuales indican que en la zona hay una población residente de jaguares. La evaluación del conflicto muestra que este es más intenso para el jaguar que para el puma y que presenta especial amenaza para la especie en el Nordeste del municipio de Yondó. Se recomienda para futuros estudios de este tipo el empleo de entrevistas analizadas con ocupancia junto con la búsqueda de indicios directos de la presencia de las especies que sirvan para verificar y obtener datos adicionales a las entrevistas.

ABSTRACT

Although the central zone of Colombia is of great interest for big felid conservation, few studies have been done on this subject in the zone. This study partially estimates jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) distribution and assess the human-felid conflict in a portion of Magdalena Medio region of Antioquia by analyzing interviews in occupancy framework and creating polygons between primary records of the species and compares the two methodological approximations. The occupancy analysis of the interviews estimates a jaguar occupancy of 83% of the sampled area and identifies a corridor between the population on Serranía de San Lucas and the one on the Jaguar Conservation Unit 34 (San Vicente de Chucurí). The estimate of puma occupancy of the sampled area is 76% with a detectability lower than jaguar's. The primary records analysis show a great overlay of the polygons of jaguar and puma distributions and presents a low spatial resolution. Both the interviews and the primary records suggest a resident population of jaguars in the study zone. Conflict assessment indicates this is strongest for the jaguar and that it poses a special threat for it in the northeastern portion of Yondó municipality. It is advisable for future studies of this kind to use occupancy analysis of interviews in union with search for direct records of the species presence that verifies and gives additional data on the interviews.

INTRODUCCIÓN

Es claro que estamos en una crisis ambiental global y se está entrando en una extinción masiva, con la desaparición y declive de muchas especies especialmente por causas antrópicas (Ehrlich & Pringle, 2008; Laurence 2006). Uno de los grupos de especies más amenazados, y cuyo papel en los ecosistemas puede ser primordial, es el de los mamíferos del orden Carnívora, del cual muchas especies corren peligro de desaparecer por causas humanas directas e indirectas (Weber & Rabinowitz, 1996). Dentro de los carnívoros, un grupo especialmente amenazado es el conformado por los predadores-tope, quienes debido a sus mayores requerimientos de hábitat son supremamente vulnerables a la fragmentación (Crooks, 2002; Michalski & Peres 2005) y están sufriendo rápidas disminuciones poblacionales debido a que su hábitos alimenticios puede ponerlos en una situación propensa al conflicto con los seres humanos por depredación de animales domésticos (Treves & Karanth, 2003; Treves et al., 2009) y susceptibles a la cacería de sus presas naturales por parte de los humanos (Karanth et al., 2004). Esto es especialmente preocupante debido al importante rol que cumplen estas especies en los ecosistemas que habitan, pues se ha demostrado que controlan poblaciones de herbívoros, disminuyen la competencia promoviendo la coexistencia de especies con nichos similares y mantienen controladas las poblaciones de mesopredadores, evitando un colapso de las presas de estos (Johnson et al., 2006; Miller et al., 2001; Ritchie & Johnson, 2009; Sergio et al., 2008; Sinclair et al., 2003; Stenneck, 2005; Terborgh, 1988). Además de esto, en el contexto de la rápida conversión del

hábitat y extinción de especies, los carnívoros pueden servir como especies sombrilla o especies paisaje que ayuden a diseñar redes de áreas protegidas que no solo los conserven a ellos, si no a gran parte de la comunidad biótica de una región (Linnell et al., 2000; Sanderson et al, 2002a). Y aunque en el caso de carnívoros que tienen potencial o real conflicto con humanos, estas estrategias puede generar un rechazo de las acciones de conservación por parte de los pobladores de un área, en ciertos casos pueden ser muy efectivas (Sergio et al, 2008). Con lo anterior se muestra la importancia de realizar investigaciones que ayuden a entender mejor el papel de estos carnívoros en los ecosistemas, tanto naturales como antropizados, y a utilizar esta información para diseñar estrategias de conservación para los predadores-tope y los hábitats que ocupan.

Los mamíferos predadores más grandes del Neotrópico son el jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), de la familia de los gatos (Felidae). Ambas especies tienen rangos geográficos muy amplios. Mientras el rango del puma se extiende desde el Sur de Canadá hasta el sur de Argentina y Chile (Jorgeson et al., 2006), el del jaguar va desde el norte de México hasta Paraguay y el norte de Argentina (Rodríguez -Mahecha et al., 2006). Aunque, según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2008), el puma esta categorizado como preocupación menor (LC) y el jaguar como casi amenazado (NT), hay muchas poblaciones locales de estos felinos que están sufriendo disminuciones aceleradas y muchas otras que pueden haberse extinguido, reduciendo considerablemente la continuidad del rango de distribución de estas especies.

Del puma aunque se conoce mucho de su ecología, distribución y estado de conservación en Norte América, es poco lo que se conoce para Centro y Sur América (Hornocker & Negri, 2010), y aunque Laudre & Hernandez (2010) estiman que un 40% del hábitat original en Latinoamérica se ha perdido o está amenazado, existen grandes vacíos en el conocimiento de la distribución a escala fina de la especie. Según el análisis espacial hecho por estos autores, teniendo en cuenta ubicación de centros poblados y densidad de carreteras a una escala continental, todas las poblaciones de Colombia al norte de los Andes están extintas o amenazadas (Fig. 1). Además aunque no hay datos poblacionales para el país, se tiene la suposición de que muchas poblaciones por fuera de áreas protegidas están reducidas o extintas tanto por la fragmentación de hábitat como por la persecución de la cual son objeto debido al conflicto generado por la depredación de animales domésticos y se tiene la especie catalogada para el país como casi amenazado (Jorgeson et al., 2006).

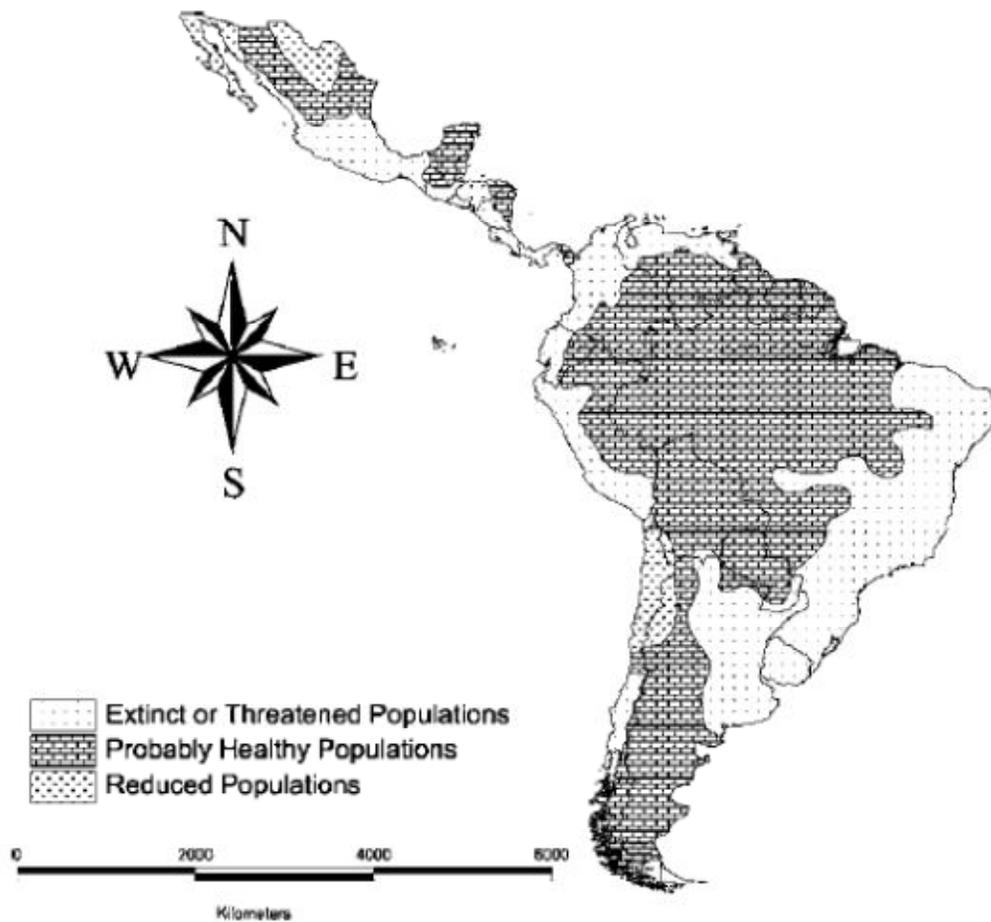


Figura 1. Mapa de distribución de puma en Centro y Sur América. Tomado de Laudre & Hernandez (2010).

En cuanto al jaguar, se estima que su rango de distribución ha tenido una reducción muy notable desde el año 1900 y actualmente se encuentra ocupando solo un 46% de su distribución histórica en toda América (Sanderson et al., 2002b). Solo en Sur América, se encuentra actualmente en el 62% de su distribución original y el 36%

de estas zonas presentan poblaciones que se están fragmentando y disminuyendo continuamente (Rodríguez-Mahecha et al., 2006). Esta gran reducción se debe en parte a la gran presión de cacería que sufrió esta especie durante el siglo XX para el comercio de su piel, llegándose a registrar una exportación legal de 13516 pieles solo para Estados Unidos en 1968 (Mahler, 2009). Aunque esta amenaza disminuyó drásticamente en la década de los 70's cuando casi todos los países exportadores e importadores se acogieron a convenios internacionales para acabar con el comercio de pieles, en las últimas décadas han surgido nuevas amenazas, principalmente la pérdida y fragmentación del hábitat y la cacería en retaliación por depredación de animales domésticos, al igual que sucede con el puma (Payan et al., en prensa; Rodríguez-Mahecha et al., 2006).

Aunque el jaguar es el menos estudiado de los grandes felinos, desde la década de los 80's cuando se iniciaron los primeros estudios de su ecología (Schaller & Crawshaw, 1980, Rabinowitz & Nottingham, 1986) hasta ahora, se ha avanzado mucho en la investigación de aspectos de distribución, ecología y conservación (Sanderson et al., 2002b). Un evento clave para la conservación de esta especie, fue el taller "El jaguar en el Nuevo Milenio", realizado en México, donde se reunieron 35 expertos de todos los países incluidos en la distribución de este felino para poner en común todo el conocimiento que hasta la fecha se tenía de la especie y diseñar una estrategia de conservación que abarque todo el rango de su distribución (Sanderson et al., 2002c). El principal resultado de este ejercicio, fue la identificación de 51 áreas prioritarias para la conservación de la especie (Unidad de

Conservación del Jaguar; UCJ) cubriendo todo su rango de distribución actual. De este taller también resultó la publicación del libro “El jaguar en el Nuevo Milenio” que contenía los avances en el conocimiento y conservación de la especie (Medellín et al., 2002). En el 2006 se hizo una actualización de datos, recopilando información de 110 expertos a nivel mundial, donde se aumentaron a 90 las UCJs (Zeller, 2007). Enmarcada en esta actualización, la estrategia de conservación a nivel internacional consistía en promover principalmente la investigación y conservación dentro de la UCJs, con lo que se esperaba conservar una porción representativa de la diversidad ecológica y genética de la especie, así como las 9 subespecies que se tenían reconocidas hasta entonces.

Sin embargo, el panorama cambio cuando se tuvo en cuenta los resultados de un estudio de filogeografía de la especie en todo su rango de distribución, que concluyó que esta no tenía subespecies y que la población era casi un continuo, teniendo solo un ligero efecto de barrera el Río Amazonas y el Istmo de Panamá (Eizirik et al., 2001). Esto llevó a replantear la estrategia de conservación, con el argumento de que si todas las poblaciones naturalmente han estado conectadas, no tendría mucho sentido protegerlas de manera aislada (Rabinowitz & Zeller, 2010). Para esto, se realizó un análisis más detallado, asignando costos de dispersión a cada tipo y porcentaje de cobertura vegetal, considerando si facilitan o dificultan el tránsito a la especie; además se incluyeron factores como densidad de población humana, distancia a carreteras y centros poblados (como indicativos del grado de conflicto con humanos), lo que disminuiría su capacidad de dispersión.

Teniendo cada factor un costo asignado por un grupo de expertos, se sobrepusieron y sumaron todos sobre la distribución de la especie y se determinó cuales serían los corredores entre las UCJs que menor costo de dispersión presentan (corredores estratégicos), los cuales deberían ser protegidos para garantizar la conectividad de las poblaciones (Rabinowitz & Zeller, 2010). Otra ventaja de esta estrategia, además de mantener el flujo natural entre las poblaciones, es que al estar conectadas, serían menos vulnerables a eventos estocásticos demográficos, a la deriva génica o a la depresión por endogamia (Chetkiewicz et al., 2006). A este plan que pretende conservar las poblaciones de las UCJ y preservar una conexión entre todas estas en todo el rango de distribución de la especie, se le ha llamado Iniciativa del Corredor Jaguar (*Jaguar Corridor Initiative*) y es liderada por la fundación Panthera (www.panthera.org) (Fig. 2).

En Colombia se han identificado 8 UCJs, de las cuales 3 son catalogadas como de la más alta prioridad (UCJ 44: Vichada; UCJ 31: Choco-Darién, UCJ 47: Macarena) y 5 como de alta prioridad (UCJ 32: Inundables del bajo San Jorge; UCJ 33: Paramillo; UCJ 34: San Vicente de Chucuri; UCJ 49: Rio Apaporis UCJ 57: Amacayacu) (Fig. 11, en Zeller ,2007). Además el país es estratégico en el contexto del corredor jaguar, ya que posee los corredores que conectan las poblaciones de Centro y Sur América (Payan et al., en prensa).

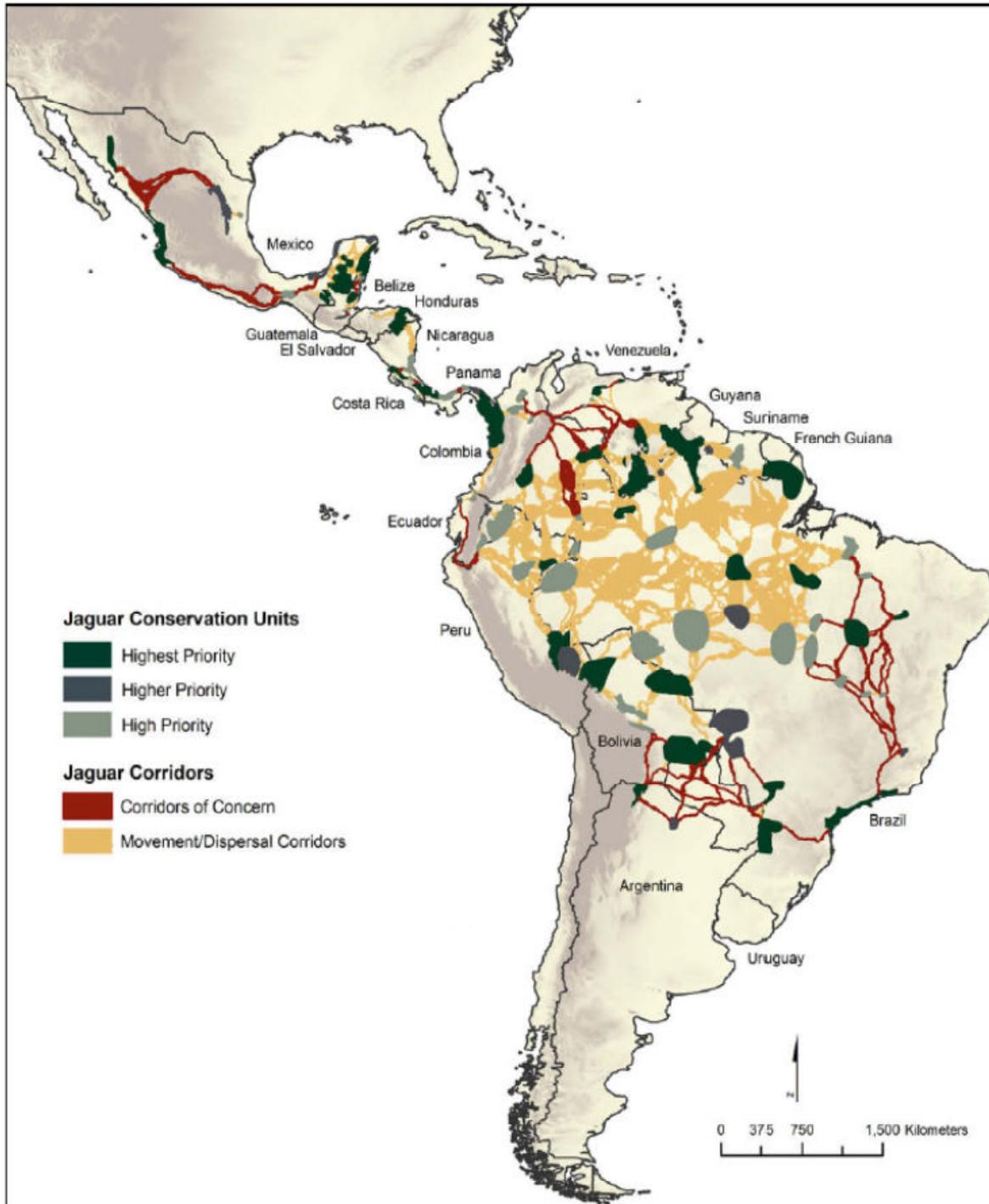


Figura 2. Corredores propuestos por la fundación Panthera y unidades de conservación del jaguar. Tomado de Rabinowitz & Zeller (2010).

En esto es especialmente importante el sistema de poblaciones y corredores ubicado en el norte y centro del país (ver Fig. 2 y 3), ya que esta región es donde los valles interandinos del extremo norte de las Cordilleras Occidental y Central junto con la Serranía de San Lucas representan potenciales “vías de ingreso” desde Centro América hacia el Oriente de los Andes a los llanos y la Amazonia, siendo esto cierto no solo para poblaciones de jaguar, sino también para otras especies (Hernández Camacho et al., 1992; Morrone, 2001). Según Payan et al. (en prensa), en su revisión del estado del jaguar en Colombia, existen cuatro bloques de poblaciones en el país, el de la Orinoquia, la Amazonia, el Chocó biogeográfico y la Serranía de San Lucas, además de algunas poblaciones dispersas y relictuales. Bajo este marco, la zona central del país también tiene gran relevancia, pues allí se encuentra el bloque poblacional de la Serranía de san Lucas y los corredores que unen este bloque con el del Chocó biogeográfico; además, posiblemente existan poblaciones en el Magdalena Medio y Valle del Cauca.

Aunque para el puma no se tiene la misma cantidad de información y un plan de conservación tan detallado como el del jaguar, debido a que tiene una distribución más amplia y un menor grado de amenaza (Caso et al., 2008), es muy probable que las áreas y corredores estratégicos identificados para jaguar, también cumplan un papel importante en la conservación de esta especie. Sin embargo para validar esto, es necesario estudios más detallados sobre la distribución y ecología poblacional de esta especie. De igual manera debido a la ecología y comportamiento similares de ambas especies (Azevedo, 2008; Moreno et al., 2006;

Nuñez et al., 2000; Taber et al., 1997), es probable que enfrenten amenazas muy similares.

A pesar de lo anterior, en Colombia se han realizado muy pocos estudios enfocados a ecología, distribución, historia natural y conservación de felinos. En cuanto al jaguar y el puma, la mayoría de estudios se han realizado al oriente de los Andes, en la Amazonia y Orinoquia (Balaguera-Reina, 2008; González-Maya & Payan, 2006; Payan et al., en prensa) y solo recientemente se han realizado estudios preliminares en la zona norte y centro del país (Arias et al., 2010; Benítez, 2010; Quiroz, 2006; Urueta & Gómez, 2008; González, com. pers.).

Una porción de la región central mencionada anteriormente como importante para la conservación del jaguar, es el complejo Bajo Cauca-Nechí y Magdalena Medio, dentro del cual se halla parte de la UCJ 33 (Paramillo) y el corredor que se ha identificado que conecta esta unidad con la UCJ 34 (San Vicente de Chuquiri) (Fig. 2 y 3). Además esta zona cubre parte de dos áreas mencionadas por Payan et al. (en prensa) como prioritarias para investigación debido a que no se conoce la distribución ni estado de las poblaciones locales (Magdalena Medio y Valle del Rio Cauca). Aunque en el marco del corredor jaguar se identifica la mayoría de esta área como un corredor de dispersión, se espera que allí haya poblaciones residentes de estas especies debido a los registros históricos y actuales de presencia de puma y jaguar en esta zona y a la cobertura natural que aún queda. Sin embargo, actualmente el estado de estas poblaciones es desconocido

totalmente, ya que los datos que se conocen para esta región de Antioquia, provienen mayormente de registros de presencia y de individuos cazados de estas dos especies (Arias et al., 2010). Por estas razones, es prioritario el desarrollo de investigaciones sobre ecología, distribución y aspectos poblacionales tanto de estos dos felinos, como predadores tope y como especies clave, como de sus presas (debido a que estas son un recurso indispensable para estos felinos y en gran medida determinan su densidad y parámetros poblacionales; Karanth et al., 2004). De esta manera será posible contribuir al entendimiento de la biología de estas especies y su dinámica en el ecosistema, con el fin de aportar a su conservación en el marco del corredor jaguar.

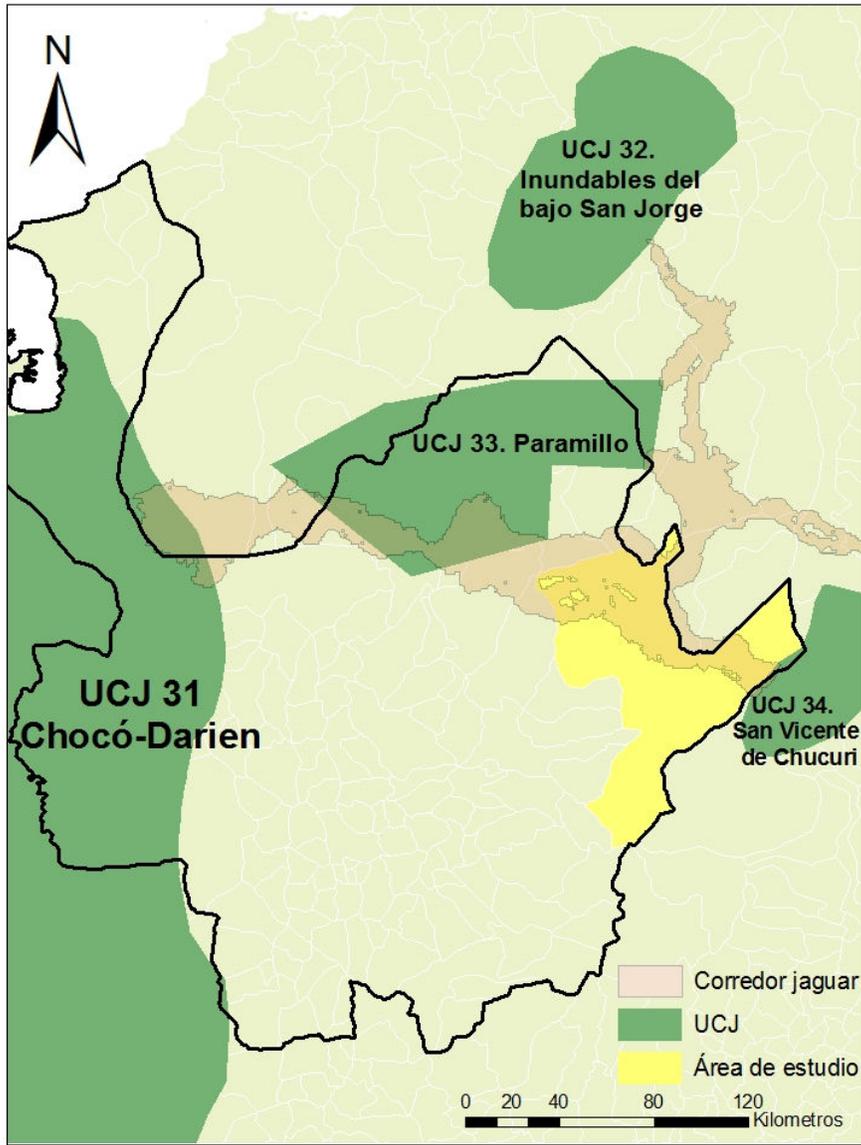


Figura 3. Zona de estudio, unidades de conservación del jaguar y corredores de la iniciativa corredor jaguar.

Para diseñar estrategias de conservación eficientes, se necesita buena ciencia (Karanth et al., 2003; Long et al., 2008; Sutherland et al., 2004), debido a que es necesario tener la mayor cantidad de información verificada a la hora de tomar acciones de conservación y formular planes de manejo y conservación. Para esto, es necesario tener información de la distribución, amenazas y estimaciones de las variables de estado, las cuales tradicionalmente han sido densidad o abundancia (MacKenzie et al., 2006), además de las tendencias demográficas de dicha población. Sin embargo, en la mayoría de los casos no es posible esperar a realizar los estudios que brinden toda la información para tomar decisiones debido a la inmediatez de las amenazas y a la dificultad en muchos casos de realizar dichos estudios, por lo que se hace necesario obtener la mayor cantidad de información verificable y confiable con los recursos disponibles en el menor plazo posible.

Colombia representa una situación especial para estudios de este tipo, ya que por un lado es difícil conseguir financiación suficiente para hacer estudios a largo plazo o detallados, y por otro la situación de orden público en muchos casos impide la realización de este tipo de estudios. Sin embargo estudios poblacionales son necesarios y prioritarios en muchas áreas y para muchas especies (Rodríguez-Mahecha et al., 2006b). Ante la necesidad de obtener información confiable con poco tiempo y recursos, se han propuesto varios métodos para estimar diferentes parámetros como distribución o abundancia e incluso se han propuesto nuevas

variables de estado más fáciles de estimar en ciertos casos como ocupancia (Khorozyan et al., 2010; Linkie et al., 2006; MacKenzie et al., 2005; Nichols & Karanth, 2002). Aunque los resultados de estas aproximaciones no son necesariamente comparables, sino más bien complementarios, debería considerarse evaluar cómo estos resultados permiten una aproximación más precisa y detallada al estado de las poblaciones de felinos.

Específicamente, en la zona del Magdalena medio Antioqueño por su importancia para la conservación del jaguar y puma, y ante el desconocimiento de aspectos básicos de las poblaciones de estas especies en la zona, es necesario realizar una aproximación a su estado de conservación para establecer las principales amenazas, identificar zonas prioritarias para la conservación de las poblaciones locales y corredores que faciliten el flujo entre estas y otras poblaciones, además de brindar información base para realizar monitoreo de la tendencia de la especie en la zona.

Para lo anterior se debería hacer un estudio a largo plazo y gran escala, sin embargo, como se mencionó anteriormente, cuando no se cuenta con el tiempo y los recursos para hacer esto, se pueden usar ciertas aproximaciones, como la estimación de ocupancia, la modelación de hábitats potenciales, la identificación de amenazas por medio de entrevistas, y la obtención de registros de presencia e incluso de abundancias relativas por medio de búsquedas sistemáticas de rastros o, usando cámaras trampa.

Debido a esto, con este trabajo se pretende obtener una aproximación al estado de conservación de las especies en cuatro municipios del Magdalena Medio Antioqueño y evaluar el desempeño de las diferentes metodologías utilizadas en el contexto regional.

HIPÓTESIS

Si los métodos de estimación de presencia y rango de distribución de grandes felinos (jaguar y puma) se basan en análisis objetivos a partir de información básica de los individuos, entonces el uso de datos provenientes de distintas fuentes (entrevistas, búsqueda de rastros o avistamientos, cámaras-trampa) no debería diferir de manera considerable en sus estimados.

Mediante la evaluación de información de campo obtenida directamente mediante censos (directos o indirectos) y encuestas, se estimará y comparará la presencia y rango de cada una de estas especies en el valle del Magdalena Medio (Antioquia) usando tres metodologías distintas: (a) modelamiento de nichos ecológicos usando Sistemas de Información Geográfica y MaxEnt, (b) polígono mínimo de inclusión (ver Payan et al., en prensa), y (c) Ocupancia. Esta comparación proveerá información sobre la conveniencia de priorizar ciertos datos y métodos de análisis para la evaluación de especies indicadoras o de impacto en conservación.

OBJETIVOS

Objetivos Generales

Generar una aproximación al estado de conservación del jaguar y el puma en la zona de estudio (con base en estimaciones de su presencia y rango) empleando diferentes metodologías.

Hacer una evaluación cualitativa de distintas aproximaciones metodológicas, discutiendo su valor para evaluar el estado de conservación de estas especies.

Objetivos específicos:

Obtener información de la presencia de las especies mediante la búsqueda de rastros, utilización de cámaras-trampa, y el uso de entrevistas, con las que además se podrá obtener información del conflicto, percepción de estas especies e impactos por cacería de sus presas.

Georreferenciar todo tipo de registros confirmados obtenidos con el fin de delimitar polígonos de presencia de la especie, teniendo en cuenta además cobertura y características del paisaje.

Estimar los rangos de distribución mediante el método de ocupancia, empleando entrevistas para evaluar distribución y variables asociadas a la presencia de ambas especies en la zona.

Contrastar los resultados obtenidos con diferentes métodos de análisis (Maxent, en otro trabajo), buscando maximizar la información obtenida y minimizando el conflicto entre datos.

Evaluar los resultados, el desempeño y la relación entre costo (en términos de tiempo y dinero) y cantidad de información obtenida con los métodos utilizados.

METODOLOGÍA

1. Zona de estudio

La zona de estudio se encuentra en el Norte de Colombia entre los valles del Río Cauca y el Río Magdalena, en el Nororiente de Antioquia, en la zona geográficamente denominada Bajo Cauca-Nechi y Magdalena medio (Hernández-Camacho, 1992; 7°12' N, 74°53' W). (Fig. 3). El muestreo se llevó a cabo específicamente en las subregiones de Nordeste y Magdalena, principalmente en los municipios de Puerto Berrio, Yondó, Remedios y Segovia, que cubren un área de aproximadamente 6700 km². Sin embargo, el análisis de ocupancia se enfocó

sobre un área de 2484 km² en los municipios de Puerto Berrio y Yondó (Figura 4), debido a la importancia de esta zona como área de conexión entre la Serranía de San Lucas y la unidad número 34 (San Vicente de Chucuri).

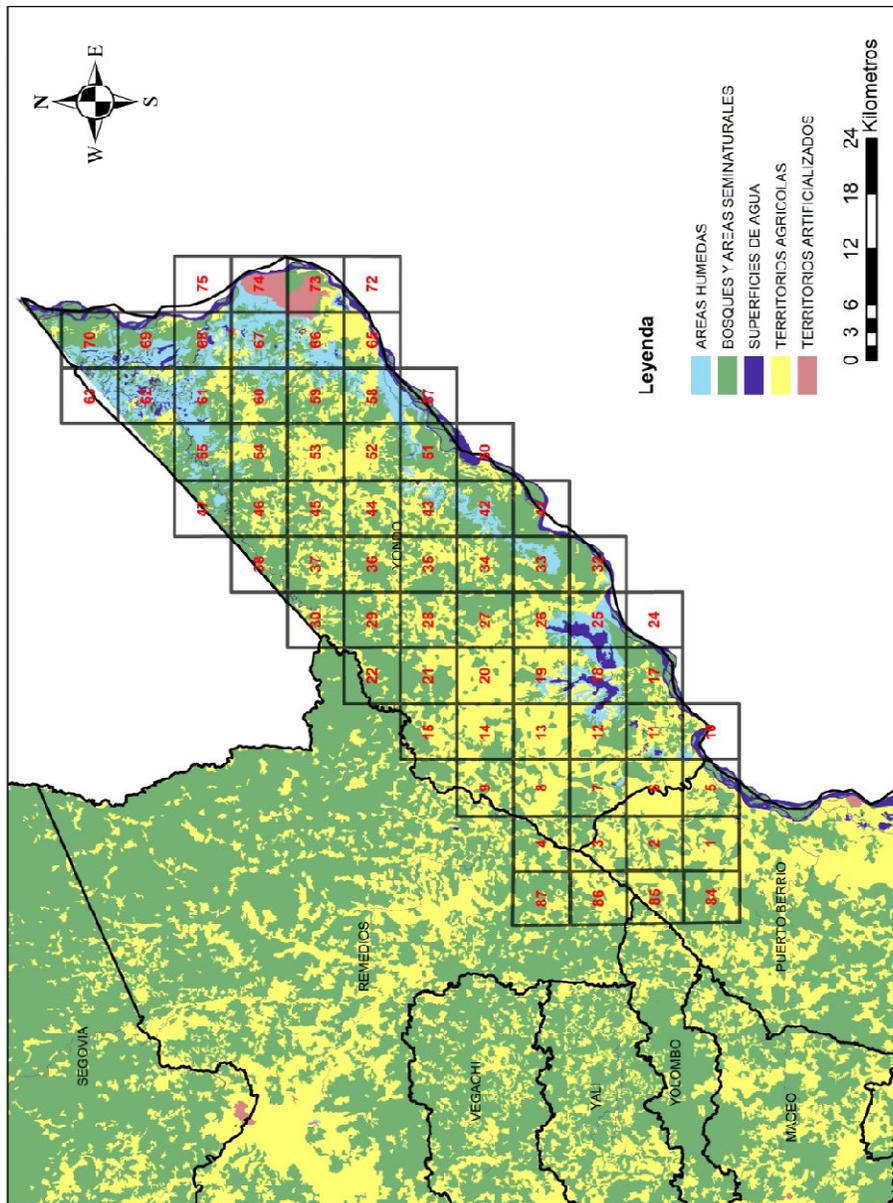


Figura 4. Área de estudio mostrando el diseño para el estudio de ocupancia, utilizando cuadrículas de 6x6 km.

De acuerdo con el sistema de clasificación de Holdrige, en esta región se presentan las siguientes formaciones: (a) Bosque húmedo tropical (bh-T) con una temperatura superior a 24°C y una precipitación media anual entre 2000 y 4000 mm, (b) bosque muy húmedo tropical (bmh-T) con una temperatura superior a los 24°C y un promedio de precipitación anual de 4000 a 8000 mm, (c) bosque muy húmedo premontano (bmh-PM) con una temperatura entre los 18 y 24 °C y un promedio de lluvia anual entre 2000 y 4000 mm, y (d) bosque pluvial premontano (bp-PM) con una temperatura media que oscila entre los 18 y 24°C y una precipitación media anual superior a los 4000 mm. Es de resaltar que en esta región se encuentran la Reserva Forestal Magdalena Medio.

2. Métodos de registro: Ocupancia

La ocupancia es una variable de estado que se ha venido utilizando con mayor frecuencia en los últimos años, la cual básicamente indica la proporción de un área determinada en la cual se encuentra una especie en un momento dado (MacKenzie et al., 2006). Estudios de este tipo además de proporcionar información que permite caracterizar al menos en parte el estado de una población y realizar monitoreos de los cambios de esta, permiten determinar interacciones espaciales entre especies, covariables del hábitat que determinan la presencia de una especie, caracterizar dinámicas metapoblacionales y obtener mapas de distribución robustos.

Uno de los aspectos novedosos de esta metodología es que en esta se tiene en cuenta que las especies no tienen una probabilidad máxima de detección (igual a 1.0) en todos los sitios de muestreo donde están presentes y modela la probabilidad de detección de la especie con lo cual se obtiene una mejor estimación del área ocupada por esta. Además se puede modelar la probabilidad de detección y de presencia de una especie en función de una o varias covariables de los sitios de muestreo (ej tipo de hábitat o pluviosidad), lo que permite hacer mejores inferencias de la relación entre la presencia de una especie y ciertas características de los sitios, con lo cual se pueden realizar modelos de distribución más robustos.

La formula general de ocupancia es la siguiente:

$$\Psi = s/xp$$

Donde:

Ψ : Proporción de área ocupada

s: sitios donde se detecto la especie

x: número de sitios muestreados

p: probabilidad de detección de la especie

Para poder estimar la probabilidad de detección de la especie es necesario realizar muestreos repetidos en al menos algunos de los sitios muestreados, ya sean realizados por diferentes investigadores o por el mismo investigador en diferentes ocasiones.

El tipo de muestreo que generalmente se ha utilizado con carnívoros, ha sido dividir el área de estudio en cuadrantes cuyo tamaño depende de la especie estudiada y la escala del estudio y en ellos se llevan a cabo repetidos recorridos en búsqueda de

rastros (Hines et al., 2010; Linkie et al 2006). Recientemente también se han empleado cámaras trampa para estimar ocupancia y sus parámetros asociados (Thorn et al., 2009). Aunque generalmente es más económico en recursos, personal y tiempo que otros estudios (e.g., densidad poblacional), estimar ocupancia, cuando se hacen estudios de este tipo en escalas muy grandes, puede resultar en grandes costos económicos y de tiempo, debido a que se deben muestrear muchos cuadrantes y repetir dichos muestreos en al menos algunos de estos. Un ejemplo del esfuerzo de muestreo requerido para estudios de este tipo a gran escala, se puede ver en Linkie et al. (2006), donde se incluye el análisis de la distribución espacial de tigre en el Parque Nacional Kerinci Seblat de Sumatra utilizando ocupancia en un área de estudio compuesta por 5262 cuadrantes de 4 km², de los cuales se seleccionaron 200 con un muestreo estratificado y en cada uno se realizaron dos recorridos independientes de aproximadamente 2.5 km cada uno en búsqueda de rastros o avistamientos y en 40 de estos se realizó un tercer recorrido. Los resultados obtenidos son robustos en términos de la información obtenida, además de ser soportados estadísticamente.

Ante esta situación y la urgente necesidad de obtener información de la presencia y distribución del jaguar en muchos sitios, se ha propuesto emplear para grandes felinos el enfoque metodológico de ocupancia utilizando tanto recorridos en búsqueda de rastros, como registros de cámaras trampa, e inclusive entrevistas a personas locales que puedan tener conocimiento de la fauna con el fin de determinar la presencia de la especie en cada cuadrante de muestreo. Para este último caso, se toma cada entrevista donde se registra información para un

cuadrante como una réplica del muestreo para este, lo que permite estimar la detectabilidad de la especie (Petracca, 2010; Zeller et al., 2011).

3. Métodos de registro: estimación de distribución

Otro enfoque que también se ha utilizado en la estimación de la distribución espacial de los felinos, es el de utilizar registros primarios obtenidos con los métodos tradicionales no invasivos empleados para el estudio de estas especies como la búsqueda de rastros o avistamientos en transectos, estaciones de olor (huelleros), trampas de pelo, o cámaras trampa (Long et al., 2008).

Con dichos registros primarios y la información georreferenciada de cobertura en un sistema de información geográfica es posible estimar la distribución de las especies, ya sea tomando el área de distribución como el mínimo polígono convexo entre los puntos de avistamiento y excluyendo de este las áreas con cobertura no apta para la especie (Payan et al., en prensa), asignando el bloque de bosque más cercano al registro como área ocupada por la especie (Kawanishi et al., 2003), o creando áreas alrededor de cada registro puntual basados en el rango de hogar de la especie (Arias et al., 2009).

Adicionalmente, existen modelos que predicen la distribución de la especie con base en registros puntuales y capas con las variables ambientales, biológicas o del tipo que el investigador considere relevantes. Esto se hace determinando las condiciones necesarias para la presencia de la especie a partir de los valores de las variables en los puntos de presencia y proyectando la distribución de la especie

basada en las capas de información. Algunos de los algoritmos empleados para este tipo de análisis con carnívoros, son Maxent y ENFA (Benítez, 2010; De Angelo, 2009).

4. Diseño experimental

Para obtener información sobre el estado de conservación del puma y el jaguar en el área de estudio, se realizó un análisis de ocupancia a través de entrevistas. Mediante la entrevistas también se obtuvo información acerca del conflicto con los felinos, la percepción que se tiene de las especies y la presencia y abundancia de las especies presas del jaguar y el puma. Adicionalmente en los lugares donde fue logísticamente posible, se realizaron recorridos *ad libitum* y se ubicaron de una a cuatro cámaras trampa en sitios probables para el paso de los felinos y sus presas como caminos o bordes de quebradas con el fin de obtener registros confiables de la presencia de las especies.

Para lo anterior, se dividió el área de estudio designada para estimar ocupancia en cuadrantes de 6x6 km y se realizaron 5 salidas de campo para cubrir el mayor número de cuadrantes posible. En cada cuadrante visitado, se realizaron entre una y seis entrevistas, tratando de llegar a seis por cuadrante siempre que fuera posible. En las entrevistas se preguntó por la presencia de los grandes felinos, la percepción del conflicto que se tiene con estos, y la presencia y frecuencia de avistamiento de algunas especies presa de estos; adicionalmente se tomó información del entrevistado que pudiese afectar su capacidad para detectar las especies, tales

como el tiempo que pasa en los bosques al mes y tiempo de permanencia en la zona (Zeller et al., 2011) (ANEXO 1). Solo se tomaba como detectada la especie cuando el entrevistado había visto un individuo, rastros o carcasas de la especie. Las entrevistas estuvieron diseñadas para verificar la información suministrada por el entrevistado, esto empleando imágenes de huellas de jaguar y puma sin rotular y pidiéndole al entrevistado que identificara cual era la de la especie que reportaba y pidiendo descripciones e identificaciones en una ficha de imágenes sin rotular cuando se trataba de avistamientos. Las entrevistas que presentaron ambigüedades en la identificación se eliminaron del análisis. Con las respuestas se creó un historial de detecciones y no detecciones para cada cuadrante.

Posteriormente se realizó un análisis de la ocupancia de las dos especies utilizando el programa PRESENCE 3.0 (Hines, 2010). Para esto se empleo el historial de detección de las especies y las variables de los entrevistados y sitios como covariables de detectabilidad (tiempo de residencia en la zona, frecuencia de visitas a las zonas boscosas del cuadrante, densidad de casas en el cuadrante y proporción del cuadrante cubierta por pasto). En el programa PRESENCE se crearon y probaron distintos modelos donde la detectabilidad es constante o varia con las covariables o combinaciones de estas y se seleccionó con base en los criterios de Nijhawan (2010) el modelo que mejor describe los datos. Con este análisis se estimó la ocupancia ingenua (ocupancia sin tener en cuenta probabilidad de detección, s/x), ocupancia estimada (teniendo en cuenta probabilidad de detección) y probabilidad de detección para el jaguar y el puma.

Sumado a esto se realizó un análisis de la ocupancia de las especies presa teniendo en cuenta que con el diseño muestral original, las unidades de muestreo de 6x6 km son para especies con grandes rangos de hogar y es probable que esta escala sea inadecuada para las especies presas ya que al tener un rango de hogar mucho más pequeño, existe la posibilidad de que estén en al menos una parte de las cuadrículas, presentando una distribución continua, que no da gran información (Mackenzie et al., 2006; Zeller et al., 2010) (e.g., Fig. 5). Debido a lo anterior, para el análisis de ocupancia de las especies que ocupan más de un 70% del área muestreada se hizo una clasificación siguiendo la metodología de Zeller et al. (2010), donde a cada cuadrante muestreado se le asigno uno de tres estados de ocupancia para cada especie presas: no ocupado, cuadrante ocupado en abundancias bajas (la especie es rara o poco abundante: estado 1), y ocupado como abundante (estado 2). Para esto se empleo la respuesta de frecuencia de avistamiento de cada especie y posteriormente se clasifico de la siguiente manera: rara (vista una vez al año), moderada (1 a 12 veces al año) y abundante (13 veces al año o más). Es importante anotar que estos solo son abundancias relativas con una incertidumbre asociada a esta fuente de información y se basa en el supuesto de que a mayor cantidad de avistamientos reportados, habrá una mayor abundancia.

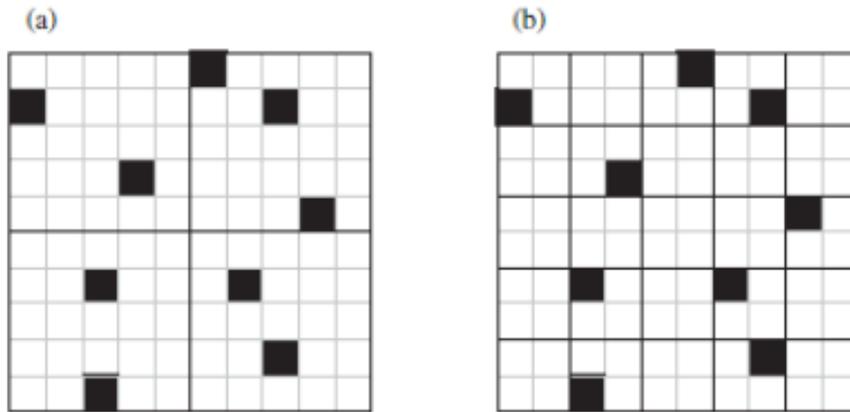


Figura 5. Ejemplo hipotético de la diferencia en los resultados obtenidos con diferentes escalas. En la figura a, al ser los cuadrantes de muestreo mucho mayores que los rangos de hogar de la especie, se obtiene una ocupancia de 1.0, mientras que el diseño b presenta mejor resolución. Tomado de Mackenzie et al. (2006).

Adicionalmente con los datos de primarios de presencia obtenidos por los investigadores en campo y los obtenidos durante otro estudio (Arias et al., 2010), se confrontaron con los datos obtenidos en las entrevistas y se obtuvo información nueva. Esta información se analizó empleando el mínimo polígono convexo (MPC) empleado por Payán et al. (en prensa), aunque a una escala mucho mayor a la de este estudio. Para esto se dibujo un MPC entre los puntos de presencia de cada especie y se eliminaron los hábitats no naturales dentro del polígono.

Los resultados de las encuestas sobre la percepción y conflicto con las especies de felinos en cada cuadrante se ubicaron en un mapa, con el fin de identificar los sitios de mayor riesgo para las especies.

Finalmente se analizaron de forma cualitativa (comparación directa entre las áreas estimadas con cada metodología) las diferencias en los resultados obtenidos

mediante la metodología de ocupancia y los otros métodos de estimación de la distribución.

RESULTADOS

En las salidas llevadas a cabo entre el 8 de enero y el 9 de julio de 2011, se realizaron 67 entrevistas, se recorrieron aproximadamente 50 km *ad libitum* y se completó un esfuerzo de 41 cámaras/noche, con lo que se obtuvo registros directos, indirectos e información secundaria. Los registros directos e indirectos con identificación confiable de la especie se analizaron empleando los métodos del mínimo polígono convexo, teniendo en cuenta hábitat, mientras que las entrevistas se analizaron en el marco de ocupancia. Además se obtuvo información del conflicto y percepción de los grandes felinos en la zona.

1. Ocupancia

Se realizaron 67 entrevistas que cubrieron 33 cuadrantes, lo que representa un 48% del área planteada para el análisis de ocupancia; cada uno de estos cuadrantes tuvo entre 1 y 6 entrevistas. Estas entrevistas se implementaron principalmente sobre la margen occidental del Río Magdalena, el Oriente de Yondó, y en la porción sur en límites entre Puerto Berrío y Yondó. Esto debido a que se requiere evaluar la conectividad que existe para las especies de Jaguar y Puma

entre zonas de interés de conservación en el departamento de Santander y la Serranía de San Lucas y a que el acceso a otras áreas estuvo limitado por problemas de orden público. A continuación se presentan por separado los resultados obtenidos con el análisis de las entrevistas mediante ocupancia para jaguar, puma y presas.

JAGUAR

Mediante estas entrevistas se identificó la presencia del jaguar en 20 cuadrantes (Fig. 6), mostrando que la especie tiene una distribución casi continua por la margen occidental del Magdalena desde el corregimiento de Puerto Murillo ($6^{\circ}37'23''N$ $74^{\circ}23'20''W$) hasta el corregimiento de San Luis Beltrán ($6^{\circ}57'38''N$, $73^{\circ}56'38''W$), y un poco más al occidente en las veredas La Culebra y San Bartolo ($6^{\circ}41'29''N-74^{\circ}28'41''W$). Adicionalmente se detectó la presencia continua de la especie desde la zona cenagosa del nororiente de Yondó hasta la margen del Río Magdalena, estando la especie presente en las veredas El Totumo, Bocas de San Juan, San Miguel del Tigre, Las Lomas, y La Laguna del Miedo. En todas estas zonas es probable que haya una población residente debido a la continuidad de su distribución y a reportes de avistamientos de hembras con crías o sus huellas (Cuadriculas 11, 25, 32, 33, 41, 50, 55, 57 y 85) (Fig. 6), información que ha sido corroborada en algunos de estos cuadrantes con el avistamiento de crías en La vereda la Ganadera, en Yondó, huellas de madre y cría y los videos obtenidos en la Vereda La Culebra, municipio de Puerto Berrío (Arias et al., 2011) (Anexo 2). La

única discontinuidad encontrada por la margen occidental del Río Magdalena, es la zona circundante a la Ciénaga Grande en la vereda Barbacoas, donde no fue posible detectar a la especie a pesar del empleo de varios métodos (entrevistas, búsqueda de rastros y cámaras trampa).

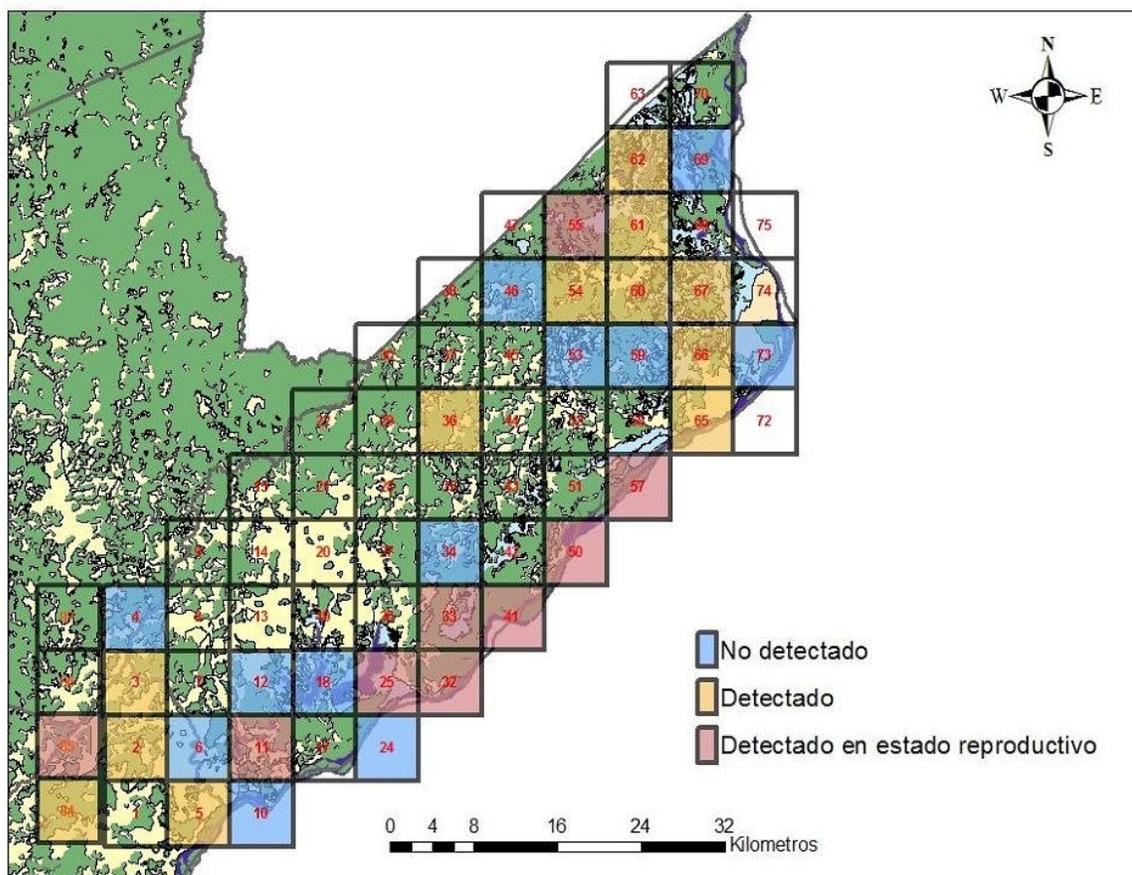


Figura 6. Cuadrantes donde se recopiló información sobre la presencia del Jaguar (*Panthera onca*) en el área designada para el análisis de ocupancia.

La ocupancia ingenua (sin tener en cuenta probabilidad de detección) fue de un 60%. Al crear y evaluar con PRESENCE distintos modelos que expliquen la variación en la detectabilidad con base en las covariables, se obtuvo que el modelo que mejor describe los datos es el que asume una probabilidad de detección constante (las covariables no influyen). Se eligió este modelo debido a que presenta un AIK menor, una probabilidad "test statistics" de 0.1099 (para que el modelo sea significativo debe ser > 0.05) y el valor \hat{c} más cercano a 1 (1.18). Con este modelo, la ocupancia estimada es de 0.83 y la probabilidad de detección es de 0.37. El modelo que le sigue a este en desempeño, era el que muestra una relación positiva entre probabilidad de detección y frecuencia de visitas del entrevistado al campo.

Adicionalmente, mediante entrevistas con funcionarios de la Empresa Agropecuaria de Yondó, se obtuvo información sobre la presencia y conflicto con este felino en los alrededores del Río Cimitarra especialmente en las veredas Bocas de San Juan y No te pases. Aunque estos datos no se incluyeron en el formato de ocupancia debido a que los entrevistados no vieron directamente a los felinos, sus rastros o sus presas, esta es información importante que debe ser validada y que muestra la importancia de esa zona. Sin embargo por motivos logísticos y de orden público, no fue posible llegar a dicha zona.

PUMA

En cuanto al puma, se detectó la presencia de esta especie en 13 cuadrantes (Fig. 7), mostrando una distribución discontinua, con seis cuadrantes conectados hacia la parte cenagosa del norte de Yondó principalmente en las veredas Las Lomas, El Totumo, Laguna del Miedo, El Bagre y Campo Cimitarra, cinco en el centro de Yondó al margen del Río Magdalena en las veredas Rompederos, La Ganadera y Barbacoas, y finalmente otros dos cuadrantes con presencia de esta especie en límites entre Puerto Berrio y Yondó en las veredas La Culebra y San Bartolo. Para esta especie no se han tenido reportes de avistamientos de hembras con crías. Estos resultados arrojan una ocupancia ingenua de 40% del área muestreada. De igual manera que para el jaguar, se modeló la ocupancia en PRESENCE con las mismas covariables de detección. Se encontró que el mejor modelo (Menor AIC, probability of tests statistics > 0.05 y valor c-hat más cercano a 1), es el de detectabilidad dependiente del tiempo que la persona lleva en la zona, arrojando que la ocupancia estimada es de 0.76 y la probabilidad de detección (p) está dada por la siguiente expresión:

$$\text{Logit}(p) = -1.42 + 0.043 \times (t)$$

Donde t es tiempo de residencia en la zona.

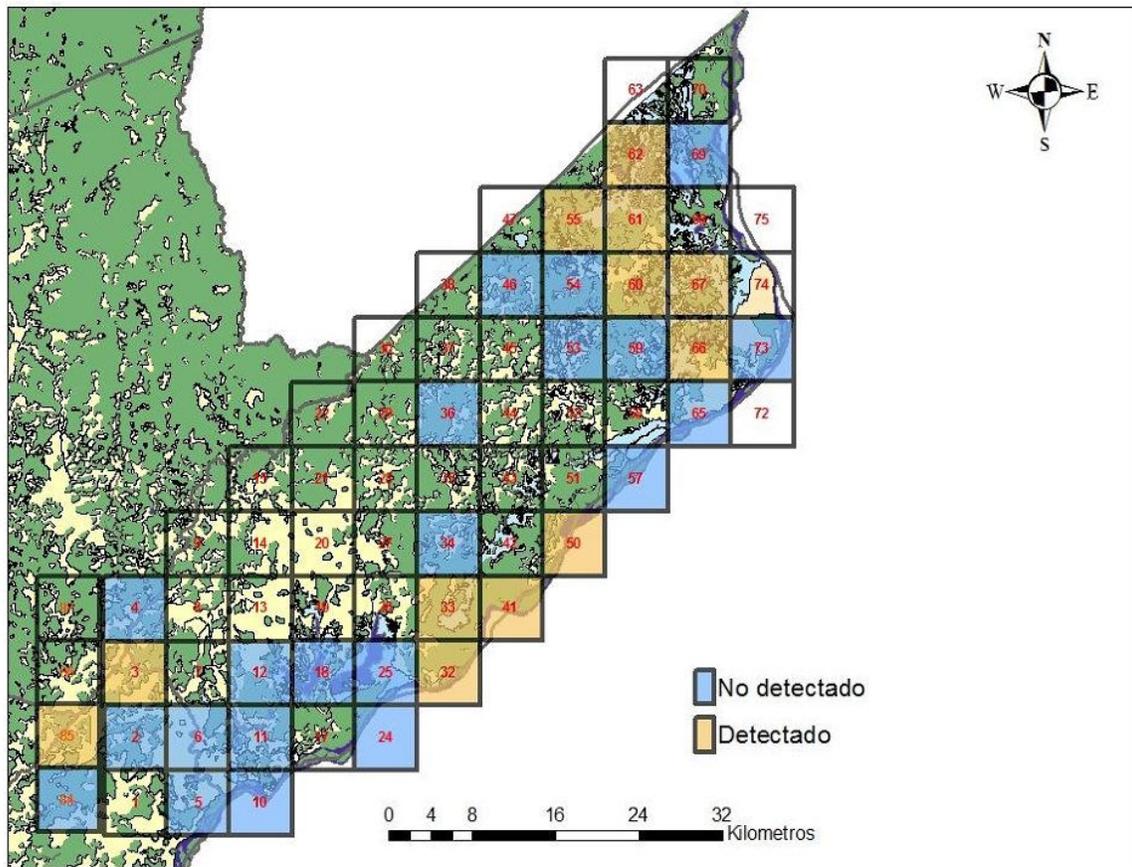


Figura 7. Cuadrantes donde se recopiló información sobre la presencia del Puma (*Puma concolor*) en el área designada para el análisis de ocupancia.

ESPECIES PRESAS

Con estas entrevistas también se identificó la presencia de las especies presa del puma y el jaguar en varios de los cuadrantes. Para el ñeque (*Dasyprocta punctata*), el armadillo (*Dasyus novemcinctus*), el chigüiro (*Hydrochoerus isthmus*), el Saíno (*Pecari tajacu*) y la guagua (*Cuniculus paca*), se realizó el análisis de múltiples

estados de abundancia, debido a que presentan una distribución muy amplia en los cuadrantes muestreados. Para la danta (*Tapirus terrestris*) y el venado (*Mazama americana*) se realizó el mismo análisis implementado para el jaguar y el puma (Fig 8). Con estos resultados se observa que la distribución del chigüiro, la guagua y el ñeque, coincide en buena medida con la distribución del jaguar.

Para las especies que se detectaron en más del 70% del área muestreada, se encontró que analizando únicamente los cuadrantes identificados con alta abundancia, todas las especies tienen una distribución muy similar (Fig. 9), siendo el armadillo el que menor área muestreada ocupa. Estos datos indican que la mayoría del área de estudio posee una buena base en cuanto a presencia de presas para el puma y el jaguar.

En cuanto al tapir y al venado, se encontró que ambas tienen una distribución muy restringida, estando el tapir reportado únicamente en cuatro cuadrantes (Fig. 8a) y el venado en seis (Fig 8b).

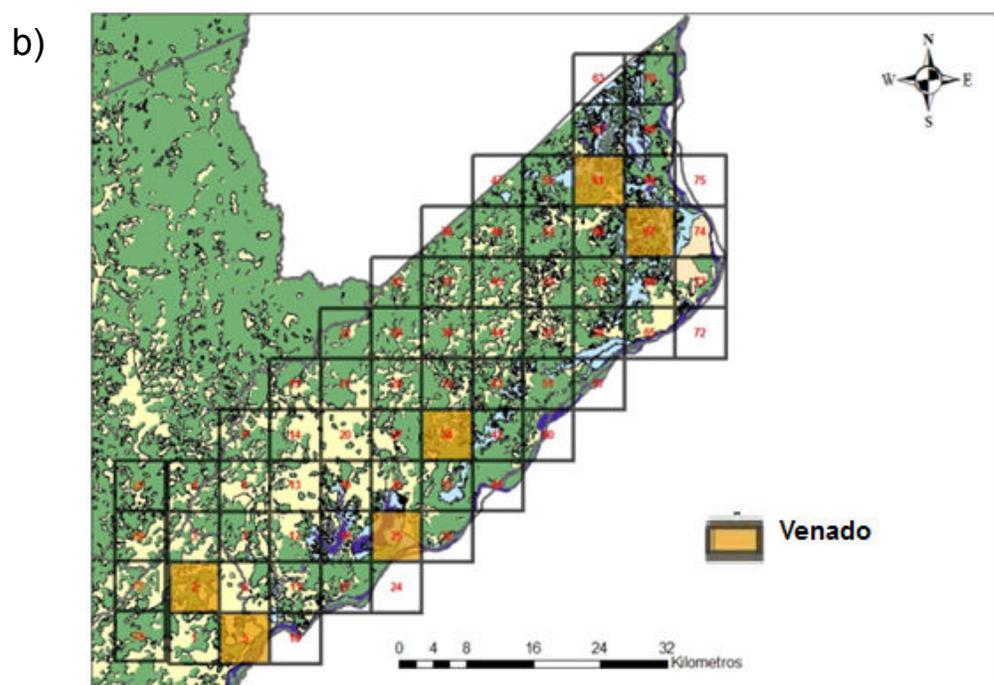
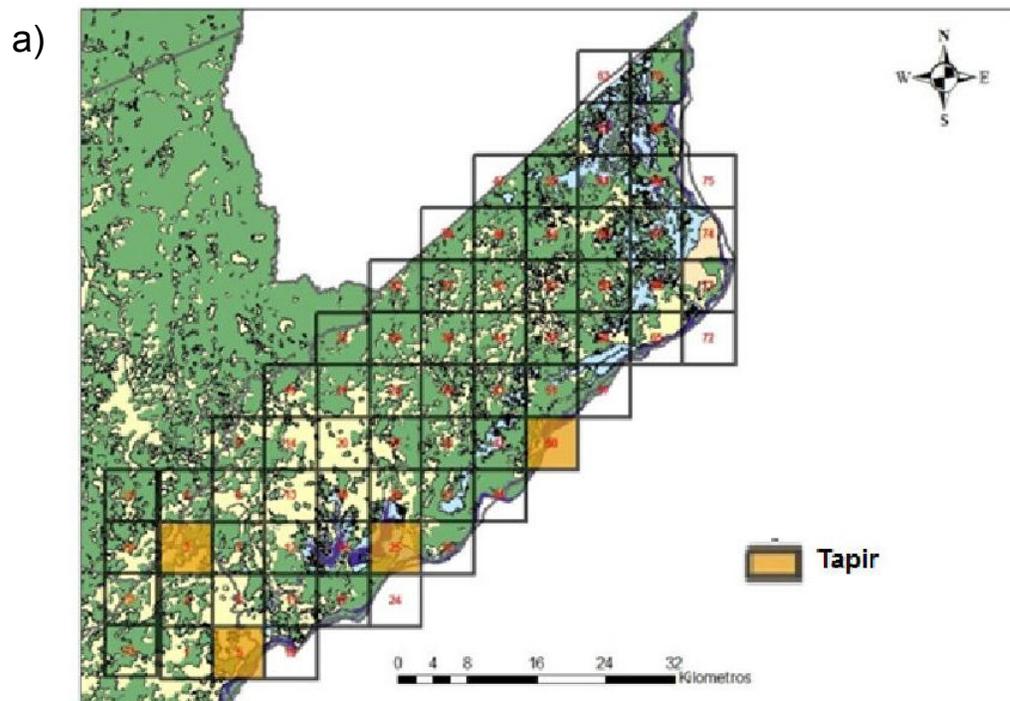


Figura 8. Presas detectadas en menos del 70% del área muestreada. a) Tapir (*Tapirus terrestris*). b) Venado (*Mazama americana*).

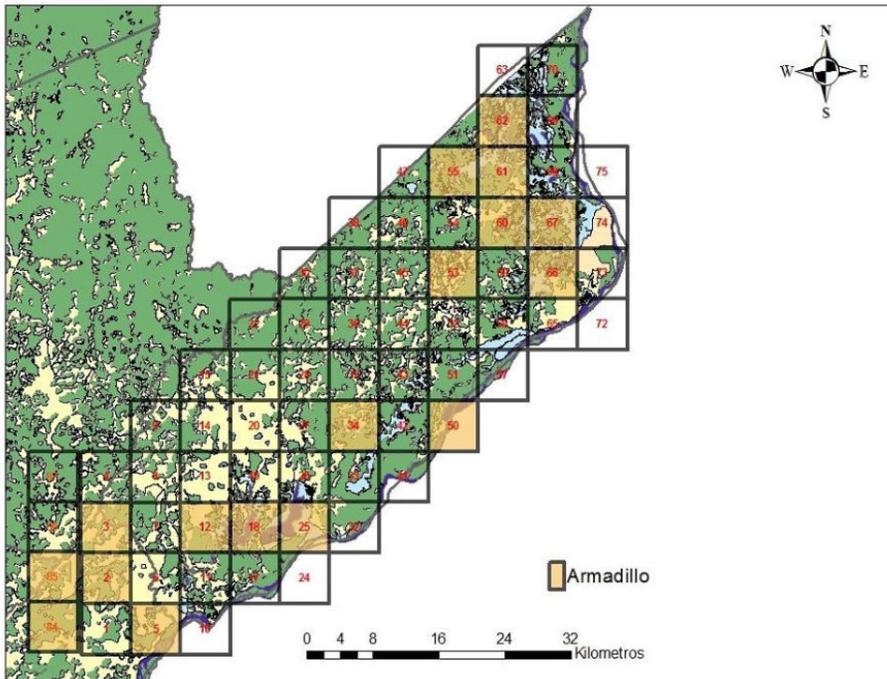
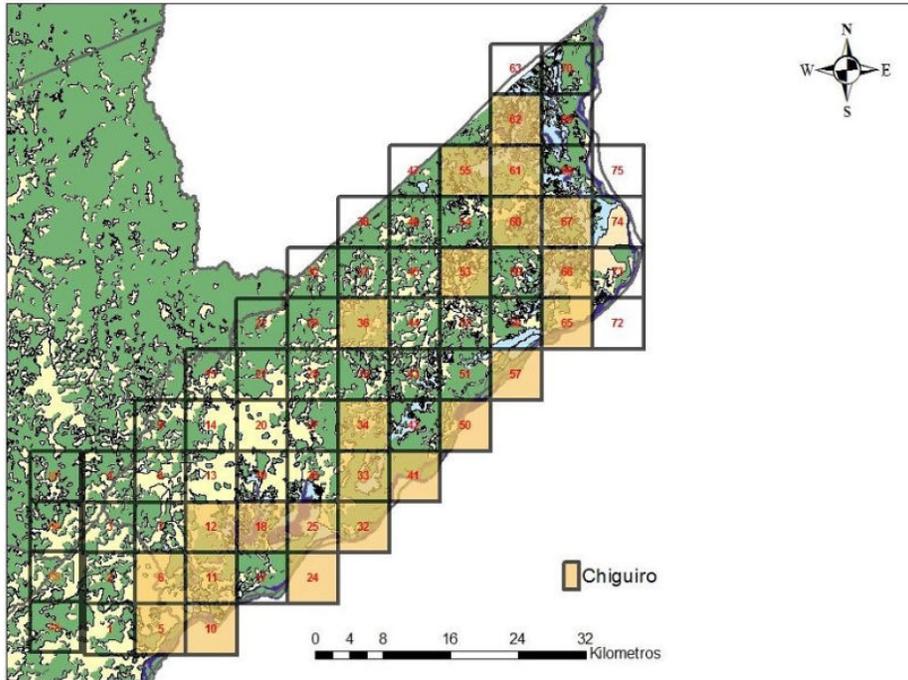


Figura 9a. Distribución de las especies presas ocupando más del 70% del área muestreada. Chigüiro (*Hydrochoerus isthmus*). y Armadillo (*Dasyus novemcinctus*)

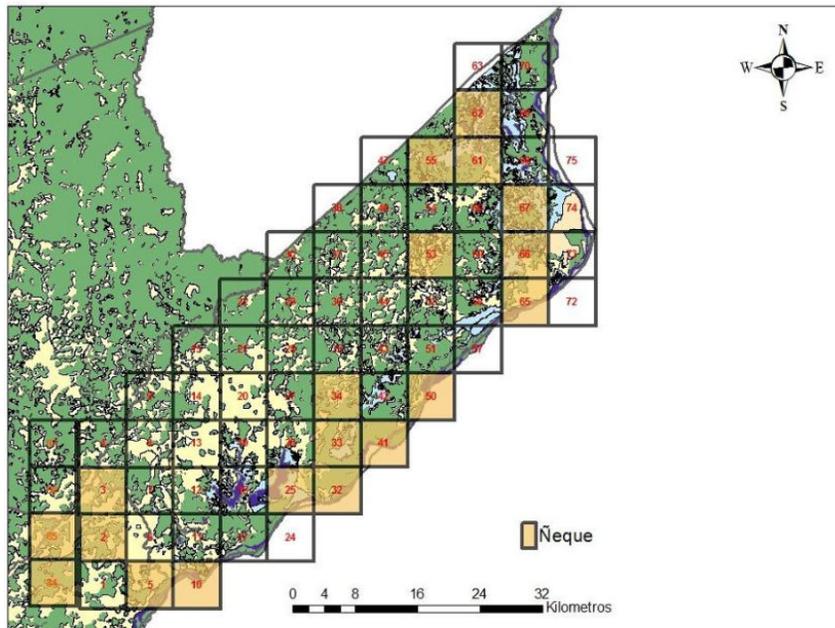
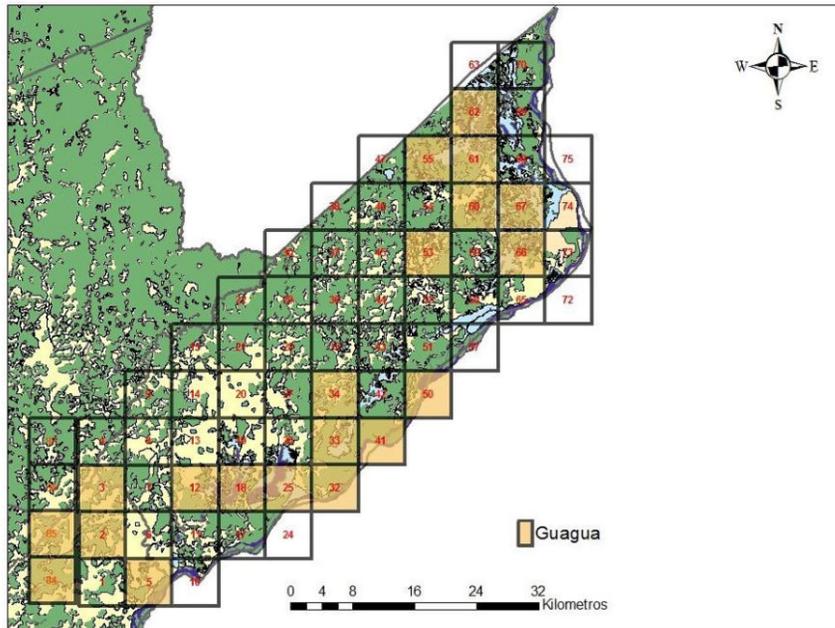


Figura 9b. Distribución de las especies presas ocupando más del 70% del área muestreada. Guagua (*Cuniculus paca*) y Ñeque (*Dasyprocta punctata*).

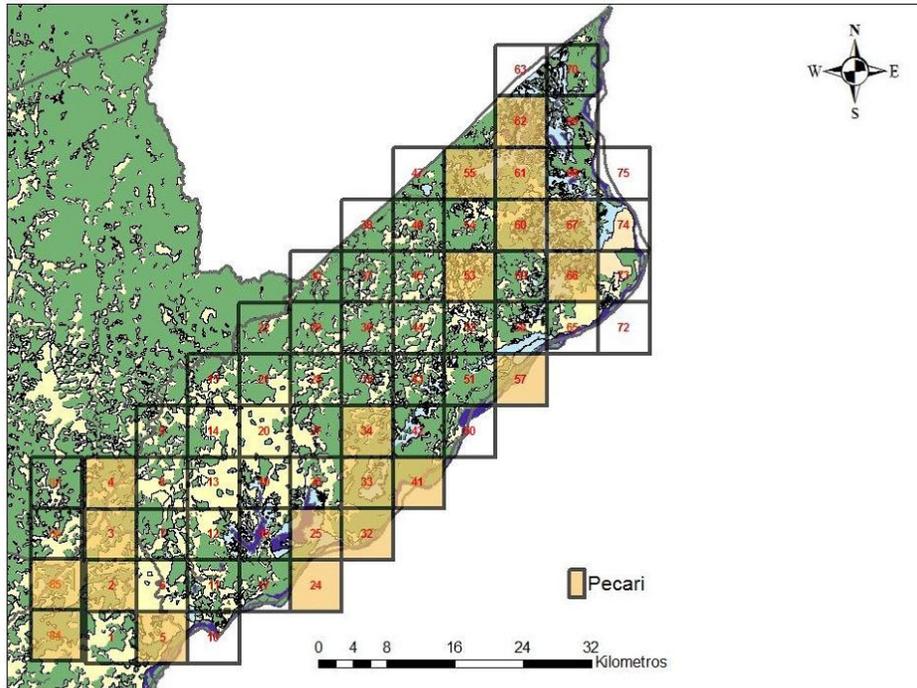


Figura 9c. Distribución de las especies presas ocupando más del 70% del área muestreada. Pecarí (*Pecari tajacu*).

2. Conflicto y percepción

Con las entrevistas también se obtuvo una aproximación al conflicto entre felinos y humanos por depredación de animales domésticos y a la percepción que tiene la gente del jaguar. Para obtener una aproximación al conflicto, se preguntó a los entrevistados si en las fincas de su propiedad o donde trabajan han habido ataques a animales domésticos por parte de felinos y de ser así, cual fue la especie depredadora, la especie y cantidad de animales depredados y la fecha aproximada

del evento. Para el análisis de los datos, se emplearon solo los reportes de depredación de los últimos tres años y se dividió el área de estudio en tres zonas: Oriente de Yondó, margen Occidental del Río Magdalena, y Suroccidente (en límites entre Yondó y Puerto Berrío). Para cada área se estimó el porcentaje de las fincas y localidades visitadas donde se reportan ataques de jaguar y puma, además del promedio de animales depredados en los últimos tres años para las fincas con depredación. Adicionalmente se identificaron las veredas con mayor conflicto. Cabe anotar que con esta metodología se obtiene una aproximación al conflicto percibido por la comunidad, no al conflicto real, pues para esto se requiere verificar en campo los ataques. Sin embargo para fines de conservación, el conflicto percibido es igual de importante, pues con base en este es que la comunidad toma medidas contra las especies de felinos.

Suroccidente (límites entre Yondó y Puerto Berrío): en esta zona se reporta conflicto con el jaguar en el 37% de las fincas visitadas con un promedio de 1.5 reses depredadas; adicionalmente se le atribuye la pérdida de un chivo a esta especie. En esta zona no se reportó ataques de puma en ninguna de las fincas visitadas. La vereda con mayor conflicto es La Culebra.

Margen del Río Magdalena: en esta zona se reporta conflicto con el jaguar en un 16% de las fincas visitadas, con un promedio de dos reses depredadas por finca; adicionalmente se reportan 2 bucerros depredados por jaguar. En cuanto al puma, se reporta que depredó 20 terneros en una finca en Puerto Murillo. El conflicto se da

con mayor intensidad en esta zona en las veredas Bocas de Barbacoas y La Ganadera.

Oriente de Yondó: esta zona es por mucho la que presenta una mayor incidencia del conflicto con jaguar, ya que este se reporta en un 47% de las fincas muestreadas con un promedio de depredación de 11 reses por finca; además se reporta que en la vereda el Totumo, el jaguar depredó 5 becerros. El conflicto con el puma se reporto en el 23% de las fincas, donde sus principales presas fueron chivos y ovejas. No se pudo cuantificar el promedio de animales depredados debido a que las personas de la zona no llevan buenos registros de la mortalidad del ganado caprino. Las veredas más afectadas por el conflicto con felinos son El Totumo, Las Lomas, Bocas de San Juan y La Laguna del Miedo.

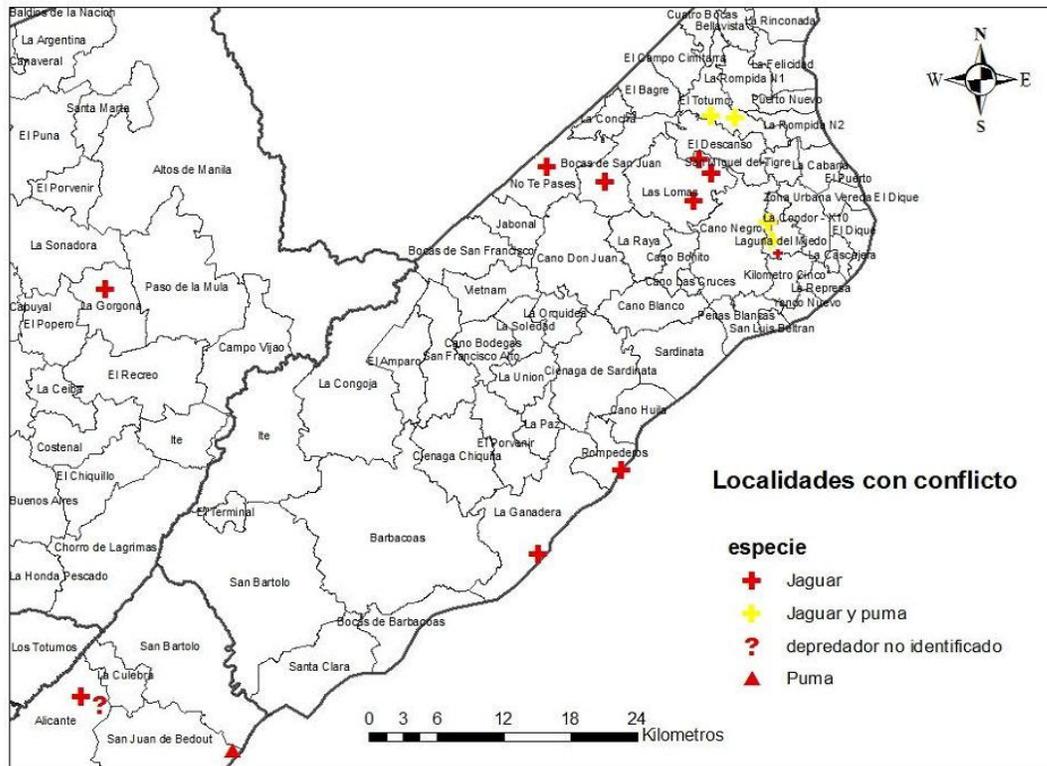


Figura 10. Distribución de los eventos de depredación de animales domésticos por parte de Jaguares y Pumas.

Con el fin de obtener un acercamiento a la percepción que se tiene del jaguar en el área de estudio, se preguntó a los entrevistados su opinión acerca de esta especie. Posteriormente se clasificaron las respuestas en percepción positiva, neutra y negativa. Se clasificó como negativa toda respuesta donde se pensaba que el jaguar debía ser eliminado, que era dañino o donde se le veía como depredador de humanos, como neutra cuando la persona era indiferente o simplemente le daría temor encontrárselo, y como positiva cuando el entrevistado le veía un valor a la especie o pensaba que esta merecía estar en el entorno. Para el análisis de estos

datos, se calculó el porcentaje de respuestas clasificadas en cada categoría. Se hizo esto para toda el área y para cada una de las zonas y se referenciaron en un mapa las localidades con sus respectivas respuestas (Fig. 10).

De un total de 53 respuestas, se obtuvo que el 15% de los entrevistados tiene una percepción positiva del jaguar, el 55% neutra y el 30% negativa. Dividiendo el área de estudio en zonas, se obtuvo que la zona con mayor porcentaje de entrevistados presentando una percepción negativa y una menor porcentaje de percepción positiva es el Oriente de Yondó (ver tabla 1) lo que coincide con el área que presenta mayor conflicto (Fig. 9). La zona del margen Occidental del Río Magdalena presenta también un porcentaje importante de entrevistados con una percepción negativa de la especie, pero el mayor porcentaje de entrevistados con percepción positiva. En la zona Suroccidental, la mayoría de los entrevistados presentan una percepción neutra de la especie y el menor porcentaje de respuestas clasificadas como negativas.

Como se observa en la tabla y en la figura 5, el área del Oriente de Yondó es la zona donde hay un mayor porcentaje de entrevistados con una percepción negativa de la especie, lo que indica que talleres de educación y sensibilización son prioritarios para esta zona.

Zona	Positivo %	Neutro %	Negativo %
Oriente	10	55	35
Margen Occidental del Magdalena	19	48	33
Suroccidente	16	75	9

Tabla 1. Porcentaje de respuestas positivas, neutras y negativas por zona.

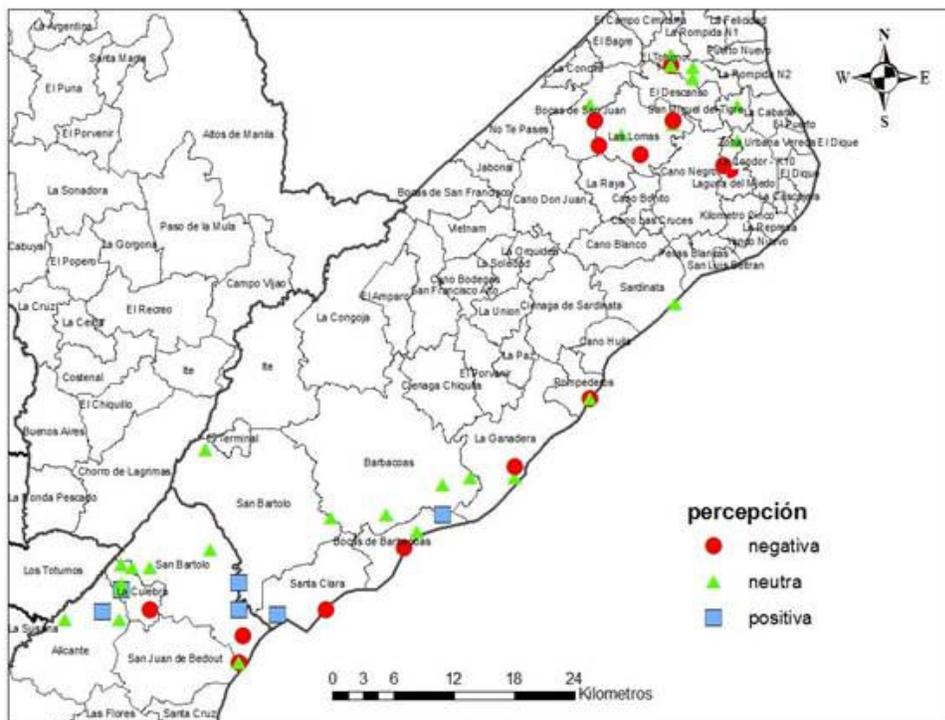


Figura 11. Percepción del jaguar en las localidades visitadas.

3. Estimación de distribución a partir de Registros primarios

En total se obtuvieron 12 registros primarios de jaguar, de los cuales cinco son huellas, cuatro de individuos cazados, dos fotografías y un registro de dos cachorros sacados del bosque por campesinos (Anexo 2). Para el puma se obtuvieron cinco registros, tres por huellas y dos individuos cazados (Anexo 2). Para el análisis de estos registros, se empleó la metodología del mínimo polígono convexo (MPC) y se excluyeron las áreas no aptas para la especie. Esto resultó en un polígono similar para ambas especies, reflejando probablemente esfuerzos de muestreos más que patrones de distribución (Figs. 11 y 12).

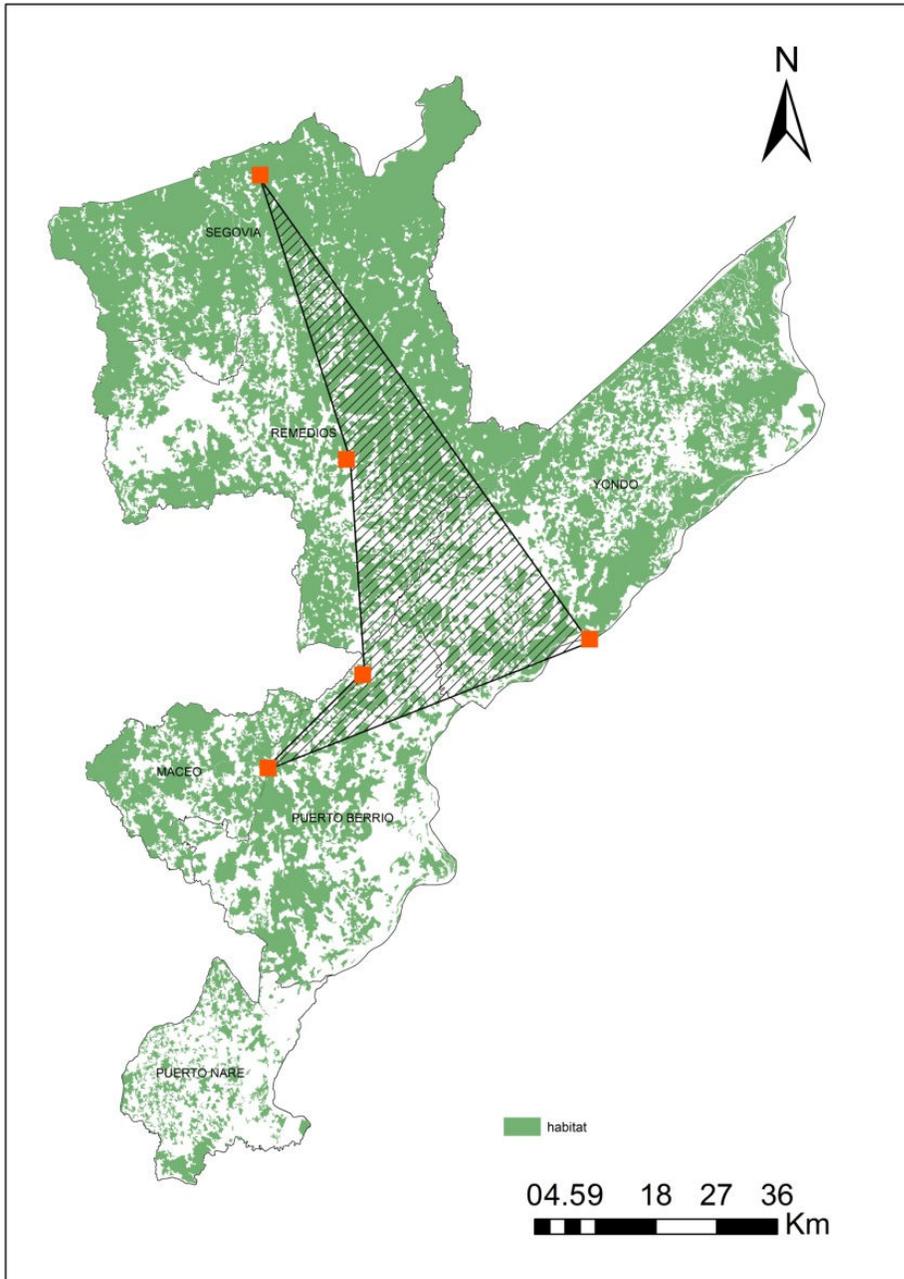


Figura 12. Mínimo polígono convexo con registros puntuales de puma. En verde esta la cobertura natural.



Figura 13. Mínimo polígono convexo con registros puntuales de jaguar. En verde esta la cobertura natural.

DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES

1. Distribución y ocupancia en el área de estudio

Todas las metodologías empleadas apuntan a que el jaguar se distribuye en una porción importante del área de estudio y presenta una población residente allí. Esto sumado al hecho de que se encontró una distribución continua que conecta el sur de Serranía de San Lucas con la unidad de conservación de San Vicente del Chucurí, demuestra la importancia de la zona de estudio para la conservación de la especie, tanto en el contexto regional, como en el contexto de la estrategia global de conservación. Para el puma, aunque se obtuvieron menos registros tanto directos e indirectos como por entrevistas, también se encontró que ocupa parte importante de la zona de estudio. Sin embargo estos resultados pueden estar subestimando la presencia de la especie en la zona debido a la baja detectabilidad que presenta ésta en comparación con la del jaguar.

En cuanto a la modelación de ocupancia del jaguar empleando el programa PRESENCE, no se obtuvo un modelo robusto empleando covariables de hábitat debido a que no fue posible cubrir la mayoría de los cuadrantes y a que el muestreo no fue aleatorio, sino determinado por áreas de mayor interés y donde el acceso fue posible, lo que viola el supuesto de los análisis de ocupancia de que los sitios de estudio representan una muestra aleatoria de la población (Mackenzie et al., 2006) y limitan las generalizaciones que se puedan hacer para cuadrantes no

muestreados en el área de estudio. Debido a lo anterior, no se pudo predecir la ocupancia en cuadrantes no muestreados. Sin embargo, se modeló la ocupancia empleando covariables de muestreo asociadas a los entrevistados, como tiempo de permanencia en la zona y frecuencia de visitas a las zonas boscosas, para estimar la detectabilidad de la especie y el porcentaje del área muestreada donde se encuentra la especie.

La estimación de ocupancia ingenua del jaguar de 0.6 fue mayor a la encontrada por Zeller et al. (2011) en Nicaragua y menor a la encontrada por Petracca (2010) en Belize; sin embargo estos resultados solo se pueden comparar teniendo en cuenta la probabilidad de detección, que fue de 0.28 y 0.70 para el primer y segundo estudio respectivamente, lo que da una ocupancia estimada mayor a la encontrada en este trabajo (cercana a 1.0 en comparación a 0.83). La estimación de ocupancia con covariables de hábitat para puma, no se realizó por los mismos motivos que para el jaguar. Hasta donde se sabe, no hay publicaciones que reporten ocupancia o probabilidad de detección de puma mediante entrevistas, por lo que no existen datos para comparar. Sin embargo al comparar las ocupancias estimadas para el jaguar y el puma, se observa que son similares (0.83 y 0.76 respectivamente) y que la gran diferencia en la ocupancia ingenua es producto de la baja detectabilidad del puma en comparación con la del jaguar. Esto se puede deber a que en presencia del jaguar en zonas ganaderas, el puma se restringe a los hábitats más conservados (Foster et al., 2010) donde probablemente menos personas tienen la posibilidad de detectar la especie, o que en situaciones de baja

disponibilidad de recursos, como la de un hábitat fragmentado, el jaguar sea la especie dominante evitando el acceso del puma a ciertos recursos y limitando su población haciendo que sus densidades sean más bajas, lo que también disminuiría su probabilidad de detección. El modelo que mejor ajuste presentó muestra una tendencia en la probabilidad de detección del puma a incrementar con el tiempo de permanencia de la persona en la zona.

Para las especies presas, no se estimó la ocupancia en múltiples estados con PRESENCE, debido a la incertidumbre asociada a la información de abundancia y al bajo número de entrevistas, pero los resultados indican que en la región aun queda una base de presas importantes, tanto para el jaguar como para el puma. Sin embargo, parece que el tapir y el venado se encuentran en una situación crítica en esta zona.

Aunque una baja probabilidad de detección puede ser en parte la causante de la restringida ocupancia encontrada para el venado y el tapir, es probable también que una fuerte presión de cacería sumada a la baja tasa reproductiva en comparación con otros ungulados (*Pecari tajacu* y *Tayassu pecari*) y una alta mortalidad de los juveniles principalmente en los tapires (Bodmer & Brooks, 1997; Brooks & Eisenberg, 1999), estén llevado a la extinción local a estas especies. Sin embargo, para el municipio de Puerto Berrío (fuera del área de los cuadrantes de muestreo), existe un registro reciente (enero de 2011) sobre el avistamiento de una huella de la danta colombiana hacia la zona de la Vereda el Jardín (A. Palacio, com. pers.). Es

importante anotar que para este municipio el último registro de esta especie fue en el año de 1998 y se consideraba extinta localmente (Arias-Alzate & Palacio, 2004).

Los datos obtenidos mediante estos análisis indican que la zona de estudio es un área de gran importancia para los grandes felinos, ya que al menos un 60 y un 40% de esta es usada por el jaguar y el puma respectivamente. Adicionalmente se obtuvieron datos que apuntan a que allí existe una población reproductiva de jaguar (Arias et al., 2011). Esta zona adquiere aun más importancia en el contexto del corredor jaguar, pues se identificaron dos corredores potenciales que pueden conectar la población de Serranía de San Lucas y Nordeste Antioqueño con la población de la Unidad de conservación del jaguar de San Vicente de Chucurí en Santander. El corredor identificado consta de la margen occidental del Río Magdalena, donde hay una población reproductiva que abarca un área importante, y desde donde los individuos migrantes eventualmente pueden cruzar hacia Santander. Además se identificaron dos corredores en los cuales también hay evidencia de individuos reproductivos que unen esta zona con el Nordeste Antioqueño y la Serranía de San Lucas, uno al Nororiente de Yondó y otro entre puerto Berrio y Yondó. por lo que los resultados aquí mostrados, no tienen en cuenta la probabilidad de detección de las especies.

2. Amenazas

En cuanto a las amenazas, se encontró que una de las principales amenazas para estas especies de felinos es la fragmentación y pérdida de hábitat, ya que actualmente solo un 47% del área de estudio está cubierta por bosques con la mayor cobertura hacia el Nordeste y aunque no se cuantificó, se observó en campo que hay una tasa importante de deforestación para el establecimiento de pasturas en todos los municipios visitados. Una de las aristas de esta amenaza es la expansión de la frontera agrícola-ganadera alrededor de las carreteras en la zona de estudio (especialmente la carretera Yondó-Puerto Berrio, y Puerto Berrio-Remedios), que de seguir el patrón que se ha dado en otros lugares (Forman & Alexander, 1998), podría fragmentar la población actual de estos felinos en subpoblaciones. Adicionalmente, se encontró que el conflicto felinos-ganadería es una amenaza importante, con dos eventos de cacería de jaguar y dos de puma confirmados en el área de estudio, y otro dos independientes reportados para jaguar en las entrevistas y dos para puma. Sumado a esto, se encontró que la percepción acerca del jaguar es mala en un porcentaje importante de las entrevistas y en menor medida para el puma contrastando con lo encontrado por Conforti & Azevedo (2003) en los alrededores del Parque Nacional Iguazú, en Argentina, donde la mayoría de los entrevistados presentaban una actitud positiva hacia la especie. Es de esperar que la mortalidad de las especies reflejada por las entrevistas, sea mucho menor a la real, debido al temor de los entrevistados a problemas con las autoridades ambientales por la cacería de especies protegidas.

Aunque se encontró que la mayoría de las especies presa de mayor tamaño tienen una distribución amplia y en abundancias grandes (aunque este resultado es discutible, ver abajo), en muchos sitios como las veredas Sardinata y San Luis Beltrán, se han extinto presas importantes como el venado y el tapir debido probablemente a la cacería, por lo que es importante tener en cuenta y atacar la amenaza potencial de la pérdida de presas, que para otras especies de grandes carnívoros, se ha descrito como una de las más graves (Barlow et al., 2009; Karanth & Stith, 1999; Karanth et al., 2004, 2006). Con los datos acerca de las amenazas obtenidos en este trabajo, se propone que en la zona de estudio, especialmente en la parte del corredor de Yondó y Puerto Berrio, se implemente algún tipo de incentivo para conservar los bosques (como exención de impuestos por conservar bosques) y se haga especial énfasis en la protección de los sistemas cenagosos, ya que no solo se protegerían los felinos, sino otra cantidad importante de especies amenazadas como el manatí (*Trichechus manatus*) o el caimán aguja (*Crocodylus acutus*). Sumado a esto, se recomienda fortalecer la protección de la Reserva Bosques del Magdalena medio, usando al jaguar como especie focal.

También es altamente recomendado que se trate el conflicto con la ganadería mediante la implementación de talleres con la comunidad donde se exponga la importancia de las especies de felinos y las diferentes estrategias de manejo del ganado para evitar la predación. Se proponen como prioritarias las veredas donde por la intensidad del conflicto y la percepción negativa del jaguar son mayores; en el municipio de Yondó: El Totúmo, Las Lomas, Laguna del Miedo, Rompederos, La

Ganadera y Bocas de San Juan, y en el municipio de Puerto Berrío: La Culebra. De igual manera se propone iniciar un programa de "fincas piloto" donde se asesore y financie al menos parcialmente la implementación de nuevas técnicas de manejo del ganado para evitar depredación entre algunas personas dispuestas en estas comunidades, siendo especialmente necesario esto en las veredas del Nororiente de Yondó. Esto con el fin de ensayar técnicas que funcionen para la zona y que de estas fincas piloto, se dispersen dichas técnicas a las otras fincas de la zona.

3. Evaluación de los Métodos

Antes de evaluar la utilidad de los métodos es importante aclarar que los resultados obtenidos con diferentes métodos en este trabajo, no son estrictamente comparables debido principalmente a que no hubo un esfuerzo homogéneo o al menos aleatorio para ambos métodos en la zona de estudio. Así, la mayoría del esfuerzo de muestro directo e indirecto (recorridos en busca de rastros y cámaras automáticas) se concentró en la vereda El Recreo del municipio de Remedios, en La Culebra en Puerto Berríos, y en La Ganadera en Yondó, mientras que las entrevistas cubrieron un área mayor, extendiéndose hacia el Oriente de Yondó. Para ver diferencias en los resultados mediante los dos métodos, solo se tiene en cuenta la porción del mínimo polígono convexo que entra en el área de estudio de ocupancia.

Adicionalmente se compararon estos resultados con los arrojados para la zona de estudio por un modelo de distribución de jaguar para Colombia (Arias et al., en

preparación). Este trabajo empleó 19 variables bioclimáticas, dos topográficas y densidad humana para crear el modelo de distribución potencial empleando el algoritmo de máxima entropía en el programa MAXENT. El modelo resultante predice que toda el área de estudio presenta condiciones favorables en las variables empleadas para la presencia del jaguar (Fig. 14). La diferencia entre lo predicho por el modelo de Maxent y lo encontrado en este trabajo puede deberse principalmente a dos causas. Una de ellas es la gran diferencia en la escala espacial de los trabajos, ya que el modelo MAXENT cubre un área mucho mayor a la de este estudio y empleó capas con una resolución que a esta escala pueden no ser informativas (mínimo de 1x1 km). Por otro lado y más importante, está el hecho de que este tipo de modelos recrea el espacio ecológico, es decir los rangos y las relaciones entre estos de las variables empleadas dentro de los cuales la especie puede tener poblaciones viables y posteriormente proyecta este espacio sobre el espacio geográfico. Es posible que en el área de estudio, se den todas las condiciones en las dimensiones de clima, topografía y densidad humana para que este la especie, pero a esta escala, las distribución está siendo determinada por otro tipo de variables, como cobertura, fragmentación y variables relacionadas con el conflicto, como densidad de ganado.

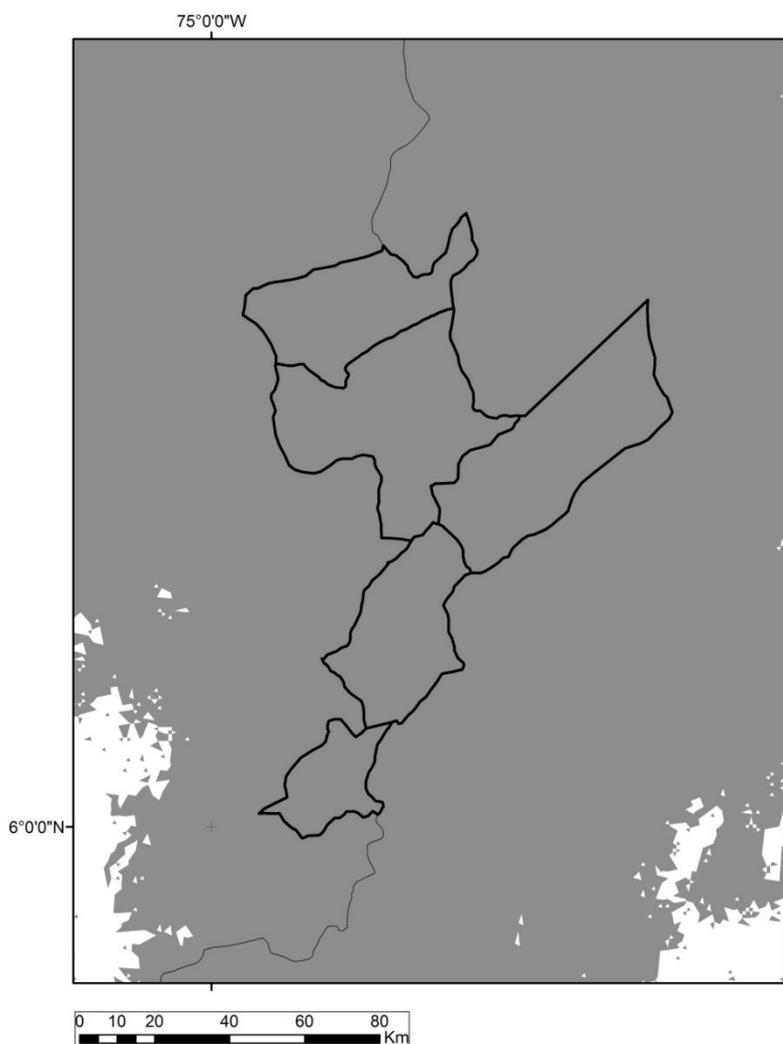


Figura 14. Predicción de la distribución de jaguar en la zona de estudio por modelación de nicho con MAXENT. Imagen A. Arias-Álzate.

En general se encontró un solapamiento moderado de las distribuciones obtenidas mediante los dos métodos con 40% del área identificada con ocupancia para jaguar predicha por el mínimo polígono convexo de los registros puntuales y 25% del área predicha para puma con ocupancia predicha por MPC. Como se mencionó anteriormente, puede ser que la gran diferencia se deba a distintos esfuerzos en

distintas zonas. Así mismo, se puede ver que el método del mínimo polígono convexo no muestra mayor diferencia entre la distribución del jaguar y el puma, con un solapamiento de más del 80% entre ellas.

Al parecer, el método del mínimo polígono entre los registros puntuales no es apropiado para esta escala espacial de trabajo y en un área fragmentada, ya que probablemente dentro del polígono obtenido, debido a la fragmentación, hay tanto áreas usadas como no usadas por la especie y los patrones obtenidos mediante este método pueden reflejar más un esfuerzo de muestreo diferencial que la realidad de la distribución de una especie. Una prueba de esto, es la similitud obtenida para la distribución del jaguar y el puma con este método, mientras que por medio de ocupancia, se obtuvieron patrones de distribución distintos (Fig. 12 y 13. Otro sesgo que presentan los resultados con este método en este trabajo, es que se asumió que todo hábitat natural dentro del polígono por debajo de los 1500 msnm era hábitat para la especie y que el resto de hábitats no. Aunque es de esperarse que especies generalistas puedan usar todos los hábitats naturales disponibles dentro del MPC, hay variables que van a influenciar el uso de estos parches de hábitat de cada especie y la partición del nicho espacial, además del contexto del paisaje en el que esta cada parche de hábitat, como aislamiento o tamaño. Por otro lado, aunque es razonable asumir que las especies no se distribuyen en coberturas no naturales, se han documentado algunos casos donde los felinos las usan en alguna medida (Foster et al., 2010). Por lo anterior no se recomienda utilizar este método de análisis de datos puntuales a esta escala

geográfica en sitios fragmentados. Sin embargo a otras escalas o en sitios con bloques continuos de hábitat natural, pueda dar resultados más útiles.

Por otro lado, el análisis de ocupancia empleando entrevistas mostró resultados a una escala mucho más fina permitiendo identificar un corredor que une el sur de Serranía de San Lucas con la UCJ 34, incluido un sitio de cruce por el Magdalena para el jaguar. Una de las grandes ventajas de este método es que permite la estimación de la probabilidad de detección de las especies, variable que debe ser tomada en cuenta al analizar datos de distribución o abundancia (Mackenzie et al., 2006). De esta manera se sabe que la menor ocupancia ingenua del puma, se debe a que este presenta una menor probabilidad de detección (por parte de la gente de la zona) respecto al jaguar y no a que este use menos área que el jaguar. De esta manera se estima que ambas especies usan una proporción similar del área de estudio. Una de las potenciales fuentes de sesgo más grandes para este método, es la calidad de la información suministrada por el entrevistado; aunque varios estudios con mamíferos han empleado entrevistas y han comprobado que los resultados obtenidos con estas reflejan los obtenidos con métodos de campo tradicionales o incluso que son los más similares de entre varios métodos indirectos a los obtenidos en estudios demográficos a largo plazo (Abba & Cassini, 2010; Gros et al., 1996), este tipo de validación no se realizó para estudios de ocupancia empleando entrevistas. En este trabajo se hizo un esfuerzo grande por validar las respuestas de los entrevistados y se eliminaron las entrevistas con respuestas consideradas ambiguas o con identificaciones incorrectas (ver metodología), siendo la parte más débil de esta validación cuando la persona había observado huellas,

pues al haber solo dos opciones y pocas características para describir la huella, existe una probabilidad importante de que la persona escogiera la huella de la especie que decía estar presente por azar. Pero, no se hizo una evaluación cuantitativa de la calidad de la información suministrada por los entrevistados, por lo que se recomienda que para estudios futuros de ocupancia empleando entrevistas, se use el método de Gros (1998) para calificar la información del entrevistado, con lo que al final del trabajo se obtendrá un índice que puede servir para comparar entre diferentes estudios o que se puede usar para tener una idea de la calidad de los resultados obtenidos. Adicionalmente se recomienda emplear en las laminas de identificación especies que no estén presentes en la zona (leones o guepardos) para comprobar confiabilidad del entrevistado e incluir entre las huellas que se le muestran a la persona, huellas de perro, ya que con un tercer tipo de huella, la posibilidad de acierto por azar disminuye.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta para estudios futuros de este tipo, es que la accesibilidad a la zona permita un muestreo lo suficientemente representativo (al menos el 60% del área con entre 4 y 6 entrevistas; Nijhawan, com. pers.) o aleatorio, lo que permite modelar la probabilidad de ocupancia en función de covariables de hábitat y estimar esta para sitios no muestreados, con lo que se obtendría un modelo de uso de hábitat para toda el área de estudio. Por lo tanto se debe tener en cuenta que el orden público y la accesibilidad permitan que se cumplan las condiciones anteriormente mencionadas.

Otro aspecto de la metodología de ocupancia aquí empleada que amerita revisión, es el empleo de multiestados para las especies presa, pues aunque el supuesto de

que a mayor cantidad de avistamientos, mayor abundancia tiene lógica, es poco compatible con el supuesto de que no hay falsos positivos (Mackenzie et al., 2006). Es decir si para un cuadrante, se tiene que cuatro personas identifican una especie presa como rara y una persona como abundante, el modelo asume que la especie es abundante y las cuatro personas fallaron en identificar el estado real, situación que puede ser probable en muestreo con metodologías directas, pero que con la incertidumbre asociada a las entrevistas y a la variación espacial que puede haber en las abundancias dentro de un cuadrante, puede ser difícil de validar. Adicionalmente la gran variación existente entre el conocimiento de los entrevistados, puede ser una fuente de error importante para los modelos.

Aunque el análisis de los datos puntuales mediante el MPC, brindó menos información que el análisis de las entrevistas con ocupancia, los registros puntuales como tal fueron de un gran valor, pues permitieron validar hasta cierto punto lo encontrado en las entrevistas y obtener datos adicionales, como de individuos reproductivos o mortalidad. Se recomienda en otros estudios validar de manera independiente lo obtenido mediante entrevistas, con la búsqueda de registros primarios con recorridos en búsqueda de rastros, cámaras trampa y siempre que sea posible verificar información de cacería pidiendo ver los restos o las fotos. Se propone que para este tipo de datos, se empleen otro tipo de análisis como modelación de nichos (MAXent o ENFA), teniendo en cuenta para estudios a esta escala principalmente variables de intervención antrópica y hábitat. O, si se trabaja

a escalas más pequeñas, se sugiere el empleo de áreas buffer a partir de rangos de hogar para cada punto (Arias et al., 2009).

Finalmente un aspecto de los modelos que emplean puntos de presencia para predecir distribución o probabilidad de ocupancia de felinos que amerita futura investigación, es el hecho de que debido a la gran capacidad de dispersión de estos y amplios rangos de hogar, es posible que se obtengan registros en hábitats subóptimos o adversos de individuos que simplemente estén de paso o de localidades sumidero, como el caso de los registros de cacería.

CONCLUSIONES

El área de estudio presenta gran potencial para la conservación de grandes felinos, a pesar su fragmentación y la realización de actividades productivas en ella, siendo especialmente importante en el contexto del corredor jaguar.

Las principales amenazas para el jaguar y el puma son la fragmentación y pérdida de hábitat y el conflicto por depredación de ganado.

El método de ocupancia con algunas consideraciones metodológicas es el más efectivo para estudios de este tipo siempre que se tenga acceso a la mayoría del área de estudio.

Los datos primarios son de gran valor pues soportan datos de entrevistas y proveen información adicional.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Abba, A.M., & Cassini, M.H. 2010. A comparison of two methods for acquiring ecological data on armadillos from Argentinean pampas: field work vs. interviews. *Interciencia*, 35: 450-454.

Arias, A.A., Palacio, J.A. & Muñoz-Durán, J. 2009. Nuevos registros de distribución y oferta de hábitat de la danta colombiana (*Tapirus terrestris colombianus*) en las tierras bajas del norte de la cordillera central (Colombia). *Mastozoología Neotropical*, 16: 19-25.

Arias A.A., C. Sánchez-Giraldo, S. Botero-Cañola & S. Solari, 2010. Aproximación al estado de conservación de las especies de felinos en algunos municipios pertenecientes a las cuencas aportantes del sector eléctrico en jurisdicción de Corantioquia. Informe final CORANTIOQUIA.

Arias-Alzate, A.A., Botero-Cañola, S., Sánchez-Londoño, J.D., Mancera, N., Solari, S. 2011. Primeros videos de jaguar (*panthera onca*) con cámaras automáticas en el nororiente de antioquia (colombia) y evidencias de una posible población en la región. *Revista Latinoamericana de Conservación*, 2: 28-44.

Azevedo, F.C.C. 2008. Food habits and livestock depredation of sympatric jaguars (*Panthera onca*) and pumas in the Iguacú National Park area, South Brazil. *Biotropica*, 40: 494–500.

Barlow, A. C. D., C. McDougal, J. L. D. Smith, B. Gurung, S. R. Bhatta, S. Kumal, B. Mahato, & D. B. Tamang. 2009. Temporal variation in tiger (*Panthera tigris*) populations and its implications to monitoring. *Journal of Mammalogy*

Benítez, A.M. 2010. Aproximaciones del hábitat potencial para jaguar (*Panthera onca*) en la Región Caribe colombiana. Tesis Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica.

Chetkiewicz, C.L.B., Clair, C.C.S. & Boyce, M.S. 2006 Corridors for conservation: integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 37: 317–342.

Conforti, V.A. & de Azevedo, F.C.C. (2003). Local perceptions of jaguars (*Panthera onca*) and pumas (*Puma concolor*) in the Iguacú National Park area, south Brazil. *Biological Conservation*, 111: 215–221.

Crooks, K.R. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conservation Biology*, 16: 488-502.

De Angelo, C.D. 2009. El paisaje del Bosque Atlántico del Alto Paraná y sus efectos sobre la distribución y estructura poblacional del jaguar (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*). Tesis Doctoral Universidad de Buenos Aires.

Ehrlich, P.R., & Pringle, R.M. 2008. Where does biodiversity go from here? A grim business-as-usual forecast and a hopeful portfolio of partial solutions. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(Suppl):11579–11586.

Eizirik, E., Kim, J., Menotti-Raymond, M., Crawshaw P. G., O'Brien, S., & Johnson, W.E. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). *Molecular Ecology*, 10: 65–79.

Forman, R.T.T., 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 29: 207–231.

Foster, R., Harmsen, B.J., & Doncaster, C.P., 2010. Habitat use by sympatric jaguars and pumas across a gradient of human disturbance in Belize. *Biotropica*, 42: 724– 731.

Gros, P.M. 1998. Status of the cheetah *Acinonyx jubatus* in Kenya: a field-interview assessment. *Biological Conservation*. 85: 137–149.

Gros, P.M., Kelly, M. J. & Caro, T. M. (1996). Estimating carnivore densities for conservation purposes: indirect methods compared to baseline demographic data. *Oikos*: 77: 197–206.

Hines, J.E. 2010. Program PRESENCE (Version 3.0 BETA). <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/doc/presence/presence.html>.

Hines, J.E., Nichols, J.D., Royle, J.A., MacKenzie, D.I., Gopalaswamy, A. M., Samba Kumar, N., & Karanth K.U. 2010. Tigers on Trails: Occupancy Modeling for Cluster Sampling. Ecological Society of America. Ecological Monographs.

Hornocker, M., & S. Negri (Eds.). 2010. Cougar: ecology and conservation. University of Chicago Press. Chicago, IL.

Johnson C.N., Isaac, J.L., & Fisher, D.O. 2006. Rarity of a top predator triggers continent-wide collapse of mammalian prey: dingoes and marsupials in Australia. *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 341–346.

Jorgenson J., Rodriguez-Mahecha J.V. & Duran-Ramirez C. 2006. Puma *Puma concolor*. En: Rodríguez-M. J.V., M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson (Eds.). 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. Pp 349-355.

Kawanishi, K., Y. Siti Hawa, A. H. Abdul Kadir, & T. Rahmat. 2003. Distribution and potential population size of the tiger in Peninsular Malaysia. *J. Wildl. Parks (Malaysia)* 21: 29-50.

Karanth, K.U., & Stith, B.M., 1999. Prey depletion as a critical determinant of tiger population viability. In: Seidensticker, J., Christie, S., Jackson, P. (Eds.), *Riding the Tiger: Tiger Conservation in Human-dominated Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 100–113

Karanth, K.U., Nichols, J.D., Seidensticker, J., Dinerstein, E., Smith, J.L.D., McDougal, C., Johnsingh, A.J.T., Chundawat, R.S., & Thapar, V. 2003. Science deficiency in conservation practice: the monitoring of tiger populations in India. *Animal Conservation* 6, 141–146.

Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S., Link, W.A., & Hines, J.E. 2004. Tigers and their prey: predicting carnivore densities from prey abundance. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101, 4854–4858.

Karanth, K.U., Nichols, J.D., Kumar, N.S. & Hines, J.E. 2006. Assessing tiger population dynamics using photographic capture-recapture sampling. *Ecology*, 87: 2925–2937.

Khorozyan, I.G., Malkhasyan, A.G., Asmaryan, S.G. & Abramov, A.V. 2010. Using Geographical Mapping and Occupancy Modeling to Study the Distribution of the Critically Endangered Leopard (*Panthera pardus*) Population in Armenia. En: S. A. Cushman and F. Huettmann, editors. 2010. Spatial complexity, informatics and animal conservation. Springer-Verlag, Tokyo. 331-347.

Laundré, J.W., & Hernandez, L. 2010. What We Know about Pumas in Latin America. En: Hornocker, M., and S. Negri (Eds.). 2010. Cougar: ecology and conservation. University of Chicago Press. Chicago, IL.

Laurence W.F. 2006. Have we overstated the tropical biodiversity crisis? . *TRENDS in Ecology and Evolution*, 22: 65-70.

Linnell, J.D.C., Swenson, J.E., & Andersen, R. 2000 Conservation of biodiversity in Scandinavian boreal forests: large carnivores as flagships, umbrellas, indicators, or keystones? *Biodiversity and Conservation*, 9: 857–868.

Linkie, M., G. Chapron, D. J. Martyr, J. Holden, & N. Leaderwilliams. 2006. Assessing the viability of tiger subpopulations in a fragmented landscape. *Journal of Applied Ecology* 43:576–586.

Long, R., MacKay, P., Ray, J., & Zielinski, W. 2008. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, DC.

MacKenzie, D.I., Nichols, J.D., Royle, J.A., Pollock, K.H., Bailey, L.L. & Hines, J.E. 2006. Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence. Elsevier, San Diego, CA.

Mahler, R. 2010. The jaguar's shadow: searching for a mythic cat. Yale University Press. 376 pp.

Michalski, F., & Peres, C. 2005. Anthropogenic determinants of primate and carnivores local extinction in a fragmented forest landscape in southern Amazonia. *Biological Conservation* 124, 383-396.

Miller, B., B. Dugelby, D. Foreman, C. Martinez del Rio, R. Noss, M. Phillips, R. Reading, M. Soule, J. Terborgh, & L. Wilcox. 2001. The importance of large carnivores to healthy ecosystems. *Endangered Species Update*, 18:202–210.

Moreno RS, Kays RW, Samudio R Jr (2006) Competitive release in diets of ocelot (*Leopardus pardalis*) and puma (*Puma concolor*) after jaguar (*Panthera onca*) decline. *Journal of Mammalogy*, 84:808–816

Morrone, J. J. (2001) Biogeografía de América Latina y el Caribe. M&T Manuales y Tesis, Vol. 3. Zaragoza, España. 148 pp.

Nichols, J.D. & Karanth K.U. 2002. Statistical concepts: assessing spatial distribution. En Karanth, K.U. & Nichols, J.D. (Eds). (2002). Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Bangalore, India: Centre for Wildlife Studies. 29-38.

Nijhawan, S. 2010. Analyzing Interview Data Collected in Panthera's Corridor Sites Using Occupancy Models – A Step-wise Instructional Manual. Panthera, New York.

Nuñez, R., B. Miller, AND F. Lindzay. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. Journal of Zoology (London), 252: 373–379.

Payan E. 2006. Jaguar conservation in the Colombian Llanos: presence, local perceptions and the livestock conflict. 2005 Annual report. Jaguar Conservation Program. Wildlife Conservation Society. London, United Kingdom. 42pp.

Payán, E., González-Maya, J.F., Soto, C., Valderrama, C., Castaño-Uribe, C. & Ruiz, M. En prensa. Distribución y estado de conservación del jaguar en Colombia. Capítulo sometido a: El jaguar en el Siglo XXI: La Perspectiva Continental. Rodrigo A. Medellín, Cuauhtémoc Chávez, Antonio de la Torre, Heliot Zarza y Gerardo Ceballos, Editores. Fondo de Cultura Económica Mexicana.

Petracca, L. 2010. Use of site occupancy modeling to delineate a jaguar corridor in southern Belize. Msc thesis. Duke university.USA.

Quiroz V.H. 2006. Diagnóstico de la situación actual de la depredación de ganado por felinos en jurisdicción de CORANTIOQUIA. Informe Final, CORANTIOQUIA. 35 pp

Rabinowitz, A., Nottingham, B., 1986. Ecology and behavior of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America. J. Zool.Lond. (A) 210, 149–159.

Ritchie, E. G. & Johnson, C. N. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. Ecology letters, 12: 982-998.

Rodríguez-Mahecha J.V., Jorgenson J.P., Duran-Ramírez C & Bedoya-Gaitán M. 2006a. Jaguar *Panthera onca*. En: Rodríguez-M. J.V., M. Alberico, F. Trujillo & J. Jorgenson (Eds.). 2006. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. Pp 260-265

Rodríguez-Mahecha, J.V., Alberico, M., Trujillo, F. & Jorgenson, J. (eds.) 2006b.- Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies

Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá.

Sanderson, E. W., K. H. Redford, A. Vedder, P. B. Coppolillo, & S. E. Ward. 2002a. A conceptual model for conservation planning based on landscape species requirements. *Landscape and Urban Planning*, 58:41–56.

Sanderson W., Chetkiewicz CH.L., Medellín R.A., Rabinowitz A., Redford K.H., Robinson J.G. & A.B. Taber. 2002b. Un análisis geográfico del estado de conservación y distribución de los jaguares a través de su área de distribución. Pp 551-600. En el jaguar en el nuevo milenio (R.A. Medellín et al eds.). Fondo de Cultura Economics, Universidad Nacional Autónoma de México – Wildlife Conservation Society. 647 pp.

Sanderson, E.W., K.H. Redford, C.B. Chetkiewicz, R.A. Medellín, A.R. Rabinowitz, J.G. Robinson, & A.B. Taber. 2002c. Planning to Save a Species: the Jaguar as a Model. *Conservation Biology*, 16: 58-71.

Schaller, G.B., & Crawshaw, P.G., 1980. Movement patterns of jaguar. *Biotropica*, 12: 161–168.

Sergio, F., Caro, T., Brown, D., Clucas, B., Hunter, J., Ketchum, J., McHugh, K., Hiraldo, F. 2008. Top Predators as Conservation Tools: Ecological Rationale,

Assumptions, and Efficacy. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 39: 1-19.

Sinclair, A. R. E., Mduma, S. & Brashares, J. S. 2003. Patterns of predation in a diverse predator-prey system. *Nature*, 425: 288—290.

Steneck, R. 2005. An ecological context for the role of large carnivores in conserving biodiversity. En Ray, J; Redford, K; Steneck, R; Berger, J. Eds. *Large carnivores and the conservation of biodiversity*. Island Press. Washington, US. 526 p.

Sutherland W.J., Pullin A.S., Dolman P.M. & Knight T.M. 2004. The need for evidence-based conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 19: 305–308.

Taber, A.B., Novaro, A.J., Neris, N., Colman, F.H. 1997. The food habits of sympatric jaguar and puma in the Paraguayan Chaco. *Biotropica*, 29, 204–213.

Terborgh, J. 1988. The big things that run the world - a sequel to E. O. Wilson. *Conservation Biology*, 2:402-403.

Thorn, M., Scott, D.M., Green, M., Bateman, P.W., & Cameron, E.Z. 2009. Estimating brown hyaena occupancy using baited camera traps. *South African Journal of Wildlife Research*, 39: 1-10.

Treves, A., & Karanth, A. U. 2003. Human-carnivore conflict and perspectives on carnivore management worldwide. *Conservation Biology*, 17: 1491-1499.

Treves, A., R. B. Wallace, & S. White. 2009. Participatory planning of interventions to mitigate human-wildlife conflicts. *Conservation Biology*, 23:1577-1587.

Urueta A.M. & G.I. Gómez. 2008. Estimación de la densidad del jaguar *Panthera onca* (Linneus, 1758) y abundancia de mamíferos terrestres basado en huellas en un arrea del Parque nacional Natural los Katíos (Chocó-Antioquia Colombia). Tesis de pregrado. Ecología de zonas costeras, Universidad de Antioquia. 98 pp.

Weber, W., & Rabinowitz, A. R. 1996. A global perspective on large carnivore conservation. *Conservation Biology*, 10:1046-1054.

Zeller, K. 2007. Jaguars in the New Millennium Data Set Update: The State of the Jaguar in 2006. Wildlife conservation society. September 7, 2007.

ANEXO 1: Formato entrevistas

Entrevistador _____ Fecha _____ Hora _____ Lugar _____ Entrevista # _____

1) Me gustaría preguntarle acerca de los animales que están en el área que usted conoce. ¿Qué área podría usted decir que conoce bien o sea que conoce el bosque y los animales que hay ahí? Por ejemplo podría ser un área que usted camina con frecuencia.
 Marque el área en el mapa y anote el número de cuadrícula correspondiente.

 Año(s) y #cuadrícula(s) correspondiente(s):

2) Haga las siguientes preguntas:

# de Cuadrícula	a) ¿Hace cuánto vive en esta zona o hace cuánto conoce esta zona?	b) ¿ Visita usted esa zona sólo durante algún(os) mes(es) o en alguna época en particular (lluvios/seca)? Registre el # de meses por año que va a ese sitio.	c) ¿Cuántos días al mes pasa en ese lugar?	d) ¿Cuántos de esos días que usted está ahí va al campo o pasa en el campo?	e) ¿A qué se dedica cuando está en ese lugar? ¿Cómo llega usted ahí (a pie, bote, auto, etc.)?
Cuadrícula #:					
Cuadrícula #:					

3) Para cada cuadrícula haga las preguntas al inicio de cada columna.

Para la Cuadrícula # X	d.1) ¿Ve usted Venado colorado, huellas o señas de este?	d.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?	e.1) ¿Ve usted Armadillo, huellas o señas de este?	e.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?	f.1) ¿Ve usted Gusano, huellas o señas de este?	f.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?	g.1) ¿Ve usted rancho o Chigüiro, huellas o señas de este?	g.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?
Cuadrícula #:								
Cuadrícula #:								

Para la Cuadrícula # X	a.1) ¿Ve usted <u>Ni que o conejo, huellas o señas de este?</u> (Anoto el tipo de observación: directa, huella, bañadero, etc. y un 0 = si no está presente o un 1 = si está presente)	a.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?	b.1) ¿Ve usted <u>Saimo de collar, huellas o señas de este?</u> (Anoto el tipo de observación: directa, huella, bañadero, etc. y un 0 = si no está presente o un 1 = si está presente)	b.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?	a.1) ¿Ve usted <u>Lapir, huellas o señas de este?</u> (Anoto el tipo de observación: directa, huella, bañadero, etc. y un 0 = si no está presente o un 1 = si está presente)	a.2) ¿Cuántas veces ve a este animal o su seña en un mes o en un año?
Cuadrícula #:						
Cuadrícula #:						

Pregunta #3.h): Si la persona entrevistada dijo que algunas especies se ven con muy poca frecuencia o no se ven del todo pregunte: **¿Por qué cree que no se ven o se ven escasamente?** Anote lo que la persona dice aquí: _____

4.1 a) ¿Ha visto al tigre, alguna seña (como huellas, heces, alguna presa muerta-sea salvaje o animal doméstico) o un tigre muerto en el último año en el sitio X (sitio X representa una de las cuadrículas que la persona dijo que conoció)? (si es una piel o alguna parte de un tigre muerto, confirmar la fecha en que el animal murió).

Si: (marque 1 en la segunda columna y llene las preguntas 5b) - 5e) en el cuadro)

No: (marque 0 en la segunda columna)

4.1 b) ¿Cómo era el animal seña que vio (tamaño, color, tamaño de huella, descripción de señas en animal atacado, etc.)? Permita que la persona describa al animal o la seña con sus propias palabras y registre el tipo de observación.

4.1 c) Enciéñele las imágenes de los animales o las huellas según corresponda y pregúntele: ¿Cuál se parece más a lo que usted vio?

*****Si la persona describió correctamente al jaguar o su seña y lo identificó de las laminas marque una "S" en esta columna, uno marque "No" y cambie el "1" de la columna a) por un "0".

4.1 d) ¿Cuándo lo vio? Registre la fecha lo más exacto posible.

4.1 e) ¿Dónde lo vio? Como mínimo debe registrar el número de cuadrícula. Trate de obtener las coordenadas, ubicando el lugar con nombres de sitios conocidos, ríos, etc.

# de Cuadrícula	a	b	c	d
	En el último año (Presente = 1 Ausente = 0)	Tipo de observación y Descripción del animal o seña (OD = observ. directa, H = huella PM = Presa Muerta, EJ = Restos de Jaguar)	¿Identificó al tigre correctamente? (Si/No)	Fecha de la observación

Cuadrícula #					
Cuadrícula #					

4.2) a) ¿Ha visto al puma o león, alguna huella, heces, alguna presa muerta-sea salvaje o animal doméstico) o un puma muerto en el último año en el sitio Y (sitio Y representa una de las cuadrículas que la persona dijo que conoce)? (si es una piel o alguna parte de un puma muerto, confirmar la fecha en que el animal murió).

# de Cuadrícula	a En el último año (Presente = 1 Ausente = 0)	b Tipo de observación y Descripción del animal o :seña (OD = observ. directa, H = huella PM = Presa Muerta, RJ = Restos de Puma)	c ¿Identificó al Puma correctamente? (SI/NO)	d Fecha de la observación
Cuadrícula #				
Cuadrícula #				

5) ¿Han habido ataques de estos animales en su propiedad? ¿Cuándo? ¿Que animales y cuantos ha perdido por cuenta de estos animales? ¿Que especie cree que fue responsable de estas pérdidas?

6) ¿Estaba usted con alguien en alguno de esto avistamientos de tigre? Si la respuesta es Si, preguntar ¿Quién?, ¿Lo podemos entrevistar?

¿Usted sabe de alguien más que haya visto tigres o señas de este animal o que conozca mucho sobre los animales silvestres para entrevistarlos? Si la respuesta Si, pregunte ¿Quién es? y ¿Dónde vive?

7) ¿Qué piensa usted del tigre? (Si la persona no comprende, se puede preguntar: ¿qué sentiría al saber que este animal habita la misma área que usted?)

ANEXO 2: Registros puntuales de puma y jaguar

REGISTROS DE JAGUAR

Municipio	Localidad	Tipo de registro	Fecha
Remedios	Vereda El Recreo, Finca Ramon Negro, Interior de Bosque	individuo cazado	junio de 2009
Remedios	Vereda La Gorgona, Interior de Bosque	Huellas	13 de enero de 2011
Puerto Berrio	Sector Rural La Culebra y Rancho Quemado	individuo cazado	6 de agosto de 2008
Puerto Berrio	Vereda la Culebra, camino en el bosque, Hacienda El Roble	Individuo fotografiado	13 de marzo de 2011
Puerto Berrio	Vereda la Culebra, camino en el Bosque, Hacienda Los alamos	Huellas	27 de septiembre de 2009
Segovia	Alto Amara	individuo cazado	Octubre de 2005
Puerto Berrio	Vereda la Culebra, en la carretera, cerca a la Hacienda El Roble	Huellas	26 de septiembre de 2009
Puerto Berrio	Vereda la Culebra, en la carretera, cerca a la Hacienda El Roble	Huellas	27 de septiembre de 2009
Puerto Nare	Vereda Cominales, Quebrada La Arabia	individuo cazado	27 de febrero de 2010
Yondó	Vereda Bocas de Barbacoas, Hacienda La Ganadera	Cachorros	31 de mayo de 2011
Yondó	Vereda Bocas de Barbacoas, Hacienda La Ganadera	Individuos fotografiados	Abril de 2011
Yondó	Vereda Bocas de Barbacoas, Hacienda La Ganadera	Huellas	31 de mayo de 2011

REGISTROS PUMA

Municipio	Localidad	Tipo de registro	Fecha
Maceo	Vereda Santa Barbara, Quebrada guardasol	Huellas	16 de junio de 2008
Remedios	Vereda La Gorgona, fragmento de bosque	Huellas	mayo de 2008
Segovia	Zona de Monte Frio	Individuo cazado	Octubre de 2005
Puerto berrio	Vereda la Culebra, Hacienda Los Robles	Huellas	9 de marzo de 2011
Yondó	Vereda La Clara	individuo cazado	no



Registros de jaguar. a) Huella de jaguar en la vereda la Culebra de Puerto Berrio. b) Huella de Jaguar en el interior de fragmento de bosque en la Vereda la Gorgona. c) Jaguar cazado en el 2009 en uno de los bosques de la Finca Ramón Negro en la Vereda El Recreo, Municipio de Remedios (Foto: A. Polling). d) Cachorros de Jaguar encontrados en la Hacienda La ganadera, Vereda Bocas de Barbacoas.

a)



b)



c)



d)

Registros de jaguar. a) Dos Jaguares registrados con cámaras automáticas desplazándose en uno de los senderos que cruza un fragmento de bosque en la Hacienda Los Robles. b) Jaguar macho cazado en la vereda La Culebra. (Foto Diana David Zenufana). c) Colmillo de jaguar proveniente de la zona de La Quebrada Amara (Alto Amará), municipio de Segovia. (Foto A. Arias-Alzate). d) Huella de Jaguar hallada en un camino a 1km de distancia del refugio de los cachorros encontrados en la Hacienda La ganadera, Vereda Bocas de Barbacoas. (Foto: A. Arias-Alzate).



a)



b)



c)

Registros puma. a) Puma hembra cazada en la zona de Monte Frio, municipio de Segovia (Foto Andrés Arias-Alzate). b) Huellas de Puma (*Puma concolor*) hallada en un fragmento de bosque de 250 ha en la Hacienda los Robles, vereda La Culebra (Foto: A. Arias-Alzate). c) Pata de Puma (*Puma concolor*) cazado en uno de los bosques de la vereda la Clara municipio de Yondó. (Foto: A. Arias-Alzate).