

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

**“ABUNDANCIA RELATIVA DE JAGUAR (*Panthera onca*),
PUMA (*Puma concolor*) Y OCELOTE (*Leopardus pardalis*)
EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ,
COBAN, ALTA VERAPAZ”**

Informe de tesis

Presentado por

María Susana Hermes Calderón

Para optar al título de

Bióloga

Guatemala, septiembre del 2004

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA

M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán	DECANO
Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona	SECRETARIA
Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo	VOCAL I
Lic. Juan Francisco Pérez Sabino	VOCAL II
Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez	VOCAL III
Br. Roberto José Garnica Marroquín	VOCAL IV
Br. Rodrigo José Vargas Rosales	VOCAL V

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada con mucho cariño y respeto a las personas que han estado incondicionalmente a mi lado y que forman parte importante de mi vida:

Mis padres, Bernard y Rossana, por todo su amor, amistad, enseñanzas, sacrificios y en especial por el regalo de la vida dándonos libertad para crecer y seguir nuestros sueños.

Mis hermanos, Diego y Juan José, por su carisma, alegría y todos los momentos especiales que hemos vivido.

Mis abuelas, Cuca y mama Beti, por todo su amor, ternura, sabiduría, tiempo, dedicación y fortaleza.

A Marleny Rosales, por su gran calidad humana y profesional siempre brindándome todo el apoyo, cariño, sinceridad y solidaridad de una amistad única y verdadera.

A Raúl Enríquez por su amistad sincera, dedicación, paciencia y apoyo brindado.

A mis amigas y amigos, por las personas que son y que nunca serán.

AGRADECIMIENTOS

La realización de esta investigación no hubiera sido posible sin la colaboración de:

El Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco región Lachuá -PIMEL- y el Concilio de Universidades de Noruega -NUFU- por el apoyo financiero, equipo e infraestructura brindada.

Mi amigo y maestro Claudio Méndez por compartir sus conocimientos sin restricciones, brindándome consejos, asesoría, motivación y la oportunidad de realizar investigación durante estos años; por sus firmes convicciones e ideales y todo el esfuerzo que ha realizado por el PIMEL, su equipo de investigación y la Escuela de Biología en general.

Lic. Cuauhtémoc Chávez por otorgarme sin conocernos su amistad, asesoría, paciencia, dedicación y un gran apoyo durante estos años.

Dr. Jorge E. López por los valiosos consejos y sugerencias brindadas durante la realización de la investigación, el tiempo dedicado en la revisión del presente documento y préstamo de literatura.

M.Sc. Sergio Melgar y Jorge Aguilar por su apoyo en el trabajo realizado con el Sistema de Información Geográfico.

Lic. Ricardo Moreno y M.Sc. Carolyn Miller por sus valiosos consejos y donación de material bibliográfico.

Licda. Marleny Rosales por todo el entusiasmo, motivación, ideas, sugerencias y material bibliográfico brindado.

Licda. Dulce Bustamante por la asesoría brindada para realizar los análisis estadísticos del estudio.

Fermín Ayala, Lorenzo Cornel, Carlos Coy y Jaime Hazard por sus sabios consejos, anécdotas y apoyo logístico otorgado en la realización del trabajo de campo.

Guarda Recursos del PNLL, Pedro Oxom, Francisco Tzoc, Arnulfo Chen, Enrique Chub y en especial a Paulino Baleu y Manuel Cac por todo su apoyo, consejos, anécdotas, interesantes conversaciones y por enseñarme las incontables bellezas y secretos que guarda el Parque Nacional Laguna Lachuá.

La administración del Parque Nacional Laguna Lachuá por brindar apoyo logístico y préstamo de equipo durante el estudio.

El proyecto Lachuá por dar, cuando fue necesario, las facilidades de hospedaje en la cede de Salacuin.

A todos los que de alguna manera contribuyeron a la realización de este sueño.

ÍNDICE

	Páginas
RESUMEN.....	01
1. INTRODUCCIÓN.....	03
2. ANTECEDENTES	
2.1 Características biológicas y ecológicas de las especies en estudio	
2.1.1 Jaguar (<i>P. onca</i>), puma (<i>P. concolor</i>) y ocelote (<i>L. pardalis</i>)	
2.1.1.1 Área de distribución.....	05
2.1.1.2 Tamaño y pelaje.....	05
2.1.1.3 Hábitos conductuales.....	06
2.1.1.4 Alimentación.....	07
2.1.1.5 Hábitat.....	08
2.1.1.6 Áreas de actividad y densidad poblacional.....	08
2.1.1.7 Uso de hábitat.....	09
2.1.1.8 Estado de conservación.....	10
2.2 Métodos de muestreo para estimar abundancia relativa de felinos.....	11
2.2.1 Algunas investigaciones realizadas con los felinos en estudio.....	14
2.2.2 Estudios de felinos realizados en Guatemala.....	16
2.3 Descripción del área de estudio: Parque Nacional Laguna Lachuá.....	18
3. JUSTIFICACIÓN.....	22
4. OBJETIVOS.....	23
5. HIPÓTESIS.....	23
6. MATERIALES Y MÉTODOS	
6.1 Universo de estudio	
6.1.1 Población.....	23
6.1.2 Muestra.....	23
6.2 Medios.....	24
6.3 Materiales.....	24
6.4 Métodos.....	26
6.4.1 Diseño de los muestreos para detectar la presencia y abundancia relativa de las tres especies en estudio	
6.4.1.1 Trampeo fotográfico.....	28
6.4.1.2 Estaciones de huellas.....	30

	Páginas
6.4.2 Diseño de los muestreos para analizar la distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio.....	31
6.4.3 Uso de hábitat	
6.4.3.1 Paisaje.....	33
6.4.3.2 Micro-hábitat.....	36
6.4.4 Análisis estadísticos.....	39
7. RESULTADOS	
7.1 Presencia y abundancia relativa	
7.1.1 Cámaras.....	41
7.1.2 Estaciones de huellas.....	42
7.2 Análisis de las fotografías obtenidas	
7.2.1 Identificación de individuos	
7.2.1.1 Jaguar.....	43
7.2.1.2 Puma.....	43
7.2.1.3 Ocelote.....	43
7.2.1.4 Frecuencias de captura.....	43
7.3 Distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio y su relación con algunas variables de distancia.....	47
7.4 Uso de hábitat	
7.4.1 Distribución de los sitios de ocurrencia de felinos en las sub-divisiones de 1 y 0.25 Km ² realizadas al área de estudio.....	51
7.4.2 Presencia y número de ocurrencias de felinos en relación a las variables de hábitat medidas a escala de paisaje (1 y 0.25 Km ²).....	52
7.4.3 Micro-hábitat.....	52
8. DISCUSIÓN	
8.1 Abundancia relativa	
8.1.1 Presencia y abundancia relativa de las tres especies estudiadas.....	53
8.1.2 Número de fotografías obtenidas en las temporadas de muestreo.....	57
8.1.3 Estimaciones de abundancia obtenidas por cámaras y estaciones de huellas.....	58
8.1.4 Algunas consideraciones del método de trampeo fotográfico.....	58
8.2 Distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio.....	60
8.3 Uso de hábitat	
8.3.1 Presencia de felinos en relación a las variables de hábitat medidas a escala de paisaje (1 Km ² y 0.25 Km ²).....	64
8.3.2 Micro-hábitat en sitios de ocurrencia de gatos grandes y ocelote.....	65
9. CONCLUSIONES.....	67

Páginas

10. RECOMENDACIONES.....	69
11. REFERENCIAS.....	72
11.1 Comunicaciones personales.....	85
12. ANEXOS.....	87
12.1 Área total y número de parches de las clases de vegetación presentes en los polígonos donde se realizó el análisis de paisaje no protegido aledaño al área de estudio.....	88
12.2 Algunos sitios de la Eco-región Lachuá, y lugares aledaños a la misma, donde se reporta la presencia de gatos grandes.....	89
12.3 Nombres comunes de las especies vegetales con frutos presentes en las estaciones donde se evaluó el micro-hábitat.....	90

RESUMEN

La presente investigación permitió corroborar la presencia, estimar la abundancia relativa, identificar individuos y analizar la distribución espacial de los sitios de ocurrencia de jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL-. La información de sitios de ocurrencia provino de dos fuentes: fotografías obtenidas con trampas de cámara y rastros detectados durante el periodo de diciembre 2002 a octubre 2003 en veredas del área de estudio. También se realizaron análisis en los cuales se relacionaron sitios de ocurrencia de estos felinos con variables de hábitat a dos escalas espaciales (paisaje y micro-hábitat), para buscar patrones y evaluar si alguna(s) variable(s) podía(n) explicar la presencia de los felinos en tales lugares. El análisis de paisaje fue efectuado utilizando la clasificación de vegetación del año 1999 basada en fotointerpretación y con ayuda de un Sistema de Información Geográfico. La evaluación de micro-hábitat se realizó en parcelas de 400 m² que fueron levantadas en 60 sitios (45 con ocurrencias de felinos) durante el trabajo de campo.

Se realizó un esfuerzo de 784 noches/cámara (marzo a octubre 2003) y se obtuvieron 20 fotografías de felinos en estudio de las cuales el 55% fue de ocelote, 25% de jaguar y 20% de puma. En dichas fotografías se identificaron ocho individuos de ocelote, tres de jaguar y tres de puma, por medio del análisis cualitativo del pelaje. Los índices de abundancia relativa -IAR- y frecuencias de captura de individuos -FCI- estimadas muestran que el ocelote es la especie más abundante en el área de estudio y que ambos gatos grandes presentan abundancias similares. Además los valores de IAR y FCI obtenidos sugieren que existe concentración de éstos individuos en el PNLL posiblemente debido a que sus probabilidades de movimiento son mucho más reducidas en comparación con lo observado en otros sitios de las tierras bajas de la península de Yucatán.

Se detectaron 115 rastros de felinos en estudio sobre transectos de 1.2 Km. y veredas existentes en el área de estudio, de los cuales 84 (73.04%) constituyen evidencia de gatos grandes y el resto de ocelote. Se encontró que el 72.62% de rastros de gatos grandes fueron localizados en las veredas de la parte sur del área de estudio. La distribución espacial de dichos sitios muestra que los gatos grandes se encuentran utilizando intensamente el perímetro y las brechas límite del área protegida, principalmente en la zona sur donde el paisaje circundante está menos fragmentado.

Las variables relacionadas con la fenología fueron las que mejor explicaron la presencia de felinos en estudio en los sitios donde se evaluó el micro-hábitat durante la época lluviosa. En general, los gatos grandes y ocelotes se localizaron en lugares que presentaron un mayor número de especies vegetales con frutos. Se observó que el lancetillo (*Astrocaryum mexicanum*) fue la especie con frutos que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia en las estaciones de micro-hábitat, ya que estuvo presente en el 71.67% de las mismas. Se notó que dicha especie fue particularmente abundante en la mayoría de sitios con rastros de gatos grandes.

Las comunidades humanas efectúan actividades extractivas dentro y fuera de la reserva. La intensidad de las mismas depende de la zona y temporalidad, siendo mayores durante la época de escasez de trabajo en el área. Además la cacería de los felinos en estudio y sus presas es alarmante. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de extender las acciones de manejo del PNLL más allá de sus límites ya que los felinos se encuentran utilizando los espacios no protegidos del área de influencia. Considero que mientras no se emprendan acciones de manejo que incorporen a las comunidades humanas, regulen la actividad cinegética y mejoren la conectividad entre la reserva con otros remanentes de la Eco-región Lachuá y especialmente los vínculos con sitios de la Sierra de Chamá, las perspectivas de sobrevivencia a largo plazo de los grandes felinos en el área serán muy difíciles. *

* **Palabras clave:** abundancia relativa, sitios de ocurrencia, jaguar, *Panthera onca*, puma, *Puma concolor*, ocelote, *Leopardus pardalis*, Parque Nacional Laguna Lachuá, uso de hábitat, paisaje, micro-hábitat, trampeo fotográfico, frecuencias de captura de individuos, gatos grandes, rastros, lancetillo, *Astrocaryum mexicanum*, remanentes, Eco-región Lachuá, Sierra de Chamá.

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá¹ -PIMEL-² de la Escuela de Biología ha puesto en marcha un programa de monitoreo³ de la biodiversidad en función del cambio de uso de la tierra basado en un enfoque de indicadores multi-taxa (Méndez y Morales, 2001). Hasta la fecha, la evidencia recabada muestra que existen flujos a escala de paisaje⁴ entre el Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL- y el área de influencia. Además sugieren una vinculación, a escala biogeográfica, del PNLL con la Sierra de Chamá al sur (Méndez, Morales y Melgar, 2001). Con base en la información generada, el PIMEL ha planteado un modelo que propone que al incorporar hábitats externos al manejo del PNLL, se mejorará la conectividad del sistema montañoso del sur y los remanentes que constituyen la Eco-región Lachuá lo que permitirá el mantenimiento de poblaciones y procesos. El presente estudio busca generar evidencia para sustentar dicho modelo de manejo.

Considerando que por estar ubicados en la cima de la cadena trófica, los felinos contribuyen en la regulación del tamaño poblacional de sus presas y juegan un papel importante en el mantenimiento de los fenómenos ecológicos de los ecosistemas en que habitan (Hornocker, 1970; Seidensticker *et al.*, 1973; Schaller y Vasconcellos, 1978; Terborgh, 1990; Núñez *et al.*, 2000; De Oliveira, 2002; Miller y Rabinowitz, 2002). A pesar de su valor ecológico son especies “vulnerables” cuyo estado de conservación es crítico ya que, en términos generales, sus poblaciones son pequeñas, aisladas por la fragmentación del hábitat, afectadas por las actividades humanas y se encuentran en peligro de extinción (Meffe y Carroll, 1997; Miller y Rabinowitz, 2002).

¹ La Eco-región Lachuá se encuentra formada por el Parque Nacional Laguna Lachuá y su área de influencia (Foro Eco-región Lachuá, 2001; Méndez y Morales, 2001).

² El Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá es una unidad de investigación de la Escuela de Biología de Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala (según acta No. 16-2004 de la sesión de Junta Directiva de la Facultad de CCQQ y Farmacia, 2004).

³ Monitoreo: evaluación periódica que permite conocer tendencias y proporciona información base para comprender el comportamiento de un sistema a través de tiempo (Kremen, 1992; Méndez *et al.*, 1995). Además es un fenómeno cíclico en el que a la recolección periódica de datos le sigue una evaluación de las decisiones de manejo anteriores (Cooperrider *et al.*, 1986). El monitoreo biológico hace posible la descripción de la dinámica de las comunidades naturales, las consecuencias de las acciones antropogénicas, predecir y/o prevenir cambios no deseados (Kremen *et al.*, 1998; Galindo-Leal, 2000; Sutherland, 2000).

⁴ Paisaje: mosaico heterogéneo de tipos de vegetación, formas y usos de la tierra (Urban *et al.*, 1987; Meffe y Carroll, 1997).

Por sus características biológicas e intereses sociales, de carácter político y socioeconómico, son catalogadas como especies “paraguas⁵” y “bandera⁶” que han sido utilizadas para promover la conservación en diferentes áreas (Miller y Rabinowitz, 2002). El estudio de felinos es considerado importante para el diseño y manejo de las áreas protegidas (Miller y Rabinowitz, 2002) y no protegidas.

Consideramos que es relevante estudiar aspectos tales como la distribución, abundancia relativa y uso de hábitat de estas especies ya que contribuyen a revelar procesos (Ej. depredador-presa) y muestran el área donde posiblemente ocurren los mismos. De dicho conocimiento podría depender, en gran medida, la viabilidad de las acciones de planificación, manejo y conservación implementadas a diferentes escalas de tiempo y espacio para estos felinos. Sin embargo por ser animales solitarios, elusivos, sigilosos, de bajas densidades y que poseen grandes requerimientos de espacio, los felinos son especies difíciles de estudiar (Karanth y Nichols, 1998 y 2002). Guatemala es uno de los países con mayor carencia de información acerca de las poblaciones de felinos existentes y únicamente se han realizado dos estudios científicos (Kawanishi, 1995; Novack, 2003) en el departamento de Petén.

El PIMEL se interesó en incorporar el estudio de felinos como un grupo indicador que forme parte de las investigaciones de largo plazo. La presente investigación constituye el primer estudio científico de grandes depredadores en la Eco-región Lachuá, cuyo objetivo principal fue estimar la abundancia relativa del jaguar, puma y ocelote en el PNLL. Adicionalmente se evaluó el uso de hábitat a dos escalas espaciales (paisaje y micro-hábitat) para determinar si algunas variables de hábitat podían explicar la ocurrencia de felinos en el área de estudio.

Los resultados obtenidos constituyen información importante acerca de la distribución, abundancia y estructura poblacional de las tres especies en estudio, la cual debe ser considerada en el manejo del PNLL por las consideraciones del modelo de manejo propuesto para la región. Además serán útiles para fundamentar posteriores estudios con felinos en el área.

⁵ *Especies paraguas*: especies que necesitan grandes extensiones de hábitat natural o poco alterado para mantener poblaciones viables. Además poseen requerimientos de hábitat que engloban las necesidades de otras especies (Lambeck, 1997; Meffe y Carroll, 1997).

⁶ *Especies bandera*: especies carismáticas capaces de atraer la atención pública sobre sus problemáticas de conservación y la de los hábitats que utilizan, logrando que se movilicen esfuerzos para su protección (Meffe y Carroll, 1997).

2. ANTECEDENTES

En Guatemala existen cinco especies de felinos, el jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), ocelote (*Leopardus pardalis*), margay (*Leopardus wiedii*) y jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) (CONAP, 2000). El margay y el jaguarundi no fueron considerados para el presente estudio ya que las estimaciones de abundancia relativa por medio de trapeo fotográfico hubieran sido difíciles y sesgadas debido a que el primero es parcialmente arborícola y el último ha mostrado mayor actividad durante el día (De Oliveira, 1998a y b).

2.1 Características biológicas y ecológicas de las especies en estudio

2.1.1 *El jaguar, puma y ocelote:*

2.1.1.1 *Área de distribución*

La distribución actual del jaguar abarca desde la parte sur de Estados Unidos, en Arizona y Nuevo México en la frontera con México hasta el norte de Argentina (Seymour, 1987; Reid, 1997; Sanderson *et al.*, 2002a). El puma es la especie con mayor distribución geográfica actual ya que se encuentra casi en todo el continente Americano, desde el centro de Canadá hasta el sur de Chile y Argentina (Currier, 1983; Reid, 1997). Se encuentra en sitios ubicados en altitudes desde el nivel del mar hasta al menos 3,350 metros en California y 4,500 metros en Ecuador (Currier, 1983). La distribución actual del ocelote es muy similar a la del jaguar, abarcando desde Arizona (y sur de la Florida) a través de Centro América hasta Paraguay, Uruguay, Ecuador, Perú del Norte, Bolivia y Norte de Argentina. Aunque no viven en las mesetas altas de Bolivia y Perú central, se encuentran en las montañas de Colombia, Ecuador y Norte de Perú. Generalmente se encuentran en elevaciones menores a 1,200 metros sobre el nivel del mar (Tewes y Everett, 1986; Navarro *et al.*, 1993; Reid, 1997; Murray y Gardner, 1997).

2.1.1.2 *Tamaño y pelaje*

El jaguar es la especie de mayor tamaño, siendo generalmente los machos mas grandes que las hembras en las tres especies estudiadas (Currier, 1983; Murray y Gardner, 1997; Seymour, 1989; Nowak, 1999). El peso de un individuo de jaguar se encuentra en el intervalo de 56 a 150 Kg. (Seymour, 1989; Nowak, 1999; Aranda, 2000). El color del cuerpo puede variar desde amarillo claro hasta amarillo rojizo en la parte dorsal y blancuzco en la ventral. El dorso también presenta manchas negras sobre la cabeza, cuello y rosetas que casi siempre poseen un punto oscuro en su interior. Las orejas son redondeadas, blancas por dentro y negras detrás de las puntas; la cola es

manchada o bandeada con negro. Su espalda es corta, cuerpo grueso y robusto, patas cortas y pies grandes (Seymour, 1989; Nowak, 1999; Reid, 1997).

Para el puma, los pesos reportados usualmente se encuentran entre 35 y 65 Kg. (Currier, 1983). La cola es larga, cilíndrica y mide aproximadamente un tercio de la longitud corporal. El cuerpo es alargado y la cabeza es pequeña con relación al cuerpo. Las orejas son pequeñas, cortas y redondeadas (Nowak, 1999; Aranda 2000). El color dorsal varía entre un café grisáceo claro hasta café rojizo oscuro. La parte trasera de las orejas y la punta de la cola son generalmente café oscuro o negro. La barbilla y parte ventral del cuerpo es de color blanco cremoso (Currier, 1983).

El ocelote es un felino de tamaño mediano y pesa aproximadamente de 7 a 16 Kg. (Murray y Gardner, 1997). Su cuerpo está cubierto de manchas, posee cola larga y pelaje corto. Presenta líneas paralelas de color negro sobre la nuca y líneas oblicuas cerca del hombro. La parte dorsal del cuerpo es color grisáceo y a parte ventral es blancuzca. Su cola es punteada y alrededor presenta aros negros que no completan el círculo. La parte posterior de las orejas es negra con una banda central de color amarillo-blanco. Presentan dos líneas negras en las mejillas y una o dos líneas transversales en la parte interna de las extremidades anteriores (Murray y Gardner, 1997; Nowak, 1999).

2.1.1.3 Hábitos conductuales

El jaguar, puma y ocelote son felinos solitarios y territoriales que se comunican por medio de sonidos vocales y/o señales visuales. Utilizan señales olfativas (heces, orina) y rascaderos para marcar su territorio (Currier, 1983; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Seymour, 1989; Nowak, 1999; Aranda, 2000). Durante el apareamiento de ocelotes, las parejas generalmente marcan el territorio juntos y defecan en los mismos sitios (letrinas), los cuales pueden estar ubicados sobre caminos y partes arenosas en la orilla de cuerpos de agua (Emmons, 1988; Sunquist *et al.*, 1989).

Los jaguares y ocelotes presentan mayor actividad durante la noche (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988; Núñez *et al.*, 2000). Estudios han mostrado que en ocelotes los picos de mayor actividad ocurren entre 18:30 horas y medianoche (Crawshaw y Quigley, 1989; Konecny, 1989; Murray y Gardner, 1997). En Belice y Venezuela, los ocelotes mostraban un incremento de actividad diaria en días lluviosos (Konecny, 1989; Ludlow y Sunquist, 1987; Sunquist *et al.*, 1989). En días con luz de luna, los ocelotes son más activos durante la última hora del día y menos activos entre 00:30-03:00 horas (Sunquist *et al.*, 1989). Carrillo (com. pers. 2002) indica que los jaguares cambian sus patrones de actividad dependiendo de la época del año y los

patrones de actividad de sus presas, de manera que pueden presentar actividad diurna y/o nocturna. Para pumas también se ha reportado actividad similar (Aranda, 2000; Núñez *et al.*, 2000).

2.1.1.4 Alimentación

Se ha mencionado que los jaguares, pumas y ocelotes son cazadores oportunistas (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Emmons, 1987; Aranda, 1993; Taber *et al.*, 1997; De Oliveira, 2002). Para el jaguar se han reportado al menos 85 especies que forman parte de su dieta, de las cuales 80% generalmente son mamíferos medianos y grandes (Seymour, 1989). Entre la presas principales se encuentran los pecaríes (*Dicotyles pecari* y *Tayassu tajacu*), capibara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), mono (*Alouatta sp.*), tapir (*Tapirus sp.*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), cabrito (*Mazama americana*), pizote (*Nasua sp.*), armadillo (*Dasypus sp.*) y tepezcuintle (*Agouti paca*). Además se alimentan de anfibios, reptiles (cocodrilos, tortugas, serpientes), peces, aves y mamíferos domésticos (Schaller y Vasconcellos, 1978; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Seymour, 1986; Aranda, 1990, 1993 y 1994b; Carrillo *et al.*, 1994; Chinchilla, 1997; Taber *et al.*, 1997; Farell *et al.*, 2000; Núñez *et al.*, 2000; Garla *et al.*, 2001; Núñez *et al.*, 2002; Novack, 2003; Scognamillo *et al.*, 2003).

Los mamíferos también constituyen las presas principales del puma pero usualmente son de menor tamaño que las presas del jaguar, sobre todo en sitios donde coexisten ambas especies (Chinchilla, 1997; Taber *et al.*, 1997; Núñez *et al.*, 2000; Farell *et al.*, 2000; Wolf, 2001; Scognamillo *et al.*, 2003). En Norteamérica, la presa principal es el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) pero su dieta es mas variada en los trópicos (Currier, 1983; Irriarte *et al.*, 1990; Núñez *et al.*, 2000). En Sudamérica, los cérvidos que constituyen presas principales son el venado de la ciénaga (*Blastoceros dichotomus*), los huemules (*Hippocamelus antisensis* e *H. Bisulcus*) y el cabrito (*Mazama sp.*). La dieta también incluye otras especies de ungulados, castores, puerco espines, liebres, ratones, ardillas y aves (Currier, 1983; Nowak, 1999; Aranda, 2000; Moreno, 2001).

Las presas reportadas para ocelotes generalmente pesan menos de un kilogramo. Se alimentan de roedores, murciélagos, aves, anfibios, cangrejos de tierra, peces, tortugas, serpientes, lagartijas, cocodrilos pequeños, insectos y artrópodos. También han sido reportadas presas de mayor tamaño tales como tacuazines (*Didelphis sp.*), tepezcuintle (*A. paca*), armadillo (*Dasypus sp.*), oso hormiguero (*T. mexicana*) y cabritos (*M. americana*) (Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988; Konecny, 1989; Sunquist *et al.*, 1989; Moreno, 2001).

2.1.1.5 Hábitat

De las tres especies, el puma es la más oportunista. Se encuentra presente en una mayor diversidad de hábitats tales como bosques montanos de coníferas, bosques tropicales de tierras bajas, matorrales secos, pastizales y cualquier otra área con cobertura adecuada y presas disponibles (Currier, 1983; Nowak, 1999; Aranda, 2000).

El jaguar habita en bosques tropicales, bosques deciduos de tierras bajas, lagunas, pampas, desiertos, sabanas, matorrales áridos y praderas húmedas (Sanderson *et al.*, 2002a). Prefieren los bosques densos o pantanos (elevaciones menores a 1200 metros), los cuales son lugares con fácil acceso al agua y abundantes presas. Se ha reportado que pueden utilizar hábitats húmedos y/o riberas de los ríos para cazar (Seymour, 1989; Núñez *et al.*, 2002).

Los ocelotes habitan en bosques lluviosos, bosques montanos, bosques semi-deciduos, arbustos densos, matorrales xerófilos, zonas semi-áridas, pantanos y cerca de ríos. El hábitat preferido parece ser el bosque de galería (Tewes y Everett, 1986; Ludlow y Sunquist, 1987; Crawshaw y Quigley, 1989; Sunquist *et al.*, 1989; Navarro *et al.*, 1993; Murray y Gardner, 1997). Utilizan corredores de hábitat tales como bosque de galería, sistemas de drenaje y segmentos de arbustos que tienen de 5-100 metros de ancho (Murray y Gardner, 1997).

2.1.1.6 Áreas de actividad -Aa- y densidad poblacional

Los jaguares y pumas tienen áreas de actividad más grandes que los ocelotes (Seidensticker *et al.*, 1973; Ludlow y Sunquist, 1987; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Emmons, 1988; Ceballos *et al.*, 2002; Núñez *et al.*, 2002). Para todas las especies en estudio, las Aa de los machos son generalmente más grandes que las de hembras (Currier, 1983; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Murray y Gardner, 1997; Ceballos *et al.*, 2002).

En especies territoriales solitarias como estos felinos, el grado de traslape entre adultos del mismo sexo puede estar relacionado con la disponibilidad de recursos limitantes y densidades de presas (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Scognamillo *et al.*, 2003). Las tres especies pueden cambiar sus Aa por variaciones estacionales en el hábitat de acuerdo al movimiento de sus presas influenciado por los cambios en disponibilidad de recursos (Seidensticker *et al.*, 1973; Ludlow y Sunquist, 1987; Núñez *et al.*, 2002; Chávez, com. pers. 2003).

Las estimaciones de densidad reportadas para las tres especies varían según el área de estudio. En México, se han reportado valores de un jaguar/59 Km² (Núñez *et al.*, 2002) en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala en Jalisco, un jaguar/15-30 Km² (Ceballos *et al.*, 2002) en la Reserva de Biosfera Calakmul y un jaguar /13-20 Km² (Aranda, 1996) en Chiapas. En Belice y Sur América, se ha estimado una densidad de un jaguar/12.5-64 Km² (Schaller y Crawshaw, 1980; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Crawshaw y Quigley, 1991; Maffei *et al.*, 2004). En el caso del puma, la densidad reportada es de un individuo/35 Km² (Seidensticker *et al.*, 1973) en Ohio, un individuo/28.5 Km² (Núñez *et al.*, 2002) en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco y un individuo/30 Km² (Chávez *et al.*, 2004) en la Reserva de la Biosfera Calakmul. La densidad reportada para ocelotes es de 0.4 a 0.8 individuos/Km² (Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988).

2.1.1.7 *Uso de hábitat*

Las poblaciones animales no se encuentran distribuidas de manera aleatoria sino que utilizan el espacio de acuerdo a las condiciones de hábitat que requieren para sobrevivir (Mandujano y Gallina, 1993; Walker *et al.*, 2000). La riqueza y distribución de recursos limitantes juegan un papel muy importante en el uso que los individuos le dan al hábitat disponible (Orians y Wittenberger, 1991; Valenzuela y Macdonald, 2002).

En el caso de grandes depredadores como los felinos, varios estudios han mostrado que sus densidades y sitios de actividad se encuentran estrechamente relacionados con la abundancia y disponibilidad de las presas de diferentes tamaños (McCord, 1974; Seidensticker, 1976; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Karanth y Sunquist, 1995; Karanth y Nichols, 1998 y 2002; Nowell y Jackson, 1996; Pierce *et al.*, 2000; Riley y Malecki, 2001; Wolf, 2001; Núñez *et al.*, 2002; Burton *et al.*, 2003). Debido a que muchas presas de felinos en bosques tropicales son herbívoras y/o parcialmente frugívoras, la fenología de sus especies alimenticias puede ser utilizada indirectamente para interpretar el comportamiento ecológico de estos depredadores (Chávez, com. pers. 2003).

Otras variables que también han mostrado tener influencia sobre los sitios de ocurrencia y uso de hábitat por parte de felinos son distribución, tamaño y tipo de remanentes de cobertura vegetal (McCord, 1974; Seidensticker, 1976; Crawshaw y Quigley, 1991; Ortega-Huerta y Medley, 1999; Cramer y Portier, 2001; Sanderson *et al.*, 2002a), fuentes de agua disponibles (Seymour, 1989; Swank y Teer, 1989; Núñez *et al.*, 2002), disponibilidad de sitios de refugio (McCord, 1974; Nowell y Jackson, 1996) y perturbaciones humanas (McCord, 1974; Quigley y Crawshaw, 1992; Ortega-Huerta y Medley, 1999; Cramer y Portier, 2001; Sanderson *et al.*, 2002a).

La presencia y densidad de caminos en un área constituye otro aspecto importante porque éstos son utilizados frecuentemente por los felinos (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Emmons, 1988; Sunquist *et al.*, 1989; Aranda, 1990; Smallwood y Fitzhugh, 1995; Almeida *et al.*, 2000) ya que les permiten moverse con más facilidad y rapidez entre sitios. Se ha reportado que los caminos pueden influir en la forma de sus Aa (Aranda, 1990).

Generalmente los análisis de uso de hábitat pretenden:

- Determinar si las especies utilizan los espacios disponibles al azar de acuerdo a su disponibilidad en el área de estudio (Aebischer *et al.*, 1993; Naranjo-Piñera, 1995; Aranda, 2000; Dunstone *et al.*, 2002; Scognamillo *et al.*, 2003).
- Asignar prioridad a los hábitats de acuerdo a su intensidad de uso (Aebischer *et al.*, 1993; Ortega-Huerta y Medley, 1999; Aranda, 2000; Dunstone *et al.*, 2002).
- Relacionar la presencia y el uso con variables de hábitat medidas a diferentes escalas (Cooperrider *et al.*, 1986; McCoy *et al.*, 1990; Crawshaw y Quigley, 1991; Orians y Wittenberger, 1991; Aebischer *et al.*, 1993; Malcolm, 1995; Mandujano *et al.*, 1995; Naranjo-Piñera, 1995; Knick y Dyer, 1997; Ortega-Huerta y Medley, 1999; Valenzuela y Ceballos, 2000; Cramer y Portier, 2001; Riley y Malecki, 2001; Sanderson *et al.*, 2002a y b; Stewart *et al.*, 2002; Stockwell y Peterson, 2002; Burton *et al.*, 2003).
- Conocer el efecto del hábitat sobre los movimientos y Aa de las especies (Seidensticker, 1976; McCoy *et al.*, 1990; Aebischer *et al.*, 1993; Naranjo-Piñera, 1995; Fischer, 1998; Valenzuela y Ceballos, 2000; Cramer y Portier, 2001; Stewart *et al.*, 2002).

Según Orians y Wittenberger (1991) las interpretaciones de uso de hábitat son dependientes de la escala y por ello recomiendan realizar estos análisis a más de una escala espacial. La medición de variables de hábitat en rejillas colocadas sobre mapas del área de estudio (Seidensticker, 1976; Thompson *et al.*, 1998; Ortega-Huerta y Medley, 1999; Valenzuela y Ceballos, 2000; Stockwell y Peterson, 2002; Burton *et al.*, 2003) y/o parcelas medidas durante el trabajo de campo (Cooperrider *et al.*, 1986) constituyen algunos de los métodos más utilizados para llevar a cabo dichos análisis.

2.1.1.8 Estado de conservación

En la mayoría de países mesoamericanos las poblaciones de jaguares, pumas y ocelotes han declinado debido a: destrucción y fragmentación del hábitat, competencia entre felinos y humanos por presas, persecución como depredadores por ser amenaza para animales domésticos, cacería furtiva por comercio de su piel y contrabando para mascotas (Swank y Teer, 1987; Murray y Gardner, 1997; Nowak, 1999; Hoogesteijn, 2001; Mazzolli *et al.*, 2002; Sanderson *et al.*, 2002b).

El jaguar, el ocelote y la sub-especie *P. concolor costaricensis* (presente en Guatemala) se encuentran ubicadas en el Apéndice I (en peligro de extinción) del Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre -CITES- (CITES, 1998). También se encuentran incluidas en la Lista Roja de fauna de nuestro país (CONAP, 2000).

2.2 Métodos de muestreo para estimar abundancia relativa de felinos:

Se ha descrito y utilizado el conteo de rastros y avistamientos sobre transectos o senderos (Cooperrider *et al.*, 1986; Telleria, 1986; Aranda, 1990; Brower *et al.*, 1990; Smallwood y Fitzhugh, 1993 y 1995; Bookhout, 1994; Aranda, 1996; Cuellar y Noss, 1997; Rabinowitz, 1997; Thompson *et al.*, 1998; Krebs, 1999; Almeida *et al.*, 2000; Aranda, 2000; Galindo-Leal, 2000; Sutherland, 2000; Lewison *et al.*, 2001; Karanth y Nichols, 2002; Miller, 2002; Soto, 2003), estaciones de huellas (Cooperrider *et al.*, 1986; Aranda, 2000; Karanth y Nichols, 2002; Miller, com. pers. 2003; Moreno, com. pers. 2003) y trampeo fotográfico (Karanth y Nichols, 1998 y 2002; Austin y Tewes, 1999; Carbone *et al.*, 2001; Moreno, 2001; York *et al.*, 2001; Hidalgo-Mihart *et al.*, 2002; Lynam, 2002; Karanth *et al.*, 2003; Miller, com. pers. 2003; Moraes y Miranda, 2003; Wallace *et al.*, 2003; Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004) como métodos para estimar la distribución espacial (presencia-ausencia), índices de abundancia relativa -IAR⁷ y densidades de felinos.

El método de conteo de rastros sobre transectos ha sido empleado como una alternativa para obtener IAR de especies cuyos individuos son difíciles de observar directamente. Dicho método presenta algunas ventajas ya que es sencillo, práctico y económico (Cuellar y Noss, 1997). Los índices de abundancia poblacional basados en huellas presentan las siguientes ventajas respecto a los conteos que necesitan de observación directa o captura de animales (Telleria, 1986; Cuellar y Noss, 1997):

- Son más sencillos de aplicar debido a que generalmente su precisión no depende de la compleja serie de factores condicionantes de la probabilidad de detección y captura.
- Constituyen alternativas importantes para estudiar la distribución y abundancia de poblaciones de vertebrados poco accesibles.

⁷ Índice de abundancia relativa: cualquier medida que esta correlacionada con la abundancia animal (Ej. número de huellas de venado/Km.) (Cooperrider *et al.*, 1986; Bookhout, 1994; Thompson *et al.*, 1998; Caughley 1977 citado en Walker *et al.*, 2000).

Este método supone que la abundancia de los rastros ha de ser proporcional a la de las poblaciones que las producen. Realmente se desconoce la relación entre un índice y el tamaño poblacional real ya que no se ha realizado una evaluación acerca de la exactitud y precisión de dicho método (Telleria, 1986; Thompson *et al.*, 1998; Galindo-Leal, 2000; Walker *et al.*, 2000; Chávez, com. pers. 2004). Otras desventajas de dicho método son:

- Existe cierto desfase entre la abundancia real y el índice obtenido, ya que los índices obtenidos por medio del conteo de rastros abarcan un periodo relativamente grande de deposición al final del cual la abundancia ha podido sufrir variaciones (Telleria, 1986; Walker *et al.*, 2000).
- La detección de los rastros se encuentra influenciada por el sustrato, condiciones climáticas y experiencia del observador (Cuellar y Noss, 1997; Walker *et al.*, 2000; Karanth y Nichols, 2002).
- Existe posibilidad de sobre-estimar o sub-estimar la abundancia de algunas especies debido a las características de sus movimientos (Cuellar y Noss, 1997).

Recientemente, el método de trampeo fotográfico se ha convertido en una alternativa para obtener estimaciones más precisas de abundancia relativa y densidades de felinos, ya que los supuestos de los métodos basados en conteo de rastros son erróneos y por ende proporcionan resultados inválidos (Karanth y Nichols, 1998; Karanth *et al.*, 2003). Este método presenta las siguientes ventajas ya que permite:

- Estudiar especies elusivas, con hábitos nocturnos, que existen en bajas densidades y/o abarcan áreas extensas (Karanth y Nichols, 1998 y 2002; Carbone *et al.*, 2001; Karanth *et al.*, 2003; Moraes y De Miranda, 2003).
- Estimar la distribución espacial (presencia-ausencia), abundancia relativa, densidades absolutas y sobrevivencia anual o tasas de reclutamiento de una especie en un área (Karanth *et al.*, 2003, Moraes y De Miranda, 2003).
- Realizar estudios de comportamiento, patrones de actividad y uso de hábitat de distintas especies (Kawanishi, 1995; Moraes y De Miranda, 2003).
- Identificar individuos de especies que poseen manchas distintivas en su pelaje (Lynam, 2002; Karanth *et al.*, 2003; Moraes y De Miranda, 2003).
- Estudiar especies que utilizan caminos, veredas y/o cauces de arroyos secos para desplazarse (Hidalgo-Mihart *et al.*, 2002).

- Monitorear áreas grandes sin mucho esfuerzo humano (Kawanishi, 1995; Lynam, 2002; Karanth *et al.*, 2003; Moraes y De Miranda, 2003).
- Estudiar especies de fauna silvestre sin interferir con sus actividades (técnica no invasiva) (Kawanishi, 1995; Lynam, 2002).
- Realizar estudios comparativos a distintas escalas temporales y espaciales ya que la metodología puede ser estandarizada (Kawanishi, 1995).
- Obtener estimaciones con menos sesgo debido al observador (Kawanishi, 1995).

Algunas de las desventajas que presenta el trampeo fotográfico son:

- Los costos iniciales de inversión son altos (Lynam, 2002; Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al.*, 2003; Silver *et al.*, 2004).
- Alta probabilidad de riesgo del equipo debido a robo y/o vandalismo (Kawanishi, 1995; Lynam, 2002; Nowack, 2003; Silver *et al.*, 2004).
- La vida máxima de las baterías que permiten funcionar el equipo es limitada (Lynam, 2002).
- Son difíciles de reparar en el campo (Lynam, 2002).
- Problemas técnicos tales como malfuncionamiento de las cámaras, la orientación de las cámaras respecto al sol, la necesidad de validar la sensibilidad del equipo para detectar especies de interés, la distancia de detección depende del tamaño del animal, obstrucciones, temperatura y humedad ambiental (Lynam, 2002; Silver *et al.*, 2004).
- Existe la probabilidad de sesgo relacionado con la evasión de sitios con cámaras por parte de algunas especies animales (Kawanishi, 1995; Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al.*, 2003)

La utilidad de ambos métodos anteriormente descritos para monitorear las tendencias de los IAR y densidades de felinos a través del tiempo y espacio ha sido documentada por varios autores (Aranda, 1990; Aranda, 1996; Almeida *et al.*, 2000; Karanth y Nichols, 2002; Silver *et al.*, 2004). El IAR basado en huellas constituye un método útil para monitorear los cambios en el tamaño poblacional a través del tiempo y/o espacio, si se asume que la relación entre el índice y el tamaño poblacional permanece constante en el tiempo y para varios intervalos de tamaño poblacional (Thompson *et al.*, 1998). Galindo-Leal (2000), señala que comparar los IAR de una población a través del tiempo es de utilidad por ejemplo para evaluar la respuesta de la población a estrategias de manejo implementadas.

2.2.1 Algunas investigaciones realizadas con los felinos en estudio:

Se han realizado estudios utilizando ambos métodos descritos anteriormente siendo las estimaciones obtenidas por trapeo fotográfico más confiables que las provenientes del conteo de rastros y/o huellas. A continuación se describen algunas de las investigaciones realizadas y sus resultados principales.

Smallwood y Fitzhugh (1993 y 1995) utilizaron la morfometría de huellas para diferenciar entre individuos de puma y lograron por medio de análisis de función discriminante agrupar correctamente más del 90% de las huellas de las patas traseras. Posteriormente utilizaron el conteo de huellas de puma para estimar tendencias poblacionales en estado de California.

Aranda (1990 y 1996) utilizó la morfometría de huellas detectadas en senderos para estimar la densidad poblacional de jaguar en la Reserva de Biosfera Calakmul y el estado de Chiapas en México. Además Aranda (1994a) estableció un criterio cuantitativo que permite diferenciar, con un 95% de confianza, entre huellas de jaguar y puma.

Almeida *et al.* (2000) empleó el método de conteo de rastros sobre caminos para estimar IAR de jaguar y puma en la Zona Protectora Las Tablas en la Reserva de Biosfera La Amistad en Costa Rica. Sus resultados muestran que el puma es la especie más abundante. Este método también permitió detectar la presencia de otras especies de felinos (*Leopardus pardalis*, *Herpailurus yagouaroundi* y *Leopardus wiedii*) en el área. Además identificaron individuos de ambas especies de gatos grandes (jaguar y puma) por medio de análisis morfométricos de huellas e indican que al menos cinco jaguares y cuatro pumas utilizaron el área de estudio en el transcurso de dos años.

Wolf (2001) utilizó el método de trapeo fotográfico para estimar abundancia relativa de felinos (principalmente pumas) y sus presas en el Parque Nacional Serra da Capibara ubicado en el bioma semi-árido del Caatinga en Brasil. Sus resultados muestran que el puma es más abundante que el jaguar y ocelote. En comparación con el jaguar, explica que el puma se ve favorecido por la escasez de presas grandes en el área.

Moreno (2000 y 2001) ha utilizado el método de trapeo fotográfico y atrayentes olfativos para determinar presencia e identificar individuos de ocelote y puma en la Isla de Barro Colorado. Desde 1999 hasta la fecha, han identificado 29 ocelotes y dos pumas en el área insular de 15 Km². El atrayente olfativo que ha resultado más efectivo para atraer y tomar mejores fotografías de felinos es el perfume Obsession de Calvin Klein® para mujer (Moreno, com. pers. 2003). También ha

utilizado el catnip y bobcat urine. Chávez (com. pers. 2003) menciona que las esencias (canela, eucalipto, entre otras) y otros perfumes han sido empleados en recintos de zoológicos para motivar a los felinos como parte de programas de enriquecimiento.

Hidalgo-Mihart *et al.* (2002) utilizaron el trampeo fotográfico para estimar la abundancia relativa de mamíferos medianos grandes en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco. Los IAR (No. de fotografías de la especie * 100/No. noches-cámara) obtenidos para ocelote, jaguar y puma fueron altos (3.86, 1.71 y 1.43 respectivamente). Lo anterior probablemente se deba a que las cámaras fueron colocadas principalmente sobre arroyos y caminos que los felinos utilizan para desplazarse. Además los felinos tienen mayor probabilidad de pasar por tales sitios porque recorren grandes distancias. Los autores proponen utilizar este método estimar índices poblacionales y para monitorear las poblaciones de mamíferos que frecuentan caminos y arroyos.

Miller (com. pers. 2003) ha empleado trampeo fotográfico, trampas de huellas (estaciones de atracción), atrayentes olfativos y morfometría digital de huellas, como métodos complementarios para lograr identificar individuos de jaguar en Belice. Los resultados obtenidos han sido examinados por medio de análisis de función discriminante. Hasta la fecha continúa trabajando en generar modelos que permitan utilizar la morfometría de huellas como un potencial método de censo. Sus resultados muestran que cualquier olor incrementa la probabilidad de obtener capturas fotográficas. Entre los atrayentes olfativos que ha utilizado se encuentran atrayentes químicos (catnip oil, Mega Musk®, Canine caller®, Wind River Beaver®, Pro's Choice®, Trophy deer®), perfumes (Obsession de Calvin Klein® para hombre y mujer) y aceite de sardina. Los aromas que permanecieron durante mayor tiempo en el bosque fueron Mega Musk® y Obsession de Calvin Klein®. Miller recomienda colocar las trampas de huellas y las cámaras de sensor infra-rojo en sitios donde se detecten previamente huellas y rastros de felinos. Según Miller, estos sitios se encuentran ubicados generalmente en los márgenes e intersecciones de caminos y a lo largo de orillas de ríos.

Wallace *et al.* (2003) obtuvieron bajas frecuencias de captura fotográfica de jaguar en un área de 50 Km² del valle del río Tuichi en Bolivia. Sin embargo la frecuencia de captura de pumas fue mayor, lo cual muestra que el puma es más abundante que el jaguar en dicha área. Las fotografías de estos felinos se obtuvieron principalmente sobre caminos humanos. Los pocos datos obtenidos no permitieron estimar la densidad poblacional del jaguar mediante modelos de captura-recaptura. Los autores sugieren que la baja densidad poblacional de ésta especie es producto de la historia de cacería de jaguares y la presión de cacería de presas a la cual estuvo sometida el área antes de ser protegida.

Chávez *et al.* (2003) emplearon el método de trampeo fotográfico para diferenciar individuos y estimar frecuencias de captura -FC- de jaguar en dos áreas (Caobas y Costa Maya) de la Reserva de Biosfera Calakmul en México. Sus resultados muestran que ambos sitios presentan similares FC de jaguar a pesar de que se encuentran sometidos a diferentes formas de uso del suelo.

Maffei *et al.* (2004) utilizaron el método de trampeo fotográfico para estimar densidades (un individuo/20-45 Km²), patrones y áreas de actividad de jaguar en el Parque Nacional Kaa-Iya en Bolivia. Sus resultados sugieren que en esta área protegida habitan al menos 1,000 individuos, que forman una de las pocas poblaciones viables a largo plazo que quedan en América.

Silver *et al.* (2004) han estudiado a los jaguares que habitan en los bosques lluviosos del Santuario de Vida Silvestre Cockscomb y la Reserva de Chiquibul en Belice. Los resultados obtenidos por trampeo fotográfico muestran que este felino existe en altas densidades (7.5-8.8 individuos/100 Km²) en ambas áreas.

2.2.2 Estudios de felinos realizados en Guatemala

Se desconoce con detalle la distribución y abundancia de jaguar, puma y ocelote en el país debido a que únicamente se han realizado dos estudios científicos en Petén (Kawanishi, 1995; Novack, 2003). Dicho departamento forma parte de la Selva Maya (México, Guatemala y Belice) la cual es considerada como el área que posiblemente alberga a la mayor población continua (intercambio genético) restante de felinos al norte de Colombia (McNab y Polisar, 1999; Ceballos *et al.*, 2002; Sanderson *et al.*, 2002a).

Kawanishi (1995) empleó el método de trampeo fotográfico para evaluar los impactos de la actividad humana sobre la vida silvestre que habita en el Parque Nacional Tikal -PNT-. Seleccionó 11 especies crípticas y que existen en bajas densidades en el área e incluyó dentro de ellas al jaguar, puma y ocelote. En general los IAR calculados para las tres especies en estudio fueron bajos, siendo el ocelote y el jaguar quienes presentaron el mayor y menor IAR, respectivamente. Sus resultados muestran que las abundancias de todas las especies en estudio estaban correlacionadas positivamente con impactos humanos. Al contrario mostró que la proporción de especies en estudio con relación al total de especies fotografiadas fue significativamente mayor en zonas con menor impacto humano. Cabe mencionar que el diseño experimental no permitió recabar suficiente información acerca de éstos felinos por lo que se requiere de un estudio más detallado para estimar la abundancia relativa del jaguar, puma y ocelote en el PNT.

Novack (2003) utilizó el método de trampeo fotográfico para estimar y comparar la abundancia relativa de jaguar y puma en el Parque Nacional Mirador-Río Azul (PNM-RA). Encontró que el puma es la especie más abundante y que la densidad mínima de jaguar es de 1.7 individuos/100 Km² en el PNM-RA. Además comparó sus resultados con los reportados por Kawanishi (1995) para el PNT. Dicho análisis muestra que la abundancia de ambos gatos grandes es mayor en el PNM-RA y atribuye lo anterior a que el PNT se encuentra sometido a mayores presiones de cacería. Las diferencias entre los diseños experimentales de ambos estudios pueden haber afectado las comparaciones realizadas y por ende la validez de las mismas.

La Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre -WCS- realizó una evaluación preliminar, por medio de entrevistas, acerca de la distribución del jaguar en Guatemala (McNab y Polisar, 1999). Los sitios de distribución reportados se encuentran principalmente en áreas protegidas de la Reserva de Biosfera Maya -RMB- (McNab y Polisar, 1999).

En el departamento de Alta Verapaz, el Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL- es incluido como una de las áreas protegidas más antiguas de Guatemala que tiene altas probabilidades de albergar jaguares (McNab, 1999). Dicho documento resalta la necesidad de realizar estudios sobre abundancia y uso de hábitat del jaguar en esta reserva natural donde la conectividad parece estar limitada por la fragmentación circundante (McNab, 1999).

Desde el año 2001 el PIMEL ha realizado observaciones de campo y estudios preliminares acerca de éstos felinos en el PNLL y su área de influencia, los cuales sugieren que:

- a. Los cazadores y guarda recursos del área creen que el jaguar y ocelote aun habitan en la Eco-región, pero que sus poblaciones han sufrido un serio declive (Ayala, Cornel, Baleu, Cac, Tzoc, Chub, Chen, Sandoval, Ramos, Catalán, Coc, Macz, Catún, Xo, Yat y Xo Bo, com. pers. 2003). Se han reportado huellas de ambos felinos en el PNLL (Yurrita, 2001).
- b. Los avistamientos de puma son menos frecuentes que los de jaguar y ocelote, hasta el punto de que algunas personas afirman que este felino ya no se encuentra presente en el área (Baleu, Cac, Tzoc, Chub, Chen, Sandoval, Ramos, Catalán, Coc, Macz, Catún, Xo, Yat, com. pers. 2003).

- c. Los felinos en estudio no se encuentran únicamente el área protegida sino que se utilizan el mosaico de uso de la tierra del área de influencia (Baleu, Cac, Tzoc, Chub, Chen, Sandoval, Ramos, Catalán, Coc, Macz, Catún, Xo, Yat, Pop, Xo Bo, com. pers. 2003 y obs. pers. 2003) y posiblemente más allá de los límites de la Eco-región Lachuá.
- d. Existen conflictos por espacio y alimento entre las poblaciones humanas y estos felinos en la Eco-región (Baleu, Cac, Tzoc, Chub, Chen, Sandoval, Ramos, Catalán, Coc, Macz, com. pers. 2003). Esto puede estar relacionado la actividad de cacería no regulada y la pérdida de hábitat causada por el aumento de la población humana en los alrededores del área protegida.

Con base a la información anterior se priorizaron las necesidades de investigación de felinos en Lachuá y se planteó, como primera fase, el presente estudio que aborda detalles de escala fina no capturados por los estudios realizados hasta a fecha en la RBM. Considero que el enfoque de pequeña escala permite profundizar en aspectos importantes (Ej. estructura poblacional de la comunidad de felinos, patrones de distribución de ocurrencias de felinos en la reserva, asociación de las ocurrencias con variables de hábitat, entre otras) que deben tomarse en cuenta para el manejo de las poblaciones de felinos en las áreas protegidas y zonas aledañas.

2.3 Descripción del área de estudio: Parque Nacional Laguna Lachuá -PNLL-

Ubicación, extensión geográfica, clima e hidrografía:

El PNLL es uno de los pocos remanentes naturales legalmente protegidos de bosque tropical lluvioso existentes en la Selva Maya guatemalteca (Méndez, com. pers. 2004). Su extensión abarca 145 Km² de los cuales 95 Km² conforman la parte relativamente plana (170 a 300 metros) del área protegida y 50 Km² constituyen estribaciones de la Sierra de Chamá (300 a 800 metros) (Monzón 1999). La Eco-región Lachuá (ver figura 1) comprende un área aproximada de 565 Km² y está constituida por el PNLL, 45 comunidades, seis fincas privadas y una finca municipal localizadas sobre la Franja Transversal del Norte en la región noroeste del municipio de Cobán, Alta Verapaz (Monzón, 1999; Foro Eco-región Lachuá, 2001; Méndez y Morales, 2001).

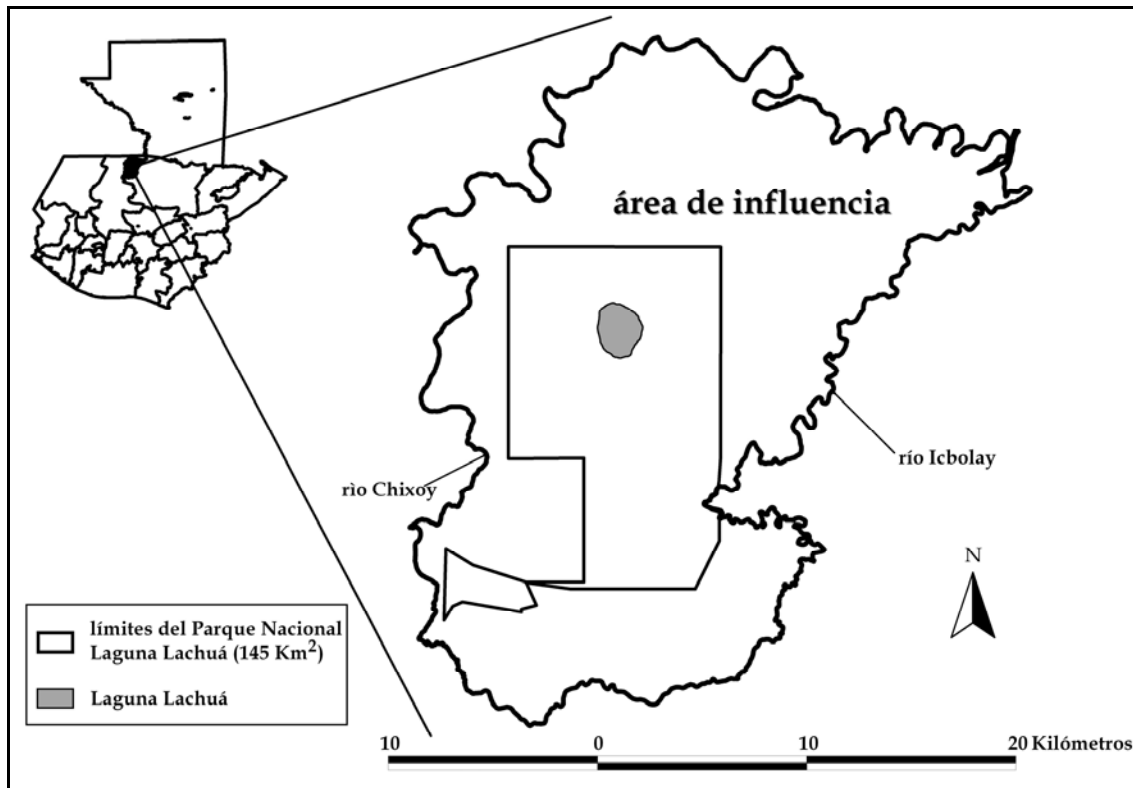


Figura 1: Ubicación geográfica de la Eco-región Lachuá (Parque Nacional Laguna Lachuá y su área de influencia).

En la Eco-región, la temperatura media anual es 26.3°C ($\pm 0.6^{\circ}\text{C}$), la precipitación promedio anual corresponde a 2,252 mm. (± 328 mm.) y la humedad relativa promedio registrada anualmente es del 83% ($\pm 40\%$) (INSIVUMEH, 2003). La temporada de lluvias se extiende durante todo el año y el período de menor precipitación pluvial se registra durante los meses de febrero a mayo (INSIVUMEH, 2003).

Los ríos Chixoy e Icbolay forman parte de la sub-cuenca Salinas que a su vez forma parte de la cuenca del río Usumacinta, la cual drena hacia el Golfo de México. La Eco-región contiene 14 micro-cuencas formadas por corrientes hidrográficas y efímeras que drenan principalmente hacia el río Icbolay. El 33% drena directamente al río Chixoy por medio de los arroyos Obempacay y Machacja (Monzón, 1999). La Laguna Lachuá es el cuerpo de agua mayor dentro del área protegida (ver figura 1) cuya extensión es de 4 Km², perímetro de 7.4 Km. y profundidad máxima de 200 metros. El río Peyán es el principal afluente de la laguna y los que drenan son el río Tzetoc, río El Altar y río Lachuá, los cuales a su vez se unen al río Icbolay (Monzón, 1999; Granados, 2001).

Origen geológico

La Eco-región Lachuá se encuentra incluida en el “arco húmedo” que comprende las regiones montañosas de Alta Verapaz, Quiché, Izabal, Sierra de Lacandón y el sureste mexicano y zonas aledañas a las mismas, donde la precipitación pluvial es elevada (Méndez, com. pers. 2004). Las formaciones geológicas más importantes de la Eco-región pertenecen a los periodos Cretácico y Terciario, lo cual destaca la importancia histórica de la zona ya que su origen es más antiguo (aprox. 65 millones de años) que la mayor parte de la Selva Maya (aprox. 37-60 millones de años) (Coates, 1997; Méndez, com. pers. 2004). Se ha propuesto que estos sitios antiguos y húmedos fueron “refugios” de flora y fauna (Méndez, com. pers. 2004) durante los periodos de inestabilidad climática que ocurrieron en el Cuaternario (Dunbar, 1956; Brown y Lomolino, 1998). Cuando las condiciones ambientales fueron favorables, las plantas y animales se dispersaron hacia las tierras bajas del norte (Méndez, com. pers. 2004) y conformaron las selvas altas, medianas y bajas que existen actualmente en la península de Yucatán (Miranda, 1978; Martínez y Galindo-Leal, 2002).

Fauna y flora

La zona de Lachuá y otras áreas de la Sierra de Chamá se encuentran entre las más biodiversas de Guatemala (Méndez, com. pers. 2004). Su vegetación se encuentra clasificada como Selva Alta Perennifolia, al igual que la presente en el sur de Petén, cuyas especies arbóreas características son *Terminalia amazonia*, *Vochysia guatemalensis*, *Dialium guianense* y *Swietenia macrophylla* (Miranda, 1978; Méndez, com. pers. 2004). Otras especies como *Brosimum alicastrum*, *Orbignya cohune*, *Cedrela odorata*, *Virola koschni*, *Dalbergia glabra* y un abundante número de especies de lianas, bejucos, epifitas, arbustos y herbáceas también han sido reportadas (Castañeda, 1997; García, 2002; Garnica, 2003; Ávila, 2004).

Se han registrado especies de fauna de amplia distribución (mamíferos, aves, reptiles, peces) y otras de distribución restringida o endémicas a nivel regional (anfibios, invertebrados, entre otros) (Méndez, com. pers. 2004). Entre ellas se encuentran especies en amenazadas o en peligro de extinción (*Leopardus pardalis*, *Herpailurus yagouaroundi*, *Puma concolor*, *Panthera onca*, *Ateles geoffroyi*, *Alouatta pigra*, *Tapirus bairdii*, *Agouti paca*, *Myrmecophaga tridactyla*, *Tamandua mexicana*, *Lutra longicaudis*, *Eira barbara*, *Leopardus weidii*, *Odocoileus virginianus*, *Dicotyles pecari*, *Tayassu tajacu*, *Crax rubra*, *Aratinga astec*, *Amazona autumnalis*, *Amazona albifrons*, *Amazona farinosa*, *Ramphastos sulfuratus*, *Falco ruficularis*, *Buteo brachyurus*, *Tinamus mayor*) y otras de importancia local (*Mazama americana*, *Dasyopus novemcinctus*, *Nasua narica*, *Potos flavus*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Dasyprocta punctata*,

Didelphys marsupialis, *D. virginiana*, *Procyon lotor*) (Ponciano y Sandoval, 1982; Avendaño, 2001; Yurrita, 2001; Rosales, 2002 y 2003).

Aspectos socio-económicos

El PNLL se encuentra rodeada por un mosaico de uso de la tierra que es producto del modelo de agricultura de subsistencia (*Zea mays*, *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum sp.*), agricultura comercial (*Elettaria cardamomum*, *Oryza sativa*, *Citrullus lanatus*, *Ananas comosus*) y ganadería extensiva. Los comunitarios también llevan a cabo actividades extractivas (cacería y tala de árboles) fuera y dentro del área protegida para cubrir parcialmente sus necesidades económicas. A pesar de esto, las comunidades humanas que viven en el área de influencia del PNLL no han sido involucradas positivamente en el manejo de los recursos del área (Méndez y Morales, 2001).

La zona que rodea al parque presenta un alto grado de fragmentación producto de la colonización llevada a cabo a fines de los años setenta durante el proyecto de construcción de la Franja Transversal del Norte y recientemente, con la firma de los Acuerdos de Paz en el proceso de repatriación de grupos desplazados durante el conflicto armado interno (Monzón, 1999; Méndez y Morales, 2001).

3. JUSTIFICACIÓN

El jaguar, puma y ocelote son especies que se encuentran en peligro de extinción según el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre e incluidas en la Lista Roja de Fauna de Guatemala (CITES, 1998; CONAP, 2000). La fragmentación del hábitat, competencia entre poblaciones humanas y de felinos por presas potenciales, cacería comercial y los conflictos con animales domésticos (Swank y Teer, 1987; Murray y Gardner, 1997; Nowak, 1999; Hoogesteijn, 2001; Mazzolli *et al.*, 2002) han reducido considerablemente las poblaciones de estos felinos en el país.

Por estar ubicadas en la cima de la cadena trófica, éstas especies juegan un papel fundamental en la regulación y bienestar de los distintos ecosistemas en los cuales habitan (Terborgh, 1990; Aranda, 1994b; Nowak, 1999). El jaguar, puma y ocelote son consideradas especies “paraguas” y “bandera” que han sido utilizadas para promover la conservación en diferentes áreas (Miller y Rabinowitz, 2002). A pesar de su valor ecológico (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Núñez *et al.*, 2000; Miller y Rabinowitz, 2002), económico (Swank y Teer, 1987; Sanderson, *et al.*, 2002b; Miller y Rabinowitz, 2002) y cultural (Piña, 1992; Ballinger y Stomper, 2000), el conocimiento científico existente acerca de las poblaciones de jaguar, puma y ocelote en Guatemala es muy limitado. Aunque los requerimientos de hábitat de grandes felinos deberían ser considerados para el diseño, planificación y manejo de las áreas protegidas del país, esto no ha ocurrido. De lo anterior, el PNLL constituye un claro ejemplo ya que su extensión es pequeña y se encuentra aislado de otras reservas naturales legalmente establecidas.

El modelo de manejo planteado por el PIMEL propone que al incorporar hábitats externos al manejo del PNLL, se mejorará la conectividad del sistema montañoso del sur y los remanentes que constituyen la Eco-región lo que permitirá el mantenimiento de poblaciones y procesos. La presente investigación provee información acerca de la abundancia y estructura poblacional de estos tres felinos en el área. Además genera evidencia sobre patrones de distribución de gatos grandes en el PNLL, lo cual contribuye a sustentar el modelo de manejo anteriormente descrito. Este estudio constituye la primera fase de investigación de grandes felinos en el área, la cual da fundamento a la siguiente etapa que contempla el estudio sobre patrones de movimiento y uso de hábitat en la Eco-región Lachuá. Considero que es fundamental realizar este tipo de investigaciones para poder desarrollar medidas tendientes al manejo del área y utilizar la información generada para orientar la planificación y conservación a escalas mayores.

4. OBJETIVOS

4.1 General

- 4.1.1 Estimar la abundancia relativa de jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y ocelote (*Leopardus pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachuá.

4.2 Específicos

- 4.1.1 Comprobar la presencia de las tres especies en estudio en el Parque Nacional Laguna Lachuá.
- 4.1.2 Comparar la abundancia relativa de jaguar, puma y ocelote en el área de estudio.
- 4.1.3 Diferenciar a los individuos de los felinos fotografiados por medio de los patrones de rosetas, bandas y marcas distintivas presentes en su pelaje.
- 4.1.4 Evaluar si existen variables de hábitat (a escala de paisaje y micro-hábitat) ayuden a explicar la ocurrencia de los felinos en estudio en ciertos sitios.

5. HIPÓTESIS

Si las tres especies de felinos en estudio se encuentran presentes en el Parque Nacional Laguna Lachuá, se esperaría que el ocelote sea la especie con mayor abundancia relativa ya que es menor en tamaño y sus áreas de actividad son mas restringidas.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Universo de estudio:

6.1.1 Población: las ocurrencias de las tres especies en estudio en el PNLL.

6.1.2 Muestra: sitios con evidencia (fotografías y rastros) de actividad de jaguar, puma y ocelote detectados por medio de cámaras, estaciones de huellas, recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas del área de estudio.

6.2 Medios

6.2.1 *Recursos humanos*

- Investigadora: María Susana Hermes Calderón
- Asesores de investigación: Biólogo Claudio Méndez Hernández y Biólogo José Cuauhtémoc Chávez Tovar
- Revisor de tesis: Dr. Jorge E. López
- Coordinador del Sistema de Información Geográfico -SIG-, Escuela de Biología, USAC: M.Sc. Sergio A. Melgar
- Director de Centro de cartografía digital y análisis de información geográfica de FUNDAECO: Jorge O. Aguilar
- Auxiliares de campo:
 - Paulino Baleu, Francisco Tzoc, Manuel Cac, Enrique Chub, Pedro Oxom, Arnulfo Chen, personal de guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachuá
 - Erwin Xo, guarda recursos Estación Biológica Santa Lucía

6.2.2 *Recursos institucionales*

- Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá -PIMEL-, Escuela de Biología, Facultad de CCQQ y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.
- Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre, Instituto de Ecología, Universidad Autónoma de México -UNAM-.
- Administración del Parque Nacional Laguna Lachuá a cargo del Instituto Nacional de Bosques -INAB-.

6.3 Materiales

- 10 equipos de transmisores y receptores infrarrojo activo Trailmaster 1500® (Goodson and Associates, Lenexa, Kansas, EEUU)
- 20 kits de cámaras modelo TM35-1; cada kit incluye 1 cámara Yashika T4 super D® de 35mm, 1 cable 25" para cámaras, 1 trípode para cámara y un protector metálico de cámara (Goodson and Associates, Lenexa, Kansas, EEUU)
- 15 cajas de gatillo y 20 cables para accionar cámaras (Goodson and Associates, Lenexa, Kansas, EEUU)

- 1 cámara digital PhotoPC 750, marca EPSON®
- 160 rollos de película fotográfica Kodak® de 24 exposiciones, asa 400
- 160 revelados de fotografía
- 30 libras de yeso en polvo
- 200 mililitros de perfume Obsession Calvin Klein® para mujer
- 3 litros de esencia de canela
- 1 GPS e-Trex Venture marca Garmin®
- 1 radio portátil marca Motorola®
- 4 paquetes de baterías AA de 24 unidades, marca Duracell®
- 40 paquetes de baterías "C" de 10 unidades, marca Duracell®
- 80 baterías de litio tamaño 123, marca Energizer®
- 2 brújulas con visor marca SUNTO®
- 1 cinta métrica de 30 metros
- 2 machetes
- computadora portátil Compaq Armada 1500c
- impresora S200X, marca Canon®
- Sistema de información geográfico -SIG- de la Escuela de Biología
- Programa Arc View GIS 3.2 (Copyright 1992-1999, Environmental Systems Research Institute Inc.) y extensión Patch Grid 3.0 (Build97, Copyright Dr. Rob Rempel).
- Programa ERDAS Imagine 8.4 (Copyright 1991-1999, ERDAS Inc.)
- Programa estadístico PAST versión 1.15 (Paleontological Statistics, Copyright 2003, Hammer y Harper)
- Programa estadístico SigmaStat version 2.03 (para Windows, Copyright 1992-1997 SPSS Inc.)
- Programa estadístico SPSS version 10.1 (para Windows, Copyright 1989-2000, SPSS Inc.)
- Imagen de satélite LANDSAT 7, año 2003
- 2 cajas de disquetes
- 1 calculadora Cannon®
- Lancha de motor
- Combustible y lubricantes para lancha
- 2 mochilas de campo de 65 litros, marca Marsupio®

- 1 hoja cartográfica de la Eco-región Lachuá, escala 1:50,000
- 1 fotocopia de la copia heliográfica de la Eco-región Lachuá, escala 1:25,000
- 3 libretas de campo
- 4 resmas de hojas de papel bond 80 gramos
- 8 rollos de cinta de marcaje
- 1 rollo de velcro
- ¼ de galón de pintura de aceite (color rojo, amarillo, azul, negro y blanco)
- 1 botella de solvente
- 2 pinceles planos con cerdas de 1 cm. de largo
- 2 tablas de soporte
- 1 escalímetro
- 2 reglas de 30 centímetros
- marcadores indelebles
- lápices
- lapiceros
- crayones
- fotocopias
- bolsas plásticas ziploc®
- silicón transparente

6.4 Métodos:

La primera fase del estudio fue el reconocimiento de campo que permitió localizar sitios de ocurrencia de las tres especies de felinos en el PNLL, delimitar el área de estudio, recabar y analizar información para definir el diseño experimental de la investigación. Las variables de respuesta evaluadas en el estudio fueron la presencia, abundancia relativa y sitios más probables de ocurrencia de rastros de las especies estudiadas.

Durante el reconocimiento de campo se identificaron, recorrieron y geo-referenciaron las principales veredas existentes en el área de estudio. Dicha área comprende un cuadrado de 100 Km² del PNLL (ver figura 2) que presenta elevaciones menores a los 300 metros. Durante los recorridos realizados (diciembre 2002 a febrero 2003), se geo-referenciaron todos los sitios donde se detectaron rastros de los felinos en estudio y los lugares donde los guardarecursos reportaron que habían localizado evidencia de felinos en periodo 2001-2002. Dicha información fue trasladada a un SIG

(ver figura 2) y su distribución espacial fue utilizada como criterio para seleccionar los lugares de muestreo con cámaras en el área de estudio.

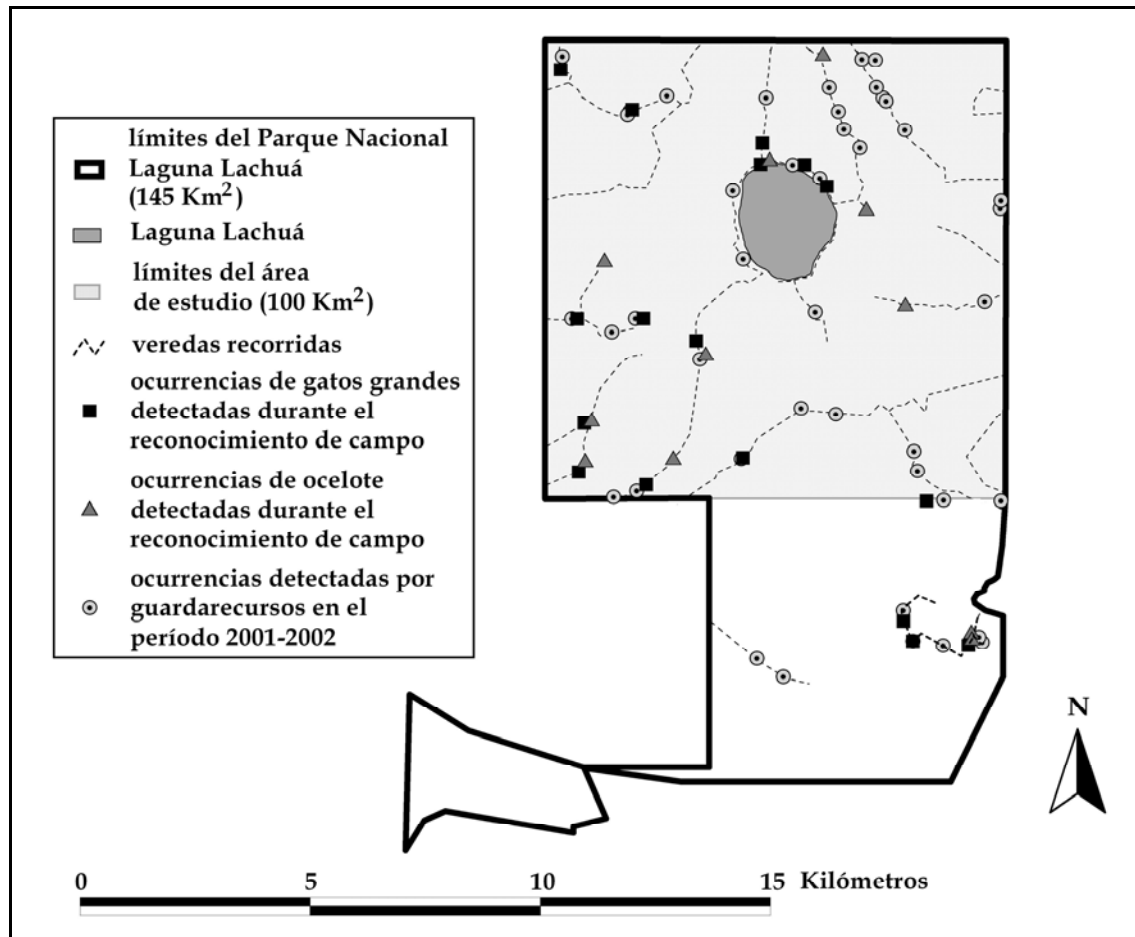


Figura 2: Sitios de ocurrencia de felinos en estudio detectados sobre veredas en el Parque Nacional Laguna Lachuá en el período enero 2001-febrero 2003.

En términos generales, la presente investigación aborda tres temas (cuyos detalles metodológicos se describen a partir de la sección 6.4.1):

- a. Determinación de presencia y estimación de abundancia relativa, para lo cual se recabaron y compararon los datos obtenidos por medio de dos métodos (cámaras y estaciones de huellas).
- b. Análisis de la distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos detectados sobre transectos de 1.2 Km. y veredas presentes en el área de estudio (n=115). Además se evaluó la relación entre algunas variables de distancia y todos los sitios de ocurrencia de felinos detectados con cámaras, estaciones de huellas, recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas (n=141).

c. Evaluación de uso de hábitat a dos escalas espaciales:

- Relación entre variables de paisaje y todos los sitios de ocurrencia de felinos detectados con cámaras, estaciones de huellas, recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas (n=141).
- Relación entre variables de micro-hábitat, medidas en parcelas de 400 m², y 60 sitios (45 con ocurrencia de felinos) muestreados con cámaras y transectos de 1.2 Km.

6.4.1 Diseño de los muestreos para detectar la presencia y abundancia relativa de las tres especies de felinos

6.4.1.1 *Trampeo fotográfico*

Al cuadro de 100 Km² del área de estudio se le quitó un kilómetro de borde y el área restante (64 Km²) fue dividida en dos rectángulos de 32 Km², denominados A (norte) y B (sur) (ver figura 3). El área de borde se quitó por que en ella existen numerosas veredas y mayor incidencia de actividades extractivas humanas. Para disminuir el riesgo de robo del equipo, se trató de que la mayoría de sitios con cámaras no estuvieran ubicados en dicha área.

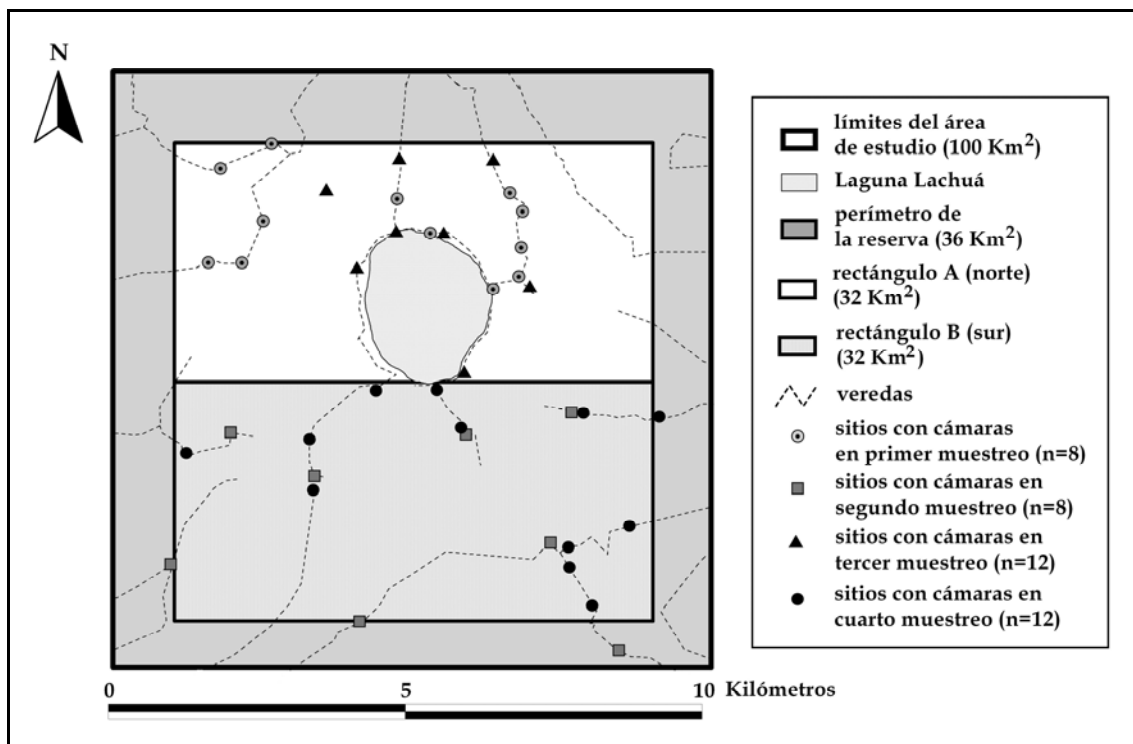


Figura 3: Sitios de muestreo con cámaras en el área de estudio.

Según su temporalidad, el muestreo con cámaras se dividió en época seca y lluviosa. Se colocaron cámaras en 49 sitios pero debido a fallos por lluvia y robo del equipo, únicamente en 40 de ellos se logró mantener cámaras activas (ver figura 3). El cuadro 1 resume las características de cada muestreo.

Cuadro 1: Características de los 4 muestreos realizados con trampeo fotográfico en el Parque Nacional Laguna Lachuá durante el período de marzo a octubre 2003.

Época	Muestreo	Período (2003)	Rectángulo del PNLL (figura 3)	No. total sitios con cámaras	No. sitios con cámaras activas	Esfuerzo (noches) realizado por sitio de muestreo	Atrayente utilizado
Seca	1	marzo - abril	A	10	8	28	Perfume Obsession CK®
	2	mayo - junio	B	10	8	28	Perfume Obsession CK®
Lluviosa	3	julio - agosto	A	15	12	14	Perfume Obsession CK® + esencia de canela
	4	septiembre - octubre	B	14	12	14	Perfume Obsession CK® + esencia de canela

Durante los muestreos 1 y 2, se procedió a seleccionar 10 cuadros de 1 Km² en cada rectángulo. En cada cuadro se seleccionó y geo-referenció un sitio de muestreo donde fue colocado un par de cámaras activadas por sensores infra-rojo Trailmaster 1500® (Goodson and Associates, Lenexa, Kansas, EEUU). Para seleccionar cada sitio de muestreo se consideró lo siguiente:

- lugares en los cuales se hayan reportado rastros (avistamientos, huellas, excretas, entre otros) desde dos años a la fecha.
- presencia de caminos y/o ríos secos en los cuales pudieran colocarse los sensores y cámaras.
- que los sitios de muestreo se encontraran separados al menos un kilómetro entre sí.

Los sensores infra-rojo fueron programados para activarse de 18:00-06:00 horas y se ubicaron a una altura de 30-40 cm. para lograr fotografiar a las tres especies en estudio. Se removieron ramas y hierbas que pudieran obstaculizar o activar indeseadamente el sistema. Los receptores, transmisores, cámaras y accesorios en general se camuflaron con pintura de aceite para disminuir la probabilidad de robo del equipo.

Se preparó una mezcla de perfume Obsession CK® para mujer, yeso en polvo y agua. Se elaboraron pastillas de atrayente olfativo, las cuales fueron colocadas en el suelo entre las unidades de transmisor y receptor. En cada sitio, las pastillas de atrayente se rodearon de piedras y fueron cubiertas con dos o tres hojas gruesas para protegerlas de la lluvia. Las cámaras se revisaron una vez cada siete días para verificar el funcionamiento del sistema y reemplazar el atrayente olfativo. El rollo de película fotográfica de cada cámara fue cambiado cuando estaba próximo a acabarse o al terminar el periodo de muestreo en cada sitio.

Debido a los problemas de funcionamiento del equipo, logística del experimento y con fines de aumentar las probabilidades de captura fotográfica de felinos durante el tercer y cuarto muestreo, se modificó el arreglo espacial de las unidades muestrales en el área de estudio. En general, se redujo el tiempo que las cámaras permanecieron activas en cada sitio de muestreo y la distancia entre los mismos.

Se marcó y limpió tramos de 2,000-3,000 metros de longitud de las veredas existentes en el rectángulo A y B. En estos tramos se colocaron cámaras en sitios separados entre sí una distancia de 600-1,000 metros. Estos sitios fueron seleccionados tomando en cuenta los criterios mencionados para la ubicación de sitios con cámaras durante el primer y segundo muestreo. Se colocó únicamente una cámara por sitio debido a los fallos del equipo por la lluvia y elevada humedad. Las cámaras se dejaron activas 14 días en cada lugar y posteriormente se trasladaron a otros sitios de las veredas existentes en cada rectángulo. Se utilizó una mezcla de esencia de canela y perfume Obsession Calvin Klein® para mujer como atrayentes para preparar las pastillas de yeso.

6.4.1.2 Estaciones de huellas

Se marcaron 20 transectos de 1.2 Km. y en cada uno se seleccionaron dos lugares en los cuales las condiciones del sustrato permitía la impresión de huellas. Sobre éstos se limpió un espacio (estación de huellas) de 1.50 m. de ancho * 1.50 m. de largo, el cual quedó como punto fijo para detección de huellas de felinos durante cada recorrido. Según recomendación de Chávez (com. pers. 2003), las estaciones estuvieron separadas 250-750 metros entre sí (ver figura 4). Cada estación se revisó tres veces en un período de 14 días (segundo, séptimo y catorceavo día) en búsqueda de huellas de felinos. Para cuantificar el esfuerzo realizado con estaciones de huellas, el último y penúltimo día previo a cada revisión fueron considerados días de muestreo.

6.4.2 Diseño de los muestreos para analizar la distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio

El área de estudio fue dividida en dos zonas de 50 Km², denominadas norte y sur. En cada zona, se marcaron y limpiaron 10 transectos de 1.2 Km. de longitud sobre las veredas donde se detectó una mayor cantidad de huellas de felinos durante el período de diciembre 2002 a junio 2003. Los transectos colocados en un mismo camino o vereda se encontraban separados entre sí al menos 600 metros (ver figura 4).

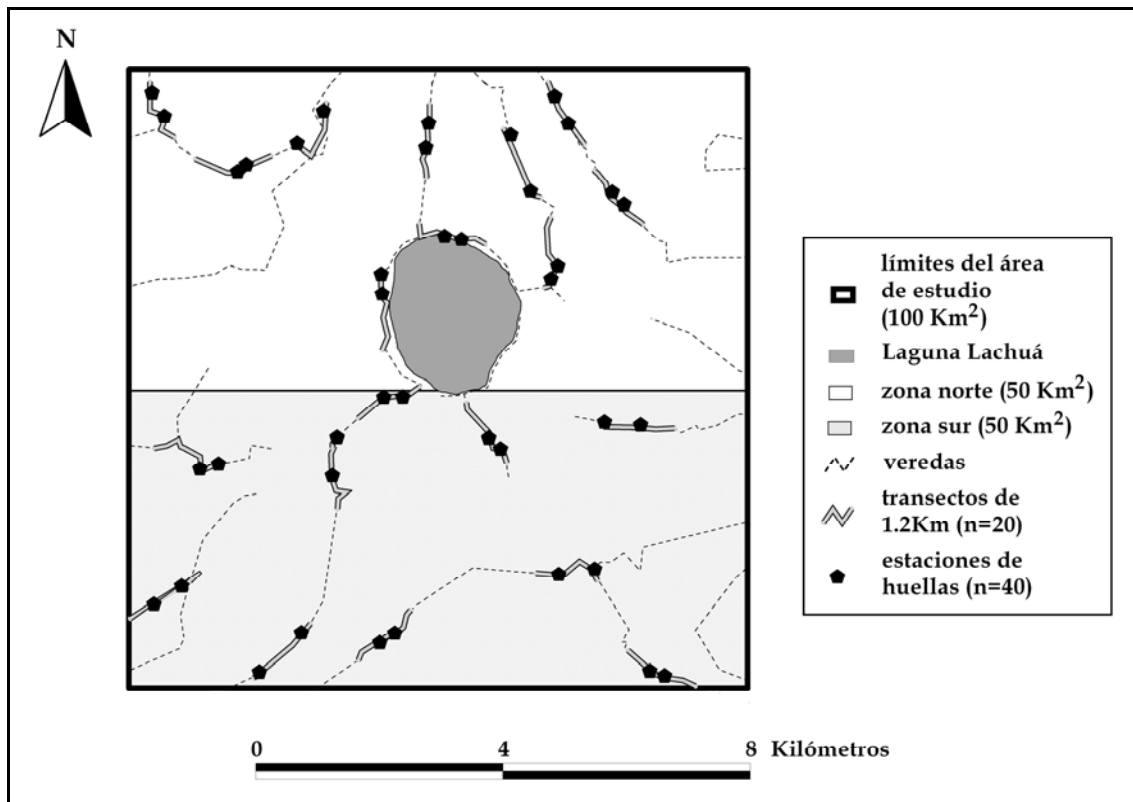


Figura 4: Ubicación de los transectos y estaciones de huellas en el área de estudio.

La búsqueda de rastros sobre los transectos se realizó de manera simultánea a los muestreos con trampeo fotográfico. Por ello, los transectos fueron ubicados en fragmentos de caminos y veredas que estuvieran en lugares de paso que la investigadora tenía que recorrer para llegar a los sitios con cámaras. Con el propósito de incrementar el área de muestreo y recabar evidencia de actividad de felinos en lugares cercanos a los sitios con cámaras, los transectos no se localizaron en los tramos de caminos que tenían cámaras activas.

Cada transecto se recorrió durante dos días consecutivos, luego al séptimo día y por último al catorceavo día. Los rastros de felinos detectados a lo largo de cada transecto fueron registrados en una libreta de campo. Para el caso de huellas, cada pista (continuo de huellas) fue considerada como un rastro. A las huellas de felinos que lo permitían, se les tomó medidas (en milímetros) y fotografías. Todas las huellas fueron borradas posterior a su detección y registro. El cuadro 2 resume aspectos del muestreo con transectos.

Cuadro 2: Características del muestreo realizado con transectos de 1.2 Km. en el área de estudio.

Zona	No. de transectos	Período	No. veces que se recorrió cada transecto
Norte	5	12/7/04 al 25/7/04	4
	5	28/7/04 al 10/8/04	4
Sur	5	5/9/04 al 18/9/04	4
	5	22/9/04 al 5/10/04	4

De diciembre 2002 a octubre 2003 se geo-referenciaron y registraron los rastros de felinos en estudio detectados sobre las veredas recorridas. Todas las ocurrencias de felinos detectadas por medio de cámaras, estaciones de huellas, recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas (n=141) fueron ingresadas a un SIG y se elaboró un mapa en Arc View 3.2® (Environmental Systems Research Institute Inc., 1992-1999, EEUU) (ver figura 5).

Para cada sitio de ocurrencia se midieron las siguientes variables:

- Distancia al límite más cercano del PNLL.
- Distancia a la comunidad más cercana.
- Distancia al sistema montañoso del sur (punto a primera cota altitudinal de 300 metros en adelante).
- Nombre de la comunidad más cercana.

Para llevar a cabo los análisis, cada zona de 50 Km² fue subdividida en dos partes iguales. Los cuatro cuadros de 25 Km² resultantes fueron denominados noroeste (NO), noreste (NE), suroeste (SO) y sureste (SE), según su orientación (ver figura 5). Con el propósito de identificar posibles patrones, se evaluó la distribución espacial (Thompson *et al.*, 1998) de los sitios de ocurrencia detectados sobre transectos y veredas en relación al esfuerzo realizado (kilómetros recorridos) en el

área de estudio. Además se analizó la relación entre todas las ocurrencias detectadas durante el estudio y las cuatro variables anteriormente mencionadas.

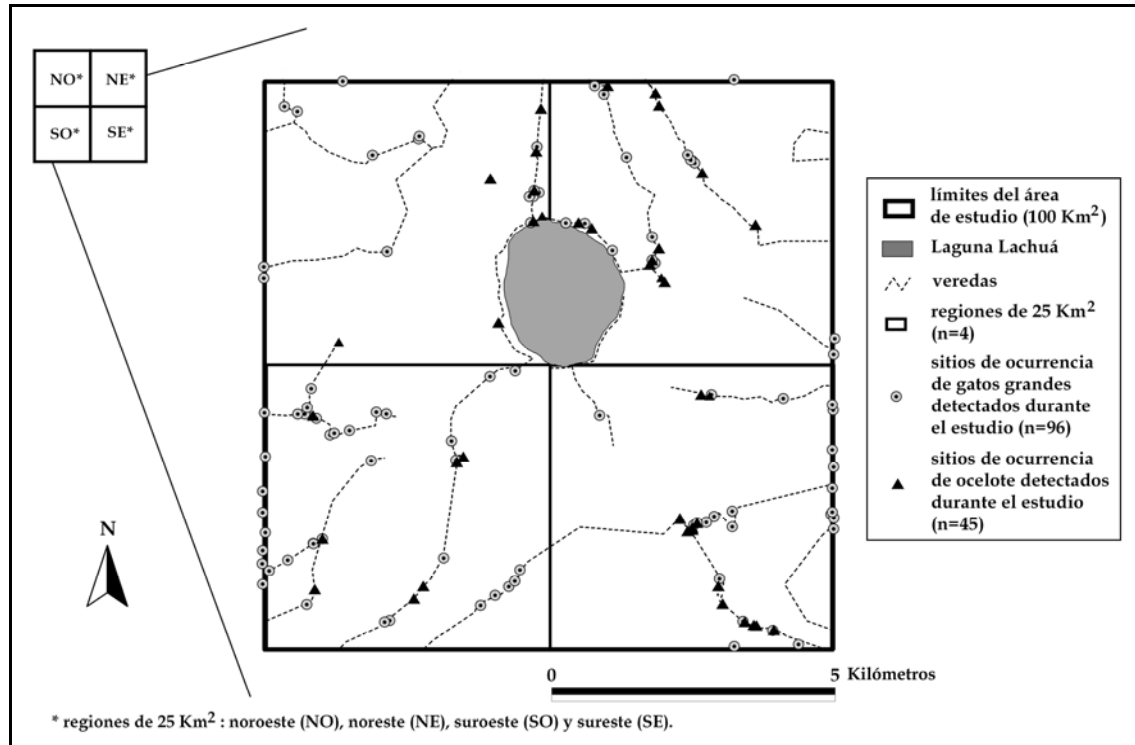


Figura 5: Sitios de ocurrencia de gatos grandes y ocelote detectados durante el estudio.

6.4.3 Uso de hábitat

En el presente estudio, se consideró “*uso de hábitat*” a la asociación entre la presencia de un organismo y algunos factores bióticos y/o abióticos que conforman el hábitat (Bookhout, 1994). En la evaluación de uso de hábitat se consideraron dos escalas espaciales que pudieran estar determinando un uso por parte de los felinos en estudio:

6.4.3.1 *Paisaje*

Para fines de análisis en el SIG, el área de estudio fue dividida de dos formas: en 100 cuadros de 1 Km² y 400 de 0.25 Km² (n=400). Se determinó el número de cuadros de 1 Km² y 0.25 Km² que se consideraron como muestreados durante el estudio, tomando en cuenta los criterios descritos en el cuadro 3.

Cuadro 3: Criterios de inclusión establecidos para considerar muestreados los cuadros de 1 Km² y 0.25 Km² en los que se dividió el área de estudio para realizar el análisis de uso de hábitat a escala de paisaje:

Forma de detección del sitio de ocurrencia	Cuadros 1 Km ²	Cuadros 0.25 Km ²
Cámaras y estaciones de huellas	Cuadros en los que cae el sitio geo-referenciado de cámaras y estaciones de huellas	IDEM
Transectos	Que el transecto recorra al menos 100mt dentro del cuadro	IDEM
Veredas recorridos durante el reconocimiento de campo y de marzo a octubre	Que las veredas recorran al menos 300 metros dentro del cuadro	Que las veredas recorran al menos 100 metros dentro del cuadro

Todos los sitios de ocurrencia de gatos grandes y ocelote (n=141) detectados en el área de estudio desde diciembre 2002-octubre 2003 fueron considerados para éste análisis y cada uno de los cuadros muestreados de 1 Km² y 0.25 Km² se clasificó en base a:

- Presencia/ausencia de ocurrencias de felinos en estudio (general) y por especie (gatos grandes y ocelote).
- Número de ocurrencias presentes (general y por especie).

Con base a la información disponible en el SIG y foto-interpretación del área de estudio, para cada cuadro se evaluaron las variables incluidas en los incisos a y b:

- a. **Vegetación:** se calculo el área (m²) de los tipos de cobertura vegetal (según fotointerpretación de INAB/UICN, 1999) presentes en cada cuadro, los cuales fueron establecidos en base a dos características estructurales (porcentaje de traslape entre copas y altura de los árboles).

La estructura horizontal se clasificó de la siguiente manera:

- Bosque abierto: bosque 10-40% de traslape entre copas.
- Bosque medio: bosque 41-70% de traslape entre copas.
- Bosque cerrado: bosque 71-100% de traslape entre copas.
- Laguna (Laguna Lachuá), guamil (vegetación de crecimiento secundario) y humedal (sitios sometidos a inundaciones estacionales): en términos generales, son sitios con más penetración de luz que el bosque abierto.

Las categorías de estructura vertical fueron:

- Bosque bajo: 15-20 metros de altura.
- Bosque medio: 25-35 metros de altura.
- Bosque alto: 25-35 metros de altura.
- Humedal y Laguna: incluye los sitios sin árboles y/o con árboles de menor altura que el bosque bajo.

Otras variables de vegetación que fueron evaluadas:

- Riqueza horizontal: número de tipos de estructura vegetal horizontal presentes en cada cuadro.
- Índice de equitatividad horizontal -IEH- (Hammer *et al.*, 2003): medida de la igualdad con que el área total de cada cuadro se encuentra repartida entre los tipos de estructura vegetal horizontal presentes.

$$IEH = \frac{\text{Índice de diversidad de Shannon (H)}}{\text{Log. del número de tipos de estructura vegetal horizontal presentes}}$$

$H = - \sum (ni/N) \text{Ln} (ni/N)$, donde ni es el área de cada tipo de estructura vegetal horizontal y N es el área total del cuadro.

- Riqueza vertical: número de tipos de estructura vegetal vertical presentes en cada cuadro.
- Índice de equitatividad vertical -IEV- (Hammer *et al.*, 2003): medida de la igualdad con que el área total de cada cuadro se encuentra repartida entre los tipos de estructura vegetal horizontal presentes.

$$IEV = \frac{\text{Índice de diversidad de Shannon (H)}}{\text{Log. del número de tipos de estructura vegetal vertical presentes}}$$

$H = - \sum (ni/N) \text{Ln} (ni/N)$, donde ni es el área de cada tipo de estructura vegetal vertical y N es el área total del cuadro.

- Nombre de (los) tipo(s) de cobertura horizontal y vertical dominante en cada cuadro. Los criterios considerados fueron:
 - 1 tipo de cobertura dominante: que su área ocupara más del 50% del total del cuadro.
 - 2 tipos dominan: que juntas sus áreas abarcaran más del 70% del total del cuadro.
 - 3 tipos dominan: la suma de sus áreas abarco más del 60% del área total.

b. Variables físicas:

- Presencia/ausencia de ríos grandes.
- Cota altitudinal en la que cae el cuadro:
 - a) 0-199 metros b) 201-299 metros c) intermedio entre a y b

6.4.3.2 Micro-hábitat

Como parte del trabajo de campo, dicha evaluación se llevo a cabo en los siguientes sitios:

- Sitios de ubicación de cámaras donde se fotografiaron felinos en estudio durante primer y segundo muestreo y todos los sitios de ubicación de cámaras del tercer y cuarto muestreo.
- En cada transecto de 1.2 Km. se seleccionaron uno o dos sitios que presentaban la mayor incidencia (frecuencia) de huellas de felinos en estudio. En el caso de que sobre un mismo transecto se presentaran más de dos sitios con la misma incidencia de huellas, se seleccionaron dos sitios al azar.

En cada sitio se realizó una parcela de 20*20 metros (tomando como punto central el sitio de ubicación de cámaras y/o huella de felinos) en la cual se evaluaron cualitativamente las variables de hábitat que se mencionan a continuación:

a. Disponibilidad de alimento (presas potenciales)

- i. *Presencia/ausencia de presas potenciales:* se buscaron y registraron todas las evidencias indirectas (camino, echaderos*, excretas, huellas, madrigueras, ramoneo**, rascaderos, entre otros) que fueron útiles para indicar presencia de mamíferos medianos y mayores. Se anotó el tipo de evidencia y el nombre de la especie a la cual pertenecía. No se evaluó de forma directa la presencia/ausencia de especies de mamíferos menores (ratones) ni aves.

- ii. *Riqueza de presas*: número de especies cuyos rastros fueron detectados en la parcela. Se observó que algunas presas no siempre pueden detectarse por medio de rastros debido a las condiciones del sustrato. Cuatro presas (tepezcuintle, armadillo, coche de monte y cabrito) fueron consideradas ya que presentaron la mayor frecuencia de ocurrencia en las parcelas.
- iii. *Categorías y diversidad de tamaño de las presas detectadas por medio de rastros*:
 - a. medianos (tepezcuintle, armado, pizote, cotuza, mapache).
 - b. grandes (coche de monte, jabalí, tapir, cabrito y venado).

b. Disponibilidad de alimento para presas potenciales

- i. *presencia / ausencia de especies vegetales con frutos*.
- ii. *Riqueza de especies vegetales (arbustos y árboles) en fructificación*: para las especies vegetales conocidas, se anotaron sus nombres comunes.
- iii. *Edad de los frutos por especie vegetal*:
 - a) jóvenes b) maduros c) jóvenes y maduros
- iv. *presencia / ausencia de frutos en el suelo*.
- v. *Riqueza de especies vegetales con frutos en el suelo*: para las especies vegetales conocidas, se anotaron sus nombres comunes.
- vi. *Edad de los frutos de cada especie vegetal presentes en el suelo*:
 - a) jóvenes b) maduros c) viejos d) maduros y viejos

El valor de la parcela para los incisos *iii*, *v* y *vi* se obtuvo promediando las categorías de edad y cantidad de frutos para cada especie vegetal evaluada.

* echaderos: sitios de descanso de los animales.

** ramoneo: alimentación de las hojas y ramas de especies vegetales por parte de animales.

c. **VARIABLES FÍSICAS:** se evaluaron en cinco cuadros de 1 m² ubicados en el punto central y uno en cada punto cardinal de la parcela.

i. *Pendiente:* a) plano b) ondulado c) ladera

ii. *Relieve:* a) plano b) bajillos y zonas inundables c) rocoso y/o quebrado
d) loma e) bajada

El valor de relieve y pendiente de la parcela fueron obtenidos promediando las categorías seleccionadas en cada cuadro de 1 m².

d. **Presencia / ausencia de ríos**

e. **Sotobosque**

i. *Altura promedio:* se trazó un transecto de 10 metros de longitud * 30 cm. de ancho hacia cada punto cardinal de la parcela (cuatro transectos en total). Se midió la altura en centímetros de todas las hierbas y arbustos que se encontraban en cada transecto. Los valores de altura del sotobosque en los cuatro transectos se promediaron para estimar la altura promedio del sotobosque en cada parcela.

ii. *Visibilidad promedio:* el centro de un rollo de papel higiénico (4.5 cm. de diámetro y 9.5 cm. de largo) se dividió en tres partes iguales por medio de un hilo de coser y a través de él se observó el sotobosque a tres alturas del suelo (30, 60 y 100 cm.) en cada transecto de 10 metros. Según el porcentaje de área del centro de papel que ocupaba el sotobosque, la visibilidad se catalogó cualitativamente como :

a) poca (67-100%) b) regular (34-66%) c) buena (0-33%)

Se promedió el valor de la visibilidad para los cuatro transectos y se obtuvo un valor de visibilidad promedio para cada parcela a 30, 60 y 100 centímetros de altura.

6.4.4 Análisis estadísticos

- Estadística descriptiva (total, media, desviación estándar, intervalos, rangos y porcentajes) para realizar los análisis de abundancia relativa, distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos y uso de hábitat a escala de paisaje y micro-hábitat.
- Índice de abundancia relativa -IAR- obtenido por trampeo fotográfico (Higalco-Mihart *et al.*, 2002; Karanth y Nichols, 1998 y 2002; Karanth *et al.*, 2003) para las tres especies en estudio:

$$\frac{\text{No. de capturas fotográficas de cada especie}}{\text{No. total de sitios con cámaras}} * 100$$

No. total de sitios con cámaras * total de noches de muestreo por sitio

- IAR obtenido por estaciones de huellas:

$$\frac{\text{No. de huellas detectadas}}{\text{No. total de sitios con estaciones de huellas}} * 100$$

No. total de sitios con estaciones de huellas * total de días de muestreo por sitio

- Frecuencias de captura de individuos -FCI- obtenidas por trampeo fotográfico (Karanth *et al.*, 2003):

$$\frac{\text{No. de individuos fotografiados de cada especie}}{\text{No. total de sitios con cámaras}} * 100$$

No. total de sitios con cámaras * total de noches de muestreo por sitio

- Análisis cualitativo de fotografías para diferenciar entre individuos de la misma especie de felinos en estudio. Las fotografías fueron analizadas comparando los patrones de rosetas, bandas y marcas distintivas del pelaje de cada individuo fotografiado como lo han hecho Karanth, 1998 y 2002; Kelly, 2001; Wallace *et al.*, 2003; Trolle y Kery, 2003; Maffei *et al.*, 2004; Silver *et al.*, 2004. Los individuos fueron clasificados de acuerdo a su edad (según el tamaño corporal) y si las fotografías lo permitieron, de acuerdo al sexo (macho o hembra) de cada felino.
- Prueba de Ji-cuadrada (X^2) se utilizó para determinar si había diferencias entre:
 - No. de fotografías de fauna silvestre en ambas temporadas de muestreo.
 - No. de ocurrencias de felinos y gatos grandes detectadas en la zona norte y sur del área de estudio.
 - Cuadros de 1 y 0.25 Km² que tuvieron o no presencia de felinos en relación a las variables de hábitat medidas en dicha escala.

- Prueba de Kruskal Wallis (H) para analizar diferencias entre:
 - No. de fotografías de gatos grandes obtenidas en ambas temporadas de muestreo.
 - IAR de felinos en estudio obtenidos por medio de cámaras y estaciones de huellas.
 - Sitios con y sin presencia de felinos en relación a las variables de hábitat medidas a escala de micro-hábitat.

7. RESULTADOS

7.1 Presencia y abundancia relativa

7.1.1 Cámaras

Se realizó un esfuerzo de 784 noches/cámara en los 40 sitios con cámaras que fueron considerados para el análisis. Al final del período de muestreo se obtuvieron 173 fotografías de las cuales únicamente el 29.48% (n=51) contenían fauna silvestre. El resto de fotografías corresponde a fallos del sistema debido a lluvia, elevada humedad del ambiente, hojas y ramas de árboles y arbustos que activaron indeseadamente el sistema. El número de fotografías de fauna silvestre en relación al total de fotografías obtenidas en la época seca fue mayor que en la época lluviosa ($\chi^2=7.9226$, g.l.=1, $P<0.05$). El cuadro 4 muestra los taxa presentes en las fotografías obtenidas.

Cuadro 4: Proporción de taxa presentes en las fotografías con fauna silvestre obtenidas en el período de marzo a octubre 2003 en el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Taxón	No. de fotografías	Porcentaje
Felinos en estudio	20	39.22
Otros felinos (margay)	3	5.88
Otros mamíferos	14	27.45
Aves	14	27.45
Total	51	100.00

Se obtuvo un mayor número de fotografías de gatos grandes en los sitios de muestreo de la época lluviosa que en la seca ($H=6.465$, g.l.=1, $P<0.05$).

En poco menos del 50% (n=16) de los sitios muestreados con cámaras se obtuvieron fotografías de felinos en estudio. De éstos, el 50% (n=8) presentaron fotografías de ocelotes, 25% (n=4) de jaguares, 18.75% (n=3) de pumas y 6.25% (n=1) de ambos gatos grandes (figura 6). En total se obtuvieron 20 fotografías de felinos en estudio de las cuales el 55% (n=11) fueron de ocelote, 25% (n=5) de jaguar y 20% (n=4) de puma. El cuadro 5 muestra el número de fotografías de las tres especies obtenido en cada muestreo.

Cuadro 5: Número de fotografías de las especies en estudio obtenidas por medio de trapeo fotográfico para los muestreos realizados en el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Especie	No. fotos M1*	No. fotos M2*	No. fotos M3*	No. fotos M4*	Total
Jaguar	0	0	3	2	5
Puma	0	0	2	2	4
Ocelote	3	5	1	2	11
Total	3	5	6	6	20

** M1, M2, M3 y M4 = muestreo 1, 2, 3, y 4, respectivamente.

Nota: el M1 y M2 fueron realizados en la época seca y el M3 y M4 en la lluviosa.

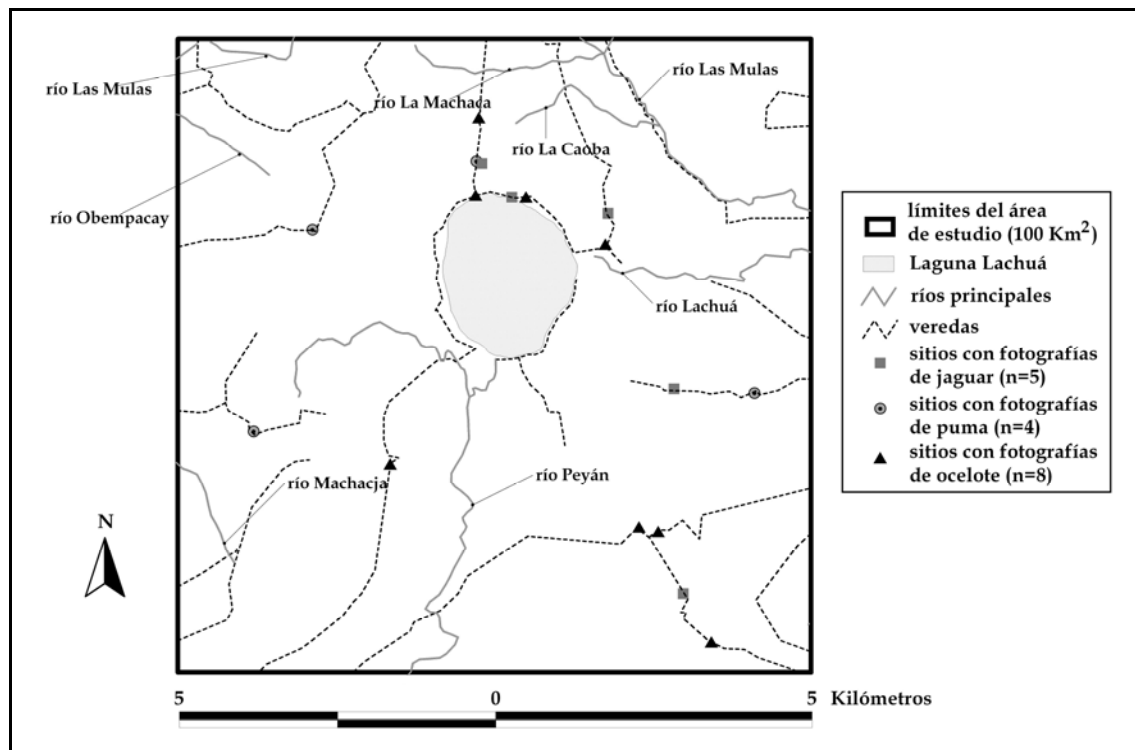


Figura 6: Sitios donde se fotografiaron los felinos en estudio.

7.1.2 Estaciones de huellas

Se realizó un esfuerzo de 360 días de estaciones de huellas activas. Se registraron huellas en cinco estaciones de las cuales solo una presentó reaparición de huellas durante el período de muestreo. Se detectó igual cantidad de ocurrencias de gatos grandes y ocelote en las estaciones de huellas.

Por medio de cámaras se detectó una cantidad tres veces mayor de ocurrencias que con estaciones (ver cuadro 6). El IAR de felinos en estudio estimado con cámaras fue significativamente mayor ($H=5.374$, $g.l.=1$, $P<0.05$) que la estimación realizada a partir de estaciones de huellas..

Cuadro 6: Número de ocurrencias detectadas e índices de abundancia relativa de felinos calculados para sitios con cámaras y estaciones de huellas en el Parque Nacional Laguna Lachuá.

Especie	No. ocurrencias*	No.	No.	IAR	IAR
	total	de fotos	de huellas	cámaras**	huellas***
GG****	12	9 (75%)	3 (25%)	1.15	0.83
Ocelote	14	11 (78.57%)	3 (21.43%)	1.40	0.83
Felinos en estudio	26	20 (76.92%)	6 (23.07%)	2.55	1.67

* ocurrencias = fotografías obtenidas y huellas detectadas.

** IAR cámaras = (No. de fotografías/esfuerzo realizado) *100.

*** IAR huellas = (No. de huellas/esfuerzo realizado) *100.

**** GG = gatos grandes (jaguar y puma).

7.2 Análisis cualitativo de las fotografías obtenidas

7.2.1 Identificación de individuos

7.2.1.1 Jaguar

En total, se fotografiaron tres individuos de jaguar (dos machos adultos y una hembra adulta). Se obtuvo recapturas fotográficas de dos individuos en sitios distintos. La forma y tamaño de las rosetas presentes en los laterales del cuerpo, dorso, cadera y cola fueron los aspectos más útiles para identificar a los individuos (ver figura 7).

7.2.1.2 Puma

Se fotografiaron al menos dos individuos machos adultos y otro individuo de sexo desconocido. Un macho fue recapturado en sitios de muestreo distintos. Se utilizaron manchas características presentes en el pelaje del lateral izquierdo, forma de la cola y el pelaje negro al final de la misma para diferenciar individuos (ver figura 8).

7.2.1.3 Ocelote

En total se fotografiaron ocho individuos adultos de ocelote. La proporción de machos y hembras adultos obtenida en las fotografías fue de 1:0.6. En total se obtuvo cuatro recapturas, dos de una hembra y una de dos individuos machos. Las rosetas y bandas presentes en los laterales del cuerpo, cola y cuello fueron los aspectos más útiles para la identificación de individuos (ver figura 9).

7.2.1.4 Frecuencias de captura

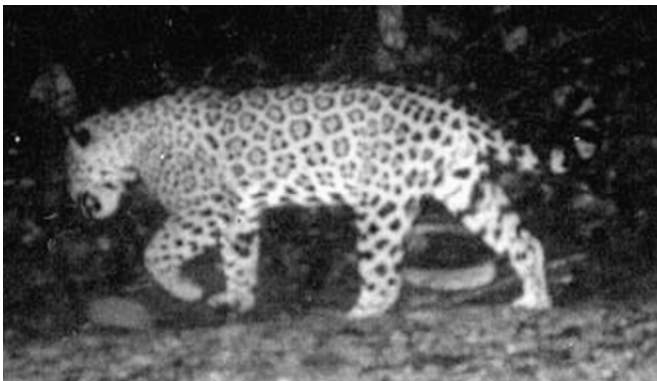
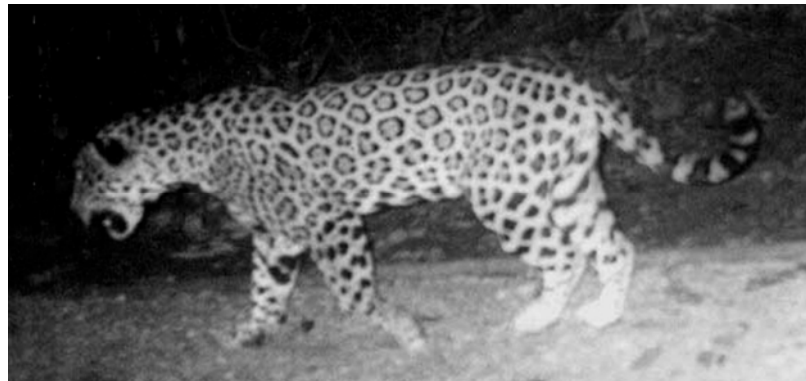
La frecuencia de captura de individuos -FCI- de ocelote (1.02) fue casi tres veces mayor que la de jaguar y puma. Ambas especies de gatos grandes presentaron igual FCI (0.38).

Figura 7: Fotografías de tres jaguares adultos obtenidas por medio trampeo fotográfico durante el período de marzo a octubre 2003 en el Parque Nacional Laguna Lachuá.



Macho adulto en cercanías del río Lachuá (*izquierda*).

Recapturas de una hembra adulta en el kilómetro 2 y 3 del sendero principal (*derecha y abajo, respectivamente*).



Macho adulto en las cercanías del río Quishpur (*derecha*).



Figura 8: Fotografías de tres pumas adultos obtenidas por trampeo fotográfico durante el período de marzo a octubre 2003 en el Parque Nacional Laguna Lachuá.



Recapturas de un macho adulto en el camino de Machacja y kilómetro 3 (arriba y derecha, respectivamente).



Macho adulto en camino al río Tzetoc (izquierda).



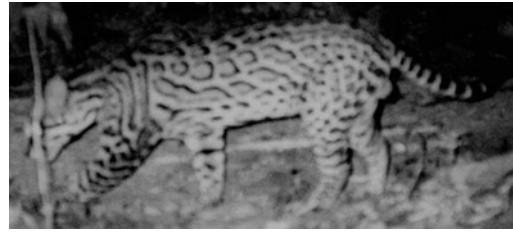
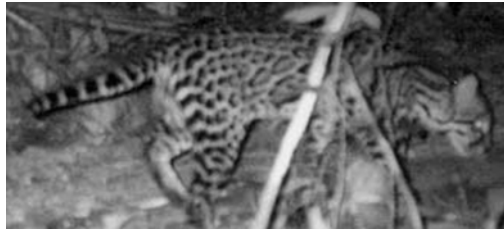
Individuo de sexo desconocido en el kilómetro 2 del sendero principal (derecha).

Figura 9: Fotografías de 8 ocelotes adultos obtenidas por medio de trapeo fotográfico durante el período de marzo a octubre 2003 en el Parque Nacional Laguna Lachuá.



Lateral derecho e izquierdo de un macho en el Km. 3.5 del sendero principal (izquierda).

Hembra y macho en el Km. 1.1 del sendero principal (derecha).

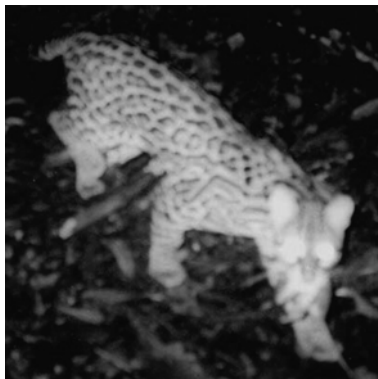


Hembra en camino a Rocja Pomptilá (izquierda).

Lateral derecho de un macho en camino a Rocja Pomptilá (arriba).



Macho en camino a Rocja Pomptilá (izquierda).



Hembra en la cercanía del río Lachuá (arriba).



Macho en camino de Salacuín a Laguna Lachuá (arriba).

7.3 Distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio y su relación con algunas variables de distancia

Se detectaron 115 ocurrencias de felinos en 577 Km., distancia que corresponde al total de kilómetros recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas del área de estudio (reconocimiento de campo y período de marzo-octubre 2003). El 73.04% (n=84) fueron ocurrencias de gatos grandes y 26.96% (n=31) de ocelotes. El cuadro 7 detalla la información anteriormente descrita.

Cuadro 7: Número de ocurrencias de felinos detectadas y esfuerzo realizado en transectos de 1.2 Km. y veredas del área de estudio.

	Veredas reconocimiento de campo (dic.2002-feb.2003)	Veredas (mar.-oct.2003)	Transectos (jul.-oct.2003)	Total
No. ocurr.* de felinos en estudio	24	59	32	115
No. de ocurrencias GG**	15	50	19	84
No. de ocurrencias Ocelote	9	9	13	31
Esfuerzo (Km. recorridos)	92.80	388.29	96	577.09

* ocurr. = rastros que incluyen huellas, rascaderos y excretas.

** GG = gatos grandes (jaguar y puma).

La distribución espacial de los 115 sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio muestra un patrón evidente ya que se localizaron más sitios de ocurrencia de felinos en la zona sur que en zona norte ($X^2=14.298$, g.l.=2, $P<0.05$). El patrón anteriormente descrito también se observa en el caso de las ocurrencias de gatos grandes ($X^2=17.61$, g.l.=2, $P<0.05$) (ver cuadro 8). A una escala menor, la región suroeste del área de estudio fue donde se localizó la mayor cantidad de ocurrencias de felinos y gatos grandes. La menor cantidad de ocurrencias de felinos se detectó en la región noroeste, a pesar de que allí se realizó el mayor esfuerzo de muestreo (ver cuadro 8).

Cuadro 8: Número de ocurrencias de felinos detectadas y esfuerzo total realizado durante los recorridos sobre transectos de 1.2 Km. y veredas de la zona norte y sur del área de estudio. Entre paréntesis se encuentra el porcentaje que representan del total.

Cuadro 25 Km ²	Esfuerzo (Km. recorridos)	Ocurrencias*		
		Felinos en estudio	GG**	Ocelote
Noroeste -NO-	182.78 (31.65)	18.00 (15.65)	12.00 (14.29)	6.00 (19.35)
Noreste -NE-	110.67 (19.13)	20.00 (17.39)	11.00 (13.1)	9.00 (29.03)
zona norte (50 Km²)	293.45 (50.85)	38.00 (33.04)	23.00 (27.38)	15.00 (48.39)
suroeste -SO-	124.62 (21.57)	45.00 (39.13)	39.00 (46.43)	6.00 (19.35)
Sureste -SE-	159.02 (27.65)	32.00 (27.83)	22.00 (26.19)	10.00 (32.26)
zona sur (50 Km²)	283.64 (49.15)	77.00 (66.96)	61.00 (72.62)	16.00 (51.61)

* Ocurrencias = rastros (huellas, rascaderos y excretas).

** GG = gatos grandes (jaguar y puma).

Otro patrón encontrado fue que la mayoría de los sitios de ocurrencia de felinos detectados durante el estudio (n=141) se localizaron muy próximos a los límites del PNLL (ver figura 10) y a una distancia promedio de 2.5 Km. del centro de las comunidades humanas aledañas (ver figura 11). Las ocurrencias se localizaron más próximas a los límites de la zona sur del área de estudio y a tres comunidades humanas (ver figura 12). La relación entre todos los sitios de ocurrencia de felinos y la distancia a las montañas del sur se ilustra en la figura 13.

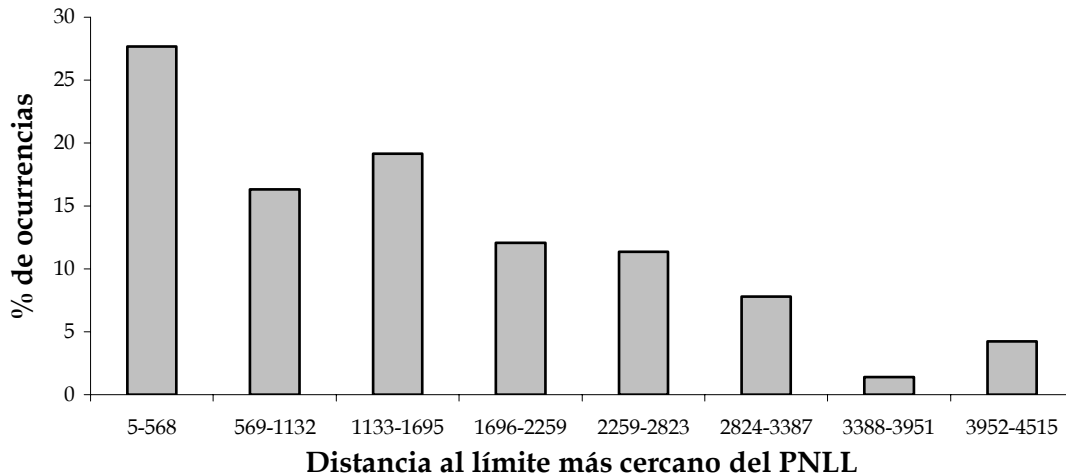


Figura 10: Distancia (en metros) de los sitios de ocurrencia de felinos detectados durante el estudio (n=141) al límite más cercano del Parque Nacional Laguna Lachuá.

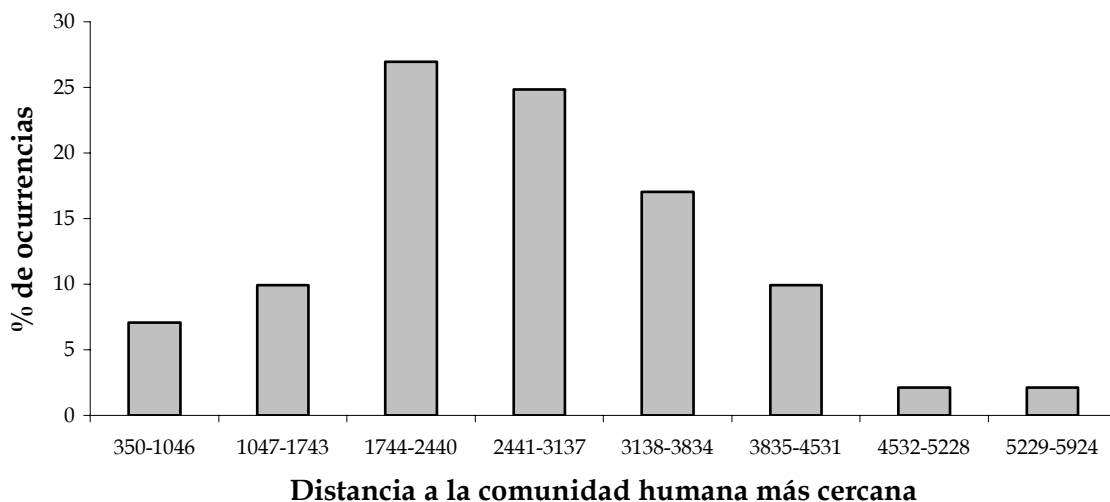


Figura 11: Distancia (en metros) de los sitios de ocurrencia de felinos detectados durante el estudio (n=141) al centro de la comunidad humana más cercana.

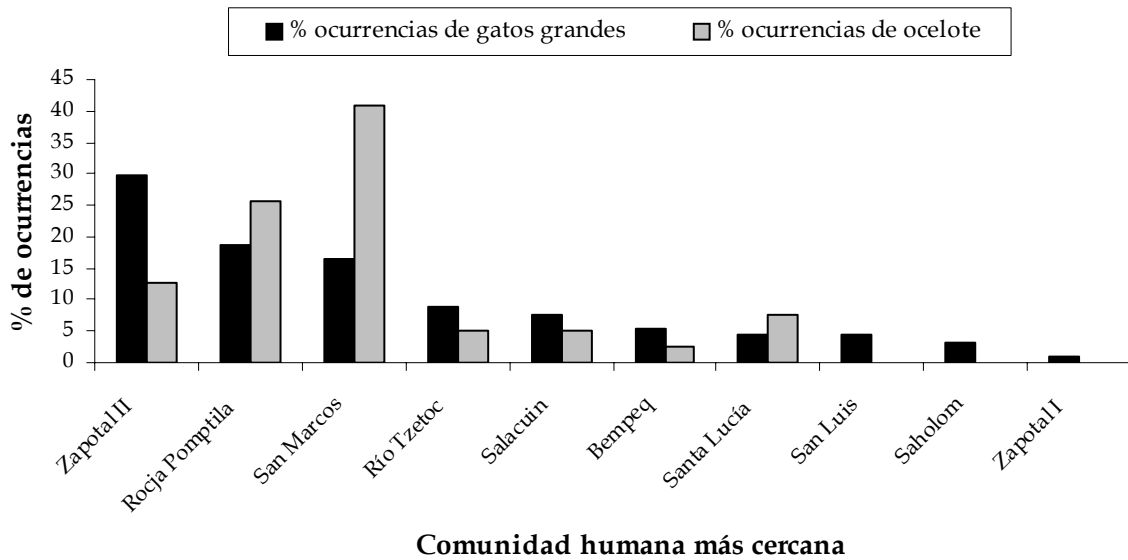


Figura 12: Nombre de las comunidades humanas aledañas al Parque Nacional Laguna Lachuá que se encuentran más cercanas a los sitios de ocurrencia de gatos grandes (n=96) y ocelote (n=45) detectados durante el estudio.

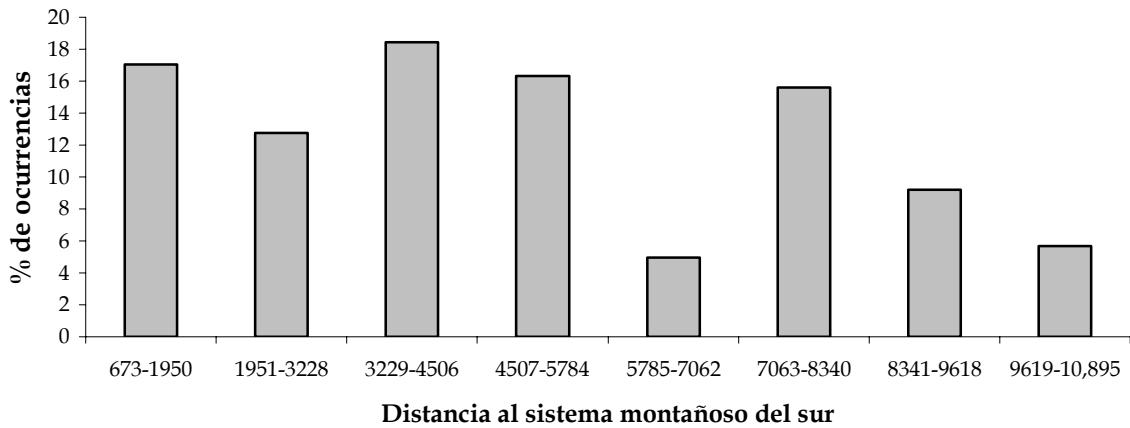


Figura 13: Distancia (en metros) de los sitios de ocurrencia de felinos detectados durante el estudio (n=141) al sistema montañoso del sur.

Los patrones detectados en la distribución de las ocurrencias en el área de estudio muestran un uso intensivo del perímetro de la reserva y sus límites, principalmente en la zona sur. Por ello se evaluaron, en el SIG, variables de composición y estructura del paisaje no protegido aledaño a las cuatro regiones de 25 Km² del área de estudio. Con el programa ERDAS Imagine 8.4[®] (ERDAS Inc., 1991-1999, EEUU), se retiró el vapor de agua (nubes) de la imagen de satélite LANDSAT 7 (año 2003) sometiéndola a un proceso denominado “dehaze”.

La cobertura vegetal fue clasificada, combinando el método no supervisado con verificaciones hechas en campo, en seis clases que se presentan a continuación:

- Bosque primario.
- Bosque bajo y/o inundable.
- Bosque secundario/guamil alto: incluye bosques que fueron quemados por incendios (como en algunas partes de la serranía Nueve Cerros).
- Guamil bajo/monocultivos: guamiles de uno a cuatro años de edad y monocultivos donde ya creció el sotobosque natural.
- Monocultivos limpios (sin sotobosque natural).
- Ganadería/suelo desnudo: incluye comunidades humanas.

Se delimitaron cuatro áreas en forma de "L" (aprox. 24 Km² c/u) alrededor de los límites de cada región de 25 Km², los cuales fueron rodeados de otros cuatro polígonos de forma similar (aprox. 31 Km² c/u) (ver figura 14).

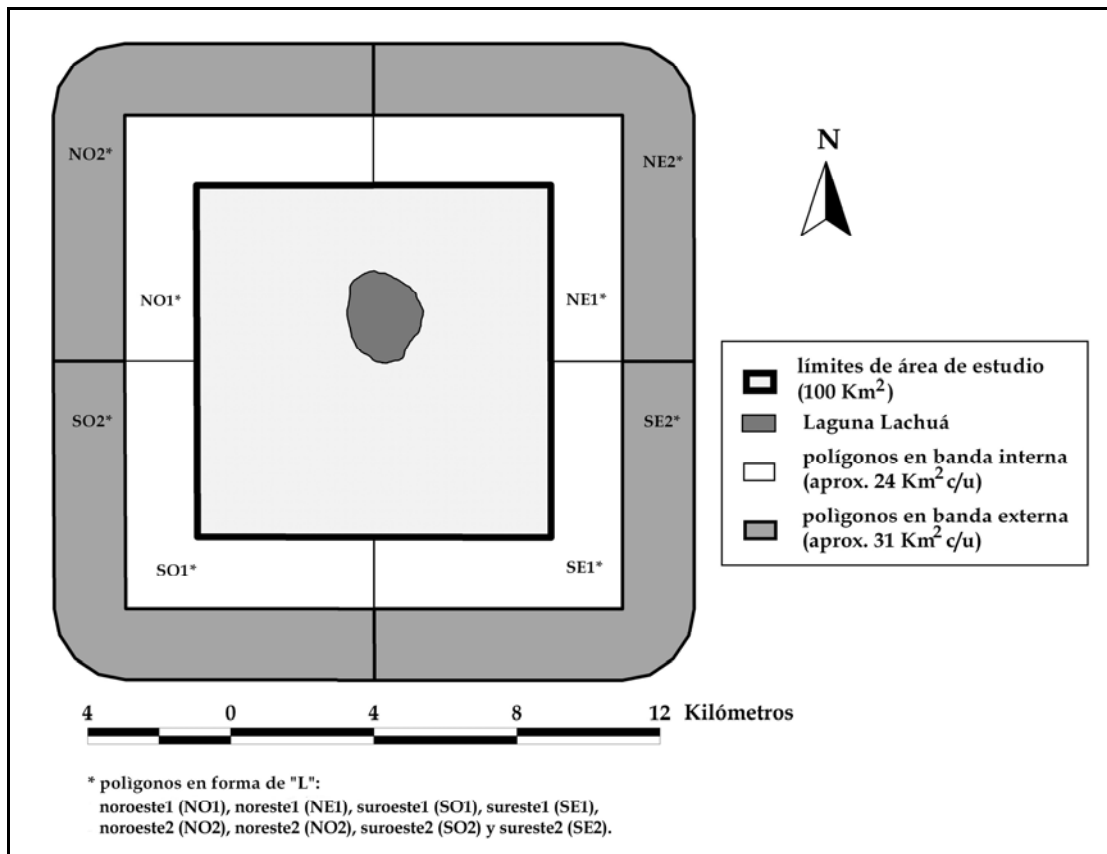


Figura 14: Polígonos donde se evaluó la estructura y composición del paisaje no protegido aledaño al área de estudio.

Utilizando la extensión Patch Grid 3.0 (Build97, ©Dr. Rob Rempel, EEUU) de Arc View 3.2© (Environmental Systems Research Institute, Inc., 1999, EEUU) y un procedimiento de homogenización (llamado "focal majority") para dar mejor definición al paisaje, se cuantificó el área (Ha.) y número de parches de cada clase de vegetación, el tamaño promedio (Ha.) de los mismos y la distancia (metros) entre parches similares en cada uno de éstos ocho polígonos. Se encontró que el paisaje del norte y sur difieren en estructura y composición, siendo el paisaje del norte el que se encuentra más fragmentado. En este último (especialmente en el noroeste), se localiza una mayor cantidad de área cubierta por ganadería y cultivos (ver anexo 12.1). Por el contrario, el paisaje del sur presenta mayor cantidad de bosque, parches de bosque de mayor tamaño y menos distantes entre sí. Lo anterior puede estar facilitando el movimiento (conectividad) de los gatos entre remanentes de hábitat protegidos y no protegidos.

7.4 Uso de hábitat

7.4.1 *Distribución de los sitios de ocurrencia de felinos en las subdivisiones de 1 y 0.25 Km² realizadas al área de estudio*

En total se encontraron 141 sitios de ocurrencia de los tres felinos de los cuales 2/3 partes (n=96) fueron de gatos grandes. Se consideraron muestreados 69 cuadros de 1 Km² de los cuales 45 (65.22%) presentaron ocurrencias de felinos en estudio, 40 (57.97%) de gatos grandes y 19 (27.54%) de ocelotes. Se muestrearon 146 de cuadros de 0.25 Km² de los cuales 67 (45.89%) tuvieron ocurrencias de felinos en estudio, 54 (36.99%) de gatos grandes y 24 (16.44%) de ocelotes. La mayoría de cuadros muestreados de 1 Km² presentaron de una a tres ocurrencias de felinos en estudio y en ambas rejillas, el porcentaje de cuadros con más de cuatro ocurrencias fue bajo (ver figura 15 y 16).

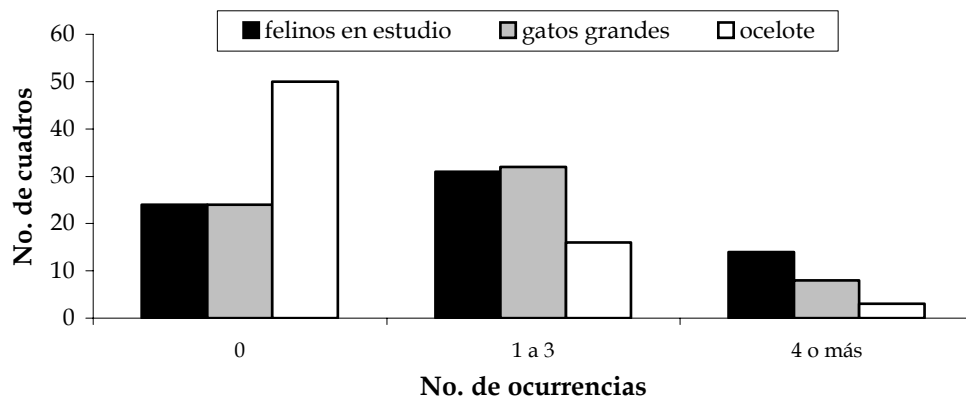


Figura 15: Número de ocurrencias de felinos en estudio que se localizaron en los cuadros muestreados de 1Km² del área de estudio.

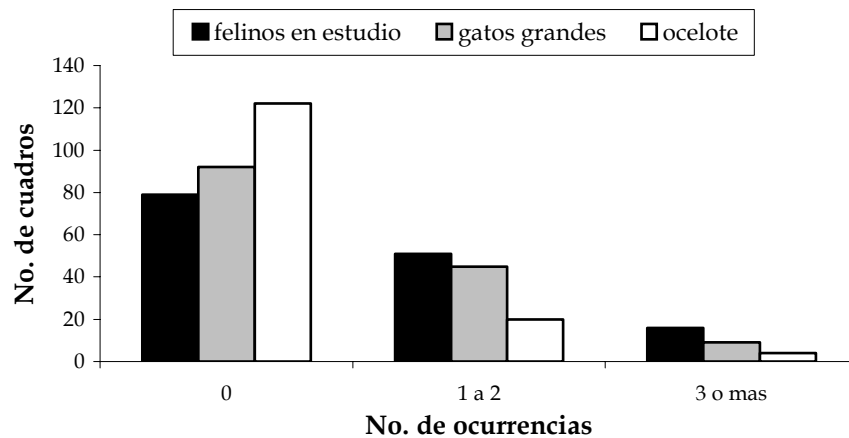


Figura 16: Número de ocurrencias de felinos en estudio que se localizaron en los cuadros muestreados de 0.25Km² del área de estudio.

7.4.2 Presencia y número de ocurrencias de felinos en relación a las variables de hábitat medidas a escala de paisaje (1 Km² y 0.25 Km²)

La presencia de ríos grandes fue la única variable que mostró asociación con la presencia y número de ocurrencias de felinos en el área de estudio. El análisis realizado muestra que los felinos estuvieron presentes en una mayor cantidad de cuadros de 1 Km² que contenían ríos grandes en comparación con los que no poseían dicha característica ($X^2=4.766$, g.l.=1, $P<0.05$). El 61% de ocurrencias de felinos se localizó en cuadros de 1 Km² que presentaron ríos grandes. Ninguna variable mostró relación con la presencia de felinos a escala de 0.25 Km².

7.4.3 Micro-hábitat

Para analizar si alguna variable de micro-hábitat mostraba relación con la presencia de felinos, se hicieron 60 parcelas en 25 lugares que presentaron ocurrencias de gatos grandes, 20 de ocelote y 15 sin ocurrencias de felinos. A esta escala, la presencia de felinos (gatos grandes y ocelote) en estudio estuvo asociada a sitios que presentaron un mayor número de especies vegetales en fructificación ($H=7.753$, g.l.=1, $P<0.05$).

8. DISCUSIÓN

8.1 ABUNDANCIA RELATIVA

8.1.1 Presencia y abundancia relativa de las tres especies estudiadas:

Una de las principales preguntas en los estudios ecológicos es determinar la presencia y estimar la abundancia de las especies (Krebs, 1999) lo cual es clave para el manejo de sus poblaciones (Bookhout, 1994; Walker *et al.*, 2000). Dichas estimaciones permiten describir patrones de distribución de las especies de interés y explicar los procesos que los determinan (Walker *et al.*, 2000).

Las fotografías de felinos obtenidas comprueban que las tres especies en estudio se encuentran presentes en el PNLL. La proporción de fotografías de cada especie y IAR obtenidos en base a trampeo fotográfico en el PNLL muestran que el ocelote es la especie más abundante. La FCI de ocelote (1.02 individuos/100 noches-cámara) obtenida en los muestreos apoya lo anterior, lo cual sustenta la hipótesis planteada de que por su menor tamaño ocupan territorios más pequeños (McNab, 1963; Robinson y Redford, 1986; Ludlow y Sunquist, 1987; Emmons, 1988; Konecny, 1989; Sunquist *et al.*, 1989; Martínez y López, 1999). Además de ser la especie más abundante, el ocelote también es la más cazada ya que durante el estudio se tuvo conocimiento de la muerte de al menos 16 ocelotes en las comunidades aledañas al PNLL (Catalán, Catun, Pop, com. pers. 2003 y obs. pers. 2003). Dichos eventos fueron producto de encuentros fortuitos con humanos.

La abundancia relativa de ambos gatos grandes fue similar y se obtuvo igual proporción de individuos fotografiados de jaguar y puma (tres y tres, respectivamente) lo cual contrasta con los resultados obtenidos por Kawanishi (1995), Wolf (2001), Novack (2003) y Wallace *et al.* (2003) donde el puma fue la especie más abundante. La abundancia de jaguar y puma estimada en el PNLL posiblemente esté determinada por la interacción de dos factores principales:

- a. *La abundancia y estructura de las poblaciones de sus presas y la intensidad de cacería de subsistencia sobre las mismas:* Se ha sugerido que las abundancias relativas de felinos grandes pueden estar influenciadas principalmente la abundancia y estructura de las poblaciones de sus presas (Rabinowitz y Nottingham, 1986; Karanth y Nichols, 1998). La cacería no regulada puede reducir significativamente las poblaciones de presas importantes de ambos gatos grandes (Nowack, 2003) Aunque la ley prohíbe la cacería en áreas protegidas con categoría I (CONAP, 1995), esto rara vez se cumple en

Guatemala ya que los recursos humanos y económicos son insuficientes para velar por su cumplimiento. Esta regulación tampoco considera la actividad de cacería que se realiza en los espacios no protegidos circundantes a las reservas legalmente establecidas. Lo anterior constituye una fuerte debilidad en términos de conservación ya que la fauna no se encuentra restringida a los límites legales y existen flujos entre las áreas protegidas y los fragmentos de hábitat circundante (Wilcox, y Murphy, 1985; Urban, *et al.* 1987; Meffe y Carroll, 1997; Sutherland, 2000)

La zona de Lachuá ha estado sometida impactos humanos desde principios del año 1980 cuando se llevó a cabo la colonización a lo largo de la Franja Transversal del Norte. Con ello un intenso proceso de fragmentación ocurrió alrededor del ahora denominado PNLL (Méndez y Morales, 2001). Actualmente se encuentra casi rodeado de comunidades humanas cada vez más grandes y con mayores requerimientos, cuyas actividades extractivas y la modificación del paisaje circundante ejercen una fuerte presión sobre el área protegida. Los datos acumulados durante dos años respecto a la actividad de cacería de subsistencia en comunidades circundantes del PNLL muestran que el tepezcuintle, armadillo, coche de monte, pizote y venado son las cinco especies de mamíferos más cazados por los comunitarios (Rosales, 2002). La cantidad de biomasa cosechada anualmente de estas especies es alta. Todas constituyen presas potenciales del jaguar y el puma, por lo cual dicha actividad no regulada indudablemente afecta a estos dos grandes depredadores. Los patrones de alimentación del jaguar y puma en el área aun no han sido estudiados, pero es casi seguro que la cacería de subsistencia esta modificando la abundancia y estructura de las poblaciones de sus presas. Lo anterior posiblemente se vea reflejado en la abundancia de estos felinos en la zona de estudio.

- b. *La historia de cacería de éstos depredadores en el área:* Al igual que el valle de Tuichi en Bolivia (Wallace *et al.*, 2003), el PNLL tiene una historia de cacería de jaguares para comercio de pieles que se llevó a cabo durante más de una década (1960's-1970's). El PNLL era una finca de la que se apropió un terrateniente que, año tras año durante el verano, llevó extranjeros para cazar jaguares en el área (Hazard, com. pers. 2003). El impacto que tuvo dicha actividad no regulada se desconoce pero es probable que haya disminuido la población de este felino en el área. Actualmente el jaguar parece ser más cazado que el puma. Al menos ocho jaguares han sido cazados y varios han resultado

heridos por causa de conflictos con ganaderos y encuentros casuales con humanos en los últimos cuatro años en las comunidades que rodean al PNLL (Baleu, Chub, Catalán, Sandoval, Ramos y Ramírez, com. pers., 2003).

A pesar de todo, estos grandes depredadores todavía existen en el área pero el futuro de su sobrevivencia se encuentra en serio riesgo. Los resultados del presente estudio muestran que las proporciones parecen iguales entre ambas especies de gatos grandes pero si las tendencias en las amenazas anteriormente mencionadas se mantienen, el puma es la especie que tiene más probabilidades de sobrevivir a corto plazo.

La comparación de los resultados obtenidos por estudios de trampeo fotográfico en el PNLL, dos sitios de la Reserva de Biosfera Maya (RBM) en Guatemala y la Reserva de Biosfera Calakmul (RBC) en México (ver cuadro 9), muestran que el Parque Nacional Mirador-RíoAzul, biotopo Dos Lagunas y Uaxactún (PNM-RA) presenta los mayores IAR de jaguar y puma. Novack (2003) comparó sus resultados con los obtenidos por Kawanishi (1995) en el Parque Nacional Tikal (PNT) y atribuye las diferencias a que la parte noreste de la RBM se encuentra sometida a menos actividades extractivas. Considero que es necesario realizar un estudio que se encuentre diseñado para estimar la abundancia relativa de éstos felinos en el PNT y así obtener información reciente que permita afirmar lo anterior.

El PNLL presenta mayores IAR de jaguar y puma que el PNT, Costa Maya y Caobas. Además muestra mayores FCI de jaguar que el PNM-RA, PNT, ambos sitios de la RBC en México, Valle de Tuichi en Bolivia y tres sitios del Parque Nacional Kaa-Iya (PNK-I) del Chaco Boliviano (ver cuadro 10). Estos resultados pueden estar relacionados con el tamaño del PNLL y el paisaje en el cual se encuentra inmerso. Dicho remanente es considerablemente mas pequeño, se encuentra aislado de otras áreas protegidas y casi rodeado de comunidades humanas, siendo el único lugar con vegetación natural mas o menos conservado que se conecta a la Sierra de Chamá. Por ello, los IAR de felinos y FCI de jaguar obtenidos para el PNLL posiblemente reflejan que existe concentración de sus individuos y/o de sus presas en la reserva. Lo anterior debido a que el área disponible es menor que en los otros sitios de las tierras bajas de la península de Yucatán (y Sur América), siendo sus posibilidades de movimiento más limitadas. Los resultados sugieren que lo opuesto ocurre en otros lugares como el PNT y la RBC donde a pesar de que existe una mayor cantidad de individuos, éstos pueden encontrarse más dispersos ya que tienen una mayor área para utilizar.

Aunque todos los sitios de las tierras bajas de la península de Yucatán mencionados con anterioridad son de origen cárstico, la geomorfología y la mayor cantidad de precipitación pluvial existente en la región de Lachuá permite que en ella exista una gran cantidad de fuentes de agua superficial disponibles (Méndez, com. pers. 2004). Debido a que el tamaño y distribución de las fuentes de agua superficiales puede afectar directamente la distribución y abundancia de las presas (Nowack, 2003), considero que éste es uno de los factores que favorece la co-existencia de los felinos en el área y constituye una potencialidad para la conservación de los mismos.

El tamaño del área de estudio, esfuerzo de muestreo y el diseño experimental de cada estudio (distribución espacial y temporal de los sitios de muestreo, número de cámaras utilizadas, entre otros) son aspectos importantes que pudieron haber afectado los IAR y FCI obtenidas y por ende la validez de las comparaciones realizadas.

Cuadro 9: Índices de abundancia relativa de felinos en estudio obtenidos para el Parque Nacional Laguna Lachuá, Parque Nacional Tikal, Parque Nacional Mirador, Costa Maya y Caobas.

Sitio	Año/ Época	Especie	No. Fotografías	No. períodos de 12 horas con cámaras activas	IAR*	Fuente
PNLL, Guatemala	2003/ ambas	jaguar	5	784	0.64	Hermes, este estudio
		puma	4	784	0.51	
		ocelote	11	784	1.40	
Mirador Guatemala	2001 ambas	jaguar	16	1628	0.98	Novack, 2003
		puma	32	1628	1.97	
		ocelote	9	1628	0.55	
Tikal Guatemala	1994 seca	jaguar	1	1148	0.09	Kawanishi, 1995
		puma	5	1148	0.44	
		ocelote	7	1148	0.61	
Costa Maya, México	2003/ seca	jaguar	2	1080	0.19	Chávez <i>et al.</i> , 2003
		puma	1	1080	0.09	
		ocelote	2	1080	0.19	
Caobas, México	2003/ seca	jaguar	2	1080	0.19	Chávez <i>et al.</i> , 2003
		puma	0	1080	0.00	
		ocelote	1	1080	0.09	
Caobas, México	2002/ seca	jaguar	2	1200	0.17	Chávez <i>et al.</i> , 2003
		puma	1	1200	0.08	
		ocelote	1	1200	0.08	

* IAR = (No. de fotografías/No. de períodos de 12 horas que estuvieron activas las cámaras) * 100.

Cuadro 10: Frecuencias de captura de individuos (FCI) de jaguar reportadas para estudios realizados en Guatemala, México y Bolivia.

Sitio	Año	No. de individuos	No. períodos de 12 horas con cámaras activas	FCI*	Fuente
PNLL, Guatemala	2003	3	784	0.38	Hermes, este estudio
Mirador Guatemala	2001	4	1628	0.25	Novack, 2003
Tikal Guatemala	1994	1	1148	0.09	Kawanishi, 1995
Costa Maya, México	2003	2	1080	0.19	Chávez <i>et al.</i> , 2003
Caobas, México	2003	2	1080	0.19	Chávez <i>et al.</i> , 2003
Caobas, México	2002	2	1200	0.17	Chávez <i>et al.</i> , 2003
Valle de Tuichi, Bolivia	2001	2	1350	0.15	Wallace <i>et al.</i> , 2003
Tucavaca PL**	2001	5	5040	0.10	Maffei <i>et al.</i> , 2004
Ravelo PL**	2001	2	2496	0.08	Maffei <i>et al.</i> , 2004
Tucavaca M1***	2002	7	3840	0.18	Maffei <i>et al.</i> , 2004
Cerro Cortado M1***	2002	7	4560	0.15	Maffei <i>et al.</i> , 2004
Ravelo M1***	2003	5	4320	0.12	Maffei <i>et al.</i> , 2004
Cerro Cortado M2 Bolivia****	2002/ 2003	7	3320	0.21	Maffei <i>et al.</i> , 2004

* Frecuencia de captura de individuos FCI = (No. de individuos fotografiados/No. de períodos de 12 horas que estuvieron activas las cámaras) * 100.

** PL se refiere a estudio piloto realizado en el sitio.

*** M1: primer muestreo realizado con diseño de rejilla para captura-recaptura.

**** M2: segundo muestreo realizado con diseño de rejilla para captura-recaptura.

8.1.2 Número de fotografías obtenidas en las temporadas de muestreo:

La toma de fotografías de gatos grandes coincidió con la época lluviosa y la modificación realizada al diseño experimental del estudio, por lo cual es difícil atribuir los resultados a uno de estos factores. Se ha reportado que estos grandes depredadores amplían sus áreas de actividad para fines de alimentación ya que en la temporada lluviosa la disponibilidad de agua es mayor y por ende las presas se encuentran más dispersas (Núñez *et al.*, 2002). En el área de estudio, algunos lugares se vuelven inaccesibles para la fauna durante la temporada lluviosa y existe una gran cantidad de ríos en todo el PNLL (obs. pers. 2003). Posiblemente el jaguar y el puma se desplazan más durante esta época para encontrar alimento y por ello se tiene mayor probabilidad de fotografiarlos.

Los cambios hechos al diseño del estudio durante la época lluviosa probablemente aumentaron la probabilidad de fotografiar a estos felinos ya que se hicieron transectos de dos y tres kilómetros de longitud para colocar cámaras. En cambio durante la época seca, las cámaras fueron puestas sobre veredas, algunas de las cuales no eran del todo continuas por árboles y ramas que obstruían el paso en varios tramos. Otro aspecto que pudo haber contribuido son los cambios en la fenología de las principales plantas que proporcionan alimento a las presas, lo cual será descrito mas adelante.

Se ha mencionado que los ocelotes presentan mayor movimiento en la época seca ya que puede existir un aumento en la densidad de presas durante la época lluviosa lo cual disminuye el esfuerzo de forrajeo (Ludlow y Sunquist, 1987; Sunquist *et al.*, 1989). Si este hecho ocurre en el PNLL, puede contribuir a explicar porque se tuvo una mayor probabilidad de fotografiarlos durante esta época. Aunque no se tienen datos sistemáticos de fenología para el área de estudio, se observó que de abril a junio es la época en que la mayor cantidad de especies arbóreas tienen frutos maduros. Los transectos no aumentaron la probabilidad de fotografiar ocelotes, posiblemente debido a que los ocelotes recorren menores distancias sobre veredas que los gatos grandes.

8.1.3 Estimaciones de abundancia obtenidas por cámaras y estaciones de huellas:

El método de trampeo fotográfico resulto más efectivo para detectar felinos que el de estaciones de huellas. Estas diferencias en parte son debidas al menor esfuerzo realizado con el método de estaciones de huellas y que éste a su vez se encuentra influenciado por factores climáticos tales como la lluvia (Aranda, 2000; Karanth y Nichols; 2002). Estas razones pueden contribuir a explicar porque los IAR calculados por medio de las estaciones de huellas no concuerdan con los obtenidos por trampeo fotográfico, pero la cantidad de datos que se tiene es insuficiente para afirmarlo.

8.1.4 Algunas consideraciones sobre el método de trampeo fotográfico:

Este método constituye una herramienta sumamente útil para estudiar felinos ya que provee una serie de ventajas respecto a otros métodos, las cuales fueron detalladas en la sección 2.2 del presente documento. Sin embargo considero importante mencionar algunos inconvenientes y dificultades que se presentaron durante el trabajo de campo. Tal como ha sido mencionado por otros autores que han realizado estudios de trampeo fotográfico en el país (Kawanishi, 1995; Novack, 2003), el robo del equipo de trabajo fue inevitable. Durante el estudio fueron robadas cuatro cámaras y un equipo completo de sensores. Tales hechos ocurrieron durante la época lluviosa en la cual más personas de las comunidades entran al PNLL para efectuar actividades

extractivas ilegales (corte de *Chamaedorea sp.*, *Astrocaryum mexicanum* y madera, cacería, pesca, entre otras). Esto coincide con el período en que hay escasez de trabajo en el área, por lo cual más personas se dedican a realizar este tipo de actividades (Rosales, 2002; Baleu y Cac, com. pers. 2003).

Este es un aspecto muy importante a considerar si se van a efectuar estudios de trampeo fotográfico pues la pérdida de la información es irreparable y el costo del equipo es elevado. Para minimizar las probabilidades de robo, se recomienda que varios investigadores o personal de apoyo revisen simultáneamente los equipos al menos tres veces por semana. Esto a su vez puede tener efectos negativos para el estudio, ya que la fauna silvestre se ahuyenta o evita lugares debido al olor humano (Sandoval, com. pers. 2003). Cambiar el rollo de película fotográfica con mayor frecuencia puede minimizar la pérdida de la información pero esto conlleva a un desperdicio de recursos. La opción más recomendable sería colocar las cámaras fijas y ponerles una protección anti-robos. Cada investigador deberá priorizar, según su disponibilidad de recursos humanos y económicos, buscando la manera de combinar los aspectos mencionados para llevar a cabo el estudio con éxito.

El diseño del sistema de las cámaras mostró dificultades de funcionamiento durante la época lluviosa. Se obtuvo un gran número de fallos y deterioro de cámaras que afectó el estudio durante las primeras lluvias. Otros investigadores han tenido los mismos inconvenientes en sus estudios (Chávez, Miller y Novack, com. pers. 2003). Miller (com. pers. 2003) recomendó lo siguiente: a) no mantener las mismas cámaras durante mucho tiempo en la intemperie, b) tener cámaras extras como repuesto para intercambiar en los sitios de muestreo, c) eliminar la humedad interna de las cámaras colocándolas próximas a una fuente moderada de calor y d) cambiar el rollo de película fotográfica de las cámaras cada siete días para evitar su deterioro. López (com. pers. 2003) recomendó utilizar bolsas ziploc® para proteger las cámaras de la humedad. Las recomendaciones de ambos fueron muy útiles durante el tercer y cuarto muestreo. Se optó por colocar cada cámara dentro de una bolsa ziploc® y abrir agujeros para dejar descubiertos el lente, el flash y los sensores de luz con el fin de no alterar el funcionamiento de la cámara. Posteriormente se sellaron los agujeros de la bolsa y se colocó cinta adhesiva para minimizar la probabilidad de que entrara humedad a la cámara. Dichos arreglos caseros resultaron sumamente efectivos para impedir la entrada de humedad al sistema y por ende el deterioro de las cámaras y rollos. Las cámaras pudieron mantenerse activas durante 14 días en un ambiente muy húmedo sin presentar problemas. Antes de ser trasladadas a otros sitios de muestreos, las cámaras fueron secadas y se dejaron abiertas durante al menos un día.

El equipo Trailmaster® tomó más fotografías sin fauna durante la época lluviosa, debido a que el sistema fue activado indeseadamente por el fuerte viento y lluvias tiempo que ocasionaron que hojas y ramas de árboles cayeran entre los sensores. Los sensores fueron programados para funcionar con un valor de sensibilidad igual a seis. Aunque se hicieron pruebas con otros valores de sensibilidad, éstos no se consideraron adecuados ya que transcurría suficiente tiempo para que un gato grande pasara y no se lograra fotografiar al individuo completo.

8.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SITIOS DE OCURRENCIA DE FELINOS EN EL AREA DE ESTUDIO

La detección de las huellas puede constituir una alternativa importante para estudiar la distribución de poblaciones de vertebrados poco accesibles (Telleria, 1986). El patrón observado muestra que la zona sur del área de estudio es donde se distribuye la mayor cantidad de sitios de ocurrencia de gatos grandes. En comparación con la zona norte, ésta se caracteriza por presentar una mayor cantidad de ríos permanentes grandes (Peyán, Tzetoc, Quishpur, Machacja, entre otros), estar rodeada de menos comunidades humanas y más distante de las mismas, localizarse más cercana al sistema montañoso del sur y poseer una topografía más accidentada. Considero que dichas características pueden beneficiar a estos grandes depredadores en términos de alimentación, posibilidades de movimiento y refugio.

La mayor cantidad de ríos grandes probablemente favorece la existencia de una mayor abundancia de presas. Los resultados de telemetría GPS en Calakmul muestran que los sitios con mayor ocurrencia de jaguares se encuentran alejados de tres a siete kilómetros de carreteras y comunidades humanas (Chávez, com. pers. 2003), lo cual da sustento al patrón encontrado en el presente estudio. Es posible que las estribaciones y encaños de las montañas del sur del PNLL (entre las que destacan El Peyán y La Sultana), por ser de difícil acceso a humanos, provean refugio y favorezcan los movimientos de estos grandes depredadores entre sitios donde también se reporta la presencia de rastros de gatos grandes tales como la reserva forestal de Rocja Pomptilá, serranías de San Luís Chiquito, Patate, Faisán I y II, Monte Sinaí, entre otros (ver anexo 12.2). Constantemente se reportan rastros de felinos grandes y ocelote en la región sureste del PNLL que ha sido utilizada como trabajadorero (áreas de cultivo) de los habitantes de Mansión del Norte. Debido a su ubicación geográfica, considero que dicha zona probablemente también juegue un papel muy importante como facilitadora del movimiento de estos depredadores entre los sitios anteriormente mencionados. Además es probable que la topografía del sur del área de estudio

provea mejores oportunidades de escape y/o refugio. Todas las hipótesis propuestas requieren más evidencia para ser probadas.

A una escala espacial menor, las veredas ubicadas en la región suroeste y noroeste del área de estudio fueron las que presentaron la mayor y menor cantidad de ocurrencias de felinos grandes, respectivamente. La región suroeste posee características similares a las descritas para la zona sur, las cuales no están presentes en la región noroeste. La mayor cantidad de rastros de grandes depredadores en las veredas del suroeste es un aspecto que merece consideración ya que puede estar evidenciando una mayor abundancia de presas en dicha área. También es probable que la mayor cantidad de veredas existentes en la región suroeste facilite el movimiento de los grandes felinos y por ello se encuentren más rastros de los mismos.

Esta región del área de estudio ha sido la más impactada por actividades humanas desde 1970, incluyendo un fuerte saqueo de caoba en 1999. Actualmente es el área sometida a mayores presiones de cacería y otras actividades extractivas debido al gran número de personas que habitan en la comunidad de Salacuín (Baleu, Chub y Cac, com. pers. 2003) Además, al menos 100 familias de Salacuín y Bempeq tienen cultivos de cardamomo en esta región del PNLL (Baleu y Chub, com. pers. 2003). Los cardamomales pueden resultar atractivos para fines de alimentación de presas (herbívoros y frugívoros) porque: a) su forma de siembra y cuidado favorece la presencia de brotes jóvenes de herbáceas y arbustos (similar a lo reportado con la milpa y otros cultivos por González en 1996), b) árboles que proveen frutos (Ej. ramón, tamarindo, palo de sangre, amate, zapote, entre otros) como alimento dan sombra al cultivo y c) generalmente es sembrado en lugares húmedos (laderas y planicies) próximos a ríos pequeños (obs. pers. 2003).

Esta actividad agrícola provee una fuente de ingreso autorizada a los comunitarios a la reserva, muchos de los cuales llevan consigo armas de fuego y perros para realizar actividades ilícitas. El acceso de personas a esta región del PNLL se ve facilitado por la existencia de una gran cantidad de veredas que conectan los cultivos de cardamomo. Muchas de estas veredas son utilizadas por los grandes felinos siendo la vereda que conduce a la Laguna Lachuá y la vereda a Rocja Pomptilá, dos de las que más frecuentan. Los cazadores y pescadores también utilizan dichas vías de acceso principalmente durante la tarde, noche y madrugada. Todo lo anteriormente mencionado incrementa considerablemente la probabilidad de encuentros fortuitos entre humanos y gatos grandes que probablemente tengan consecuencias desfavorables para estos felinos.

La evidente cercanía de la mayoría de ocurrencias de felinos a los límites del área de estudio es un patrón que merece atención ya que dicha información muestra que los felinos están utilizando intensamente el perímetro de la reserva (ver figuras 5 y 10). Se ha mencionado que la conducta y supervivencia de mamíferos que son grandes depredadores se ve afectada por la presencia de caminos y actividades humanas asociados a éstos (Fischer, 1998; Cramer y Portier, 2001; Kerley *et al.*, 2002). En el perímetro del área de estudio existe una alta densidad de veredas humanas que pueden estar facilitando el movimiento de los felinos entre sitios del área de estudio y/o entre la reserva y espacios del área de influencia. Por su accesibilidad, dicha área se encuentra sometida a más actividades extractivas, lo cual representa una desventaja que incrementa la vulnerabilidad de los felinos. Además son hábitats de borde que se encuentran en conflicto con las actividades humanas realizadas en los sitios del área de influencia aledaños a la reserva (Ortega-Huerta y Medley, 1999). Los conflictos que ocurren en bordes de las reservas ha sido mencionados como una de las principales causas de mortalidad de grandes carnívoros ya que dichos hábitats representan sumideros para sus poblaciones (Woodroffe y Ginsberg, 1998).

Con base al número de individuos de gatos grandes fotografiados y el tamaño de las áreas de actividad que han sido reportadas en la literatura (10 a 293 Km²) (Seidensticker *et al.*, 1973; Schaller y Crawshaw, 1980; Rabinowitz y Nottingham, 1986; Crawshaw y Quigley, 1991; Ceballos *et al.*, 2002; Nuñez *et al.*, 2002; Scognamillo *et al.*, 2003) es altamente probable que los territorios de éstos felinos abarquen grandes áreas fuera la reserva. La mayor cantidad de rastros de gatos grandes detectados sobre las brechas que delimitan la zona sur del área de estudio sugiere que los grandes felinos están saliendo y utilizando los espacios no protegidos aledaños a esta zona. El mosaico de uso de la tierra del área de influencia que colinda con la zona norte y sur es distinto. El paisaje del norte (especialmente el de la región noroeste) es más fragmentado y en su mayoría se encuentra dominado por milpas, guamiles y potreros (ver anexo 12.1). En cambio en el sur, se encuentran extensos bosques y cardamomales, menos potreros y milpas. Tal conformación puede estar influyendo en la disponibilidad de alimento y vulnerabilidad de las presas y por ende en los movimientos de estos depredadores. Como hipótesis, se propone que la estructura del paisaje no protegido aledaño a la zona sur favorece el movimiento de los grandes felinos entre remanentes de hábitat circundantes y reduce su vulnerabilidad.

A pesar de esto, se detectaron evidencias indirectas de gatos grandes en las serranías Nueve Cerros, Finca Municipal Salinas, la Reserva Privada Chajumpec y las comunidades de El Triunfo, Nuevo León y Pie del Cerro (obs. pers. 2002 y 2003). Además de los sitios anteriores, los

comunitarios reportan avistamientos y huellas de gatos grandes en la Finca San Isidro, Finca Chinpantun y las comunidades de San Luis, Santa Elena, San Marcos, Santa Cruz y San Jorge (ver anexo 12.2). Lo anterior sugiere que también existen vínculos entre el PNLL y otros espacios protegidos y no protegidos del área de influencia que rodea la zona norte.

Con base a esta información, se propone **un mapa preliminar de posibles “rutas de movimiento” de felinos grandes entre remanentes boscosos de la Eco-región y sitios montañosos del sur** (ver anexo 12.2). Este constituye una primera aproximación que fundamenta los estudios de patrones de movimiento de grandes depredadores que son prioritarios para la conservación y manejo de sus poblaciones a escala de paisaje y biogeográfica. A ésta última escala, el tamaño y disposición espacial de los remanentes de bosque evidencian que probablemente los felinos grandes tienen mejores posibilidades de movilizarse hacia las **montañas del este (rumbo a Chisec) y suroeste (rumbo a los cañones de los ríos Copón y Chajul)**.

La distribución espacial de los parches de hábitat afecta las habilidades de diferentes especies para co-existir en una región (Orians y Wittenberger, 1991). Según Orians y Wittenberger (1991) un hábitat adecuado debe contener una mezcla de parches que provean oportunidades para realizar todas las actividades requeridas, pero generalmente los hábitats existentes no contienen una buena mezcla de estos parches necesarios. Es posible que los felinos en estudio (en particular los gatos grandes) estén utilizando el PNLL para realizar ciertas actividades pero que los espacios no protegidos provean otros recursos necesarios. La evidencia recabada hasta la fecha sugiere que el PNLL y algunos sitios de su área de influencia existe abundante agua superficial y alimento disponible para la fauna (Rosales, 2002; Méndez y Morales, com. pers. 2003, obs. pers. 2003). Esto posiblemente ha favorecido la co-existencia de estos depredadores en el área.

Independientemente de las características que posee el hábitat local, existen variables que pueden afectar significativamente la calidad del hábitat para una especie (Knick y Dyer, 1997). Según Knick y Dyer (1997) a pesar de que un área presente características favorables para la sobrevivencia de una especie, las características del contexto pueden hacerla desfavorable. La proximidad de los sitios de ocurrencia de felinos a las comunidades humanas constituye otro de los factores que aumenta su vulnerabilidad debido a los posibles encuentros con humanos, especialmente en comunidades como San Marcos. El polígono de esta comunidad se encuentra dominado por potreros y en varias ocasiones han habido ataques al ganado por parte de gatos grandes. La comunidad de Rocja Pomptilá también ha sufrido este tipo de ataques a pesar de que la

ganadería es una actividad poco común. Sin embargo, recientemente se ha incrementado la actividad ganadera en el área de influencia del PNLL (obs. pers. 2003). La pobre aptitud de los suelos para actividades agrícolas hace que los comunitarios opten por vender sus tierras a finqueros que modifican el paisaje drásticamente sembrando grandes extensiones de pasto para ganado. Las altas tasas de crecimiento poblacional de las comunidades del área de influencia, la pobreza en que viven, la intensa actividad de cacería de subsistencia que realizan y las limitadas alternativas económicas que poseen son factores importantes que limitan las posibilidades de conservación de felinos la región de Lachuá. La pequeña extensión del PNLL y su constante pérdida de conectividad en contexto biogeográfico constituyen serias amenazas para la sobrevivencia de estos depredadores en la Eco-región Lachuá debido sus grandes requerimientos de hábitat.

Los párrafos anteriores evidencian la necesidad de comprender como estos depredadores utilizan los espacios no protegidos del área de influencia y los existentes fuera de la Eco-región para extender, de una forma consensuada y viable, el manejo y conservación de los recursos naturales mas allá de los límites del PNLL.

8.3 USO DE HÁBITAT

8.3.1 Presencia de felinos en relación a las variables de hábitat medidas a escala de paisaje (1 Km² y 0.25 Km²):

La presencia de felinos y la abundancia de sus ocurrencias estuvo asociada a sitios del área de estudio donde se localizaban ríos grandes. Esto concuerda lo reportado por otros estudios donde la ocurrencia de estos felinos también se ha encontrado generalmente asociada a lugares con agua (Tewes y Everett, 1986; Ludlow y Sunquist, 1987; Crawshaw y Quighley, 1989; Sunquist *et al.*, 1989; Navarro *et al.*, 1993; Núñez *et al.*, 2002). Debido a que las fuentes de agua pueden influenciar la distribución y abundancia de las presas (Nowack, 2003), es probable que dichos sitios favorezcan a los felinos en términos de alimentación.

La tendencia descrita anteriormente fue observada únicamente a escala de 1 Km² ya que la base de datos de SIG utilizada para realizar éstos análisis no poseía un registro detallado de la gran cantidad de ríos de diferentes tamaños existentes en el PNLL. Las otras variables medidas no mostraron asociación con la presencia de felinos. Considero que esto se debe a que el detalle de la clasificación de cobertura vegetal utilizada para los análisis no proporciona mucha información sobre aspectos de la vegetación (tales como la distribución, abundancia y composición de especies

vegetales del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo) que podrían estar relacionados con la distribución y abundancia de presas y por ende con la presencia de los felinos en el área de estudio.

8.3.2 Micro-hábitat en sitios de ocurrencia de gatos grandes y ocelote:

La distribución espacial de los sitios de ocurrencia de felinos en el área de estudio muestra un patrón de uso de caminos que estos animales frecuentan para trasladarse a ciertos sitios, pero no provee datos sobre características del hábitat que posiblemente estén determinando su presencia a escala local. El análisis de micro-hábitat fue realizado para obtener información de detalle fino que complementa la evaluación efectuada a escala macro. Los datos sugieren que la presencia de los felinos en estudio se encuentra también asociada a variables fenológicas.

La fenología es importante para comprender e interpretar patrones detectados en las poblaciones de presas y sus depredadores (Chávez, com. pers. 2003). En este estudio, los gatos grandes y ocelotes se encontraron en sitios que presentaban un mayor número de especies vegetales en fructificación durante la época lluviosa. Se ha reportado que los sitios con abundancia de frutos disponibles son frecuentemente visitados por especies de mamíferos presa tales como el pecarí, venado cola blanca y tapir (McCoy *et al.*, 1990; Mandujano *et al.*, 1995; Naranjo-Piñera, 1995). También se esperaría que en lugares con mayor producción de semillas, exista una mayor abundancia de mamíferos pequeños (Burton *et al.*, 2003). Debido a la mayor cantidad de alimento disponible, es posible que las presas (incluyendo aves y roedores) sean más abundantes en esos sitios y por ende los depredadores los frecuenten para fines de alimentación.

Es interesante mencionar que la mayoría de especies vegetales (ramón, zapote, amate, tamarindo, chico zapote, zapotón, guarumo de montaña, santa maría, tem, bejuco de zapote, bejuco amarillo, entre otros) que proporcionan alimento para la fauna tienen frutos disponibles en la época seca (abril-junio). Se ha reportado que la estacionalidad en las especies vegetales que dan frutos afecta la distribución, movimiento y áreas de actividad de mamíferos medianos y grandes (McCoy *et al.*, 1990; Mandujano *et al.*, 1995; Naranjo-Piñera, 1995; Núñez *et al.*, 2002; Valenzuela y Macdonald, 2002).

En el caso de los pecaríes, McCoy *et al.* (1990) reportan que éstos presentaban mayores movimientos y áreas de actividad durante la época lluviosa por la falta de frutos disponibles en el suelo y mayor dispersión del alimento. Probablemente este fenómeno ocurra en el área de estudio con varias especies que constituyen presas de gatos grandes y pueda contribuir a explicar porque se

tuvo una mayor probabilidad de fotografiar gatos grandes durante la época lluviosa, considerando los cambios metodológicos que se hicieron.

De las 59 especies vegetales con frutos detectadas en las estaciones de micro-hábitat, el lancetillo (*Astrocaryum mexicanum*) fue la que tuvo mayor frecuencia de ocurrencia ya que estuvo presente en el 71.67% de las mismas (ver anexo 12.3). Se notó que una gran cantidad de sitios de ocurrencia de gatos grandes fueron detectados en lugares donde esta palma dominaba el sotobosque. Se pudo observar que dicha planta presenta una distribución agrupada, asociada a lugares húmedos (bajillos y/o zonas inundables) y que tales sitios el sotobosque es poco denso. Con frecuencia se detectaron rastros de presas durante la época lluviosa en sitios que presentaron las características anteriormente mencionadas (Baleu y Chub, com. pers. 2003 y obs. pers. 2002 y 2003). Baleu y Chub (com. pers. 2003) indicaron que, durante esta época, el lancetillo constituye una importante fuente de alimento para el coche de monte, jabalí, tepezcuintle, cotuza, entre otros. Por lo anterior, es posible que estos lugares aumenten las probabilidades de éxito de caza (buena visibilidad, menos obstáculos y por ende menores probabilidades de escape de las presas) de estos felinos y sean frecuentados por dichas razones. Otras especies vegetales que proveen frutos como alimento para presas durante la época lluviosa son el jocote jobo, matapalo, manzana de mico, peine de mico, guisoyol, bayal, palo de sangre, tzumunte, palo de sangre, sunza, corozo, entre otros (Chub y Baleu, com. pers. 2003). La carencia de estudios de distribución y fenología de las especies vegetales en el área de estudio impide relacionar dicha información con los sitios de ocurrencia de felinos detectados durante la época lluviosa y seca.

No se observó una relación clara entre el resto de variables de hábitat y los sitios de ocurrencia de las especies en estudio. En términos generales, los resultados obtenidos por el análisis de micro-hábitat pudieron haber sido afectados por: a) el tamaño de muestra (número de estaciones de micro-hábitat evaluadas), b) ser una evaluación de tipo cualitativo (subjetividad), c) la selección de los sitios donde se realizó la evaluación (ubicación de cámaras y/o que no se sabe para que fines estaban siendo utilizados los sitios por el animal) y d) la temporalidad del muestreo.

9. CONCLUSIONES

- Las tres especies de felinos en estudio habitan en el PNLL, incluyendo al puma que había sido considerado extinto.
- La abundancia relativa de ocelote estimada por trampeo fotográfico fue mayor que la de jaguar y puma, lo que concuerda con las tendencias esperadas según los aspectos biológicos y ecológicos de dichas especies.
- Contrario a lo encontrado por otros estudios, la abundancia relativa y frecuencia de captura fotográfica de individuos de ambas especies de gatos grandes es similar en el PNLL. Esto posiblemente se deba a la intensa actividad de cacería comercial de jaguar a la que estuvo sometida el área de estudio, la cacería no regulada de sus presas y mayor plasticidad ecológica que ha sido reportada para el puma.
- Se logró diferenciar 8 individuos de ocelote, 3 de jaguar y 3 de puma por medio de las fotografías obtenidas en el período de marzo a octubre 2003.
- Se obtuvieron altos valores de IAR de felinos y FCI de jaguar en comparación con la mayoría de estudios realizados en la península de Yucatán y Sur América. Esto posiblemente refleja que existe concentración de individuos en el PNLL porque sus posibilidades de movimiento son más limitadas debido a la pequeña extensión y el contexto en el que se encuentra el mismo.
- La mayor cantidad de ocurrencias de gatos grandes fueron detectadas en la parte sur del área de estudio, posiblemente debido a que ésta reúne características que los favorecen en términos de alimentación, refugio y conectividad a escala de paisaje y biogeográfica.
- La distribución espacial de los sitios de ocurrencia detectados muestran que existe un intenso uso del perímetro y brechas límites del área de estudio (especialmente de gatos grandes en la zona sur). Esto sugiere que dichos felinos se encuentran utilizando espacios del área de influencia y que el mosaico de uso de la tierra presente en la parte sur favorece el movimiento de estos grandes depredadores entre remanentes de hábitat protegidos y no protegidos.

- La presencia de felinos en estudio estuvo asociada a la presencia de ríos grandes y número de especies vegetales con frutos ya que estas variables posiblemente reflejan, de forma indirecta, la disponibilidad de presas en dichos sitios.
- El lancetillo (*Astrocaryum mexicanum*) fue la especie vegetal más frecuente en las estaciones de micro-hábitat con ocurrencias de gatos grandes, ya que posiblemente constituye una importante fuente de alimento para sus presas durante esta época. Se sugiere que la disponibilidad de frutos para las presas durante la mayor parte de la época lluviosa constituye un factor limitante que influye en los sitios de ocurrencia y movimiento de estos depredadores en el área de estudio.
- La sobrevivencia de las poblaciones de los tres felinos en la Eco-región Lachuá se encuentra seriamente amenazada por las actividades extractivas humanas que reducen la abundancia de sus presas naturales e incrementan la pérdida de la conectividad de dicho remanente a escala biogeográfica.

10. RECOMENDACIONES

- Estudios de felinos en otras zonas de la Sierra de Chamá que permitan plantear estrategias de conservación a mayor escala:

El área del PNLL es insuficiente para cubrir los requerimientos de hábitat de poblaciones grandes de felinos en estudio, especialmente de jaguar y puma. La subpoblación de jaguar y puma que habita en la Eco-región Lachuá probablemente posea vínculos con otras sub-poblaciones existentes en la Sierra de Chamá, lo que corresponde a la definición de una **metapoblación**⁸. Si esto ocurre, dicha metapoblación probablemente esté siendo afectada por la fragmentación del hábitat que aumenta la pérdida de conectividad entre remanentes de bosque y disminuye las posibilidades de dispersión de individuos. Lo anterior incrementa el riesgo de extinción local de las poblaciones pequeñas y aisladas debido a endogamia, efecto de borde y conflictos con humanos, entre otros (Meffe y Carroll, 1997; Woodroffe y Ginsberg, 1998).

Por ello se considera prioritario realizar estudios sobre distribución, abundancia poblacional y patrones de movimiento en sitios de Alta Verapaz y Quiché que puedan estar relacionados con la Eco-región Lachuá. Estos estudios son necesarios para determinar si existe una metapoblación de jaguar y puma en esta región. Si esto es así, también permitirán identificar sub-poblaciones, parches de hábitat y vínculos que son importantes para el mantenimiento de las mismas a largo plazo. Lo anterior hará posible proponer estrategias para la conservación de estos felinos que se encuentren orientadas a mejorar la conectividad entre remanentes de hábitat natural existentes en la región montañosa más húmeda del país. En términos generales es indispensable que, con base a evidencia científica, todos los esfuerzos requeridos para extender las acciones de manejo más allá de los límites de las áreas protegidas sean planteados y realizados bajo un enfoque participativo. Esto incrementará la probabilidad de éxito de los mismos.

- Estudios de telemetría con grandes felinos en la Eco-región Lachuá:

Realizar estudios de telemetría con felinos grandes que permitan identificar patrones en el movimiento del jaguar y puma en el área, conocer como utilizan el hábitat disponible de la Eco-región y la forma en que se mueven entre los remanentes de vegetación que conforman el paisaje (protegido y no protegido).

⁸ Metapoblación: una población que consiste de varias sub-poblaciones de una especie que mantienen vínculos de inmigración y emigración; cada sub-población ocupa un parche de hábitat con condiciones favorables localizado en un paisaje que de otro modo no sería apropiado (Meffe y Carroll, 1997).

Dicha información será de suma importancia para priorizar sitios, identificar conexiones, ampliar y mejorar la calidad del hábitat requerido por estos depredadores, dando bases para la toma de decisiones y orientar las acciones de manejo y conservación en ésta y otras áreas.

▪ Otros estudios importantes que deben realizarse en el área de estudio:

Se consideran importantes para el manejo y conservación de felinos en la Eco-región Lachuá, estudios que permitan conocer los hábitos alimentarios de las presas y de estos depredadores, la distribución y abundancia de presas principales, la fenología y distribución de las principales especies vegetales que proporcionan alimento para las presas. Lo anterior se encuentra apoyado en que la estructura de las comunidades de carnívoros grandes en bosques tropicales puede ser muy sensible a variaciones en las densidades relativas de presas inducidas por el hombre y/o causas naturales. Se ha reportado que si la interferencia humana, sucesión vegetal y/o cambios climáticos causan variaciones en la composición o densidad de sus presas, esto afectará a las comunidades de grandes depredadores (Karanth y Sunquist, 1995).

▪ Manejo comunitario de la actividad de cacería:

Continuar y extender el estudio de cacería del PIMEL a otras comunidades de la Eco-región Lachuá e implementar el Plan de Manejo Consensuado de la Actividad de Caza, el cual incluye a estos felinos en la categoría de veda total. Se considera urgente la puesta en marcha de dicho Plan, ya que se espera que contribuya a regular la cacería de sus individuos y de especies clave para los mismos.

▪ Alternativas económicas, desincentivar ganadería y descentralizar actividades turísticas:

Buscar e implementar alternativas económicas viables y compatibles con la conservación de los recursos naturales en el área, con las cuales se logre mejorar la calidad de vida de los comunitarios, desincentivar la tendencia ganadera y disminuir la presión humana sobre la fauna y flora que existe en lugares protegidos y no protegidos de la región. Se recomienda diversificar y descentralizar las actividades turísticas asociadas al PNLL promoviendo el turismo de bajo impacto en las comunidades. Con ello se logrará que los comunitarios reciban beneficios del mismo, lo cual favorecerá la conservación en el área.

- Manejo del conflicto con ganado y animales domésticos:

Se recomienda realizar estudios que permitan estimar la pérdida económica causada por ataques de felinos a ganado y animales domésticos en las comunidades del área de influencia del PNLL y proponer e implementar estrategias viables para solucionar dichos problemas.

- Educación ambiental:

Diseñar e implementar un programa de educación ambiental, adaptado a la realidad del área, que utilice a las tres especies en estudio para concienciar a los habitantes (niños, jóvenes y adultos) acerca de la conservación, uso sustentable de los recursos naturales e importancia de la participación de los comunitarios en el manejo de los recursos de la Eco-región Lachuá.

11. REFERENCIAS

- Aebischer, N., Robertson, P. y Kenward, R. 1993. "Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data". *Ecology* 74(5):1313-1325.
- Almeida, R. T., Baldioceda, Payan C. y Chávez, D. 2000. "Evaluando y priorizando las áreas silvestres protegidas para la conservación del jaguar en Meso América: área de Conservación La Amistad-Pacífico, Costa Rica." Informe técnico de los Avances del Proyecto Jaguar ACLA-P para área de Conservación La Amistad-Pacífico, Instituto Nacional de Biodiversidad -INBio- Costa Rica. 25pp.
- Aranda, M. 1990. "El jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de Calakmul, México: morfometría, hábitos alimentarios y densidad de población." Tesis de Maestría. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 93pp.
- Aranda, M. 1993. "Hábitos alimentarios del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche." Páginas 231-238 en: Avances del Estudio de los mamíferos de México. (R. Medellín y G. Ceballos). Publicaciones especiales Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, UNAM, México D.F., México.
- Aranda, M. 1994a. "Diferenciación entre las huellas de jaguar y puma: un análisis de criterios." *Acta Zoológica Mexicana* 63:75-78.
- Aranda, M. 1994b. "Importancia de los pecaríes (*Tayassu sp.*) en la alimentación del jaguar (*Panthera onca*)." *Acta Zoológica Mexicana* 62:11-22.
- Aranda, M. 1996. "Distribución y abundancia del jaguar, *Panthera onca*, (Carnivora: Felidae) en el Estado de Chiapas, México." *Acta Zoológica Mexicana* 68:45-52.
- Aranda, M. 2000. "Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México." Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México. 212pp.
- Austin, S. y Tewes, M. 1999. "Ecology of the Clouded Leopard in Khao Yai National Park, Thailand". *CAT News* 31(17):1-3.

Avendaño, C. 2001. "Caracterización de la avifauna del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala." Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 53pp.

Ávila, R. 2004. "Estudio base para el programa de monitoreo de la vegetación en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá". Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 75pp.

Ballinger, D. y Stomper, J. 2000. "The Jaguars of Altar Q, Copan, Honduras: Faunal analysis, archaeology and ecology." *Journal of Etnobiology* 20(2):223-236.

Bookhout, T. 1994. "Research and management techniques for wildlife and habitats". 5th edition. The Wildlife Society. EEUU. 740pp.

Brower, J., Zar, J. y Von Ende, C. 1990. "Field and Laboratory Methods for General Ecology". 3th edition. Wm.C. Brown Publishers. EEUU. 236pp.

Brown, J. & Lomolino, M. 1998. "Biogeography". Sinauer Associates, Inc. 2a edición. EEUU. 691pp.

Burton, A., Navarro, S. y Chávez, C. 2003. "Bobcat ranging behavior in relation to small mammal abundance on Colima Volcano, México". *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 74(1):67-82.

Carrillo, E., Morera, R. y Wong, G. 1994. "Depredación de tortuga lora (*Lepidochelys olivacea*) y de tortuga verde (*Chelonia mydas*) por el jaguar (*Panthera onca*).". *Vida Silvestre Neotropical* 3(1):48-49.

Castañeda, C. 1997. "Estudio florístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz." Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala. 75pp.

Ceballos, G., Chávez, C., Rivera, A., Manterola, C. y Wall, B. 2002. "Ecología poblacional y conservación de jaguares (*Panthera onca*) en la Reserva de Biosfera Calakmul, Campeche, México." Páginas 403-417 en: Medellín, R., Rabinowitz, A., Chetkiewicz, C., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. *El jaguar en el Nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América*. 1^a edición. Editorial Fondo de Cultura Económico. México, D.F. 647pp.

Chávez, C., Ceballos, G., Amin, M., Manterola, C., Rivera, A., Zarsa, H. y Zavala, F. 2003. "Diagnóstico y estrategia de conservación del jaguar en la Selva Maya de Campeche y Quintana Roo". Resumen en extenso. 14pp.

Chinchilla, L. 1997. "Diets of *Panthera onca*, *Felis concolor*, and *Felis pardalis* in Parque Nacional Corcovado." Costa Rica. Revista de Biología Tropical 45:1223-1229.

CITES. 1998. "Lista CITES". Secretaria de la convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la comisión Europea. The World Conservation Monitoring. 312pp.

Coates, A. 1997. "Central America: A natural and cultural history". Yale University Press. EEUU. 277pp.

CONAP, 1995. "Ley de áreas protegidas y su reglamento: Decreto 4-89". Guatemala. 68pp.

CONAP. 2000. "Listado de especies de fauna silvestre amenazadas de extinción (Lista Roja de Fauna)." Resolución secretaria del CONAP ALC/0-32-99. Documento de Políticas y Normativos No.10. CONAP, IDEADS, PROARCA-CAPAS. Guatemala. 21pp.

Cooperrider, A., Boyd, R. y Stuart, H. 1986. "Inventory and monitoring of wildlife habitat". U.S. Department of the Interior y Bureau of Land Management 27pp.

Cramer, P. y Portier, K. 2001. "Modeling Florida panther movements in response to human attributes of the landscape and ecological settings". Ecological modelling 140:51-80.

Crawhaw, P. y Quigley, H. 1989. "Notes on ocelot movement and activity in the Pantanal Region, Brazil." Biotropica 21(4):377-379.

Crawshaw, P. y Quighley, H. 1991. "Jaguar spacing, activity and habitat use in a seasonally flooded environment in Brazil." Journal of Zoology 223:357-370.

Cuellar, E. y Noss, A. 1997. "Conteo de huellas en brechas barridas: un índice de abundancia para mamíferos". Ecología en Bolivia 30:55-67.

Currier, M. J. 1983. "*Felis concolor*." Mammalian species. No. 200:1-7.

De Oliveira, T. 1998a. "*Herpailurus yagouaroundi*". Mammalian Species. No. 578:1-6pp.

De Oliveira, T. 1998b. "*Leopardus wiedii*". Mammalian Species. No. 579:1-6pp.

De Oliveira, T. 2002. "Ecología comparativa de la alimentación del jaguar y del puma en el neotrópico". Páginas 265-288 en: en: Medellín, R., Rabinowitz, A., Chetkiewicz, C., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. El jaguar en el Nuevo milenio: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América. 1ª edición. Editorial Fondo de Cultura Económico. México, D.F. 647pp.

Dunbar, C. 1956. "Historical Geology". John Wiley & Sons, Inc. London. 573pp.

Dunstone, N., Durbin, L., Wyllie, I., Acosta-Jamett, G., Mazzolli, M. y Rose, S. 2002. "Spatial organization, ranging behaviour and habitat use of the kodkod (*Oncifelis guigna*) in southern Chile". J. Zool., Lond. 257:1-11.

Emmons, L. 1987. "Comparative feeding ecology of felids in a Neotropical rainforest". Behav. Ecol. Sociobiol. 20:271-283.

Emmons, L. 1988. "A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru." Rev. Ecol. (Terre vie) 43:133-157.

Farell, L., Roman, J. y Sunquist, M. 2000. "Dietary separation of sympatric carnivores identified by molecular analysis of scats." Molecular Ecology 9:1583-1590.

Fischer, C. 1998. "Habitat use by free-ranging felids in an agroecosystem". Tesis de Maestría. Universidad de Kingsville.

Foro Eco-región Lachuá: Experiencia Maya-Q'eqchi en el desarrollo y conservación, Cobán, Alta Verapaz. 2001. "Diagnóstico Eco-regional." Guatemala. 49pp.

Galindo-Leal, C. 2000. "Diseño y Análisis de Proyectos para el Manejo y Monitoreo de la Diversidad Biológica." Universidad de Stanford. 100pp.

García, M. 2002. "Estructura y composición florística de los estratos arbustivos y arbóreos entre las comunidades Santa Lucía y Tzetoc, en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz." Informe final de investigación del Programa de experiencias docentes con la

comunidad -EDC-. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 26pp.

Garla, R., Setz, E. y Gobbi, N. 2001. "Jaguar (*Panthera onca*) food habits in Atlantic rain forest of southeastern Brazil." *Biotropica* 33(4):691-696.

Garnica, R. 2003. "Listado de plantas epifitas de ocho clases vegetales en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá." Informe final de investigación del Programa de experiencias docentes con la comunidad -EDC-. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala.

Granados, P. 2001. "Ictiofauna de la Laguna Lachuá, Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz." Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 73pp.

González, D. 1996. "Algunas consideraciones sobre la cacería de subsistencia tradicional del venado en algunos ejidos mayas integrantes del plan piloto forestal". Plan piloto forestal Acuerdo México/Alemania. Documento técnico. 43pp.

Hammer, O., Harper, D. y Ryan, P. 2003. "Manual del PAST -Palaentological Statistics-, ver. 1.15". [www.http://folk.uio.no/ohammer/past](http://folk.uio.no/ohammer/past)

Hidalgo-Mihart, M., Cantú-Salazar, L., López-González, C. y Núñez, R. 2002. "Abundancia de mamíferos medianos y grandes en la Reserva de la Biosfera Chamela Cuixmala utilizando trampas de cámara." Resumen del VI Congreso Nacional de Mastozoología, AMMAC. Oaxaca, México.

Hoogesteijn, R. 2001. "Manual sobre problemas de depredación causados por pumas y jaguares en hatos ganaderos." Borrador. Programa de Conservación de Jaguares. WCS. 29pp.

Hornocker, 1970. "An analysis of mountain lion predation upon mule deer and elk in the Idaho primitive area." *Wildlife Monographs* 21:1-39.

INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). 2003. "Datos meteorológicos de la estación San Agustín, Chixoy, Alta Verapaz, año 2002". Guatemala.

Iriarte, A., Franklin, W., Johnson, W. y Redford, K. 1990. "Biogeographical variation of food habits and body size of the American puma." *Oecologia* 85:185-190.

Junta Directiva Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 2004. "Acta No. 16-2004 ". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC.

Karanth, U. y Sunquist, M. 1995. "Prey selection by tiger, leopard and dhole in tropical forests". *Journal of Animal Ecology* 64:439-450.

Karanth, U. y Nichols, J. 1998. "Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures." *Ecology* 79(8):2852-2862.

Karanth, U. y Nichols, J. 2002. "Monitoring tigers and their prey: a manual for researchers, managers and conservationists in Tropical Asia". Centre for Wildlife Studies. India. 193pp.

Karanth, U., Nichols, J. y Cullen, L. 2003. "Armadilhamento fotográfico de grandes felinos: algumas considerações importantes". Páginas 269-284 en: Cullen, L., Rudram, R. y Valladares-Padua, C. "Metodos de Estudos em Biología da Conservacao & Manejo da Vida Silvestre. Editora da Universidade Federal do Paraná. Brasil. 665pp.

Kawanishi, K. 1995. "Camera monitoring of human impacts on rain forest wildlife in Tikal National Park, Guatemala". Tesis de Maestría. Universidad Frostburg State. EEUU. 62pp.

Kelly, M. 2001. "Computer-aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti Cheetahs". *Journal of Mammalogy* 82:440-449.

Kerley, L., Goodrich, J., Miquelle, D., Smirnov, E., Quigley, H. y Hornocker, M. 2002. "Effects of roads and human disturbance on Amur Tigers". *Conservation Biology* 16(1):97-108.

Knick, S. y Dyer, D. 1997. "Distribution of black-tailed jackrabbit habitat determined by GIS in southwestern Idaho". *Journal of Wildlife Management* 61(1):75-85.

Konecny, M. 1989. "Movement patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America." Páginas 243-264 en: *Advances in Neotropical Mammalogy*. (Redford, K. y Eisenberg, J.) University of California Press, Berkeley.

Krebs, C. 1999. "Ecological Methodology." 4th edition. Addison-Wesley. EEUU. 620pp.

Kremen, C. 1992. "Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring." *Ecological Applications* 2(2):203-217.

Kremen, C., Raymond, I. y Lances, K. 1998. "An interdisciplinary tool for monitoring conservation impacts in Madagascar." *Conservation Biology* 12(3): 549-563.

Lambeck, R. 1997. "Focal especies: a multi-especies umbrella for nature conservation". *Conservation Biology* 4(11):849-856.

Lewis, R., Fitzhugh, E. y Galentine, S. 2001. "Validation of a rigorous track classification technique: identifying individual mountain lions". *Biological Conservation* 99(3):313-321.

Ludlow, M. y Sunquist, M. 1987. "Ecology and behavior of ocelots in Venezuela." *National Geographic Research*. 3(4):447-461.

Lynam, A. 2002. " Métodos de trabajo de campo para definir y proteger las poblaciones de gatos grandes: Los tigres indochinos como un estudio de caso". Páginas 55-71 en: Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr., P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El Jaguar en el Nuevo Milenio". 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México. 647pp.

Maffei, L., Cuellar, E., y Noss, A. 2004. "One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park". *J. Zool. Lond.* 262:295-304.

Malcolm, J. 1995. "Forest structure and the abundance and diversity of neotropical small mammals". Academic Press, Inc.

Mandujano, S. y Gallina, S. 1993. "Densidad del venado cola blanca basada en conteos en transectos en un bosque tropical de Jalisco". *Acta Zoológica Mexicana* 56:1-37.

Mandujano, S., Gallina, S., Sánchez-Rojas, G., Arceo, G. y Silva-Villalobos, G. 1995. "Ecología del venado cola blanca en un bosque tropical de Jalisco: síntesis de 6 años de estudios". Páginas 112-118 en: Vaughan, C. y Rodríguez, M. "Ecología y manejo del venado cola blanca en México y Costa Rica". 1ª edición. Editorial de la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. 455pp.

Martínez, E. y Galindo-Leal, C. 2002. "La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución". *Bol. Soc. Bot. Méx.* 71:7-32.

Martínez, E. y López, C. 1999. "Ecología del ocelote (*Leopardus pardalis*) en una selva baja caducifolia de México." *Mesoamericana* 4(2):60-61.

Mazzoli, M., Graipel, M. y Dunstone, N. 2002. "Mountain lion depredation in southern Brazil." *Biological Conservation* 105:43-51.

McCord, C. 1974. "Selection of winter habitat by bobcats (*Lynx rufus*) on the Quabbin Reservation, Massachusetts". *Journal of Wildlife Management*. 55:428-437.

McCoy, M., Vaughan, C., Rodríguez, M. y Kitchen, D. 1990. "Seasonal movement, home range, activity and diet of collared peccaries (*Tayassu tajacu*) in Costa Rican dry forest". *Vida Silvestre Neotropical* 2(2):6-20.

McNab, B. 1963. "Bioenergetics and the determination of home range size". *The American Naturalist*. Vol.XCVII, No.894:133-139.

McNab, R. 1999. "A preliminary assessment of jaguar (*Panthera onca*) distribution in Guatemala". *Wildlife Conservation Society*. Guatemala. 11pp.

McNab, R. y Polisar, J. 1999. "Una metodología participativa para una estimación rápida de la distribución del jaguar en Guatemala". Páginas 73-89 en: Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr., P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El Jaguar en el Nuevo Milenio". 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México. 647pp.

Meffe, G. y Carroll, R. 1997. "Principles of Conservation Biology." Second edition. Sinauer Associates. EEUU. 729pp.

Méndez, C. y Morales, J. 2001. "Programa de Monitoreo Ecológico: Aplicación de información biológica y Conocimiento Tradicional Q'eqchi' en la gestión y manejo del PNLL y su área de influencia." Propuesta de solicitud de fondos a FONACON por parte de ONCA-Escuela de Biología, USAC. Guatemala.

Méndez, C., Morales, J. y Melgar, S. 2001. "Programa de Monitoreo Ecológico Lachuá y Fortalecimiento de la Escuela de Biología." Informe técnico enero-diciembre 2001. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala.

Méndez, C., Sisk, T. y Haddad, N. 1995. "Beyond birds: Multi-taxonomic monitoring programs provide a broad measure of tropical biodiversity." Páginas 451-456 en: J.A. Bissonette and P.R. Krausman, eds. Integrating people and wildlife for a sustainable future. Proceedings of the first International Wildlife Management Congress. The Wildlife Society. Bethesda, MD.

Miller, B. y Rabinowitz, A. 2002. "Why conserve jaguars?" Páginas 303-315 en: Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr., P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El Jaguar en el Nuevo Milenio". 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México. 646pp.

Miller, C. 2002. "Jaguares, ganado y humanos: un ejemplo de coexistencia pacífica en el noroeste de Belice". Páginas 477-491 en: Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr., P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El Jaguar en el Nuevo Milenio". 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México. 647pp.

Miranda, F. 1978. "Vegetación de la Península Yucateca". Colegio de Postgraduados, SARH. México. 173pp.

Monzón, R. 1999. "Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra en el Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz." Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC. 97pp.

Moraes, W. y Miranda, G. 2003. "Uso de armadilhas fotográficas em levantamentos populacionais". Páginas 243-267 en: Cullen, L., Rudram, R. y Valladares-Padua, C. "Metodos de Estudos em Biología da Conservacao & Manejo da Vida Silvestre. Editora da Universidade Federal do Paraná. Brasil. 665pp.

Moreno, R. 2000. "Atrayentes para felinos." Scientia 15(1):115-117.

Moreno, R. 2001. "Preferencia alimenticia de ocelotes y pumas en la Isla de Barro Colorado, Panamá." Libro de resúmenes del V Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. San Salvador, El Salvador. 109pp.

Murray, J. y Gardner, G. 1997. "*Leopardus pardalis*." Mammalian species No. 548:1-10.

Naranjo-Piñera, E. 1995. "Abundancia y uso de hábitat del tapir (*Tapirus bairdii*) en un bosque tropical húmedo de Costa Rica". Vida Silvestre Neotropical 4(1):20-30.

Navarro, D., Rappole, J. y Tewes, M. 1993. "Distribution of the endangered ocelot (*Felis pardalis*) in Texas and Northeastern México." Páginas 157-169 en: Avances del Estudio de los mamíferos de México. (R. Medellín y G. Ceballos). Publicaciones especiales Vol. 1. Asociación Mexicana de Mastozoología, UNAM, México D.L. México.

Novack, A. 2003. "Impacts of subsistence hunting on the foraging ecology of jaguar and puma in the Maya Biosphere Reserve, Guatemala". Tesis de Maestría. Universidad de Florida. EEUU. 38pp.

Nowak, R. 1999. "Mammal's of the World." 6ª edición. Volume I. The John Hopkins University Press. EEUU. 836pp.

Nowell, K. y Jackson, P. 1996. "Wild cats: status survey and conservation action plan". UICN. Gland.

Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2000. "Food habits of Jaguars and Pumas in Jalisco, México." Journal of the Zoological Society of London 252:373-379.

Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2002. "Ecología del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala, Jalisco, México." Páginas 107-126 en: Medellín, R., Rabinowitz, A., Chetkiewicz, C., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El jaguar en el Nuevo milenio". 1ª edición. Editorial Fondo de Cultura Económico. México, D.F. 647pp.

Orians, G. y Wittenberger, J. 1991. "Spatial and temporal scales in habitat selection". The American Naturalist. Vol. 137:S29-S49.

Ortega-Huerta, M. y Medley, K. 1999. "Landscape analysis of jaguar (*Panthera onca*) habitat using sighting records in the Sierra de Tamaulipas, México". Environmental Conservation 26(4):257-269.

Pierce, B., Bleich, V. y Bowyer, T. 2000. "Social organization of mountain lions: does a land-tenure system regulate population size?". Ecology 81(6):1533-1543.

Piña, R. 1992. "El lenguaje de las piedras". Departamento de Artes Gráficas. Universidad Autónoma de Campeche. Colección Arqueología. México. 137pp.

Ponciano, I. y Sandoval, E. 1982. "Proyecto del Plan Maestro para el Manejo del Parque Nacional Laguna Lachuá y del área de reserva de la Franja Transversal del Norte: análisis regional." Instituto Nacional Forestal -INAFOR-. Guatemala. 19pp.

Quigley, H. y Crawshaw, P. 1992. "A conservation plan for the jaguar (*Panthera onca*) in the Pantanal region of Brazil". *Biological Conservation* 61:149-157.

Rabinowitz, A. y Nottingham, B. 1986. "Ecology and behavior of the jaguar (*Panthera onca*) in Belize, Central America." *Journal Zool. Lond.* 210:149-159.

Rabinowitz, A. 1997. "Wildlife field research and conservation training manual". WCS. Bronx, New York. 281pp.

Reid, F. 1997. "A field guide to the mammals of Central America and South East Mexico." 1a edición. Oxford University Press. EEUU. 333pp.

Riley, S. y Malecki, R. 2001. "A landscape analysis of cougar distribution and abundance in Montana, USA". *Environmental Management* 28:317-323.

Robinson, J. y Redford, K. 1986. "Body size, diet and population density of neotropical forest mammals". *The American Naturalist*. Vol.128, No.5:665-680.

Rosales, M. 2002. "Propuesta de un plan de manejo y calendario cinegético para la actividad de cacería de al menos cinco comunidades de la Eco-región Lachuá." Informe final de investigación de Ejercicio Profesional Supervisado realizado en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 181pp.

Rosales, M. 2003. "Abundancia, distribución y composición del mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en diferentes remanentes de bosque en la Eco-región Lachuá". Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 94pp.

Sanderson, E., Chetkiewicz, C., Medellín, R., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J. y Taber, A. 2002a. "Prioridades geográficas para la conservación del jaguar". Páginas 601-627 en: Medellín, R., Equihua, C., Chetkiewicz, C., Crawshaw Jr., P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J., Sanderson, E. y Taber, A. "El Jaguar en el Nuevo Milenio". 1ª edición. Fondo de Cultura Económica. México. 647pp.

Sanderson, E., Redford, K., Chetkiewicz, C., Medellín, R., Rabinowitz, A., Robinson, J. y Taber, A. 2002b. "Planning to save a species: the Jaguar a model." *Conservation Biology* 16(1):58-72.

Schaller, G. B. y Crawshaw, P. G. 1980. "Movement patterns of Jaguar." *Biotropica* 12(3):161-168.

Schaller, G. B. y Vasconcellos, J. M. 1978. "Jaguar predation on capybara." *Zeitschrift zu Säugetier*, 43:296-301.

Scognamillo, D., Maxit, I., Sunquist, M. y Polisar, J. 2003. "Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos". *J. Zool., Lond.* 259:269-279.

Seidensticker, J., Hornocker, M., Wiles, W. y Messick, J. 1973. "Mountain lion social organization in the Idaho primitive area." *Wildlife monographs* 35:1-60.

Seidensticker, J. 1976. "On the ecological separation between tigers and leopards". *Biotropica* 8(4):225-234.

Seymour, K. 1989. "*Panthera onca*." *Mammalian species* No. 340:1-9.

Silver, S., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M., Wallace, R., Gómez, H. y Ayala, G. 2004. "The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* Vol. 38, No. 2.

Smallwood, S. y Fitzhugh, L. 1993. "A rigorous technique for identifying individual mountain lions (*Puma concolor*) by their tracks." *Biological Conservation* 65:51-59.

Smallwood, S. y Fitzhugh, L. 1995. "A track count for estimating mountain lion (*Puma concolor californica*) population trend." *Biological Conservation* 71:251-259.

Soto, J. 2003. "Impactos de la cacería de una comunidad del Parque Nacional Sierra del Lacandón, La Libertad, Petén sobre vertebrados mayores terrestres y arbóreos". Tesis de Licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 80pp.

Stewart, K., Bowyer, T., Kie, J., Cimon, N. y Johnson, B. 2002. "Temporospatial distributions of elk, mule deer and cattle: resource partitioning and competitive displacement". *Journal of Mammalogy* 83(1):229-244.

Stockwell, D. y Peterson, A. 2002. "Effects of sample size on accuracy of species distribution models". *Ecological modelling* 148:1-13.

Sunquist, M., Sunquist, L. y Daneke, D. 1989. "Ecological separation in a Venezuelan Llanos carnivore community." *Advances in Neotropical Mammalogy* 1989:197-232.

Sutherland, W. 2000. "The Conservation Handbook: research, management and policy." Blackwell Science Ltd. London, UK. 278pp.

Swank, W. y Teer, J. 1989. "Status of the Jaguar." *Oryx* 23:14-21.

Taber, A., Novaro A., Neris, N. y Colman, L. 1997. "The food habits of sympatric jaguar and puma in the Paraguayan Chaco." *Biotropica* 29(2):204-213.

Telleria, J. L. 1986. "Manual para el censo de los vertebrados terrestres". Editorial Raíces. España. 271pp.

Terborgh, J. 1990. "The role of felid predators in neotropical forests." *Vida Silvestre Neotropical* 2(2):3-5.

Tewes, M. y Everett, D. 1986. "Status and distribution of the endangered ocelot and jaguarundi in Texas." *Cats of the world: Biology, Conservation and Management*. National Wildlife Federation, Washington, D.C. 147-158pp.

Thompson, W., White, G. y Gowan, C. 1998. "Monitoring Vertebrate Populations." Academic Press. EEUU. 363pp.

Trolle, M. y Kery, M. 2003. "Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data". *Journal of Mammalogy* 84(2):607-614.

Urban, D., O'Neill, R. y Shugart, H. 1987. "Landscape Ecology: a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns." *BioScience* 37(2):119-127.

Valenzuela, D. y Ceballos, G. 2000. "Habitat selection, home range and activity of the white-nosed coati (*Nasua narica*) in a Mexican tropical dry forest". *Journal of Mammalogy* 81(3):810-819.

Valenzuela, D. y Macdonald, D. 2002. "Home-range use by white-nosed coatis (*Nassua narica*): water and a test of the resource dispersion hypothesis". *J. Zool., Lond.* 258:247-256.

Walker, S., Novaro, A. y Nichols, J. 2000. "Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos". *Journal de Mastozoología Neotropical* 7(2):73-80.

Wallace, R., Gómez, H., Ayala, G. y Espinoza, F. 2003. "Camera Trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi valley, Bolivia." *Journal of Neotropical Mammalogy* 10(1):133-139.

Wilcox, B. y Murphy, D. 1985. "Conservation strategy: The effects of fragmentation on extinction." *American Naturalist* 125: 879-887.

Wolf, F. 2001. "Feeding ecology of pumas (*Puma concolor*) in Caatinga and the importance of prey availability in determining relative abundance of neotropical cats". Tesis de Maestría. Universidad de St. Louis, Missouri. EEUU. 65pp.

Woodroffe, R. y Ginsberg, J. 1998. "Edge effects and the extinction of populations inside protected areas". *Science* 280:2126-2128.

York, E., Moruzzi, T., Fuller, T., Organ, J., Sauvajot, R. y DeGraaf, R. 2001. "Description and evaluation of a remote camera and triggering system to monitor carnivores". *Wildlife Society Bulletin* 29(4):1228-1237.

Yurrita, C. 2001. "Abundancia de tres especies de mamíferos cinegéticos en el Parque Nacional Laguna Lachuá." Tesis de Licenciatura en Biología. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. Guatemala. 37pp.

11.1 Comunicaciones personales:

Dr. Eduardo Carrillo: Coordinador del Programa de Conservación de Jaguares en Meso América de la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre -WCS-.

Dr. Jorge E. López: Coordinador del Componente de Fauna Mayor del Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá y Jefe del departamento de Zoología, Genética y Vida Silvestre de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

M.Sc. Carolyn Miller: Investigador asociado de la Sociedad para la Conservación de Vida Silvestre -WCS- en Gallon Jug, Belize.

Biólogo Claudio Méndez: Director del Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá y Jefe del Departamento de Ecología y Ciencias Ambientales de la Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Biólogo Cuauhtémoc Chávez: Investigador del Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Biólogo Julio Morales: Coordinador del Componente Etno-biológico del Programa de Investigación y Monitoreo de la Eco-región Lachuá, Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Biólogo Ricardo Moreno: Investigador del Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales.

Señores Paulino Baleu, Manuel Cac, Fermín Ayala, Lorenzo Cornel, Enrique Chub, Francisco Tzoc, Arnulfo Chen: guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachuá.

Señores Mariolino Sandoval, Félix Ramos, Pascasio Catalán, Virgilio Pop, Jaime Ramírez, Arturo Coc, Rogelio Macz, Rigoberto Catún, Angel Xo, Manuel de Jesús Yat y Abraham Xo Bo: campesinos y cazadores de las comunidades de la Eco-región Lachuá.

12. ANEXOS

ANEXO 12.1:

Cuadro 12.1: Área total y número de parches de las clases de vegetación presentes en los polígonos donde se realizó el análisis del paisaje no protegido aledaño al área de estudio

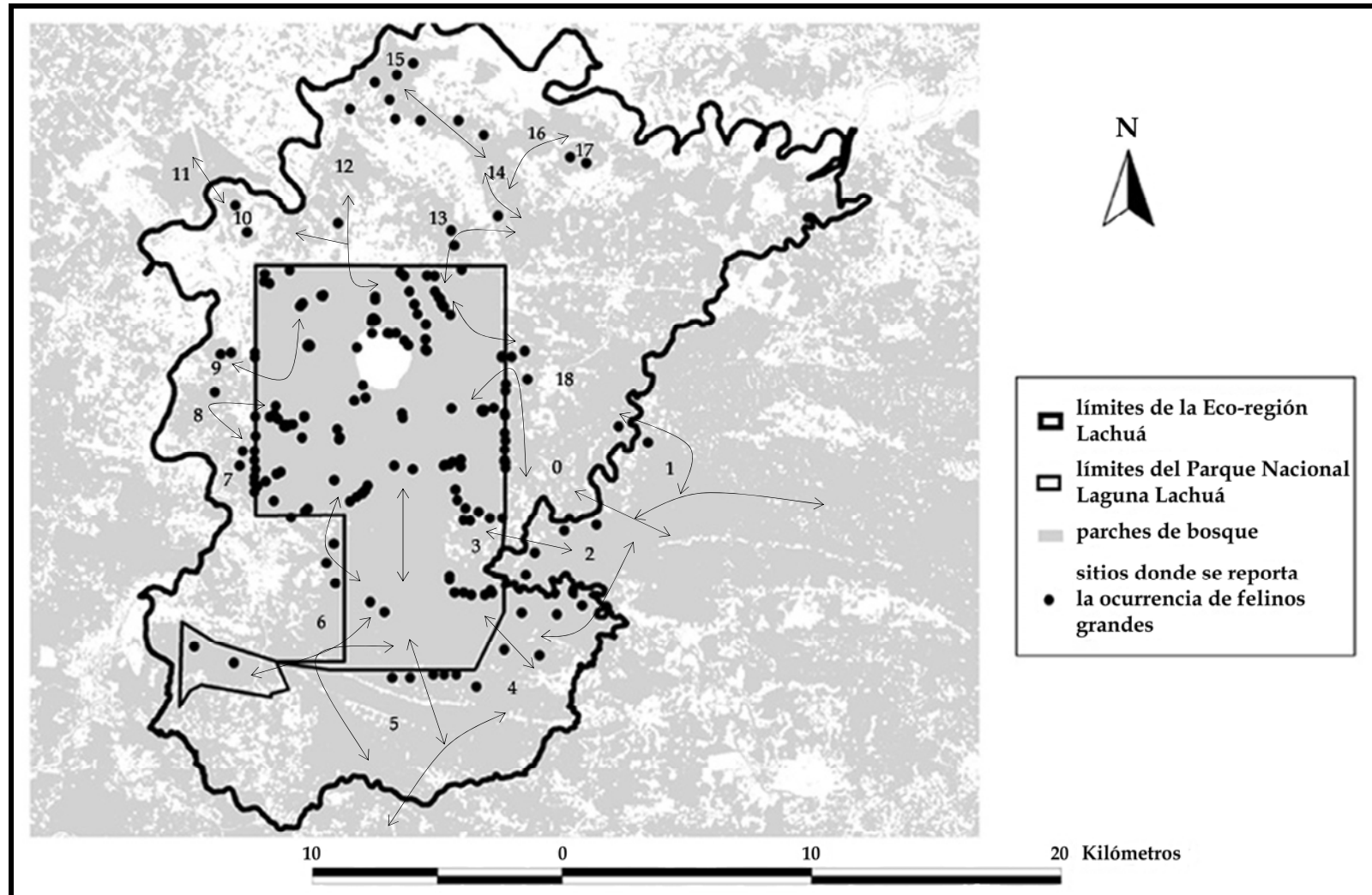
Polígono	Área (Ha.) de las clases de vegetación								No. de parches de cada clase							
	BP*	BB*	BS/GA*	GB/C*	C*	G/SD*	Agua	Total	BP*	BB*	BS/GA*	GB/C*	C*	G/SD*	Agua	Total
NO1	763.11	66.15	251.10	325.62	566.64	357.66	42.75	2373.03	60	87	190	234	174	107	6	858
NO2	796.50	87.66	333.72	470.34	824.85	343.98	191.79	3048.84	159	97	258	315	209	185	11	1234
NE1	1130.49	29.79	457.92	272.79	308.52	173.52	0.00	2373.03	60	57	195	187	119	81	0	699
NE2	1307.43	88.11	627.66	487.35	327.78	244.53	0.00	3082.86	71	109	257	252	213	119	0	1021
SO1	1229.58	229.77	117.99	380.97	270.45	119.70	23.31	2371.77	48	183	172	165	151	92	14	825
SO2	1239.93	345.78	252.81	575.46	427.95	164.97	60.93	3067.83	103	253	195	229	206	133	6	1125
SE1	1668.78	119.88	129.60	240.48	166.41	41.94	0.00	2367.09	16	152	162	134	111	39	0	614
SE2	2737.35	29.97	192.69	49.05	60.66	15.84	0.90	3086.46	15	64	94	73	47	16	5	314
Total	10873.17	997.11	2363.49	2802.06	2953.26	1462.14	319.68	21770.91	532	1002	1523	1589	1230	772	42	6690

* Bosque primario (BP), bosque bajo y/o inundable (BB), bosque secundario/guamil alto (BS/GA), guamil bajo/monocultivos (GB/C), monocultivos limpios (C), ganadería intensiva y/o suelo desnudo (G/SD).

Cuadro 12.2: Tamaño promedio de los parches de vegetación y distancia promedio entre remanentes similares presentes en los polígonos donde se realizó el análisis del paisaje no protegido aledaño al área de estudio.

Polígono	Tamaño promedio (Ha.) de parches de vegetación							Distancia promedio (m.) entre parches similares					
	evaluado	BP*	BB*	BS/GA*	GB/C*	C*	G/SD*	BP*	BB*	BS/GA*	GB/C*	C*	G/SD*
NO1	12.72± 47.28	0.76± 1.34	1.32± 2.92	1.39± 3.09	3.26± 7.86	3.34± 8.29	99.69	104.15	82.02	69.40	55.18	104.77	
NO2	5.01± 27.65	0.90± 2.23	1.29± 3.76	1.49± 2.71	3.95± 16.63	1.86± 3.19	75.76	147.57	84.70	66.86	56.11	90.85	
NE1	18.84± 64.26	0.52± 0.59	2.35± 8.4	1.46± 2.88	2.59± 5.66	2.14± 3.58	81.19	168.49	63.42	79.57	93.55	135.69	
NE2	18.41± 79.47	0.81± 2.49	2.44± 9.43	1.93± 9.31	1.54± 2.94	2.05± 3.63	79.10	163.60	65.54	78.13	87.19	120.74	
SO1	25.62± 103.75	1.26± 2.96	0.69± 1.12	2.31± 10.32	1.79± 3.92	1.30± 1.45	58.70	85.44	86.07	72.08	78.57	124.46	
SO2	12.04± 64.47	1.37± 3.76	1.30± 8.32	2.51± 6.7	2.08± 4.59	1.24± 2.19	73.24	78.95	93.54	60.25	72.57	142.16	
SE1	104.30± 394.18	0.79± 1.16	0.80± 1.34	1.79± 4.16	1.50± 2.15	1.08± 1.37	68.85	108.93	105.74	74.71	105.33	179.30	
SE2	182.49± 681.93	0.47± 0.5	2.05± 4.17	0.67± 0.89	1.29± 1.63	0.99± 1.19	49.59	231.44	72.22	130.51	157.00	474.02	

* Bosque primario (BP), bosque bajo y/o inundable (BB), bosque secundario/guamil alto (BS/GA), guamil bajo/monocultivos (GB/C), monocultivos limpios (C), ganadería intensiva/suelo desnudo (G/SD).



ANEXO 12.2: Sitios de la Eco-región Lachuá, y lugares aledaños a la misma, donde se reporta la presencia de gatos grandes.

*Los números identifican los siguientes sitios: Rocja Pomptilá (0), Serranías de San Luis Chiquito y rumbo a Chisec (1), Reserva de Rocja Pompilá (2), trabajaderos de Mansión del Norte dentro de la reserva (3), Serranías de Patate, Faisán I y II (4), Serranías de Monte Sinai y otros (5), Serranías de Salacuín y otros (6), Bempeq (7), Zapotal II (8), Chinpantún (9), San Isidro (10), Reserva de ex zona militar No. 22 (11), Santa Elena y Peyán (12), Reserva de San Marcos (13), Serranía Nueve Cerros (14), Reserva Privada Chajumpec (15), Bajos de Salinas y otros (16), Salinas Nueve Cerros (17) y Río Tzetoc (18). *Las flechas indican posibles rutas de movimiento de felinos grandes.*

ANEXO 12.3: Nombres comunes de las especies vegetales con frutos presentes en las estaciones donde se evaluó el micro-hábitat:

No.	Nombres comunes de especies con frutos**	Total de estaciones	% de estaciones	Algunas especies de fauna para las que proporciona alimento**
1	lancetillo	43	71.67	Cm*, Jb*, Tp*, Ctz*, Ard*
2	arbustos desconocidos	33	55	Aves
3	carboncillo	33	55	Tp*, Cm*, Jb*, aves
4	peine de mico	17	28.33	Aves
5	kuolkuol	14	23.33	DSC***
6	guiscoyol	13	21.67	Tp*, Ctz*, Ard*, aves
7	pacaya de montaña	11	18.33	Tp*, aves
8	pompte	8	13.33	Aves
9	árboles desconocidos	8	13.33	Aves
10	arbusto familia melastomataceae	5	8.33	Aves
11	tzumunte	5	8.33	Tp*, Mn*, Mc*, Cm*, Jb*, Ctz*, Arm*
12	labios ardientes	5	8.33	Aves
13	pamac	5	8.33	Aves
14	guarumo de montaña	4	6.67	Mn*, aves
15	manzana de mico	4	6.67	Tp*, Cm*, Jb*
16	tamarindo	4	6.67	Pz*, Mn*, Mc*, aves
17	cunche	3	5	DSC***
18	cardamomo de montaña	3	5	Aves
19	guarumo	3	5	Mn*, aves
20	jocote jobo	3	5	Tp*, Cm*, Jb*
21	izote de montaña	3	5	Aves
22	cualaich	3	5	DSC***
23	palo de sangre	3	5	Tp*, Ctz*, aves
24	bakche	3	5	DSC***
25	batzche	3	5	DSC***
26	especie desconocida fam. Musaceae	3	5	DSC***
27	matapalo	3	5	Tp*, aves
28	huevo de gato	3	5	Aves
29	chilacayote	2	3.33	Tp*, aves
30	laurel de montaña	2	3.33	DSC***
31	bayal	2	3.33	Ard*, aves
32	tempiste	2	3.33	Tp*, Cm*, Jb*
33	capeche	2	3.33	Tp*, Cm*, MI*, Ard*, aves
34	corozo	2	3.33	Tp*, Cz*, Ard*
35	chalum de montaña	2	3.33	DSC***
36	tapuca	2	3.33	Aves
37	zapote	2	3.33	Tp*, Cm*, Jb*, Ctz*, Tc*, Cb*, PI*
38	orquidea desconocida	2	3.33	DSC***
39	ku	2	3.33	DSC***
40	bejuco zapote	1	1.67	Tp*, Mn*, Cm*, Jb*, Ard*, MI*
41	cheesh	1	1.67	DSC***
42	bejuco camaron	1	1.67	DSC***

Continuación....

No.	Nombres comunes de especies con frutos**	Total de estaciones	% de estaciones	Algunas especies de fauna para las que proporciona alimento**
43	camche	1	1.67	DSC***
44	amate	1	1.67	Tp*, Cm*, Jb*, aves
45	palo de jote	1	1.67	Aves
46	guardafuego	1	1.67	aves
47	anona de montaña	1	1.67	DSC***
48	sajalcam	1	1.67	DSC***
49	sholol chili	1	1.67	DSC***
50	ismal ra	1	1.67	DSC***
51	ankib	1	1.67	DSC***
52	bejuquillo	1	1.67	DSC***
53	aalja	1	1.67	DSC***
54	zapotón	1	1.67	Tp*
55	santa maría	1	1.67	Tp*, murciélagos, aves
56	tem	1	1.67	aves
57	eek	1	1.67	DSC***
58	cardamomo de siembra	1	1.67	DSC***
59	paterna de montaña	1	1.67	DSC***

* Tp, Cm, Jb, Ctz, Arm, Ard, Pl, Pz, Mn, Mc, Ml, Tz = tepezcuintle, coche de monte, jabalí, cotuza, armadillo, ardilla, pizote, perico ligero, mono, mico, micoleón, tacuazín.

** Información proporcionada por los guardarecursos del Parque Nacional Laguna Lachuá.

*** DSC= información desconocida.

