



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA DE  
MAMÍFEROS TERRESTRES EN UN ÁREA DE  
LA SELVA LACANDONA, CHIAPAS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
B I Ó L O G A

P R E S E N T A :

DANAE LAZUARA SANTIAGO



DIRECTOR DE TESIS :

DR. RODRIGO ANTONIO MEDELLÍN LEGORRETA

2005



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR

m347384



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

autorizo a la Dirección General de Bibliotecas  
a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Danae Azuara  
Santiago  
FECHA: 31-08-05  
FIRMA: [Signature]

**ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ**  
**Jefe de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Estimación de abundancia de mamíferos terrestres en un área de la selva Lacandona, Chiapas.

realizado por Danae Azuara Santiago

con número de cuenta 09650400-4 , quien cubrió los créditos de la carrera de: Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis Propietario Dr. Rodrigo Antonio Medellín Legorreta

[Signature]

Propietario M. en C. Livia Socorro León Paniagua

[Signature]

Propietario Dr. Rurik Hermann List Sánchez

[Signature]

Suplente Dr. Héctor Gómez de Silva Garza

Héctor Gómez de Silva Garza

Suplente Biol. Delfino Manuel Valdés Alarcón

[Signature]  
FACULTAD DE CIENCIAS

Consejo Departamental de Biología

[Signature]  
M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez



**Dedico este trabajo con cariño a mis padres, Carlos y Lourdes y a mi hermano, Carlos.**

**A mi querida Lacandona, que me recibió con un mosquito en mi ojo  
y con una nauyaca en el sendero. Y que lleven mis cenizas al  
Lacantún esquina con el Jolochero.**

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres del  
Instituto de Ecología de la UNAM con el financiamiento de la fundación  
John D. and Catherine T. McArthur

## Agradecimientos:

A mis padres por lo mucho que hay en mí de ustedes, por todo el apoyo y cariño incondicional que me han dado, por ser un gran ejemplo de vida . . .

Carlos, gracias por visitarme en el "Chilo's SPA & Resort" conocer mi versión selvática y acampar conmigo a las orillas del Lacantún.

A mis compañeros de los laboratorios de Ecología y Conservación de Vertebrados Terrestres y Ecología y Conservación de Fauna Silvestre: Salúl Aguilar, Jorge Álvarez, Miguel Amín, Dalia Amor, Rafael Ávila, Luis Caballero, Gerardo Carreón, Gerardo Ceballos, Luciano Cedillo, Cuauhtémoc Chávez, Fernando Colchero, Juan Cruzado, Alejandra de Villa, Yolanda Domínguez, Clementina Equihua, Claudia Galicia, Osiris Gaona, Alejandro Gómez, Héctor Gómez, Beatriz Hernández, Marco Hernández, Edmundo Huerta, Rurik List, Erika Marcé, Rodrigo Medellín, José Luis Mena, Georgina O´Farril, Giselle Oliva, Adán Oliveras, Jorge Ortega, Jesús Pacheco, Bernal Rodríguez, Ada Ruiz, Ragde Sánchez, Ana Soler, Gerardo Suzán, Guillermo Téllez y Heliot Zarza.

A mis compañeros de la carrera en especial a Víctor, Tuinky (mi tío Bilbo), Lorenzo, Laura, Jorge, Betsabé y Lucero gracias por hacer del paso por la facultad una experiencia tan divertida . . . ir a murcielaguear, las horas en el cuarto oscuro cantando, las fiestas, los juegos de Marienbad en los pasillos, las salidas de campo y los trabajos en equipo. Todo lo recuerdo con mucho cariño.

Por su compañía y ayuda durante el trabajo de campo, gracias Edmundo; es toda una experiencia caminar en la Lacandona contigo, colectando semillas y probando todo fruto. Alejandro, Marco, Luciano, Cedric y Lars gracias por la compañía, por las pláticas que no sé si afortunadamente nunca olvidaré, por enseñarme a comer cacao con estilo (aunque no puedo escupir las semillas mas de medio metro), por llamarme "marmosa", por las horas en la roca Gruyere y en la plataforma arriba de la ceiba. Ana y Xoxo, gracias por el bautizo en el arroyo José. Alejandro, ahora recuerdo con gusto la ves que me caí al arroyo José por tu culpa.

Al personal de la Estación Biológica Chajul, gracias por su apoyo. Doña Chica, gracias por guardarme panes y alimentarme tan bien.

A los habitantes de Playón de la Gloria y Chajul, gracias por tratarme siempre tan bien, cuidarme, alimentarme, recordarme que llamara a casa y por las pláticas de lavadero.

A todos mis amigos y familiares, pues siempre estuvieron conmigo apoyándome y acompañándome durante el trabajo de esta tesis. Con amigos como ustedes no es posible sentirse solo en ningún lugar.

Paola, gracias hermana por reinventar conmigo una amistad en cada etapa de nuestras vidas. Gracias por abrimme un lugar en tu familia, por las travesuras, las desveladas en Cuernavaca y Veracruz, por enseñarme a hacer salsa picante de molcajete "a la Güera". Gracias también por mis hermosas sobrinas.

Ángeli, gracias por tantos años de amistad, las caminatas a la salida de la prepa, compartir Otatitlán conmigo, las profundas pláticas sobre cualquier cosa, los estudios comparativos sobre la calidad de las papas fritas, por los "grass hoppers" en clase de Leiva, por cómo hemos compartido las alegrías y tristezas, por todas nuestras costumbres.

A las otras dos del quinteto inútil, Elsa y Roca gracias por su sincera amistad y esos años tan divertidos.

Nora, gracias. Por tí a veces aún brinco sobre los cerritos de hojas secas.

Luis Rodrigo, gracias porque a pesar de que me haces ver enana nos hicimos grandes amigos. Extraño un poco esos años de jugar 7th guest toda la tarde, ver películas, comer pizza como cerdos y jugar D&D.

Daniela, gracias por darte cuenta de que no muerdo, por todos los detalles, por hacerte mi hermana, por las confidencias y ratos de simpleza llenos de risas.

Elda, gracias por la amistad, la confianza, el cariño, por convertirte en otra amante de los felinos y por ser la mejor compañera de viaje que he tenido a pesar de tu odio por los cuartos comunitarios de los hostales.

A ambas, gracias por el regalito de cumpleaños que me mandaron a Playón!

A mis queridos amigos del Pinky's Club y agregados en especial a Elda, Daniela, Amos, Alejandro, Pepe, Jorge, Ricardo *et al.* gracias por la amistad, los viajes compartidos, el hospedaje gratuito brindado, los paseos a sitios no turísticos, los libros, las posadas, por siempre ayudarme a terminar las piñatas y por aceptarme como uno más en su selecto grupo.

Víctor, gracias por la amistad, confianza y cariño; por esos trabajos de geología, los aventones al CELE, las discusiones durante la huelga, los correos trasatlánticos, las películas en el auditorio de la Fac., cine, tele o en tu compu, por brindarme la paz de tu laboratorio para escribir parte de esta tesis y hasta ayudarme a llenar una de las bases de datos.

A mis maestros del ITYC y la UNAM, gracias a todos por las enseñanzas.

Miss Rosy, gracias por esos años de literatura en que tanto aprendí y por los que le han seguido con días tan divertidos como los que pasamos en Bonanza con la Chalaca. Gracias por el Club de Pinky donde encontré nuevos hermanos y un poco más de mí.

Marcelino Perelló, gracias por hacer las matemáticas tan divertidas, por la primera novatada en la Facultad, porque me enseñaste una UNAM que no hubiera conocido de otra manera, por la exposición de orientación vocacional en el WTC y el Marienbad.

Óscar Sánchez, gracias por el apoyo, la amistad, el ceviche en Puerto Progreso, el helado de coco en Chetumal. Cambiaste mi visión de la biología. Hubiera sido muy distinto cursar la carrera y la vida sin haber tenido la orientación que me dio tu clase.

Gracias también a mis alumnos y compañeros del CEMAC, quienes tanto me enseñaron.

A mis compañeros de oficinas y trabajo en UPC, ASM, CI y Redacta, gracias por su amistad y por el buen ambiente de trabajo. En especial a Manuel y Ricardo gracias a los cuales estoy aquí.

Gracias a mis tonchos, que siempre han sido una inspiración en mi vida.

Jorge Álvarez, gracias por colarte a mi plática y presentarte, por todos los fabulosos (y extensos) trabajos en equipo, por ser mi gran amigo, compañero y mi Jorge del alma. Gracias por todo el apoyo para esta tesis, desde ayudarme a importar las cámaras, llevarme y recogerme de Playón de la Gloria a pesar de que me duermo en las carreteras, acompañarme a mi sitio de estudio, pasar mi cumpleaños en la selva viendo pecaríes de labios blancos y sufrir conmigo la maternidad alternativa gracias a los colmoyotes. Gracias por los años de simbiosis, los cassettes mezclados, por lo mucho que he aprendido de ti.

Osiris Gaona, gracias por tu amistad, comprensión, tu interés por mí y todo el apoyo que me has dado.

A mis revisores de tesis, les agradezco mucho su amable disposición, paciencia y sus comentarios que tanto me sirvieron para realizar y mejorar este trabajo. Livia León, Héctor Gómez, Rurik List, Rodrigo Medellín y Manuel Valdés.

A la familia López Lira que me adoptó por casi ocho meses. Gracias por la sincera amistad, por alimentarme, acompañarme y cuidarme cuando estuve enferma. Gracias por el rico mole que me prepararon en mi cumpleaños. Siempre los recuerdo con cariño. En especial a don Isidro López (don Chilo) y a Manuel López (Manuey), sin su ayuda y compañía no me habría sido posible ni siquiera cruzar el Lacantún para llegar a mi sitio de estudio. Gracias por todo lo que me enseñaron del México rural.

Dr. Rodrigo Medellín, gracias por la confianza, el apoyo y tu interés en mi persona. Muchas gracias también por el taller, la comida en Bahía de Quino, la paella en el caracol, las comidas de fin de año, la engarrapada en la petatillera en Montes Azules, el congreso en Arcata y en especial gracias por la inolvidable salida a Isla Tiburón y por la gran oportunidad de trabajar en la hermosa Selva Lacandona. La magia de los seris y de la Lacandona han sido grandes experiencias que cambiaron mi vida.

## Contenido

I.	Introducción.	1
	I.1 La selva Lacandona.	1
	I.1.1 Riqueza e importancia.	1
	I.1.2 Problemática actual.	2
	I.1.3 Conservación de la selva Lacandona.	7
	I.2 Trampeo Fotográfico.	12
	I.2.1 Antecedentes.	12
	I.2.2 Tipos de equipos.	13
	I.2.3 Ventajas y desventajas del trampeo fotográfico.	14
	I.2.4 Análisis de los datos obtenidos a partir del trampeo fotográfico.	16
	I.2.5 Consideraciones metodológicas – restricciones de análisis.	18
	I.3 Atrayentes olfativos.	22
	I.4 Estacionalidad.	23
	I.5 Ámbito hogareño del ocelote.	25
II.	Objetivos.	26
III.	Área de estudio.	27
	III.1 Localización.	27
	III.2 Clima.	27
	III.3 Hidrología.	29

III.4 Topografía.	32
III.5 Geología.	32
III.6 Suelos.	33
III.7 Vegetación.	33
IV. Métodos.	35
IV.1 Trampeo fotográfico.	35
IV.2 Análisis	41
IV.2.1 Categorías de tamaño	41
IV.2.2 Acumulación de especies	41
IV.2.3 Índices de abundancia	43
IV.2.4 Pruebas comparativas	44
V. Resultados y discusiones.	45
V.1 Esfuerzo realizado.	45
V.2 Riqueza de especies.	45
V.3 Acumulación de especies.	54
V.4 Especies de mamíferos no capturadas.	58
V.5 Capturas por categoría de tamaño.	62
V.6 Abundancia relativa	64
V.6.1 Tasas de captura.	64
V.6.2 Cambios estacionales.	69
V.7 Captura con atrayentes olfativos.	72
V.8 Felinos.	75
V.8.1 Patrones de actividad	75
V.8.2 Abundancia y distribución	76
V.8.2.1 Jaguarundi y tigrillo	76

V.8.2.2 Jaguar	79
V.8.2.3 Puma	82
V.8.2.4 Ocelote	89
V.8.3 Densidad de ocelotes	95
V.8.4 Sobreposición de felinos	96
VI.9 Ungulados.	99
VI.9.1 Tapires	99
VI.9.2 Pecaries	100
VI.9.3 Temazates	101
VI. Conclusiones.	103
ANEXO I.	
Recomendaciones e información práctica para el trabajo de campo utilizando trampeo fotográfico.	106
ANEXO II. Identificación individual de felinos.	112
ANEXO III. Aves	119
Bibliografía.	124

## Índice de tablas

I. Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona	7
II. Familias y especies de Mamíferos fotografiados	46
III. Tiempos de captura	54
IV. Regresión estadística de la acumulación de especies	55
V. Especies de mamíferos terrestres listados anteriormente para la selva Lacandona, que no fueron encontrados con este estudio	59
VI. Capturas por categoría de tamaño en la época de lluvias	62
VII. Capturas por categoría de tamaño en la época de secas	62
VIII. Capturas de mamíferos por especie para ambas estaciones	65
IX. Pruebas de t de las diferencias de abundancia estacionales	70
X. Comparación de las tasas de captura con y sin el uso de atrayentes olfativos en el mismo tiempo y distintos sitios.	72
XI. Comparación de las tasas de captura con y sin el uso de atrayentes olfativos en los mismos sitios y distinto tiempo.	72
XII. Capturas de tigrillos	77
XIII. Capturas de jaguar	80
XIV. Capturas de puma en la temporada de lluvias	83
XV. Capturas de puma en la temporada de secas	86
XVI. Capturas de ocelote en la temporada de lluvias	90
XVII. Capturas de ocelote en la temporada de secas	92
XVIII. Estructura poblacional del tapir en ambas estaciones	99
XIX. Familias y especies de aves capturadas para ambas temporadas	119
XX. Capturas de aves por especie para ambas estaciones	120
XXI. Pruebas de t de las diferencias de abundancia estacional de las especies de aves.	122
XXII. Cambio estacional en la conducta gregaria de <i>C. rubra</i>	123

## Índice de figuras

1. Área de selva remanente y Áreas Naturales Protegidas	8
2. Localización del área de estudio y sitio de trampeo	28
3. Diagrama ombrotérmico durante el periodo del estudio y con datos promedio de 1992 a 2002.	29
4. Área de estudio	31
5. Localización de los sitios de trampeo	39
6. Curva de acumulación de especies para la temporada de lluvias	56
7. Curva de acumulación de especies para la temporada de secas	56
8. Porcentaje de especies medianas y grandes que fueron capturadas	60
9. Relación masa-tasa de captura	62
10. Tasas de captura de los mamíferos para ambas temporadas	65
11. Localización de las capturas de tigrillos y jaguarundi	78
12. Localización de las capturas de jaguar	81
13. Localización de las capturas de puma en la estación de lluvias	84
14. Localización de las capturas de puma en la estación de secas	87
15. Localización de las capturas de ocelotes en la estación de lluvias	91
16. Localización de las capturas de ocelotes en la estación de secas	93
17. Tasas de captura de las especies de aves para ambas temporadas	121

# I. Introducción.

## I.1 La selva Lacandona.

### I. 1. 1 Riqueza e importancia.

Sin duda uno de los sitios con mayor riqueza biológica de México es la Selva Lacandona, considerada por algunos como el área con mayor número de especies en México (Ceballos *et. al.*, 1998, Mendoza y Dirzo, 1999). Contando con menos del 1% del área total del país, la Lacandona contiene aproximadamente el 25% de sus especies (Medellín, 1996). En ella se encuentran del 10% al 19% de las plantas vasculares del país (Medellín, 1991; Martínez *et. al.*, 1994), aproximadamente el 30% de las aves (González-García, 1993), el 36% de las mariposas diurnas (De la Maza y De la Maza, 1991) y el 27% de los mamíferos terrestres (Medellín, 1994). Se encuentran representados en ésta todos los órdenes de mamíferos terrestres presentes en México y 27 de sus 33 familias (Medellín, 1991a).

Además de su enorme riqueza biológica, culturalmente el área presenta una invaluable herencia desde el punto de vista histórico y cuyo estudio puede brindarnos herramientas para desarrollar sistemas de aprovechamiento compatibles con el desarrollo sustentable del área (Medellín, 1991b).

Como todo bosque tropical, la Lacandona nos provee gran cantidad de bienes y servicios ecológicos, entre los que se encuentran: la regulación de gases atmosféricos (disminuyendo el efecto invernadero); la captación de agua y recarga de mantos acuíferos; la conservación y formación de suelo; la variedad de micro y macrohábitats que permiten el mantenimiento de tan alta diversidad biológica y genética; la fuente de materias primas como petróleo, madera y productos farmacéuticos; la fuente local de alimento, materiales de construcción, medicamentos, su belleza estética, entre muchos otros (Myers, 1988; Manss y García-Oliva, 1990; Daily *et. al.*, 1997; Laurance, 1997; Phillips *et. al.*, 1998).

Se ha reconocido particularmente el valor de la Lacandona como sistema hidrológico. Sus ríos desembocan en el Río Lacantún el cuál se une con el Río Salinas para formar al Usumacinta (el de mayor volumen del país) el cual vierte al Golfo de México aproximadamente 59,000 millones de metros cúbicos anualmente (INEGI, 1990). El sistema hidrológico que se mantiene en la selva es de crucial importancia para la regulación climática de la zona y sus alrededores, estabilizando la temperatura y amortiguando sequías e inundaciones. (Manzanos, 2000)

### I. 1. 2 Problemática actual.

Los bosques tropicales perenifolios (selvas altas y medianas) han sido reconocidos tiempo atrás, como ecosistemas altamente amenazados. (Vovides y

Gómez-Pompa (1977). Éstos se han reducido a sólo el 10% de su área original (Pennington y Sarukhán, 1998).

A pesar de ser un sitio tan importante desde muchos puntos de vista, la selva Lacandona, como otros bosques tropicales perenifolios, es también una de las áreas que enfrenta una problemática más compleja en el país en cuanto a la conservación de sus recursos naturales. Contiene más especies en alguna categoría de riesgo de extinción que lo esperado al azar (Medellín, 1994). La deforestación en este tipo de vegetación ha sido enorme y muy acelerada. De los 1.5 millones de hectáreas originales de la selva Lacandona hoy quedan aproximadamente 500,000 has (Medellín, 1991). (Figura 1) En menos de 20 años (1974 – 1991) se perdió el 23% de ésta. La tasa promedio de deforestación anual fue de 2.1% de 1974 a 1984, reduciéndose después a 1.6% de 1984 a 1991 (Mendoza y Dirzo, 1999). El cambio en el uso de suelo se ha dado principalmente con la transformación a campos agrícolas y pastizales para ganadería, que al ser abandonados se transforman en acahuales. En 1981 23% de la superficie del estado de Chiapas correspondía a pastizales inducidos para la ganadería. (Flores Villela y Gerez, 1994).

Al tener muchas de las tierras del área muy poca capacidad para el cultivo se abandonan constantemente para alterar otras, degradándose más rápido de lo que se pueden recuperar (de Vos, 1988). Este cambio en el uso de suelo ha sido estimulado en gran medida por el gobierno que otorga tierras reubicando aquí gente de distintos sitios del país, con prácticas de utilización de recursos que

degradan el área y generando un crecimiento poblacional sin una buena planeación a futuro.

Diversas administraciones han visto en la Lacandona una solución fácil al problema de campesinos sin tierras (Larson *et al.* 1991; Gómez-Pompa, 1992). Actualmente, el estado de Chiapas tiene el mayor número de ejidos del país y una de las tasas más altas de apertura de nuevas tierras para usos agropecuarios. (Flores-Villela y Geréz, 1994). A esta problemática se unen los conflictos agrarios e incertidumbre en la tenencia de la tierra. (Conservación Internacional, 2003).

Las condiciones de vida de la mayoría de los habitantes de los poblados cercanos a la Selva Lacandona son bastante precarias. Se presenta en el área un 60% de analfabetismo. Las condiciones sanitarias son propicias para el desarrollo de epidemias como el cólera, y enfermedades como el paludismo son comunes (CPEGEC *et. al.*, 1991). No se tienen servicios de drenaje, agua potable, clínicas de salud ni suficientes escuelas y maestros (de Vos, 2002). Además, la tasa de crecimiento poblacional es muy elevada, existiendo una prácticamente nula cultura sobre planificación familiar. (Conservación Internacional, 2003). La falta de organización en las actividades productivas hace que éstas sean principalmente de autoconsumo, sin participar en la economía nacional y sin brindar oportunidades de mejorar la calidad de vida de los habitantes del área (de Vos, 1988; 2002).

Al ser la prioridad de los habitantes del área el obtener recursos para cubrir sus necesidades básicas a corto plazo, la conservación de la selva tiene para la mayoría poca relevancia, propiciándose actividades que contribuyen a poner en riesgo su permanencia y la de sus especies; tales como:

- La tala de áreas de la selva para utilizar las tierras para la producción agrícola, que además utiliza agroquímicos en exceso.
- La tala de áreas de selva para la ganadería extensiva y de bajo rendimiento.
- El comercio ilegal de especies en riesgo, particularmente guacamayas, pericos, monos araña y aulladores y felinos como el jaguar, el ocelote y el tigrillo o sus pieles.
- La caza para autoconsumo de especies como venados, pecaríes y tepezcuintles, que genera una competencia con sus depredadores como el jaguar y el puma.
- La tala de áreas de selva para el cultivo de drogas pues por su difícil accesibilidad se facilita en ésta la ocurrencia de actividades ilícitas.
- Las constantes invasiones a las reservas por asentamientos irregulares y tala para obtener madera para construir y abrir tierras para sembradíos. La solución dando tierras en otros sitios a los invasores promueve nuevas invasiones en la selva.

(de Vos, 1988; 2002; Medellín, 1994, Conservación Internacional, 2003).

Entre otros de los muchos factores que se reconocen como las principales causas de la pérdida, alteración y fragmentación de la selva están los programas de desarrollo públicos y privados, como: la creación de caminos y carreteras, presas hidroeléctricas, la exploración petrolera y su extracción, el desarrollo de industrias y plantaciones, entre otros. Por ejemplo la reaparición de los sistemas de explotación forestal masiva, o el aumento en actividades turísticas convencionales y ecoturísticas mal manejadas. (Challenger, 1998, Conservación Internacional, 2003).

En 1976 se comenzó a explorar y extraer petróleo del estado de Chiapas, construyéndose carreteras y caminos. A la fecha no se ha encontrado petróleo dentro de la Reserva de Montés Azules lo cual ha contribuido parcialmente a su conservación. El valor que se da generalmente en nuestra sociedad al petróleo es mayor al que se da a una selva tropical. Las presiones económicas y políticas del país y las externas hacen del manejo del petróleo una de las prioridades nacionales, sin importar mucho el impacto que éste pueda tener en las áreas de exploración y explotación (Correa y Monge, 1991.) En el Petén Guatemalteco ya se comenzó la extracción de petróleo, lo cual aumenta la presión de explorar la Lacandona. (Conservación Internacional, 2003).

La participación social en las acciones de conservación ha sido escasa o insuficiente y existen múltiples obstáculos institucionales y políticos para éstas. Además, la aplicación de la normatividad ambiental es deficiente. (Medellín y Sarukán; 2000; Conservación Internacional, 2003).

### I. 1. 3 Conservación de la selva Lacandona.

Chiapas es el estado con un mayor número de Áreas Naturales Protegidas (ANP's), con diecisiete decretadas y 24 propuestas (Flores-Villela y Gerez, 1994).

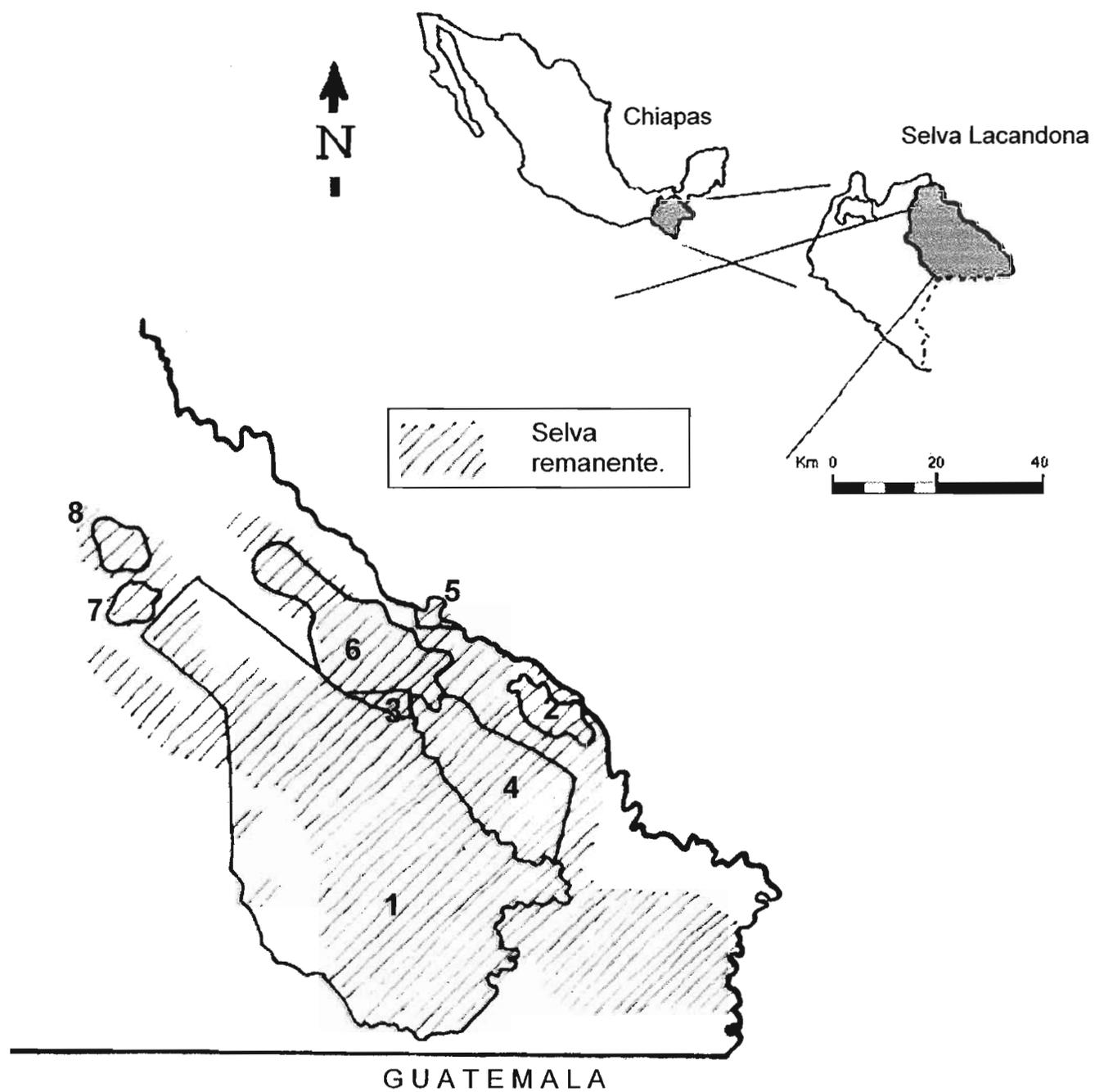
Reconociendo la importancia de la Lacandona y la necesidad de su conservación, el gobierno Mexicano ha decretado distintas áreas naturales protegidas; siendo la de mayor antigüedad y tamaño la Reserva de la Biosfera Montes (Diario Oficial, 1978). Hoy en día ocho reservas protegen aproximadamente 434,450 hectáreas de la selva remanente. (SEMARNAP-CONABIO, 1995; Challenger, 1998; Conservación Internacional, 2001). La figura 1 muestra las ANP's cuyos nombres y extensiones que cubren se muestran en la tabla I.

Tabla I. Áreas Naturales Protegidas en la Selva Lacandona.

Nombre	Año de decreto	Extensión
1. Reserva de la Biosfera Montes Azules	1978	331,200 ha
2. Refugio de Flora y Fauna Silvestres Chan-Kin	1992	12,184 ha
3. Monumento Nacional Bonampak	1992	4,357 ha
4. Reserva de la Biosfera Lacantun	1992	61,873 ha
5. Monumento Nacional Yaxchilán	1992	2,621 ha
6. Reserva Comunal Sierra La Cojolita	1993	15,000 ha
7. Refugio de Flora y Fauna Silvestre Nahá	1998	3,847 ha
8. Refugio de Flora y Fauna Metzabok	1998	3,368 ha

(Challenger, 1998; Conservación Internacional, 2001).

Figura 1. Área de selva remanente y áreas naturales protegidas. Modificada de Challenger, 1998 con información de CONABIO 2004 (Corredor mesoamericano).



En el campo de la biología de la conservación se ha trabajado mucho en la priorización de áreas para concentrar los esfuerzos de protección. Generalmente se consideran prioritarias las zonas con alto número de especies, de endemismos y de especies en riesgo. Sin duda la Lacandona cumple con lo necesario para ser considerada de alta prioridad (Ceballos, *et. al.*, 1998). La gran necesidad de atención en esta área y en general en el estado de Chiapas demanda acciones dirigidas no sólo a la conservación de sus recursos naturales, y culturales, sino que paralelamente debe darse un desarrollo económico y social.

El que la mayor parte de lo que nos queda de la selva Lacandona, esté decretada bajo alguna categoría de protección no asegura su permanencia. La mayoría de las reservas presenta actividades agrícolas y pecuarias. Muy pocas tienen planes de manejo, infraestructura y personal de campo que pueda asegurar la efectividad de las actividades de manejo y conservación. (Flores-Villela y Geréz, 1994). Para asegurar una protección real se necesitan planes y acciones que aseguren el cumplimiento de los objetivos que persiguen y tener información sobre el estado de conservación del área.

Uno de los indicadores de conservación más utilizados es simplemente hablar del área de selva que queda, pero para asegurar la funcionalidad a largo plazo de ésta no sólo debemos detener su deforestación y fragmentación. Se puede correr el riesgo de terminar con una selva vacía; en apariencia intacta (al hacer una observación superficial), pero sin su fauna asociada (Redford, 1992).

La permanencia a largo plazo de la selva se logrará mientras sus procesos ecológicos, muchos de los cuales dependen de que su fauna completa este presente con poblaciones viables, sigan llevándose a cabo. Con la pérdida de la vegetación necesaria para proveer parte indispensable del hábitat de toda especie, la fauna sufre pérdidas rápidamente. Visto en el otro sentido, un área que pierde especies de su fauna también será afectada en su vegetación aunque los efectos pueden tardarse más en ser evidentes. La fauna por ejemplo, dispersa semillas, poliniza distintas especies; los carnívoros controlan las densidades de los herbívoros, entre muchos otros. La ausencia de especies animales tiene impacto en la reproducción, sobrevivencia y mortandad de muchas especies vegetales y animales. (Redford, 1992; Meffe y Carroll, 1997; Challenger, 1998; Dirzo y Mendoza, 2002).

Para conocer el estado de conservación de la Lacandona y evaluar objetivamente si los esfuerzos de conservación están o no funcionando se puede utilizar como indicador la presencia y abundancia de mamíferos. En particular aquellas especies que se han reconocido como clave (*keystone species*), “cuyo impacto en una comunidad o ecosistema es desproporcionadamente grande en relación a su abundancia”, como algunos depredadores (Meffe y Carroll, 1997, Karanth *et. al.* 2002a). También se considera que algunas especies son buenos indicadores por su susceptibilidad a la perturbación humana. Además algunas de estas especies pueden ser a su vez especies paraguas, “las cuales requieren de grandes áreas de hábitat en buen estado para mantener poblaciones viables”; por lo que su conservación implica el cuidado del hábitat del cual dependen muchos otros

organismos. El uso de conceptos como especies clave, indicadoras, paraguas o insignia, bandera o carismáticas “con las que las personas se relacionan de una manera positiva emocionalmente”, puede ser de gran utilidad como herramienta para la conservación, para planear proyectos de manejo, obtener fondos e interés social para apoyarlos (Meffe y Carroll, 1997; Roberge, 2004).

Al llevar a cabo proyectos de conservación en la Selva Lacandona lo que se busca conservar es una selva íntegra, capaz de seguir proporcionándonos los servicios ambientales de los que dependemos y que ésta nos siga proporcionando recursos para aprovecharlos de manera sustentable. Para que el área que nos queda de la Selva Lacandona tenga una alta probabilidad de permanecer funcional a largo plazo necesitamos poblaciones sanas de las especies nativas.

El presente estudio brinda una referencia de la condición de algunas especies de mamíferos y aves en una porción de este invaluable bosque tropical y un protocolo para realizar muestreos poblacionales y así dar seguimiento temporal a éstas. Al llevarse a cabo en un área natural protegida, se asume que se obtuvieron datos en condiciones de poca o mínima perturbación los cuales son necesarios para una mejor planeación y manejo futuro. Estos datos se pueden comparar en el tiempo, espacio, y en distintos grados de perturbación, entre otros. El conocimiento empírico y teórico que se obtiene de estudios como éste, puede mejorar nuestra capacidad predictiva para lidiar con nuevas situaciones. (Karanth *et. al.*, 2002a).

## I. 2 Trampeo fotográfico.

### I. 2. 1 Antecedentes.

El trampeo fotográfico o fototrampeo es una herramienta relativamente reciente en estudios de fauna. (Karanth y Nichols, 2000; Lynam, 2002.). Consiste en utilizar equipo fotográfico, con un sistema disparador automático activado por un sensor de movimiento que detecta el paso de los animales. Las fotografías obtenidas se analizan como datos de captura o recaptura como en cualquier otra técnica de trampeo.

Se han realizado investigaciones exitosas de muy diversos organismos utilizando el fototrampeo; desde estudios de nidos de aves (Laurance y Grant, 1994), de carnívoros medianos (Kerry, 1998), osos negros (Morazzi *et. al.*, 2002), hasta rinocerontes (Griffiths y Van Schaik, 1993). Esta herramienta resulta particularmente útil para el estudio de especies animales raras (naturalmente poco abundantes), crípticas y de conducta elusiva (Morazzi *et. al.*, 2002). Muchos de los estudios de fototrampeo están enfocados hacia especies con patrones de manchas en la piel que permiten su identificación a nivel individual, (en particular en tigres), lo que permite estimar el tamaño poblacional, tasas de cambio, densidad, etc. (Carbone *et. al.*, 2001).

### I. 2. 2 Tipo de equipos.

En sus inicios, a fines de los años 60's, el equipo usado para documentar fauna de manera automática, consistía en una cámara cuyo disparador estaba conectado a placas de presión o a un hilo con o sin carnada, de manera que el peso, paso o actividad de un animal lo activara. (Lynam, e. p.; Kerry, 1998). Hoy en día existen sistemas más avanzados que utilizan la luz infrarroja. Entre éstos tenemos a los de tipo activo y pasivo.

Los sistemas de fototrampeo activos están formados por dos componentes, uno emisor y uno receptor. Un haz de luz infrarrojo los comunica, y al paso de algo que corta el haz, se recibe la señal de activar el obturador. Como ejemplo de estos sistemas activos están los de la marca Trailmaster TM. Los sistemas de infrarrojo pasivos están compuestos por un solo elemento que actúa como emisor y receptor simultáneamente. Éste envía un cono de luz infrarroja en cuya área se detecta el movimiento y el cambio de temperatura, activándose así la cámara cuando un animal pasa frente a ella. Los sistemas de fototrampeo pasivos de infrarrojo utilizan sistemas de detección de movimiento similares a los utilizados por los sistemas seguridad que activan alarmas o luces. Ejemplo de fototrampas con sistema pasivo son las de la marca Camtrakker TM.

### I. 2. 3 Ventajas y desventajas del trampeo fotográfico.

Entre las ventajas que diversos autores reconocen en los métodos de investigación basados en el trampeo fotográfico se encuentran las siguientes:

- Permite cubrir grandes extensiones y obtener muchos datos con poco personal trabajando en el proyecto.
- Los técnicos de campo pueden obtener en poco tiempo la experiencia y capacitación necesaria para obtener datos de calidad (a diferencia de estudios basados en el estudio de huellas).
- Es un método poco invasivo, con el cual no se captura realmente al individuo, además el investigador no necesita estar todo el tiempo en el área de estudio minimizando la alteración del comportamiento natural de los animales.
- Ha resultado muy eficiente para detectar especies raras, crípticas y elusivas que con otros métodos es muy difícil lograr o se requiere de un enorme esfuerzo.
- Permite la gran mayoría de las veces (dependiendo de la calidad de las fotografías) la identificación inequívoca de la especie.
- En muchos casos es posible sexar al individuo fotografiado.
- Se puede llegar a identificar individualmente a algunos de los organismos y por lo tanto distinguir entre capturas y recapturas de estos.
- Al registrar la fecha y hora de captura se obtienen datos sobre los patrones de movimiento y actividad de las especies e individuos presentes.

- El suceso (paso del organismo) se registra bajo cualquier condición (a diferencia de una huella que depende de muchos factores como la condición del suelo, que no se borre con el paso de lluvia, entre otros).
- Se obtiene información sobre el estado o condición física de los organismos o grupos fotografiados (por ejemplo se pueden ver heridas, parásitos, la calidad de su pelaje, etc.)
- Es una herramienta que proporciona datos que pueden ser compartidos y analizados por investigadores que no participaron en su colecta en campo.
- Muchos de los datos suelen ser buenas fotografías de animales en vida libre lo cual hace esta herramienta muy atractiva.

Entre algunas de las desventajas que se han reconocido están:

- Tiene un costo inicial elevado.
- Dependiendo del área de estudio existe riesgo de robo del equipo.
- Dependiendo de las especies presentes en el área existe el riesgo de que algunas maltraten el equipo.
- Es difícil reparar el equipo en campo.
- Existen diversos problemas técnicos asociados al equipo utilizado (ver Anexo I).

(Karanth y Nichols, 2002, Karanth y Nichols, en prensa; Lynam, en prensa).

Existen otros métodos como el registro huellas o cuenta de grupos de pellas fecales para calcular abundancia relativa e incluso densidad poblacional, éstos se

utilizan con éxito principalmente con cérvidos (Aranda, 2000). En el caso de las huellas, estas no siempre se conservan y en general no es fácil identificar diferentes individuos a partir de éstas (Aranda, 2000). Incluso cuando se encuentran huellas perfectas y se registran, puede no ser fácil identificarlas. Los animales juveniles dejan huellas menores a los adultos, la huella puede parecer más grande o pequeña dependiendo de las condiciones del suelo, también se marcan de manera distinta dependiendo del paso que lleva el animal. Las huellas pueden sobreponerse y parecer un sola marca. Sin embargo con experiencia se pueden reconocer muchas especies a partir de sus huellas. (Reid, 1997)

#### I. 2. 4. Análisis de los datos obtenidos a partir de trampeo fotográfico.

Los datos obtenidos en estudios de muestreo sistemático de fototrampeo se pueden utilizar para realizar muy diversos análisis, entre algunos de ellos tenemos:

- Determinación de la presencia de especies y elaboración de listados de riqueza.
- Estimación de abundancias relativas de las especies capturadas. Las abundancias relativas se utilizan como índices de abundancia y suelen expresarse en número de capturas por mil días-trampa para así ser comparables los datos de distintos sitios o tiempos (Lynam, 1996). Los días trampa se calculan tomando en cuenta el número de trampas y los días que éstas estuvieron activas; cinco cámaras activas por siete días implican un

esfuerzo de 35 días-trampa, mientras que 20 cámaras activas siete días implican un esfuerzo de 140 días-trampa.

- Determinación del número mínimo de animales que se sabe están vivos en un área (*MNKA, Minimum Number Known Alive*) (Lynam, 2002). “El MNKA o MNA (también llamado cuenta calendarizada o enumeración) es una de las formas más simples de estimar la abundancia de una especie a partir de datos de marcaje, liberación y recaptura. Este estimado está basado en la suma de todos los individuos que se sabe estuvieron presentes durante una sesión particular de captura. Se sabe que un individuo estuvo presente en una sesión de captura cuando: fue capturado durante esa sesión, o fue capturado antes y después de ésta. Por ejemplo, si un individuo fue capturado durante la sesión #1 y en la #3, se asume que en la sesión #2 no fue encontrado pero que estaba presente” (Krebs, 1992). Con las especies en las que se logra una identificación individual a partir por ejemplo de sus patrones de manchas, se puede saber el número mínimo de animales de esa especie que estuvieron activos en el área durante el estudio. Con estas especies que tienen un marcaje natural, al igual que en los estudios en que se capturan animales y se les colocan marcas como aretes, se pueden distinguir las capturas de las recapturas y reconocer cuántos individuos distintos fueron capturados durante el estudio. Es el número mínimo, pues es posible que otro u otros animales de la especie hayan estado presentes más no fueron capturados.
- Teniendo los datos adecuados se puede estimar también la abundancia absoluta utilizando modelos de captura - recaptura como: Jolly-Seber, Chao,

Jackknife, etc. Existen distintos programas de software diseñados para utilizar distintos modelos para estimar abundancias poblacionales, como MARK, CAPTURE y NOREMARK (Otis *et al.*, 1978; White *et al.*, 1982; Karanth, 1995; White, 1996, Karanth, 1998).

- A partir de las estimaciones de abundancias absolutas o el MNKA, se pueden calcular densidades de una especie determinada agregando al área de trapeo un área de borde igual al radio del área de actividad conocida para dicha especie si ésta fuese representada como un círculo (Wilson y Anderson, 1985; Karanth y Nichols, 1998). Se puede utilizar también la distancia máxima entre capturas del mismo estudio para aumentar el área de borde. Las densidades obtenidas también pueden hacer comparables estudios en los que se utilizaron distintos métodos, particularmente si la duración de éstos fue similar y se realizaron en la misma estación y en ecosistemas similares (Carbone *et. al.*, 2001).

#### I. 2. 5. Consideraciones metodológicas – restricciones de análisis.

Las fotografías tomadas de cada especie, transformadas en una tasa de captura, es decir el número de capturas por unidad de esfuerzo (por ejemplo las capturas de tapir en 1000 días-trampa) nos da una indicación de la abundancia de dicha especie, lo cual es de gran utilidad en estudios ecológicos y de manejo y conservación de fauna. Es importante no perder de vista que dichas tasas de captura son reflejo también de muchos otros factores que influyen en la probabilidad de captura de cada especie e incluso de cada individuo.

Entre algunos de los factores intrínsecos a cada especie o individuo que pueden afectar la probabilidad de captura están:

- El tamaño del organismo.- a mayor tamaño, mayor es la probabilidad de que se foto-capture al pasar frente a la trampa.
- Su vagilidad.- entre más distancia recorra el organismo, mayor es la probabilidad que pase frente a una o varias de las trampas, aumentando su probabilidad de captura en uno o varios sitios.
- Ámbito hogareño.- si los individuos de cierta especie se mueven dentro de áreas pequeñas es más probable que no salgan del área de trampeo aumentando las probabilidades de que se recapturen. Por el contrario, organismos con áreas de actividad mayores tendrán mayores probabilidades de salir del área de trampeo y por lo tanto de tener menos recapturas.
- Diferencias de conducta entre los sexos y edades.- pueden causar que parte de la población de una especie tenga una mayor o menor probabilidad de captura, por ejemplo las hembras de jaguar con crías pequeñas utilizan un área mucho menor que las que no están criando (Nuñez, *et. al.*, 2002).
- Diferencias en el tamaño de los ámbitos hogareños en las distintas temporadas (lluvias y secas).- se ha reportado (en selva baja) que en la temporada de secas los jaguares utilizan áreas mucho menores que en lluvias ( Nuñez, *et. al.*, 2002). En este caso al ser las áreas de actividad más pequeñas se puede esperar tener menos individuos en cierto sitio y

más recapturas de los que estén presentes que en la estación de lluvias cuando utilizan áreas más grandes por lo que se esperaría tener un mayor número de individuos distintos con menos recapturas de éstos en el mismo sitio de estudio.

Entre otros factores que pueden afectar las tasas de captura, además de la abundancia de los individuos de cada especie, tenemos los que a continuación se enlistan. Éstos dependen no sólo de factores biológicos intrínsecos como los antes mencionados, sino también de las características particulares del área de estudio y los sitios donde se colocaron las trampas:

- La distribución de caminos y senderos dentro del sitio de trampeo.- si las cámaras se encuentran sobre senderos, los animales que los utilicen comúnmente tendrán una mayor probabilidad de ser capturados que aquellos que evitan los senderos. Por ejemplo, dos estudios que se llevan a cabo con el mismo método en sitios distintos con las siguientes características: La abundancia de la especie de interés es igual en ambos sitios. Uno de los sitios tiene múltiples senderos mientras que el otro no tiene ninguno. Estos estudios podrían encontrar una tasa de captura más elevada en el caso del sitio con senderos, si es que las cámaras se colocaron sobre estos, y la especie estudiada tiende a utilizarlos comúnmente, aunque su abundancia sea la misma en los dos sitios.
- Distribución de alimento y agua en el área de trampeo.- Si una trampa se encuentra en el sitio donde ciertos individuos obtienen su alimento o agua

comúnmente, éstos individuos tendrán una mayor probabilidad de ser capturados en esa trampa que aquellos que no obtienen sus recursos comúnmente en ese sitio.

- Distribución de ámbitos hogareños y territorios dentro del área de estudio.- Si dentro del área en la que tenemos trampas, gran parte corresponde al territorio de cierto individuo, éste tendrá una alta probabilidad de ser capturado y recapturado, mientras que otros individuos de la misma especie cuyo territorio no ocupe una gran proporción del área de trampeo, tendrán una menor probabilidad de ser fotografiados.
- Densidad de trampas y tamaño del sitio de trampeo.- Dependiendo de la intensidad del trampeo (cuantas trampas se tienen para cubrir un área) se favorecerá la captura de ciertas especies, dependiendo del tamaño de sus ámbitos hogareños. En un área de trampeo muy pequeña las probabilidades de capturar animales que ocupan grandes áreas serán bajas.

Considero importante tomar en cuenta todo lo anterior para no saltar a conclusiones que pueden no ser del todo apegadas a la realidad. Por ejemplo, el que la tasa de captura del tapir sea mayor que la de una especie de tlacuache de ninguna manera se debe interpretar como que hay una mayor abundancia de tapires que de tlacuaches en el área. En algunos casos podría ser fácil caer en un error al decir que una especie es más abundante que otra. Hay que tener cuidado y sólo comparar organismos que por muchas razones tengan probabilidades de captura similares.

Al diseñar el trapeo en función de cierta especie o grupo, algunos de los problemas mencionados se evitan.

### I. 3. Atrayentes olfativos.

La mayoría de los felinos utilizan además de la comunicación vocal y visual, la química, siendo comunes entre éstos las conductas de marcaje olfativo. Los felinos poseen distintas glándulas olorosas que producen sustancias con las cuales se cree se comunican para mantener espacios de vida estables donde puedan obtener recursos para sobrevivir y reproducirse. (Kitchener, 1991) También pueden mostrar receptividad reproductiva de la hembra que las deja (Karanth y Chundawat, 2002).

Las marcas olorosas pueden durar días o hasta semanas por lo que pueden “ser leídas” tiempo después de que el organismo dejó la locación. Si la marca es depositada en un sitio llamativo o prominente o en los senderos que suelen utilizar los felinos del área, aumenta la probabilidad de que sea notada y examinada por otros felinos (Sunquist y Sunquist, 2002). Las cinco especies de felinos que habitan la selva Lacandona presentan conductas de marcaje oloroso, realizados ya sea por el macho, la hembra o ambos sexos (Wemmer y Scow, 1977; Mellen, 1993).

Con fines de caza y de investigación, se han desarrollado sustancias que funcionan como atrayentes olfativos para carnívoros en general y algunos más específicos para los felinos. Los atrayentes funcionan haciendo que dichos

organismos se acerquen a examinar la marca. Entre las sustancias que se utilizan para fabricar los atrayentes olfativos para felinos están los contenidos de las glándulas olorosas de algunas de las especies (como el linco) y el catnip (*Nepetea cataria*), que es una planta cuyo aroma resulta extrañamente atractivo a la mayoría de los felinos. El efecto que tiene el catnip en la mayoría de los felinos es un cambio en la conducta haciendo que el gato entre en un estado de éxtasis (Cherfas, 1988).

Basándose en el efecto atrayente de ciertas sustancias, se han desarrollado métodos de estudio en campo que utilizan estaciones olfativas para obtener índices de abundancia. Dichas estaciones se pueden utilizar en combinándolas con trampas de arena o fotográficas para registrar las huellas o fotografías de quienes las visitan. (Linhart, 1975; Brady, 1981; Conner, *et. al.* 1983; Naughton-Treves *et. al.*, 2002).

#### I. 4 Estacionalidad.

Las comunidades se modifican notablemente con el cambio de estación, por lo que su estructura no es constante. Hay especies que migran o que se reproducen sólo en cierto momento del año. El estudio de los cambios estacionales es llamado fenología. Los cambios estacionales en la abundancia y disponibilidad de recursos suelen estar asociados a cambios en las poblaciones de distintos organismos y en sus comunidades. (Krebs, 1985; Barrett *et. al.*, 1986).

Es frecuente que se crea que los fenómenos estacionales no estén presentes en las regiones tropicales, pero este concepto erróneo se basa en los registros de temperatura (con baja variación a lo largo del año) y no en observaciones biológicas. La precipitación pluvial es decisiva en muchas áreas de clima tropical, donde las temporadas seca y de lluvias tienen efectos importantes en la estructura de las comunidades. En plantas existe gran cantidad de estudios fenológicos, principalmente asociados a su reproducción (Krebs, 1985).

En el trópico se ha encontrado una diferencia significativa en la abundancia relativa de tapires entre ambas temporadas, siendo mayor en lluvias (Naranjo, 1994). Esta diferencia fue atribuida a las distintas condiciones del terreno e intensidad de lluvias que hacen que los rastros sean más fáciles o difíciles de encontrar (probabilidad de detección diferencial) y a la disponibilidad de alimento, agua y sitios de descanso). En las áreas que sufren inundaciones estacionales del Amazonas se han encontrado cambios en los tamaños de áreas de actividad y en la dieta de especies como el venado temazate y el pecarí de collar, mientras que los cambios estacionales no afectan otras especies como el pecarí de labios blancos y el tapir (Bodmer, 1990).

Se ha encontrado también evidencia de cambios estacionales en los ámbitos hogareños de distintas especies como los felinos. El ámbito hogareño es el área que utiliza un individuo (generalmente a lo largo de un año), incluyendo los senderos que unen sus áreas de caza, para beber, descansar, vigilar y cuidar de sus crías. Con el tiempo puede variar su posición, extensión y el grado de

sobreposición con los ámbitos de otros individuos. Con una alta densidad de presas, los carnívoros requieren de ámbitos hogareños relativamente pequeños. Si la densidad de presas disminuye en el área, los carnívoros requieren de áreas más grandes pudiendo disminuir también la densidad de éstos al intensificarse la competencia por recursos. (Konechy, 1989; Kitchner, 1991). En general se ha encontrado que distintas especies de felinos tienen ámbitos hogareños mayores en la temporada lluviosa que en la seca. (Sunquist *et. al.*, 1989; Nuñez *et. al.*, 2002; Sunquist y Sunquist, 2002).

#### 1.5 Ámbito hogareño del ocelote (*Leopardus pardalis*)

El ámbito hogareño (área ocupada por un individuo durante un periodo de tiempo) (Reid, 1997) del ocelote ha sido estimado con distintos estudios. Para los machos se reportan áreas de  $3.5\text{km}^2$  a  $17.7\text{ km}^2$  y para las hembras de  $1.2\text{ km}^2$  a  $10\text{ km}^2$  (Emmons, 1988; Kitchner, 1991; Gomes de Oliveira, 1993; Sunquist y Sunquist, 2002).

En la Amazonía Peruana (con condiciones similares a las de este estudio) se estimó un ámbito hogareño de  $7\text{ km}^2$  para machos y  $2\text{ km}^2$  para las hembras.

## II. Objetivos

Objetivo general – diseñar un método de seguimiento para las poblaciones de mamíferos mayores de la Selva Lacandona, el cual podrá ser utilizado para estudiar la tendencia temporal de la abundancia de éstas especies.

### Objetivos particulares

1. Estimar y comparar la abundancia relativa de las especies de mamíferos terrestres, capturadas con trampas fotográficas en las temporadas de lluvias y secas.
2. Estimar y comparar el número mínimo de jaguares, pumas, ocelotes y tigrillos en el área de estudio en ambas temporadas.
3. Evaluar el efecto del uso de atrayentes olfativos para carnívoros sobre el éxito de captura en ambas épocas.
4. Evaluar la eficiencia del método utilizado en las condiciones de La Lacandona para obtener datos de presencia y abundancia relativa de mamíferos.

## IV. Área de estudio.

### IV.1 Localización.

La reserva de la Biósfera Montes Azules se encuentra al este del estado de Chiapas. Se localiza entre los 16° 06' y los 16° 49' de latitud norte y los 90° 45' y 91° 30' de longitud este (Fig. 2) (DOF, 1978). Se delimita al norte por la planicie del estado de Tabasco y el río Usumacinta; al sur por el río Lacantún, cerca de la frontera con Guatemala; al este por el Río Salinas y al oeste por la cadena montañosa conocida como los Altos de Chiapas. (Mendoza y Dirzo, 1999).

El sitio donde se realizó el trapeo fotográfico se localiza en la parte más sureña de la Reserva de la Biósfera Montes Azules, entre las coordenadas: 16° 13.7' y 16° 8' norte y 90° 57' y 90° 53.5' este. Se encuentra al norte del ejido Playón de la Gloria en el municipio de Marqués de Comillas. Al sureste y este, el sitio se encuentra delimitado por el río Lacantún. Al oeste parte del sitio de trapeo se encuentra sobre el Cerro Xanabcu que alcanza los 400 msnm (Fig. 4).

### IV.2 Clima.

Predomina el clima cálido-húmedo (García, 1988), presentando una temperatura promedio anual superior a los 22°C y una temperatura promedio del mes más frío mayor a los 18°C. La precipitación promedio anual bajo la influencia del monzón fluctúa entre los 2,500 y los 3,500 mm (Gómez-Pompa *et. al.*, 1994).

Los meses en que presenta la mayor precipitación son de junio a diciembre, mientras que los meses más secos son de enero a mayo. El mes más lluvioso es septiembre, mientras que mayo es el más seco y caluroso. (Fig 3). Los datos se tomaron de la estación climatológica Playón de la Gloria (colecta y análisis realizados por Gómez-Nisino, 2004). La canícula se presenta durante la sequía

interestival (julio-agosto) durante la temporada de mayor precipitación y mayor temperatura. (SEMARNAP-CONABIO, 1995).

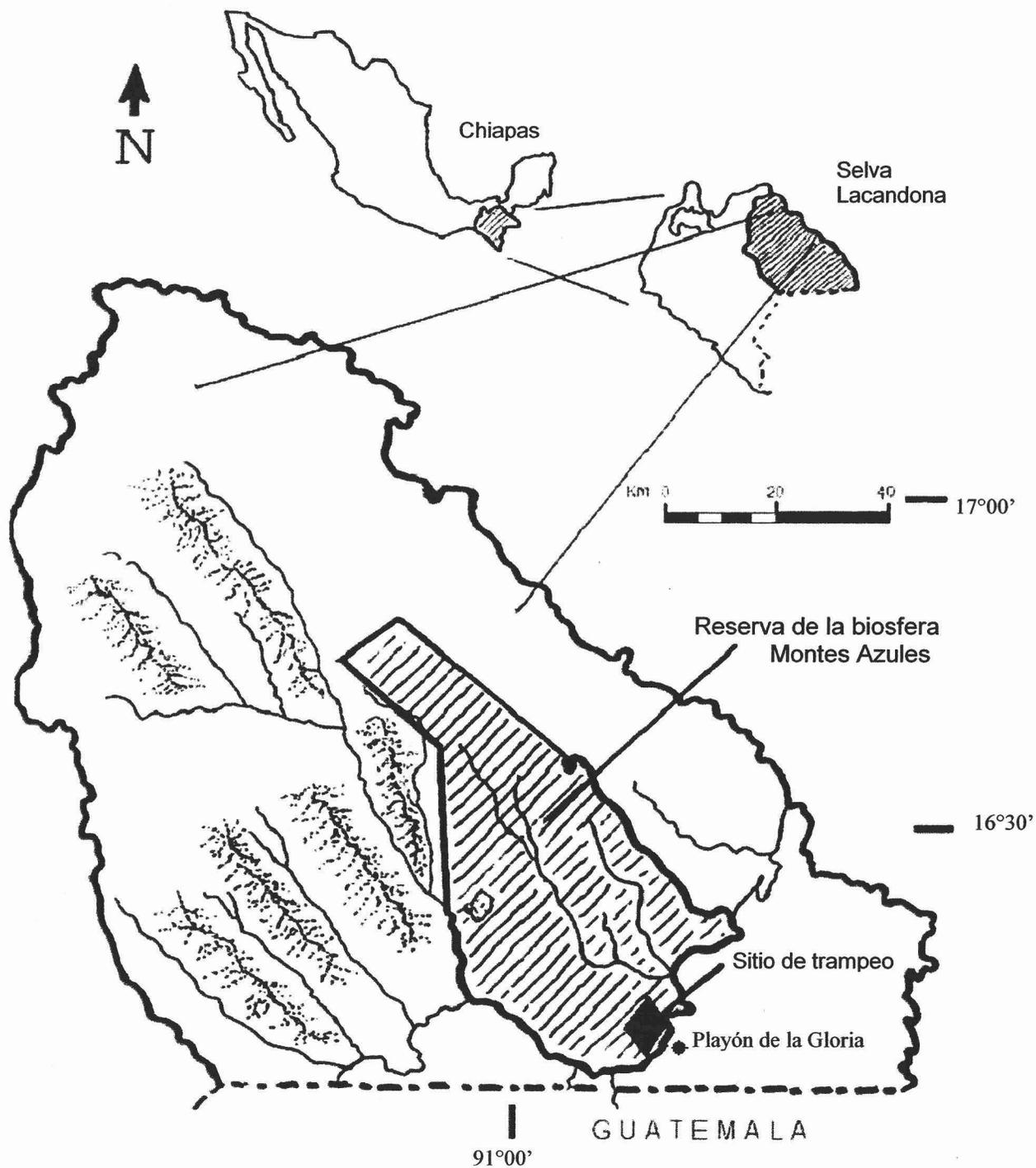
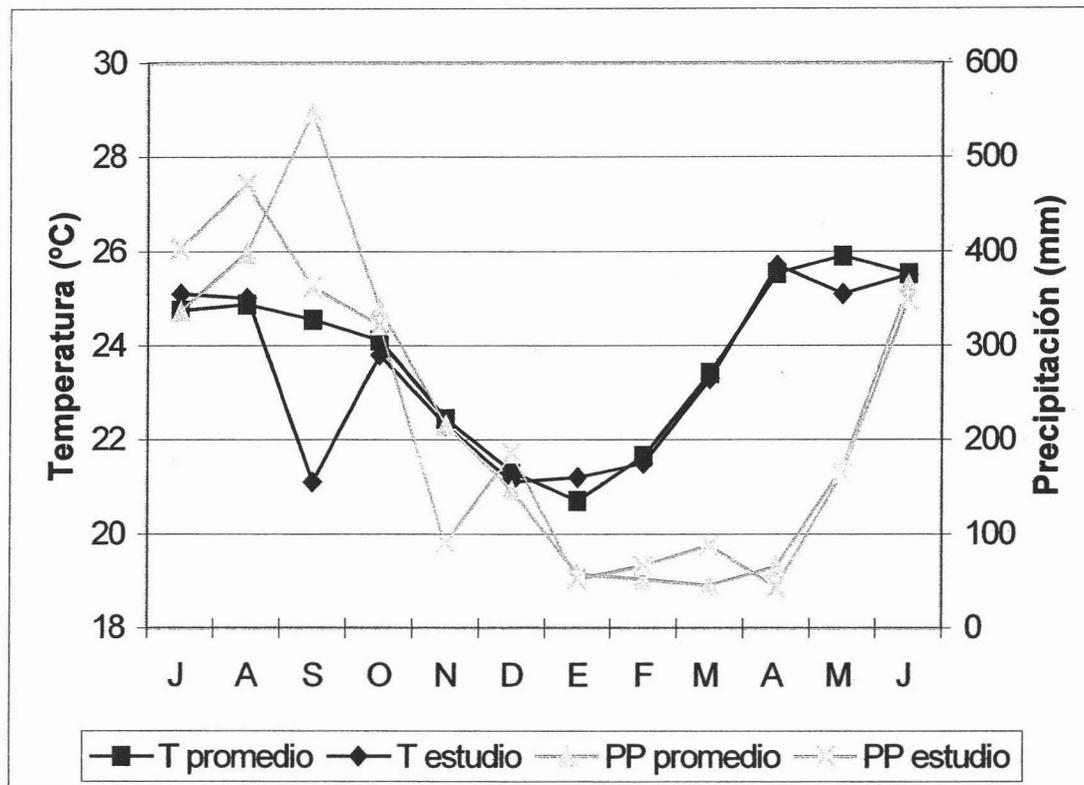


Figura 2. Localización del área de estudio y del sitio de trampeo.

Figura 3. Diagrama ombrotérmico durante el periodo del estudio y con datos promedio de 1992 a 2002.



Las temperaturas y precipitaciones promedio se obtuvieron de los datos de 1992 a 2002. Los datos del estudio se obtuvieron de Julio de 2001 a Junio de 2002. Los datos provienen de la estación climatológica de Playón de la Gloria, Chiapas.

Durante el periodo en que realicé el estudio (mayo de 2001 a junio de 2002) se presentaron las siguientes particularidades: El mes de septiembre fue inusualmente frío, el mes con más lluvias fue agosto y se presentó una precipitación menor de lo esperado en septiembre y noviembre. (Fig 3).

### IV.3 Hidrología.

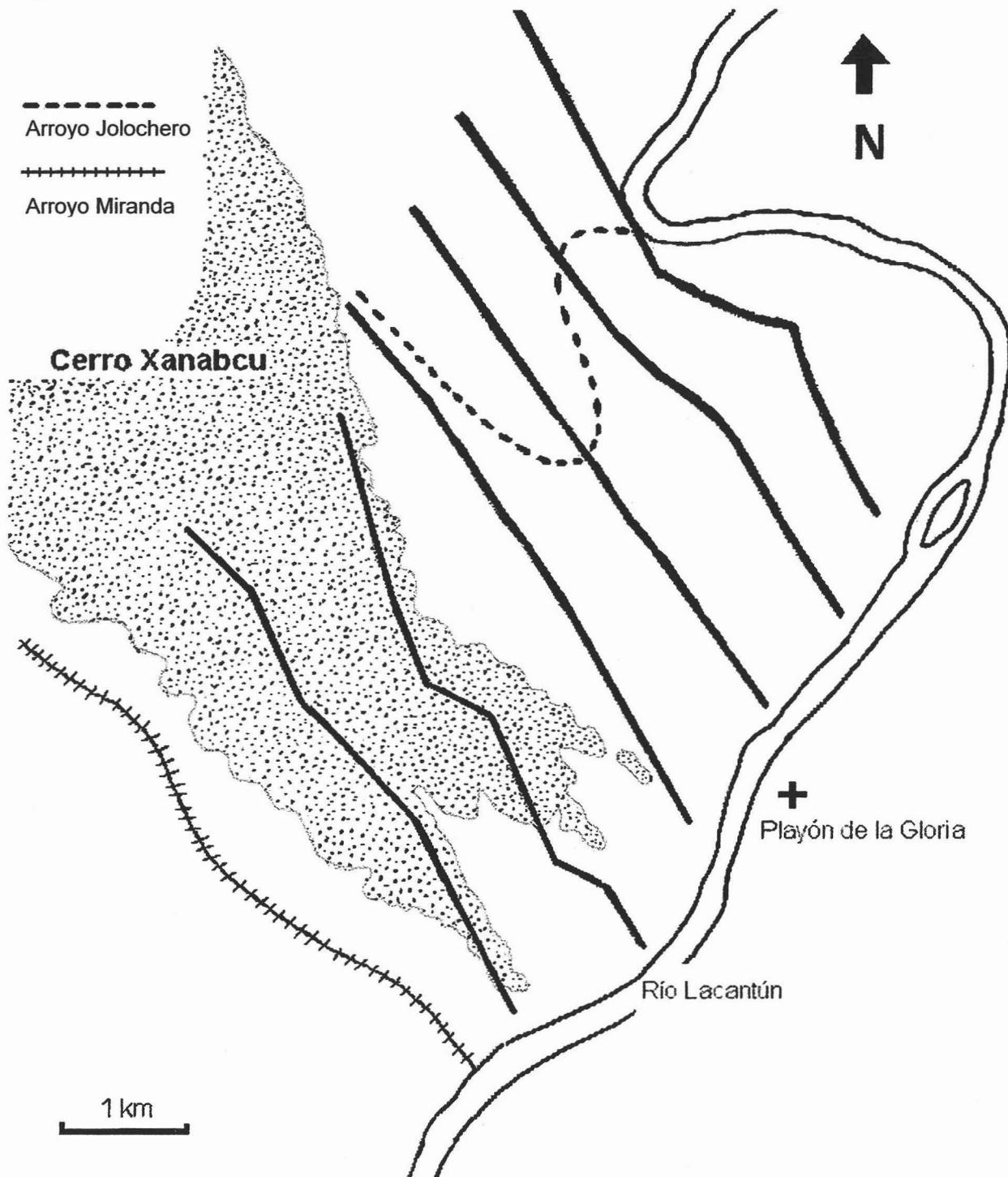
Casi la totalidad de la reserva se ubica dentro de la subcuenca hidrológica Lacantún, que a su vez forma parte de la región hidrológica Grijalva-Usumacinta (la más extensa del país) (Gómez-Pompa *et. al.*, 1994). Ésta región hidrológica,

también conocida como Cuenca del Golfo contiene la tercera parte del agua dulce de México (Meave del Castillo, 1983). Dentro de la Lacandona seis grandes ríos y gran cantidad de arroyos desembocan en el río Lacantún, el cuál al igual que el río Salinas, es tributario del río Usumacinta, el de mayor volumen de México. (INEGI, 1990; Zarza, 2001). Los cuerpos de agua de mayor importancia en la reserva son las lagunas El Ocotal, el Suspiro, Ojos Azules, Miramar y Lacanjá (Gómez-Pompa *et. al.*, 1994).

Dentro del sitio de trampeo existen muchos arroyos que en la época de lluvias tienen agua corriente, mientras que en la temporada de secas sólo tienen un poco de agua estancada en sus partes bajas o están completamente secos. En la siguiente fotografía se muestra uno de estos arroyos durante la temporada de lluvias. En la figura 4 se muestra el sitio de trampeo con los ríos y arroyos que tienen agua durante todo el año, aunque su corriente es menor en secas.



Figura 4. Área de estudio.



Las seis líneas semiparalelas que parten del Río Lacantún hacia el noroeste marcan aproximadamente las seis líneas de trampeo del estudio.

#### IV.4 Topografía.

En la reserva predomina el relieve cárstico, derivado de roca caliza de procesos endógenos que provocaron movimientos de tensión y compresión que plegaron y fracturaron los estratos y originaron montañas alargadas (INE, 1993.) Se presentan principalmente tres tipos de formaciones topográficas: laderas montañosas, mesetas y depresiones (García y Lugo, 1992). Presenta tres serranías que corren paralelas en dirección noroeste-sureste y perpendiculares al río Lacantún. (Martínez *et. al.*, 1994). El gradiente altitudinal va de los 300 a los 1,500 msnm. (Gómez Pompa *et. al.*, 1994). Al sureste de la reserva a las márgenes de las corrientes hidrológicas se ubica el relieve aluvial, con lomeríos y pequeños cerros aislados con altitudes de 100 a 300 msnm (García y Lugo, 1992; Gómez-Pompa, 1994).

#### IV.5 Geología.

La reserva forma parte de la unidad orogénica Meseta Central de Chiapas, compuesta esencialmente de areniscas, lutitas, margas del Plioceno y materiales ígneos (Tamayo, 1990). La zona de subducción del margen del Pacífico de Centroamérica y la zona de falla de Polochi-Montagua tienen influencia en la región. El sitio de estudio se encuentra en una planicie sedimentaria formada por rocas calizas y sedimentarias del Mesozoico a la que se le sobrepusieron capas de origen marino en el Cuaternario, las cuales han sufrido diversos grados de plegamientos y fracturas (García y Lugo, 1992).

#### IV.6 Suelos.

Se reconocen distintos tipos de suelos en la región asociados a la forma del relieve. El Rendizna es el más común, con una profundidad de aproximadamente 50 cm, posee una capa superficial rica en materia orgánica sobre roca caliza. El Litosol se encuentra en las áreas montañosas de la parte occidental de la reserva, es un suelo sin desarrollo, de profundidad menor a los 10 cm que permite sostener únicamente vegetación baja. El Nitosol-Eútrico es el más profundo y esta enriquecido con arcilla, al estar expuesto a procesos de lixiviación es un suelo ácido. En las áreas donde confluyen los ríos hay suelos aluviales producto del arrastre y sedimentación (García y Lugo, 1992 y Gómez-Pompa, 1994).

#### IV.7 Vegetación.

La vegetación de la selva Lacandona pertenece a la unidad fitogeográfica Provincia del la Costa del Golfo de México (Rzendowski, 1978). Dentro de la selva se encuentran varios tipos de vegetación, que van desde los bosques de niebla, de pino, la selva mediana perenifolia, la selva alta perenifolia, los pantanos y los bosques de galería dependiendo de su ubicación geográfica, los rangos altitudinales y el tipo de suelo. (Hernández, 1997). La selva alta perenifolia o bosque tropical perenifolio cubre la mayor parte de la reserva, distribuyéndose desde los 100 hasta los 900 msnm (Gómez-Pompa *et al.*, 1994). Los árboles más altos alcanzan los 60 m de altura. Entre las especies arbóreas más abundantes se encuentran: *Brosimum alicastrum* (ramón), *Cedrela odorata* (cedro), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Dialium guianense* (guapaque), *Ficus spp.* (amate), *Guarea glabra* (cedrillo), *Licania platypus* (pio), *Lonchocarpus sp.* (palo de aro), *Manilkara zapota* (chico zapote), *Quararibea funebris* (molinillo), *Schizolobium parahybum* (guanacastle), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Talauma mexicana* (jolmashté),

*Terminalia amazonia* (canshán) y *Vatairea lundelli* (tinco), entre otros (Gómez-Pompa *et. al.*, 1994; Pennington y Sarukhán, 1998).

En el estrato arbustivo son comunes *Acalyha diversifolia* (ciiche), *Miconia spp.*, *Piper spp.*, y *Psychotria spp.* Las especies de palmas más abundantes son *Bactris spp.*, *Chamedorea spp.* (xate), *Genoma oxycarpa*, *Reinhardtia spp.* y *Scheelea libmenii* (corozo). Son comunes también las plantas epífitas como bromelias, orquídeas, bejucos y lianas como *Paragonia puramidata*, *Challichlamys latifolia*, *Cydista potosina* y *Teracera volubilis* (Rzendowski, 1978).

## IV. Métodos.

### IV. 1 Trampeo fotográfico.

Para la realización de este estudio utilicé una modificación del método propuesto por Anthony Lynam (2002) para estudiar tigres en Indochina. El área de trapeo fue de aproximadamente 30km<sup>2</sup> (3,000 ha). El tamaño y forma del área de trapeo se basó en:

- El tamaño del ámbito hogareño de los jaguares (la mayor de entre las especies presentes en el área).- Diversos estudios reportan áreas de actividad de jaguares desde los 25 km<sup>2</sup> hasta los 168 km<sup>2</sup> con un sobreposición de individuos de 20 hasta 100% (Ceballos *et. al.*, 2002 y Núñez *et. al.*, 2002; Sunquist y Sunquist, 2002). Por lo tanto 30km<sup>2</sup> pueden representar el área mínima para tener una buena posibilidad de encontrar actividad de al menos un jaguar en el área.
- Los límites de la reserva.- parte de los límites del sitio de estudio coinciden con el límite sureste de la reserva, el río Lacantún. El trabajo se facilita al realizarlo en un área lo más cercana al borde de la reserva, pues dentro de ésta, no existen caminos o senderos para adentrarse en la selva.
- Consideraciones sobre el esfuerzo necesario para cubrir dicha área.- Todo el trabajo de colocación y revisión de las trampas implica el cruzar el río Lacantún y después trasladarse caminando en la selva, siendo un proceso tardado que limita el tamaño del área que puede cubrir un investigador (hasta 9 horas para cubrir una línea de trapeo).

- El costo de los equipos necesarios para cubrir el área.- al estar limitados los fondos para el estudio, se consideró el gasto en la compra de las cámaras necesarias para cubrir cierta extensión con efectividad.

Realizamos un muestreo sistemático en líneas (similar al de cuadrícula utilizado por Lynam, 2002) que puede proporcionar información sobre abundancia y facilitar la comparación entre áreas de estudio y tipos de hábitat. Se realizó este muestreo sistemático con el fin de tener un reflejo constante de la abundancia de distintas especies. Con este método se busca reducir sesgos en las probabilidades de detección para obtener índices de abundancia que se relacionen en una proporción constante con la abundancia real (Nichols y Karanth, 2002).

El método que a continuación se describe puede ser repetido en cualquier sitio, independientemente de las condiciones que presente y del conocimiento previo que se tenga sobre los patrones de movimiento de los animales en éste. Al estandarizarse el esfuerzo (densidad de trampas, tiempo de actividad, el nivel de experiencia con el uso de las trampas) se deben obtener índices de abundancia comparables, sobretodo en sitios con características similares como el mismo tipo de vegetación.

Se hicieron seis líneas paralelas (senderos abiertos con machete), separadas una de la otra por un kilómetro. Cada línea tenía 5km de longitud de inicio a fin en línea recta, sobre el terreno la longitud varió de 6 a 8km aproximadamente.

Dentro de cada línea se eligieron cuatro sitios para colocar las trampas, separadas al menos por 800 metros una de la otra y un máximo de 1,500 metros. Las trampas se colocaron en los sitios que se consideró tenían una mayor probabilidad de fotocapturar a los “animales blanco”. Otras consideraciones se describen con mayor detalle en el ANEXO I. Fue importante también lograr una distribución homogénea de las trampas en el área, evitando que quedaran “huecos grandes” sin trampas en el área por donde los animales se pudieran mover con muy bajas probabilidades de ser fotografiados.

En total se utilizaron 24 sitios de trampeo constantes. Para cada una de las seis líneas, se determinó el sitio con mayores probabilidades de captura de felinos y otros mamíferos, donde se colocó una trampa doble (llamadas puntos de revisión o *checkpoints* por Lynam), con la finalidad de fotografiar ambos flancos de los animales para facilitar la identificación de los animales individualmente. La densidad de trampas-cámara colocadas en el muestreo sistemático fue de 0.8 trampas por km<sup>2</sup> (ver fig. 5).

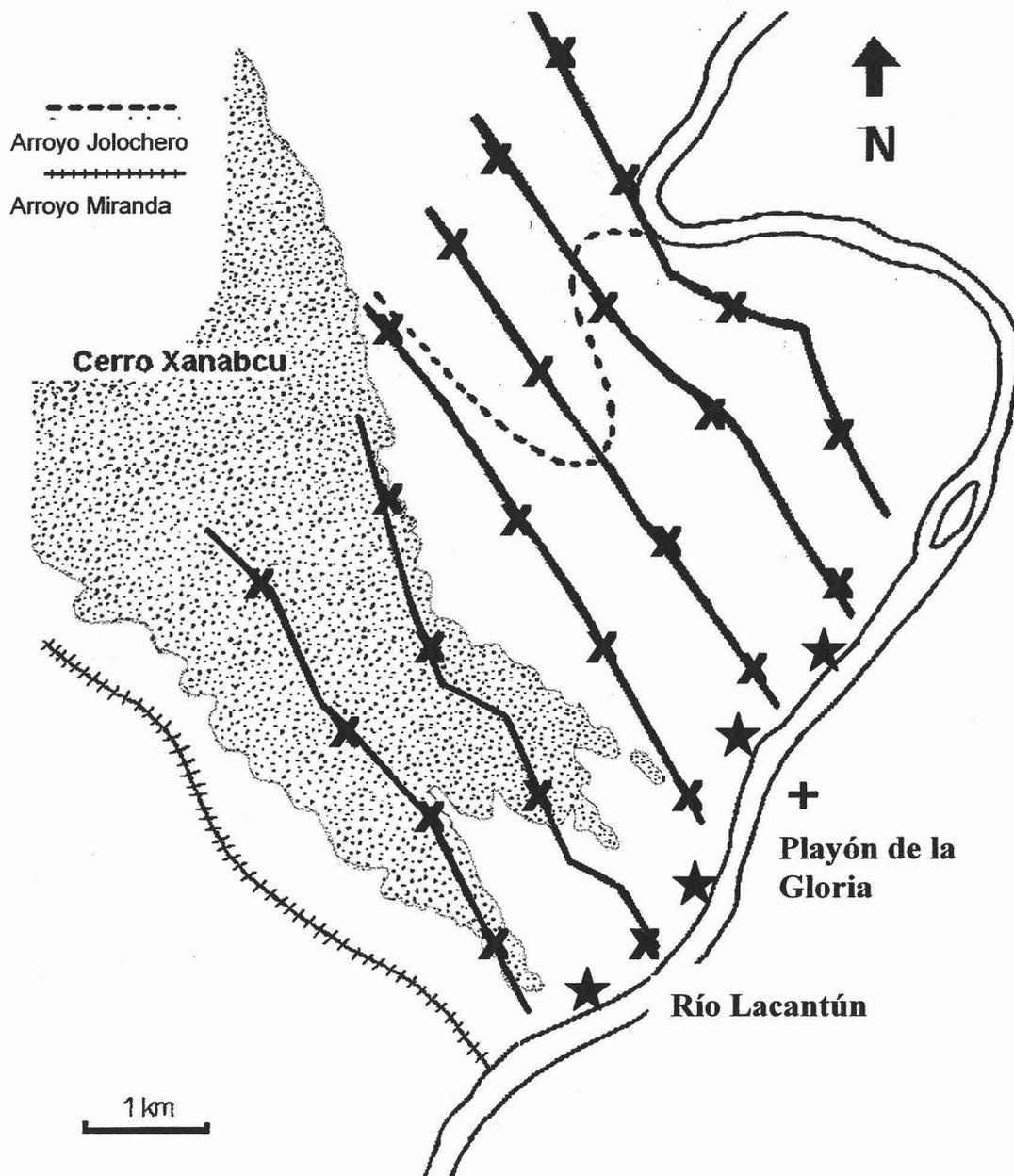
Paralelamente al muestreo sistemático con 24 sitios, realizamos un “muestreo experto” (Lynam, 2002). Los “muestreos expertos” que se han realizado con tigres suelen llevarse a cabo en lamederos de sal, pastizales o agujeros donde se concentran las presas y se utilizan para detectar la presencia de especies raras. En el caso de este estudio, colocamos dos trampas dobles adicionales en distintos sitios de un sendero que bordea el Río Lacantún (perpendicular a los otros seis senderos y de donde estos inician). Dicho sendero ya tiene tiempo de ser utilizado por otros investigadores y gente de los ejidos cercanos

y se sabe que también es utilizado con frecuencia por distintos animales, en particular por uno o más jaguares. En estos sitios se sabía de antemano que tendría una buena probabilidad de capturar felinos. Estas trampas se cambiaron de lugar regularmente por razones de seguridad. El objetivo de estas trampas extra fue el de tomar fotos de ambos flancos de los jaguares y otras especies que se sabe lo utilizan, para así poderlos identificar individualmente y compararlos con los capturados en las 24 trampas del muestreo sistemático.

Las trampas utilizadas fueron sistemas pasivos de detección de movimiento a base de infrarrojo con cámaras automáticas de 35 mm (Camtrakker™, Camtrack South Inc. Georgia, EUA).

Las 24 trampas estuvieron activas 24 horas / día por seis semanas, más otras dos semanas adicionales en que se colocaron atrayentes olfativos en la mitad de las trampas. Lo anterior se llevó a cabo para cada una de las estaciones: lluvias (trampeo de septiembre a noviembre de 2001) y secas (de marzo a mayo de 2002) con un total esperado de 1,344 días-trampa, 1,008 en las primeras seis semanas y 336 en las dos últimas en las que se utilizaron los atrayentes olfativos. Previo a los muestreos de la temporada de lluvias y secas, cuando se hicieron las líneas de trampeo y se eligieron los sitios probables para las trampas, se realizó un trampeo de prueba, por algunas semanas (mayo a junio) con sólo dos cámaras obteniéndose datos de 72 días-trampa.

Figura 5. Localización de los sitios de trampeo.



Las X marcan aproximadamente los sitios donde se colocaron las trampas fotográficas sobre las seis líneas de trampeo.

Las ★ marcan los sitios de "muestreo experto".

El atrayente olfativo utilizado fue el "Wildcat lure #2" de la marca Hawbaker. Éste se colocó en dos de las cuatro trampas de cada línea elegidas al azar. El atrayente se colocó en palillos de madera gruesos y porosos que se enterraron frente a las cámaras (dos por trampa) y colocando algunas gotas en hojas, ramas y raíces, que se encontraran en el sitio. El objetivo de utilizar atrayentes olfativos en las últimas dos semanas, además de probar su efectividad para atraer felinos en las condiciones de la Lacandona, fue el intentar tener más fotografías de ambos flancos de los felinos, para así facilitar su identificación, pues la densidad de trampas dobles (o *checkpoints*) no fue tan alta como se recomienda. Las trampas dobles se movieron a los sitios con atrayentes durante estas últimas dos semanas de trampeo. Los atrayentes se utilizaron sólo en una ocasión al final del estudio (no se remarcaron) para influir lo menos posible en la conducta de los animales que utilizan el sitio.

Las trampas se revisaron cada dos semanas para tomar datos, cambiar la película y pilas de ser necesario y revisar su correcto funcionamiento. Se intentó perturbar el sitio lo menos posible, minimizando el tiempo de presencia humana en el área con el fin de no afectar la conducta natural de los animales presentes.

Al final de este trabajo se incluye el ANEXO I donde se explican con más detalle muchos de los aspectos de la metodología utilizada y se hacen recomendaciones para el trabajo en campo utilizando el trampeo fotográfico, particularmente para las condiciones de una selva tropical.

## IV. 2 Análisis

### IV. 2. 1 Categorías de tamaño

Se crearon tres categorías de tamaño, para los mamíferos capturados:

“Pequeña” ( peso  $\bar{x}$  menor a 500g)

“Mediana” ( peso  $\bar{x}$  mayor a 500g hasta 9k)

“Grande” ( peso  $\bar{x}$  mayor a 9k hasta 230k)

Los pesos se promediaron de Reid (1997) y Aranda (2002).

Únicamente en el capítulo VI.2 (riqueza de especies) se reportan todas las especies de mamíferos capturadas durante el estudio. En los otros capítulos de los resultados no tomé en cuenta a los organismos que tienen un peso promedio menor a 500 g (el adulto) para los análisis, pues las trampas fotográficas y el método de trampeo no fueron diseñados para obtener datos de estas especies, por lo que las capturas de mamíferos pequeños fueron pocas e incidentales.

### IV. 2. 2 Acumulación de especies

Al evaluar el esfuerzo realizado en un estudio de inventario de una zona se recurre generalmente a las curvas de acumulación. En el caso de este estudio pueden servirnos para evaluar si los días de trampeo fueron suficientes para representar adecuadamente la fauna del sitio de estudio y si se dio el tiempo suficiente para tener recapturas de los individuos. Las recapturas son de importancia en el caso de que se quieran utilizar métodos de estimación

poblacional basados en modelos de captura-recaptura. Las curvas de acumulación sirven también para estimar la cantidad de especies presentes en un área. (Soberón y Llorente, 1993)

Se utilizó un modelo propuesto por Soberón y Llorente (1993) (capítulo VI.3)

De los distintos modelos de acumulación de especies, se utilizó la función logarítmica, pues es la que mejor describe el comportamiento observado en el caso de este estudio:

La función logarítmica, modela una curva donde al pasar el tiempo y entre más especies se acumulan, la probabilidad de agregar otra a la lista disminuye proporcionalmente al tamaño de la lista hasta llegar a cero. Este modelo se recomienda para estudios con un área relativamente pequeña (u homogénea, donde la tasa de recambio de especies en un transecto es baja) y cuando se trabaja con un grupo taxonómico bien conocido, donde eventualmente se encontrarán todas las especies presentes. (Soberón y Llorente, 93). Este estudio claramente cumple con dichos requisitos.

Ecuación logarítmica:  $S(t) = ab(1 - e^{-bt})$

Donde  $S(t)$  es la cantidad de especies encontradas en función del tiempo,  $t$  es el número de días-trampa y  $a$  y  $b$  son constantes cuyos valores dependen de los datos de acumulación de cada caso.

Las constantes a y b fueron calculadas por el programa STATISTICA (Statsoft Inc. E.U.A., 1998) utilizando los datos de acumulación en lluvias y secas y la función logística.

#### IV. 2. 3 Índices de abundancia

Para hacer comparables las abundancias relativas de estudios con distintos esfuerzos, en los resultados las tasas de captura se expresan en número de capturas por 1000 días-trampa.

Al realizar el muestreo sistemático, se asume que las tasas de captura obtenidas se relacionan en una proporción constante con la abundancia real de individuos de las distintas especies capturadas, para ambas temporadas. Por esto las tasas de captura pueden utilizarse como índices de abundancia. Así como en un estudio de rastros se utiliza un índice de abundancia, por ejemplo el número de rastros encontrados en 10km (Aranda, 2002), en los estudios de trampeo fotográfico, las tasas de captura expresadas en capturas/1000 días-trampa funcionan como un índice de abundancia relativa (Carbone *et. al.*, 2001). Los índices de abundancia relativa obtenidos en este estudio podrán compararse con los obtenidos en futuros estudios en el mismo sitio para ver las tendencias de abundancia de distintas especies o con los de otros sitios.

#### IV. 2. 4 Pruebas comparativas

Suponiendo que al estandarizar el método en ambas temporadas las tasas de captura obtenidas se relacionan con una proporción constante a la abundancia real, éstas se pueden utilizar como índice de abundancia relativa para probar la existencia de variación estacional en la abundancia de distintas especies.

Para probar si algunas de las diferencias encontradas entre ambas temporadas son significativas se realizaron pruebas de t (no pareadas y de dos colas) comparando las tasas de captura por especie por sitio. Se calcularon las tasas de captura para algunas especies en cada uno de los 24 sitios fijos. ( $n=24$ , G.L.=23). Sólo se realizaron las pruebas de t para las especies que tuvieron altas tasas de captura, para las cuales se cuenta con suficientes datos para realizar la comparación.

Para probar la efectividad en el uso de atrayentes olfativos para incrementar la tasa de captura de felinos se realizaron las siguientes pruebas: Se realizaron pruebas de t no pareadas y de dos colas para comparar las tasas de captura durante las semanas 7 y 8 del estudio en diferentes sitios (la mitad de los sitios tenía atrayente y la otra mitad no) ( $N = 6$ , g.l.=5). Se realizaron también pruebas de t pareadas y de dos colas para comparar las tasas de captura obtenidas durante las semanas 5 y 6 (sin atrayentes) y las obtenidas durante las semanas 7 y 8 (con atrayentes) en los mismos sitios ( $N=6$ , g.l.=5). Para ambos casos se agruparon los datos de todas las especies de felinos para hacer más robusta la comparación.

## V. Resultados y discusiones<sup>1</sup>

### V.1 Esfuerzo realizado.

Durante el estudio el número días-trampa se redujo debido a fallas en el equipo y a otros problemas técnicos. En el periodo de prueba se tuvieron 72 días-trampa. Para la temporada de lluvias los días-trampa efectivos fueron 1208 con 142 días-trampa en sitios dobles (*checkpoints* activos). Para la temporada de secas los días-trampa efectivos fueron 1264 con 112 días-trampa dobles. Los resultados se presentan considerando los días-trampa reales para cada estación.

### V.2 Riqueza de especies.

A lo largo de todo el estudio se registraron 24 especies de mamíferos de las cuales 8 se encuentran la Norma Oficial Mexicana para su protección (DOF, 2002). En la tabla II se muestran las especies de mamíferos fotografiadas.

En la temporada de lluvias se registraron 23 especies de mamíferos en 14 familias, siendo la familia Felidae la mejor representada, con las cinco especies de felinos reportadas para la selva Lacandona, seguida por la familia Didelphidae, de la cual se registraron cuatro especies de tlacuaches. Para la estación seca se registraron 20 especies de mamíferos en 12 familias. También en esta temporada

---

<sup>1</sup> Los resultados y discusiones sobre las capturas de especies de aves se presentan en el ANEXO III

las familias mejor representadas fueron Didelphidae y Felidae, ambas con cuatro especies, pues en esta ocasión no se capturó al jaguarundi.

Tabla II. Familias y especies de mamíferos fotografiados. (De acuerdo a la clasificación de Wilson y Reeder de 1993.)

Familia	Especie	Nombre común	lluvias	secas
Dasypodidae	<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	X	X
Myrmecophagidae	<i>Tamandua mexicana</i> (P)	Oso hormiguero	X	X
Felidae	<i>Herpailurus yaguarondi</i> (A)	Jaguarundi	X	
	<i>Leopardus pardalis</i> (P)	Ocelote	X	X
	<i>Leopardus wiedii</i> (P)	Tigrillo	X	X
	<i>Puma concolor</i>	Puma	X	X
	<i>Panthera onca</i> (P)	Jaguar	X	X
Mustelidae	<i>Conepatus semistriatus</i> (Pr)	Zorrillo		X
	<i>Eira barbara</i> (P)	Viejo de monte	X	X
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	X	X
Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Tepezcuintle	X	X
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	X	
Heteromyidae	<i>Heteromys sp.</i>	Rata espinosa	X	X
Muridae	<i>Oryzomys sp.</i>	Rata arrocera	X	
	<i>Otodylomys phyllotis</i>	Rata arrocera	X	
Leporidae	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	Conejo tropical	X	X
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache común	X	X
	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache común	X	X
	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache cuatro ojos	X	X
	<i>Metachirus nudicaudatus</i>	Tlacuache cuatro ojos café.	X	X
Tapiridae	<i>Tapirus bairdii</i> (P)	Tapir	X	X
Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	Pecarí de collar	X	X
	<i>Tayassu pecari</i>	Pecarí de labios blancos	X	X
Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	X	X

En la NOM-Ecol-059 (DOF, 2002) se encuentran algunas de las especies en las siguientes categorías:

- Pr Protección especial.
- A Amenazada.
- P En peligro de extinción.

## Discusión

Sin duda, la metodología utilizada resultó útil para detectar la presencia de organismos poco conspicuos o elusivos como en otros estudios (Morazzi *et. al.*, 2002), particularmente mamíferos como las cinco especies de felinos. A lo largo de todo el estudio estuvimos recorriendo los distintos senderos y líneas del sitio de estudio acumulando un mínimo de 540hr de trabajo y 950km recorridos en éste. En todo el tiempo que se pasó en el campo se hicieron observaciones directas de sólo 7 especies de mamíferos (viejo de monte, coatí, ardilla tropical, pecaríes de collar y labios blancos, tapir y temazate) de las 24 fotografiadas en el estudio. En cuanto a rastros, también se encontraron pocos rastros de sólo 7 de las 24 especies de mamíferos encontradas con el trampeo fotográfico (ocelote, puma, jaguar, tapir, pecaríes de collar y labios blancos y venado temazate).

A pesar de que no seguí un método para obtener datos de presencia y abundancia basado en rastros, es claro que el fototrampeo resulta una herramienta muy útil para obtener este tipo de datos, particularmente en condiciones como las de la Lacandona. En ésta, los suelos tienen gran cantidad de hojarasca, una muy alta densidad vegetal, mucha humedad y lluvia; condiciones que hacen difícil el que se dejen muchos rastros fáciles de identificar y que estos permanezcan suficiente tiempo en el campo para ser identificados.

El listado de especies capturadas sin duda apoya el que esta área de la Lacandona sigue estando en buen estado de conservación, pues aún presenta

poblaciones de las especies mayores que requieren de grandes extensiones de hábitat en buen estado, como son los felinos (Sunquist y Sunquist, 2002).

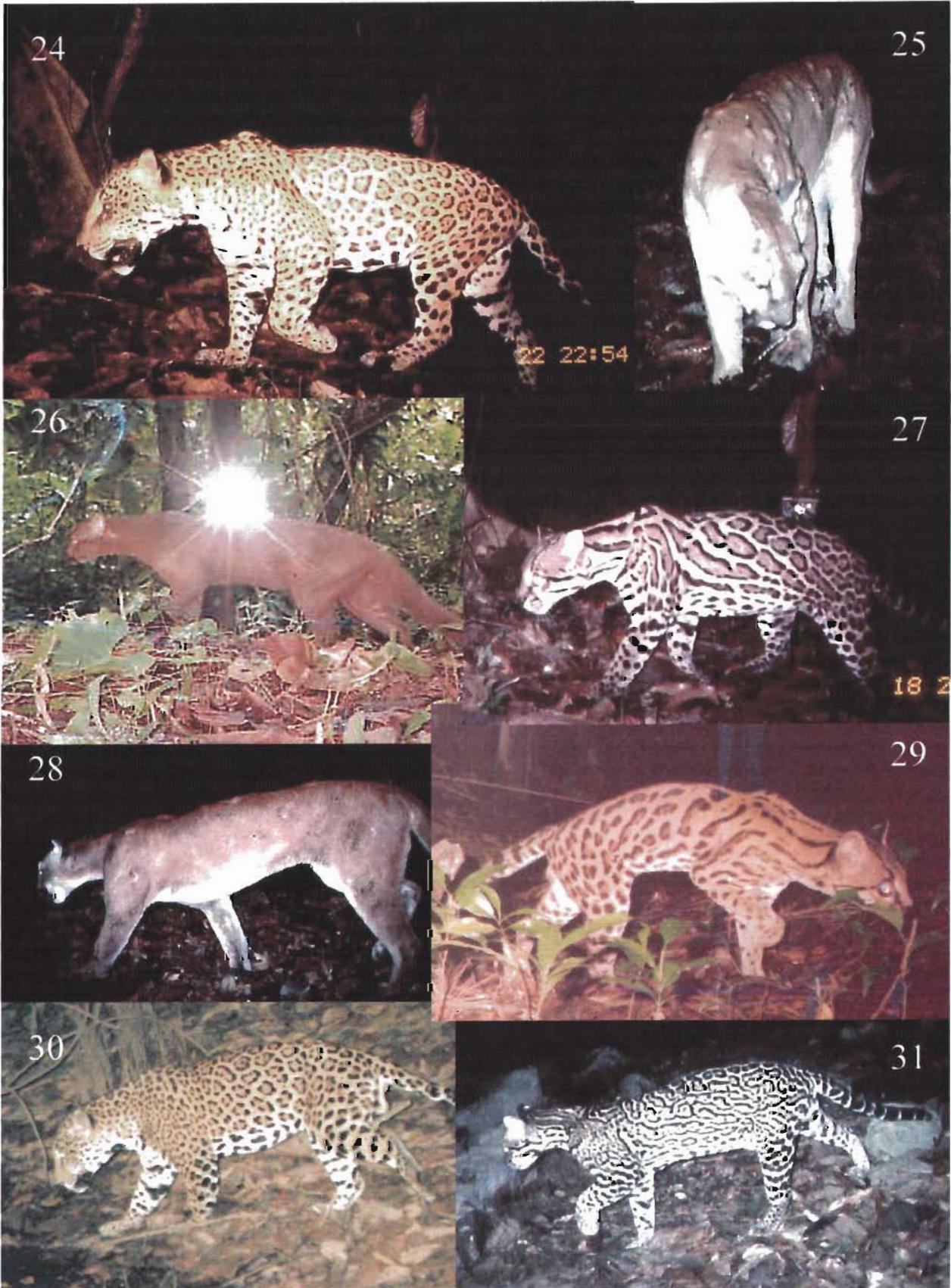
Las siguientes páginas muestran imágenes de la mayoría de las especies capturadas, a continuación enlisto los nombres de las especies en cada fotografía.

- 1- *Dasyopus novemcinctus* (Armadillo).
- 2- *Tamandua mexicana* (Hormiguero).
- 3 y 9- *Didelphis virginiana* (Tlacuache común).
- 4- *Agouti paca* (Tepezcuintle)
- 5- *Silvilagus brasiliensis* (Conejo tropical)
- 6, 10 y 12- Ratones de los géneros *Oryzomys* y *Heteromys*.
- 7- *Philander opossum* (Tlacuache cuatro ojos).
- 8- *Sciurus deppei* (Ardilla tropical).
- 11- *Metachirus nudicaudatus* (Tlacuache café).
- 13 - *Nasua narica* (Coatí).
- 14 - *Didelphis virginiana* trepado en el palillo en que se colocó el atrayente olfativo.
- 15 - *Eira barbara* (Viejo de monte).
- 16 - *Mazama americana* (Venado temazate).
- 17 y 21- *Tapirus bairdii* (Tapir).
- 18 y 22 - *Tayassu tajacu* (Pecarí de collar).
- 19 - Cría de *Mazama americana* (Venado temazate).
- 20 y 23 - *Tayassu pecari* (Pecarí de labios blancos).
- 24 y 30 - *Panthera onca* (Jaguar).
- 25 y 28 - *Puma concolor* con parásitos en la piel (Puma).

- 26 - *Herpailurus yaguarondi* (Jaguarundi).
- 27 y 31 - *Leopardus pardalis* (Ocelote).
- 29 - *Leopardus wiedii* (Tigrillo).
- 32 - *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre).
- 33 y 39 - *Tinamus major* (Tinamú).
- 34 y 38 - *Aramides cajanea* (Totolaca).
- 35 - *Leptotila cassini* (Paloma pecho gris).
- 36 - *Geotrygon montana* (Paloma rojiza).
- 37 - *Crax rubra* macho (Hocofaisán).
- 40 - *Buteogallus anthraciunus* (Aguililla negra menor).
- 41 - *Crax rubra* (grupo de Hocofaisánes hembras).
- 42 - *Formicarius analis* (Hormiguero cara negra).
- 43 - *Momotus momota* (Barranquillo).









### V. 3 Acumulación de especies.

La tabla III muestra los días y días-trampa que tardó en ser registrada cada especie por primera vez. Desde el primer día de trampeo hubo registros y el último registro de una especie para lluvias (*Philander opossum*) tardó 31 días o 604 días-trampa. En secas la última especie capturada (*Pantera onca*) tardó 35 días o 728 días trampa (con aproximadamente 24 trampas activas cada día).

Tabla III Tiempos de captura

	LLUVIAS		SECAS	
	Días que tardó su captura	Días-trampa que tardó su captura	Días que tardó su captura	Días-trampa que tardó su captura
<i>D. novemcinctus</i>	1	3.6	1	3.8
<i>L. pardalis</i>	1	3.6	2	7.6
<i>T. bairdii</i>	3	21.6	5	49.3
<i>A. paca</i>	4	32.4	8	113.8
<i>M. americana</i>	4	32.4	7	91.0
<i>S. brasiliensis</i>	5	46.7	5	49.3
<i>P. onca</i>	5	46.7	35	728.0
<i>T. mexicana</i>	5	46.7	23	455.0
<i>D. marsupialis</i>	6	64.7	5	49.3
<i>P. tajacu</i>	7	86.3	4	34.1
<i>N. narica</i>	7	86.3	4	34.1
<i>P. concolor</i>	7	86.3	2	7.6
<i>L. wiedii</i>	8	107.9	23	455.0
<i>M. nudicaudatus</i>	9	129.4	29	591.5
<i>D. virginiana</i>	10	151.0	5	49.3
<i>T. pecari</i>	12	194.1	6	68.3
<i>H. yaguarondi</i>	13	215.7	-----	-----
<i>E. barbara</i>	14	237.3	30	614.3
<i>P. opossum</i>	31	604.0	25	500.5
<i>C. semistriatus</i>	-----	-----	18	341.3

Días del estudio y los días-trampa (unidad de esfuerzo estandarizada) que tardó cada especie en ser capturada por primera vez.

En lluvias el promedio de días-trampa para la primera captura para todas las especies es de aproximadamente 115.6 días-trampa (aproximadamente nueve días del estudio con la metodología utilizada y considerando los problemas que se presentaron que redujeron el número de días-trampa). Para secas el promedio es de 234.1 días-trampa (aprox. 14 días del estudio). En la temporada de lluvias a los 13 días del estudio (aprox. 216 días-trampa) ya se tenían fotografías de más del 90% de las especies totales que se registraron durante este estudio. En secas el 90% de las especies se acumularon a los 29 días (aprox. 592 días trampa).

Las figuras 6 y 7 muestran las curva de acumulación de especies de mamíferos medianos y grandes capturados para cada temporada y la curva del modelo logístico (Soberón y Llorente, 1993). Los datos se ajustan al modelo para ambas temporadas mas del 96% (tabla IV). El modelo logístico plantea que en lluvias faltaron al menos 11 especies por capturarse (predice una riqueza de mamíferos medianos y mayores de al menos 30), mientras que en secas plantea que faltaron al menos 2 especies (predice una riqueza de 22 especies) (tabla IV).

Tabla IV. Regresión estadística de la acumulación de especies.

	LLUVIAS	SECAS
% varianza	93.78 %	95.75%
R	0.968	0.978
Especies encontradas	19	19
Asíntota (Spp. esperadas)	> 30	> 22

Figura 6. Curva de acumulación de especies para la temporada de lluvias.

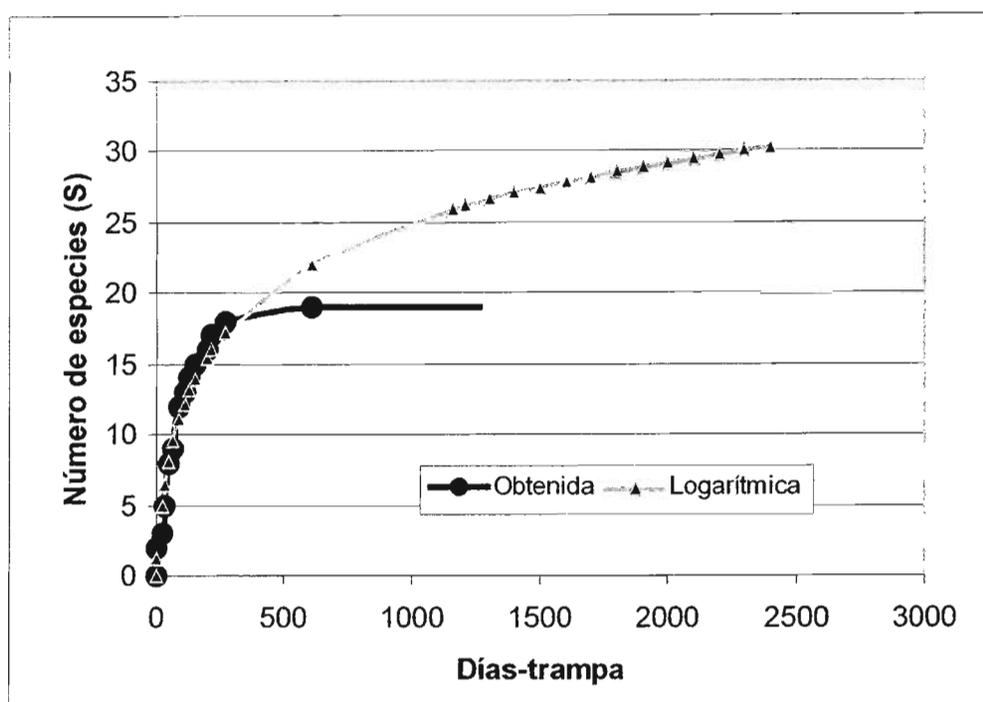
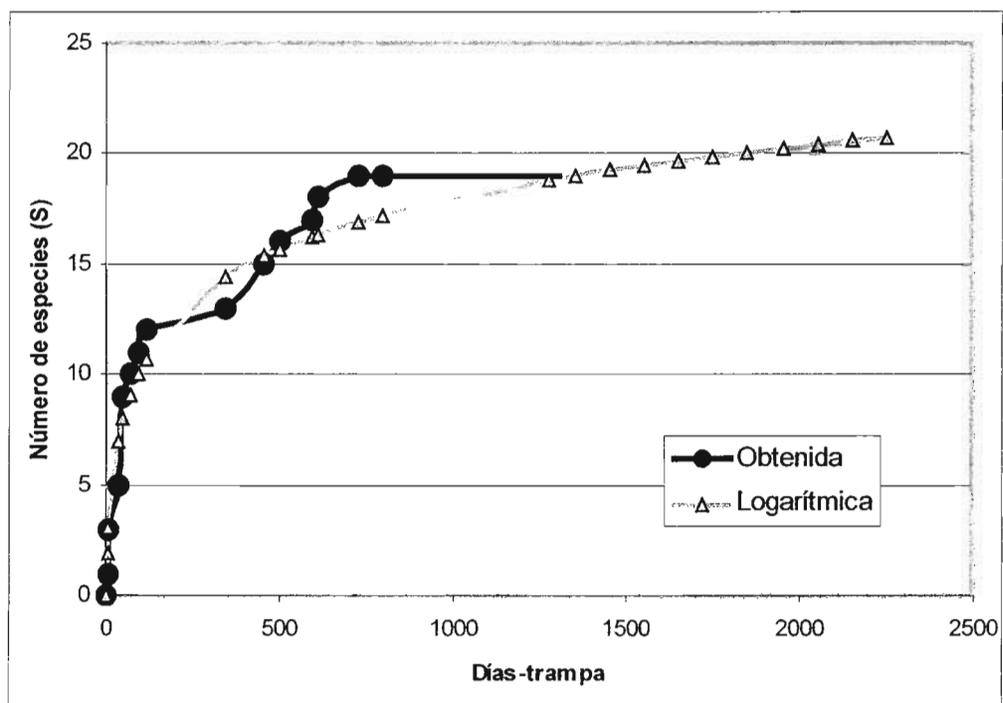


Figura 7. Curva de acumulación de especies para la temporada de secas.



La acumulación de especies durante la temporada de lluvias fue más rápida que la que se dio en la estación seca. Para ambos casos, el muestreo realizado fue suficiente (figuras 6 y 7). La parte horizontal de la curva de acumulación obtenida nos indica que hubo suficiente tiempo para tener recapturas de la mayoría de las especies, sobretodo en la época de lluvias.

### Discusión

Para un estudio cuyo objetivo sea el compilar datos de presencia de mamíferos medianos y grandes, por ejemplo para realizar listados de riqueza de fauna o evaluar la distribución de una o varias especies 30 días por sitio (con 24 trampas) o aproximadamente 720 días-trampa son un buen esfuerzo. Habría que colocar las cámaras, visitarlas a los 15 días para cambiar película (de 36 exposiciones) de ser necesario y regresar en otros 15 días a quitarlas. Sería recomendable colocar las trampas en sitios con diferente tipo de vegetación y moverlas a la mitad del estudio para así maximizar el número de sitios, aumentando la probabilidad de encontrar especies distintas.

Las diferencias en la riqueza presente que predice el modelo logístico en la estación de lluvias y en la seca se deben seguramente a que en lluvias las especies capturadas se acumularon mucho más rápido que en la temporada seca.

Las especies que sabemos deben estar presentes, pero que no se fotografiaron deben requerir un gran esfuerzo para ser capturadas con este método o quizá por alguna razón no están presentes en esta zona de la Lacandona.

#### V. 4 Especies de mamíferos no capturadas.

A partir de diversos estudios mastozoológicos que han sido realizados en la selva Lacandona (Ramos *et. al.*, 1983; Aranda y March, 1986; Álvarez del Toro, 1991; Medellín, 1991c; March y Aranda, 1992; Medellín *et. al.*, 1992; Medellín y Equihua, 1998) se cuenta con un listado de las especies de mamíferos que era posible capturar con este estudio. No todas las especies esperadas fueron fotografiadas.

En la tabla V se muestran las especies de mamíferos medianos y grandes que podrían estar presentes en el área y que no fueron “detectadas” con este estudio. No se incluyen especies que debido a su conducta era prácticamente imposible capturar en los sitios donde se colocaron las cámaras. Por ejemplo, especies arborícolas como los dos primates (mono aullador y mono araña), el mico de noche y el cacomixtle tropical o especies de hábitos acuáticos como la nutria y el tlacuache acuático, entre otras.

Tabla V. Especies de mamíferos terrestres (medianos o grandes) listados anteriormente para la selva Lacandona que no fueron encontrados con este estudio.

Especie	Nombre común
<i>Cabassous centralis</i> *	armadillo cola desnuda
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> *	zorra gris
<i>Galictis vittata</i> * (A)	grisón
<i>Procyon lotor</i> *	mapache
<i>Coendou mexicanus</i> *	puercoespín tropical
<i>Dasyprocta punctata</i> *	guaqueque centroamericano
<i>Odocoileus virginianus</i> +	venado cola blanca

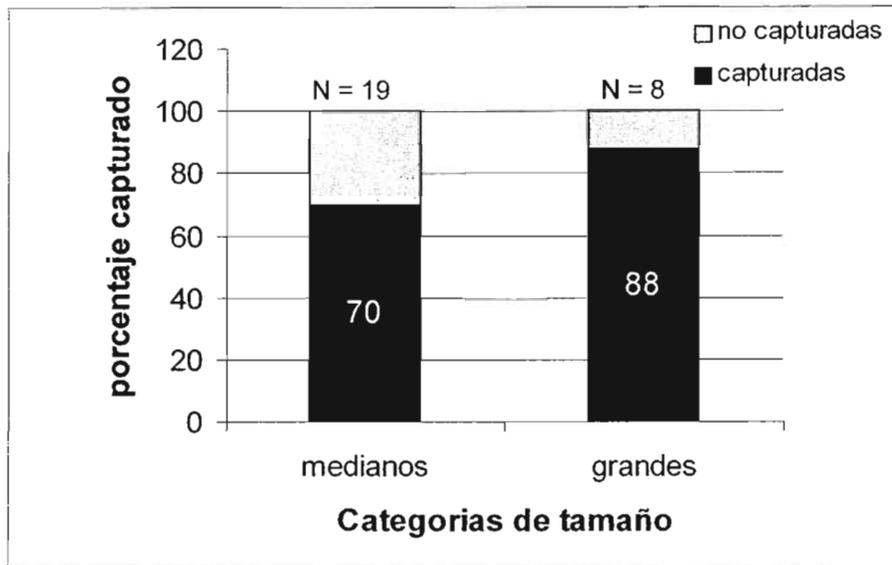
\* Dentro de la categoría de peso propuesta como mediano.

+ Dentro de la categoría de peso propuesta como grande.

(A) Especie en la categoría de “Amenazada” dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001. (DOF, 2002).

Del total de 19 mamíferos incluidos en la categoría de mediana no se fotografiaron 6 especies (tabla V). Del total de 8 mamíferos grandes solamente uno no se capturó (el venado cola blanca). La figura 8 muestra los porcentajes de especies capturadas dentro de ambas categorías de tamaño.

Figura 8. Porcentaje de especies medianas y grandes que fueron capturadas.



Las especies de mayor tamaño parecen tener una probabilidad mayor de ser capturadas que las especies medianas utilizando el fototrampeo con la metodología que se siguió (la altura a la que se encontraba el sensor era aproximadamente de 40 cm sobre el suelo).

#### Discusión

A pesar de que el tamaño parece influir en la probabilidad de ser detectado por las trampas fotográficas, la mayoría de las especies de tamaño mediano se capturaron. El trampeo fotográfico prueba ser útil no sólo para estudiar especies grandes.

La mayoría de las especies que no se capturaron, tampoco fueron registradas en Medellín y Equihua (1998) Ambos estudios se llevaron a cabo en prácticamente la

misma área de estudio. Las especies ausentes en ambos son las siguientes: el puercoespín, mapache, grisón, armadillo cola desnuda, la zorra y el venado cola blanca.

Las especies ausentes del listado de riqueza de este estudio son de tamaño mediano, solitarios y de hábitos semiarborícolas, fosoriales o semiacuáticos (Reid, 1997; Aranda, 2000). La única especie no capturada que es de tamaño grande y de hábitos gregarios es el venado cola blanca que se distribuye en gran variedad de hábitats, pero generalmente no se encuentran en bosques densos (Nowak, 1991), como el de este estudio.

En el área de estudio los habitantes locales y otros investigadores no han tenido encuentros ni han observado rastros del guaqueque o de la zorra gris. Este estudio provee de más evidencia que apoya que muy probablemente en esta área de la Lacandona no se encuentran estas especies. Es posible que la distribución de las especies que se encuentran en la Lacandona no sea homogéneo.

### V. 5 Capturas por categoría de tamaño.

Al agrupar el número de capturas de los mamíferos en distintas categorías de tamaño<sup>2</sup> encontramos que a mayor tamaño mayor es la tasa de captura (Tablas VI y VII).

Tabla VI. Capturas por categoría de tamaño en la época de lluvias.

Categoría de tamaño.	Número de capturas.	No. de spp. en esa categoría.	X de capturas por categoría.
Grande	107	7	<b>15.3</b>
Mediano	172	12	<b>14.3</b>
Pequeño	18	4	<b>4.5</b>

Tabla VII. Capturas por categoría de tamaño en la época de secas.

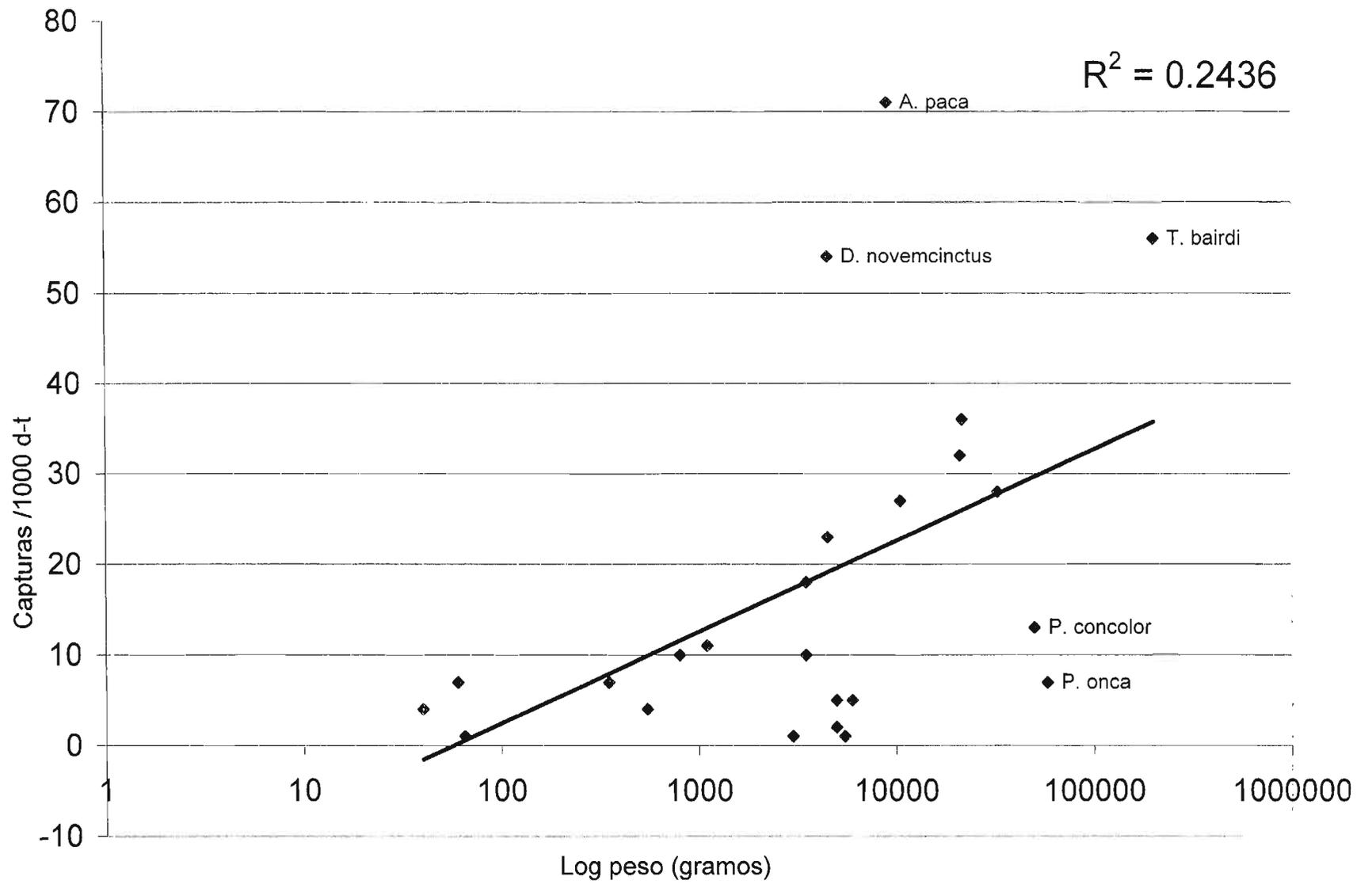
Categoría de tamaño.	Número de capturas.	No. de spp. en esa categoría.	X de capturas por categoría.
Grande	138	7	<b>19.7</b>
Mediano	92	12	<b>7.7</b>
Pequeño	2	4	<b>0.5</b>

<sup>2</sup> **Categoría grande:** tapir, temazate, pecarí de collar, pecarí de labios blancos, ocelote, puma y jaguar.

**Categoría mediana:** tepezcuintle, armadillo de nueve bandas, coatí, conejo tropical, viejo de monte, tigrillo, jaguarundi, oso hormiguero, zorrillo, tlacuache cuatro ojos, tlacuache cuatro ojos café y los tlacuaches comunes (*D. marsupialis* y *D. virginiana*.)

**Categoría pequeña:** ardilla tropical, rata espinosa, *Orizomys sp.* y rata arrocera (*Heteromys desmarestianus*)

Figura 9. Relación masa-tasa de captura.



Si no agrupamos a las especies por categorías de tamaño y analizamos la relación que guarda la masa de cada especie con su tasa de captura, encontramos que no existe una correlación entre éstas (Figura 9). No existe la relación: a mayor tamaño mayor tasa de captura. Algunas de las especies de gran tamaño tienen tasas de captura bastante bajas en comparación con organismos de mucho menor peso, como es el caso del jaguar y el puma. Por el contrario el tepezcuintle y el armadillo a pesar de no tener una gran masa corporal presentaron altas tasas de captura.

#### Discusión

El método de este estudio se planteo para tomar datos de las especies de tamaño grande como los tapires, pecaries, pumas y jaguares. El diseño del método (las trampas utilizadas, el número y espacio entre éstas; y la altura y sitios donde se colocaron) fue correcto, en medida que los datos obtenidos si resultaron sesgados hacia las especies de tamaño mayor. A pesar de que las especies de mayor tamaño (particularmente los carnívoros) son mas raras naturalmente que muchas de las especies de tamaño mediano, en promedio hay más capturas de mamíferos grandes que medianos.

## V. 6 Abundancia relativa.

### V. 6. 1 Tasas de captura.

La tabla VIII muestra las tasas de captura por especie. Las especies de mamíferos más capturadas durante la estación de lluvias fueron: el tepezcuintle, el armadillo, el tapir, el temazate, el pecarí de collar, el coatí, el ocelote y el pecarí de labios blancos. En la estación seca los más capturados fueron el tapir, el pecarí de collar, el tepezcuintle, el pecarí de labios blancos, el ocelote, el armadillo, el temazate y el coatí. (Fig. 10, tabla VIII)

Las especies de mamíferos menos capturadas durante lluvias fueron: el jaguar, el tigrillo, el viejo de monte, el jaguarundi y el hormiguero. En la temporada seca los menos capturados fueron: el tlacuache común (*D. virginiana*), el tigrillo, el hormiguero y el zorrillo, (todos con solamente una o dos capturas) (Fig.9, tabla VIII).

El que una especie tenga una tasa de captura mayor que otra, no significa forzosamente que la primera sea más abundante pues las tasas de captura no sólo reflejan la abundancia. La abundancia relativa de organismos parecidos, como el jaguar y el puma, que tienen ámbitos hogareños semejantes, así como un peso y una conducta similar, podrían compararse (Capítulo V.8)

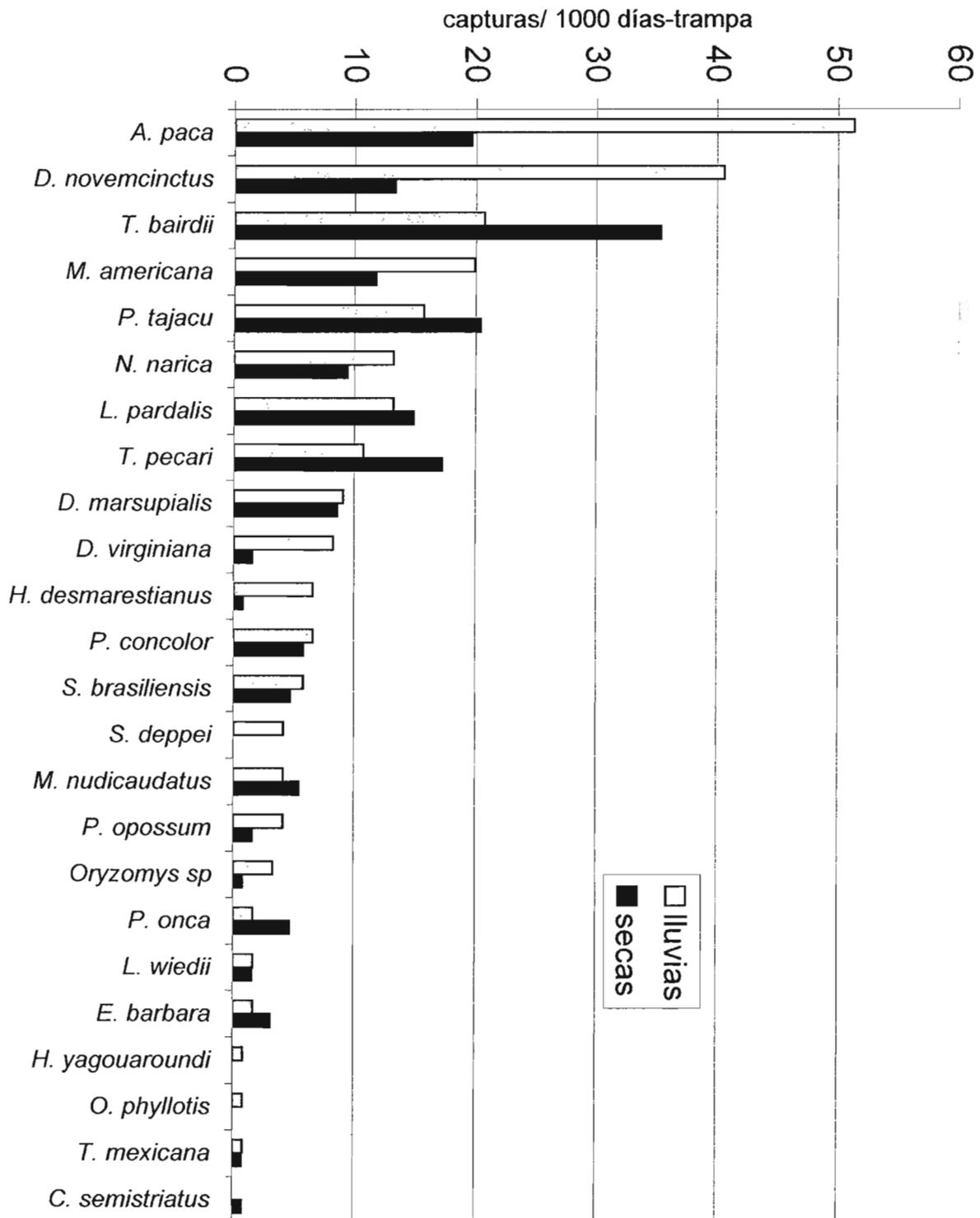
Tabla VIII. Capturas de mamíferos por especie para ambas estaciones.

	LLUVIAS			SECAS		
	# F	# C	C/1000	# F	# C	C/1000
<i>A. paca</i>	75	62	<b>51.32</b>	29	25	<b>19.62</b>
<i>D. novemcinctus</i>	52	49	<b>40.56</b>	17	17	<b>13.34</b>
<i>T. bairdii</i>	49	25	<b>20.7</b>	118	45	<b>35.32</b>
<i>M. americana</i>	31	24	<b>19.87</b>	20	15	<b>11.77</b>
<i>P. tajacu</i>	37	19	<b>15.73</b>	55	26	<b>20.41</b>
<i>N. narica</i>	20	16	<b>13.25</b>	16	12	<b>9.42</b>
<i>L. pardalis</i>	21	16	<b>13.25</b>	21	17	<b>13.34</b>
<i>T. pecari</i>	48	13	<b>10.76</b>	71	22	<b>17.27</b>
<i>D. marsupialis</i>	13	11	<b>9.11</b>	11	11	<b>8.63</b>
<i>D. virginiana</i>	10	10	<b>8.28</b>	2	2	<b>1.57</b>
<i>P. concolor</i>	15	8	<b>6.62</b>	10	7	<b>5.79</b>
<i>S. brasiliensis</i>	7	7	<b>5.79</b>	6	6	<b>4.71</b>
<i>M. nudicaudatus</i>	6	5	<b>4.14</b>	7	7	<b>5.49</b>
<i>P. opossum</i>	5	5	<b>4.14</b>	3	3	<b>2.35</b>
<i>L. wiedii</i>	3	3	<b>2.48</b>	3	3	<b>2.35</b>
<i>P. onca</i>	3	2	<b>1.65</b>	9	6	<b>4.71</b>
<i>E. barbara</i>	2	2	<b>1.65</b>	4	4	<b>3.14</b>
<i>H. yaguarondi</i>	3	1	<b>0.83</b>	0	0	<b>0</b>
<i>T. mexicana</i>	1	1	<b>0.83</b>	1	1	<b>0.78</b>
<i>C. semistriatus</i>	0	0	<b>0</b>	1	1	<b>0.78</b>

#F indica el número de fotografías tomadas para cada especie. #C indica el número de capturas. C/1000 es la tasa de captura estandarizada para 1000 días-trampa (índice de abundancia).

Figura 10. Tasas de captura de mamíferos para ambas estaciones.

Figura 10. Tasas de captura de mamíferos para ambas estaciones



## Discusión

Especies que por diversas características como su tamaño, su conducta (tamaños de las áreas que utilizan, patrones de actividad, propensión al uso de senderos), entre otros, deben de tener probabilidades de captura similares, por lo que sus tasas de captura deben reflejar en una proporción similar la abundancia real. En estos casos considero válido utilizar los índices de captura para comparar la abundancia de especies con éstas características.

Así encontramos que los tlacuaches comunes (*D. marsupialis* y *D. virginiana*) son más abundantes que los tlacuaches cuatro ojos (*P. opossum* y *M. nudicaudatus*) y que el puma fue más abundante que el jaguar en la estación lluviosa. El caso de los felino se analiza en el capítulo V.8.

Si se considera que las dos especies de pecaríes presentes tienen probabilidades de captura similares, se debe tener cuidado al realizar comparaciones. Éstas especies tienen distintos hábitos gregarios (Reid, 1997). Los pecaríes de collar suelen encontrarse solitarios o en grupos pequeños de tres o cuatro individuos. Los pecaríes de labios blancos forman grandes grupos de hasta cincuenta individuos (observación personal en el campo durante este estudio). Por el tamaño de los grupos de los pecaríes de labios blancos, éstos seguramente tienen una mayor probabilidad de activar las cámaras que los pecaríes de collar. Además se debe de tomar en cuenta que en las tasas de captura que se presentan en la tabla VIII una captura significa el total de fotografías que se tomaron en un evento

(mismo espacio y tiempo) ya sea de un sólo individuo o bien de un grupo de éstos. Por ejemplo una captura típica de pecarí de collar es una sola fotografía con uno o dos individuos únicamente. Una captura de pecarí de labios blancos suele constar de varias fotografías consecutivas de un grupo de animales. El caso particular de los pecaríes se trata en el capítulo V. 9.

Las tasas de captura de ciertos mamíferos medianos como el tepezcuintle, el armadillo y los tlacuaches parecen estar relacionadas en gran medida con el sitio de la trampa y la localización espacial y temporal de sus madrigueras. En algunos sitios y tiempos del trampeo se encuentran varias capturas de la misma especie en el mismo sitio en noches consecutivas a horas similares. Por ejemplo todas las capturas de *Metachirus nudicaudatus* de la estación seca fueron en el mismo sitio en las siguientes fechas y horas: 20 de abril a las 1:26, 4:04 y 4:43 hrs.; el 22 de abril a las 00:39hrs; 25 de abril a las 01:03hrs., 29 de abril a las 20:37 y 21:44hrs. Lo anterior sugiere que la trampa se encontraba cerca de la madriguera del tlacuache por lo que pasaba con frecuencia por el sitio de la trampa y que las siete capturas son de este mismo individuo.

Debido al posible sesgo que se explicó en el párrafo anterior y a que la separación entre las trampas no fue planeada para estudiar abundancias relativas de mamíferos medianos o pequeños (para los cuales se necesitaría intensificar la densidad de trampas en áreas más pequeñas), no considero válido el utilizar las tasas de captura de estos organismos como índices de abundancia relativa. La metodología utilizada en este estudio brinda datos útiles sobre la presencia de

mamíferos medianos mas no sobre su abundancia. Otros estudios podrían utilizar las trampas fotográficas para estudiar mamíferos medianos o pequeños (con una densidad de trampas acorde a éstos), pero su metodología tendría que considerar realizar correcciones para evitar las sobrestimaciones producto de alguna trampa se encontrara en el paso diario de cierto individuo.

Como se mencionó en el capítulo de riqueza de especies, se trabajaron al menos 530 horas en el área, en las cuales en muy pocas ocasiones se observó algún mamífero silvestre. Con el uso de las trampas fotográficas se tienen muchos más datos de los que se tendrían en un estudio con rastros que tuviera un gran esfuerzo en cuanto a horas de trabajo, al menos en las condiciones de la Lacandona. En todo ese tiempo nunca se logró la observación directa de un felino. Encontramos sólo en una ocasión huellas de un ocelote, en otra ocasión huellas de un puma, y en dos ocasiones huellas de jaguar (ambas veces frente a una cámara que tomó la fotografía del individuo). Encontramos sólo tres excretas de felino (puma o jaguar) y dos troncos con rasguños. Nos encontramos con manadas grandes de pecaríes de labios blancos en cinco ocasiones (entre 30 y 50 individuos en cada grupo) y pecaríes de collar sólo cuatro veces. Los rastros que más frecuentemente encontramos fueron los de tapir, ya sean huellas o echaderos; sólo en una ocasión se observó directamente uno y se escuchó otro. En casos como éste se justifica el uso del trampeo fotográfico, pues otras herramientas no resultarían tan útiles para detectar la presencia de especies con éstas características.

El conocer o estimar los tamaños poblacionales de ciertas especies de mamíferos sería de gran utilidad para planear su conservación y manejo, pero esto rara vez es posible. Generalmente se utilizan índices de abundancia para ver la tendencia en el comportamiento de la población para ver si esta permanece estable en el tiempo o si decrece o crece su tamaño. Estos índices se pueden utilizar como buenos indicadores del estado de conservación para evaluar el impacto de acciones de conservación, restauración, aprovechamiento, entre otros. Al realizar estudios de seguimiento a lo largo del tiempo se pueden analizar las tendencias en cuanto a la presencia y abundancia relativa. Si en 15 años se analizaran fotografías satelitales del área del 2002 y 2017, puede que no se encuentren diferencias significativas en la vegetación y se podría llegar a la conclusión de que el área permanece en el mismo estado de conservación. Para tener una visión más realista de la condición del área, una repetición de este estudio sería de utilidad. ¿Seguirán presentes las mismas especies? ¿Aún estarán presentes los carnívoros mayores y grupos de pecaríes de labios blancos de más de cuarenta individuos?

#### V. 6. 2 Cambios estacionales.

Suponiendo que al estandarizar el método en ambas temporadas las tasas de captura obtenidas se relacionan con una proporción constante a la abundancia real, éstas se pueden utilizar como índice de abundancia relativa para probar la existencia de variación estacional en la abundancia de distintas especies. Esta comparación entre estaciones resulta particularmente válida pues se trata del

mismo sitio de estudio. En la tablas VIII se muestran los cambios entre las tasas de captura en ambas estaciones.

Los resultados de las pruebas de t realizadas para las especies de mamíferos se muestran en la tabla IX. En ningún caso se encontraron diferencias significativas que muestren una dispersión asociada al cambio estacional (en cuanto al número de capturas). Todos los valores de t calculados fueron menores al valor de tablas para un  $\alpha(0.05) = 2.07$  o incluso a un  $\alpha(0.5) = 0.658$ .

Tabla IX. Pruebas de t de las diferencias de abundancia estacionales de mamíferos.

Especie	t calculada
<i>A. paca</i>	0.18754
<i>D. novemcinctus</i>	0.17425
<i>N. narica</i>	0.87362
<i>M. americana</i>	0.59509
<i>T. bairdii</i>	0.20599
<i>T. tajacu</i>	0.64554
<i>T. pecari</i>	0.85772
<i>L. pardalis</i>	0.65881

## Discusión

No se encontraron cambios en la abundancia relativa de mamíferos en el área asociados al cambio de disponibilidad de agua. Es posible que a pesar del cambio estacional en la cantidad de lluvia en ambas temporadas las especies presentes

en el área siempre tengan una fuente de agua disponible y no tengan necesidad de dispersarse. No hay evidencia de que en la temporada de secas los organismos se concentren cerca de los cuerpos permanentes de agua y reduzcan su área de actividad intensificándola en estos sitios, al menos no en esta parte de la reserva.

Algunos de los habitantes del área están convencidos de que en la temporada de secas la abundancia de animales en el área es mayor. Es posible que las abundancias sean las mismas a lo largo de todo el año, pero que en secas las probabilidades de encuentro directo sean mayores, pues al estar seco el suelo y la hojarasca es mucho más fácil detectar a los animales pues estos hacen más ruido. En estudios que buscan estimar la abundancia relativa de mamíferos basándose en rastros y observaciones directas podría encontrarse erróneamente que existen cambios estacionales debido a las distintas probabilidades de encuentro directo y de rastros asociados al cambio estacional (Naranjo, 1994). En secas es más difícil que se marquen huellas debido a lo compacto del substrato, a excepción de ciertos sitios como áreas cercanas a los cuerpos de agua donde se forma lodo. En lluvias es más factible que se marquen rastros, pero debido a las mismas lluvias, estos no permanecen por mucho tiempo. Estas diferencias en la detectabilidad de distintas especies no se tienen utilizando el fototrampeo.

### V. 7 Captura con atrayentes olfativos.

Para probar la efectividad en el uso de atrayentes olfativos para incrementar la tasa de captura de felinos se compararon las tasas de captura durante las semanas 7 y 8 del estudio en diferentes sitios (la mitad de los sitios tenía atrayente y la otra mitad no) y las tasas obtenidas durante las semanas 5 y 6 (sin atrayentes) con las obtenidas durante las semanas 7 y 8 (con atrayentes) en los mismos sitios. Para ambos casos se agruparon los datos de todas las especies de felinos para hacer más robusta la comparación. Las tablas X y XI presentan los resultados de las pruebas estadísticas.

Tabla X. Comparación de las tasas de captura con y sin el uso de atrayentes olfativos en el mismo tiempo y distintos sitios.

$\neq$ sitio = tiempo	t calculada	$\alpha(0.05)$	$\alpha(0.5)$
Lluvias	0.36	2.57	0.73
Secas	0.16		

Tabla XI. Comparación de las tasas de captura con y sin el uso de atrayentes olfativos en el mismo sitio y distintos tiempos.

= sitio $\neq$ tiempo	t calculada	$\alpha(0.05)$	$\alpha(0.5)$
Lluvias	0.07	2.57	0.73
Secas	0.29		

En ninguno de los casos las diferencias fueron significativas, las tasas de captura para los felinos son tan bajas y al reducirse más aún la cantidad de datos al

disminuir el número de días trampas que se comparan, terminamos con tan pocos datos que las comparaciones para encontrar diferencias significativas son muy poco robustas.

El máximo tiempo desde que se aplicó el atrayente en una trampa hasta el evento de captura en el que es evidente un efecto de éste sobre la conducta de algún animal es de 1 día (un tlacuache común) en la temporada de secas y 11 días para lluvias (un ocelote). En la temporada de secas se tiene una captura de ocelote 13 días después de aplicar el atrayente en ese sitio y éste no parece haber mostrado ningún interés. En lluvias se tiene además del ocelote a un puma claramente olfateando el atrayente tres días después de haber sido colocado. En este caso en particular existe evidencia de que en la temporada de lluvias la duración del efecto fue mayor que en la temporada seca.

#### Discusión

Es claro que el atrayente tiene un efecto sobre algunos de los mamíferos presentes en el área. En una captura de ocelote en una trampa con atrayente, el individuo se tomó cuatro fotografías (permaneció en el sitio al menos dos minutos) al quedarse dando vueltas frente a la cámara, siendo que en la mayoría de las capturas de ocelotes, éstos se toman una sola fotografía. Su conducta parece haber sido alterada como sucede a un gato doméstico (*Felis catus*) en presencia de catnip (*Nepeta cataria*) (obs. personal). En diversas capturas de tlacuaches se ve al individuo frotándose contra los palillos en los que se colocó el atrayente.

La aparente mayor duración del efecto del atrayente olfativo en la temporada de lluvias podría deberse a que con la humedad se conserva mejor el atrayente, pero son tan pocos los datos que no se podría decir con certeza. Es posible que el método para utilizar el atrayente no haya sido el más adecuado.

El objetivo de utilizar los atrayentes olfativos en parte era el de aumentar las probabilidades de tener capturas de los felinos en las trampas dobles. Éstas se movieron a los sitios en los que azarosamente se colocó el atrayente, para así tener más fotografías de los animales por ambos flancos y que su identificación individual fuera más fácil de realizar. El uso de este atrayente (con este método) no resultó ser efectivo para aumentar las capturas de felinos. Cabe mencionar que al hacer que los animales que se capturaron durante su uso se quedaran más tiempo en las trampas al examinar la marca olorosa, se tienen más fotografías de éstos en distintas posiciones por lo que se facilita su identificación individual y su sexado.

En estudios de fototrampeo que requieren de la identificación individual de carnívoros y otras especies manchadas pueden resultar útiles los atrayentes para aumentar el número de fotografías por captura y probablemente para aumentar la probabilidad de captura (habría que intentarlo con otros atrayentes y con otros métodos que ayuden a la dispersión del atrayente a un área mayor y que prolonguen su efecto).

## V. 8 Felinos.

### V.8.1 Patrones de actividad.

Las horas a las que los felinos se capturaron corresponde a lo reportado en la literatura (Kitchner, 1991; Reid, 1997; Aranda, 2002; Sunquist y Sunquist, 2002). El tigrillo, ocelote, puma y jaguar se capturaron en la mayoría de las ocasiones durante el crepúsculo y la noche. La única captura del jaguarundi fue diurna.

Jaguarundi – capturado a a las 12:17 p.m.

Tigrillos – capturados entre las 20:16 p.m. a las 4:00 a.m.

Jaguares - Ocho de las diez fotos se hicieron entre las 19:32 p.m. y la 01:35 a.m.

Sólo un par de capturas fueron durante el día a las 7:48 a.m. y a las 14:17 p.m.

Pumas - Once de las quince capturas se hicieron entre las 18:14 p.m. y las 2:59 a.m. Las cuatro capturas restantes fueron durante el día entre las 8:19 a.m. y las 12:56 p.m.

### Discusión

Si se programan bien las cámaras se puede saber exactamente a que hora se dio la captura en ese sitio. El trampeo fotográfico al registrar la fecha y hora de cada captura resulta una herramienta útil para estudiar los patrones de actividad de distintas especies (Lynam en prensa).

## V.8.2 Abundancia y distribución.

Como se mencionó anteriormente, a lo largo del estudio se fotografiaron las cinco especies de felinos cuya distribución incluye la Selva Lacandona. A continuación se presenta con mayor detalle para cada especie y temporada: el número de capturas, de individuos, la relación de sexos, su distribución espacial y temporal en el sitio de estudio y características particulares de los individuos, como presencia de parásitos. En el ANEXO II se presentan imágenes de distintos organismos explicando como se logró la identificación individual de los felinos.

### V.8.2.1 Jaguarundi y Tigrillo

Se obtuvo una sola captura de jaguarundi, que es suficiente para probar su presencia en el área. El único individuo de esta especie que se capturó fue un macho, en un sitio muy cercano al Río Lacantún. La figura 9 muestra la localización de la captura de jaguarundi.

La especie de felino con menos capturas después del jaguarundi fue el tigrillo. Este fue capturado en sólo seis ocasiones a lo largo de todo el estudio representando 5 o 6 individuos. En lluvias se tienen tres capturas de dos o tres individuos distintos y en secas otras tres capturas correspondientes cada una a un individuo distinto. En total de las seis capturas 3 son machos y 3 no identificados. (Tabla XII, figura 11)

Tabla XII. Capturas de tigrillos.

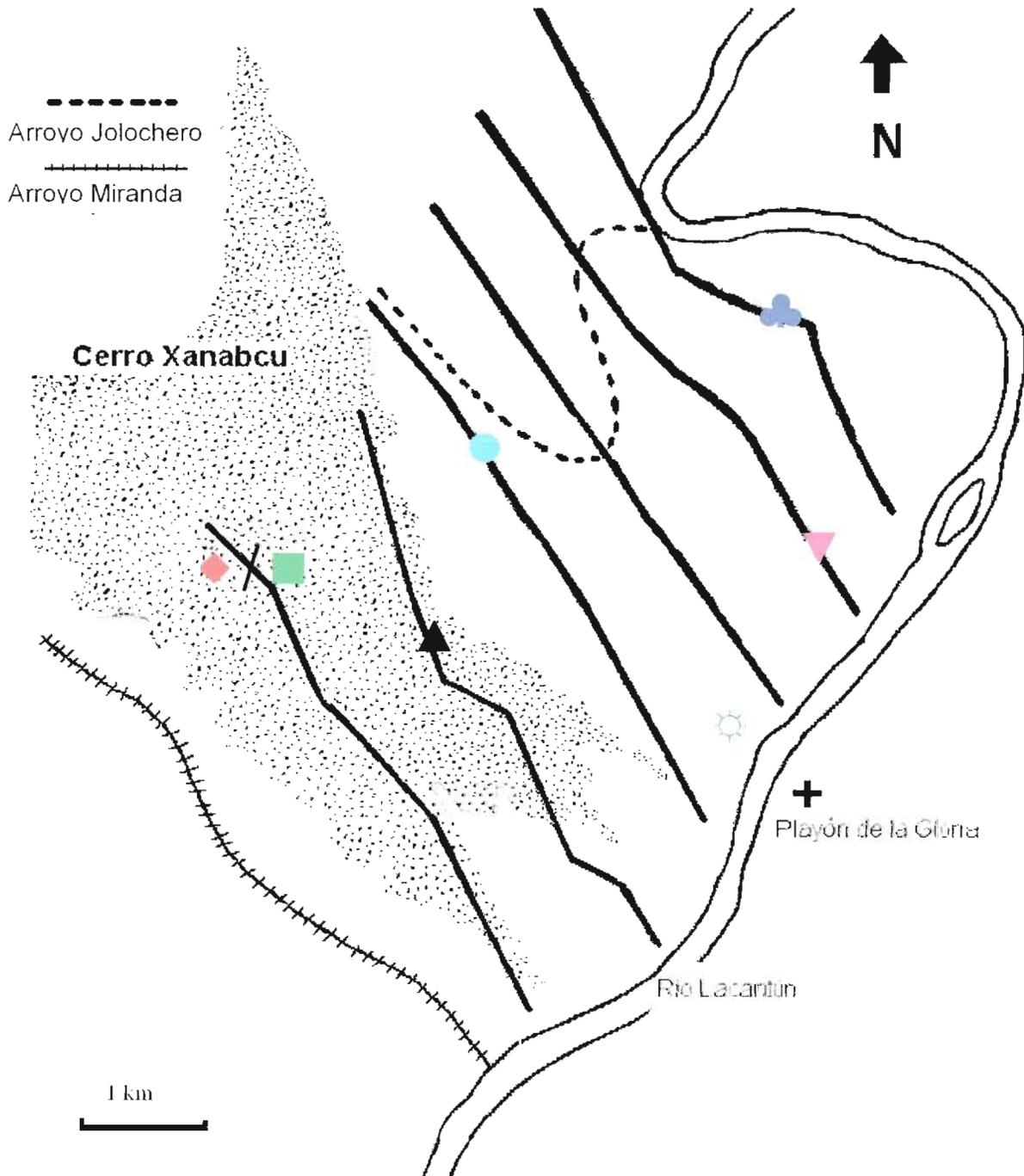
Individuo	sexo	Temporada	Fecha	Hora	Sitio
Tigrillo 1	¿?	Lluvias	21 de septiembre	01:50	L6 C4 
Tigrillo 2	♂	Lluvias	24 de septiembre	21:21	L6 C4 
Tigrillo ?	¿?	Lluvias	30 de octubre	20:16	L5 C2 
Tigrillo 3	¿?	Secas	14 de abril	04:10	L4 C3 
Tigrillo 4	♂	Secas	23 de abril	00:36	L2 C1 
Tigrillo 5	♂	Secas	14 de mayo	23:17	L1 C2 

El Tigrillo ? no pudo ser identificado individualmente, por lo que podría o no ser distinto de los otros cinco.

En general los tigrillos se capturaron en toda el área de estudio, cerca y lejos del Río Lacantún. Las tres capturas en la temporada de lluvias fueron en el Cerro Xanabcu donde existen muchas cuevas que podrían utilizarse como sitios para ocultar a las crías. En la temporada de secas las tres capturas fueron en las partes bajas del sitio de estudio.

La probabilidad de captura de los tigrillos, al igual que para los jaguarundi, es baja debido a su tamaño y a la baja densidad de trampas en el sitio. Es importante mencionar que a pesar de su pequeño tamaño, en la mayoría de las fotografías de tigrillos se logró una identificación individual gracias a sus patrones de manchas. Para estudios formales sobre la abundancia y densidad de tigrillos se debería utilizar una mayor densidad de cámaras, aumentar el número de trampas dobles (checkpoints) y resultaría útil el uso de atrayentes olfativos para alargar la estancia

Figura 11. Localización de las capturas de tigrillos y jaguarundi.



◊ = Sitio de captura del jaguarundi.

de los felinos frente a las cámaras y lograr más fotografías, haciendo más fácil el reconocimiento individual.

Al ser el jaguarundi un felino de actividad principalmente terrestre, mientras que el tigrillo es el felino de hábitos más arborícolas (Reid, 1997; Aranda, 2000) , se esperaría tener mas capturas del jaguarundi. El que se hayan tenido más capturas de tigrillo refleja que el jaguarundi es una especie más rara.

#### ✦ V.8.2.2 Jaguar

La siguiente especie de felino con un mayor número de capturas es el jaguar con ocho en total, dos capturas en lluvias, seis en la temporada de secas y una captura durante el periodo de prueba. Gracias al patrón de manchas de cada individuo, a las fotografías de ambos flancos y a aquellas donde se puede sexar al individuo, sabemos que en el estudio se capturaron 4 jaguares distintos. De estos, dos son machos, una hembra y del cuarto no fue posible identificar su sexo (Tabla XIII, figura 12)

En el periodo de prueba se capturó a un macho, durante el periodo de lluvias se capturó en dos ocasiones a otro macho, en la temporada seca se capturó una hembra y otro individuo no sexado distinto a los otros tres. La hembra en secas mostró la mayor actividad dentro del área con cinco capturas. En cada nueva ocasión de trampeo se encontraron distintos individuos de jaguar.

Tabla XIII. Capturas de jaguar.

Individuo	Sexo	Temporada	Fecha	Hora	Sitio
Jaguar 1	♂	Prospección	X de junio		LD1 
Jaguar 2	♂	Lluvias	18 de sept. 4 de octubre	1:35 00:48	L5 C1 
Jaguar 3	♀	Secas	26 de abril	20:26	L6 C1 
			27 de abril	7:48	L6 C1 
			5 de mayo	19:32 / 20:08	L4 C3 
			22 de mayo	23:17 / 22:53	LD 2 y 3  / 
Jaguar 4	¿?	Secas	30 de abril	14:17	L1 C4 

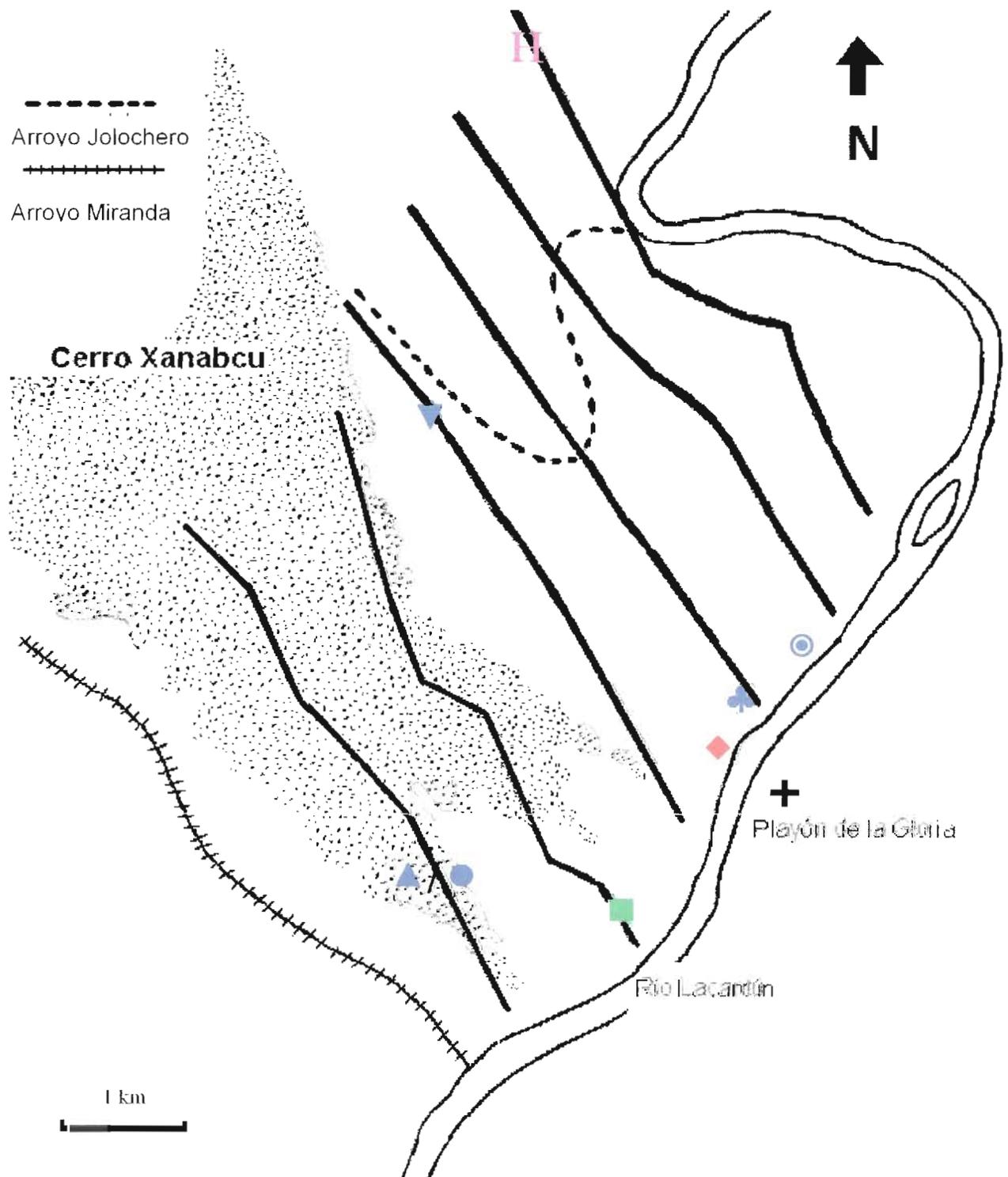
En la figura 15 con la distribución de capturas de jaguar en el área de estudio se ve claramente que la mayoría de las capturas se llevaron a cabo en sitios cercanos al Río Lacantún.

Todos los jaguares capturados presentan una buena complexión, un pelaje sano, sin heridas y sólo en una fotografía (del individuo no sexado) se ve la presencia de un ectoparásito (una garrapata). En el caso de los jaguares, a diferencia de los pumas, las fotografías no muestran la presencia de colmoyotes (*Dermatobia hominis*).

#### Discusión

La actividad de los jaguares machos en el área parece la de organismos transitorios (Sunquist y Sunquist, 2002) que pasaron por el sitio utilizando el

Figura 12. Localización de las capturas de jaguar.



sendero paralelo al río. Únicamente la hembra parece haber permanecido en el área durante la temporada de secas, teniendo en total 4 capturas (la mitad de las capturas de jaguar), algunas de éstas en sitios distintos al sendero paralelo al río.

Durante la temporada de secas se dieron más capturas y recapturas, sugiriendo un mayor uso del área por parte de los jaguares en esta temporada, en particular la hembra.

El haber capturado a cuatro jaguares distintos a lo largo del año de trampeo, en un área menor a los 25km<sup>2</sup> fue un buen resultado considerando que se han reportado ámbitos hogareños de 25km<sup>2</sup> a 200km<sup>2</sup> para un macho (que se sobrepone al de varias hembras) (Rawinowitz, 1986; Medellín, 2002; Sunquist y Sunquist, 2002).

### V.8.2.3 Puma

Por arriba del número de capturas de jaguar encontramos las capturas de puma. En el caso de esta especie al no tener manchas no esperábamos poder identificarlos a nivel individual. Por suerte, sobre todo con los datos de lluvias, características particulares<sup>1</sup> de los pumas nos permitieron identificar a algunos de ellos. En total se tuvieron 15 capturas, 8 en lluvias y 7 en secas (4 a 6 pumas).

---

<sup>1</sup> Puma 1.- es un macho con gran cantidad de colmoyotes y cicatrices en la piel.

Puma 2.- es un macho con cortadas en ambas orejas.

En lluvias se capturaron 3 pumas distintos, dos machos y uno de sexo no identificado. (Tabla XIV, figura 13)

La mayor parte de las capturas en lluvias (5 de 8) fueron de Puma 2. Éste puma macho se capturó a lo largo de todo un mes, con al menos una fotografía cada siete días aproximadamente.

Tabla XIV. Capturas de puma en la temporada de lluvias.

Individuo	Sexo	Fecha	Hora	Sitio
Puma 1	♂	20 de septiembre	00:03	L D2 
		5 de noviembre	22:45	L3 C1 
Puma 2	♂	14 octubre	08:19	L5 C4 
		30 de octubre	02:59	L5 C4 
		1º noviembre	18:53	L6 C1 
		7 de noviembre	18:39	L6 C2 
		11 de noviembre	19:37	L1 C2 
Puma 3	¿?	23 de septiembre	12:56	L5 C2 

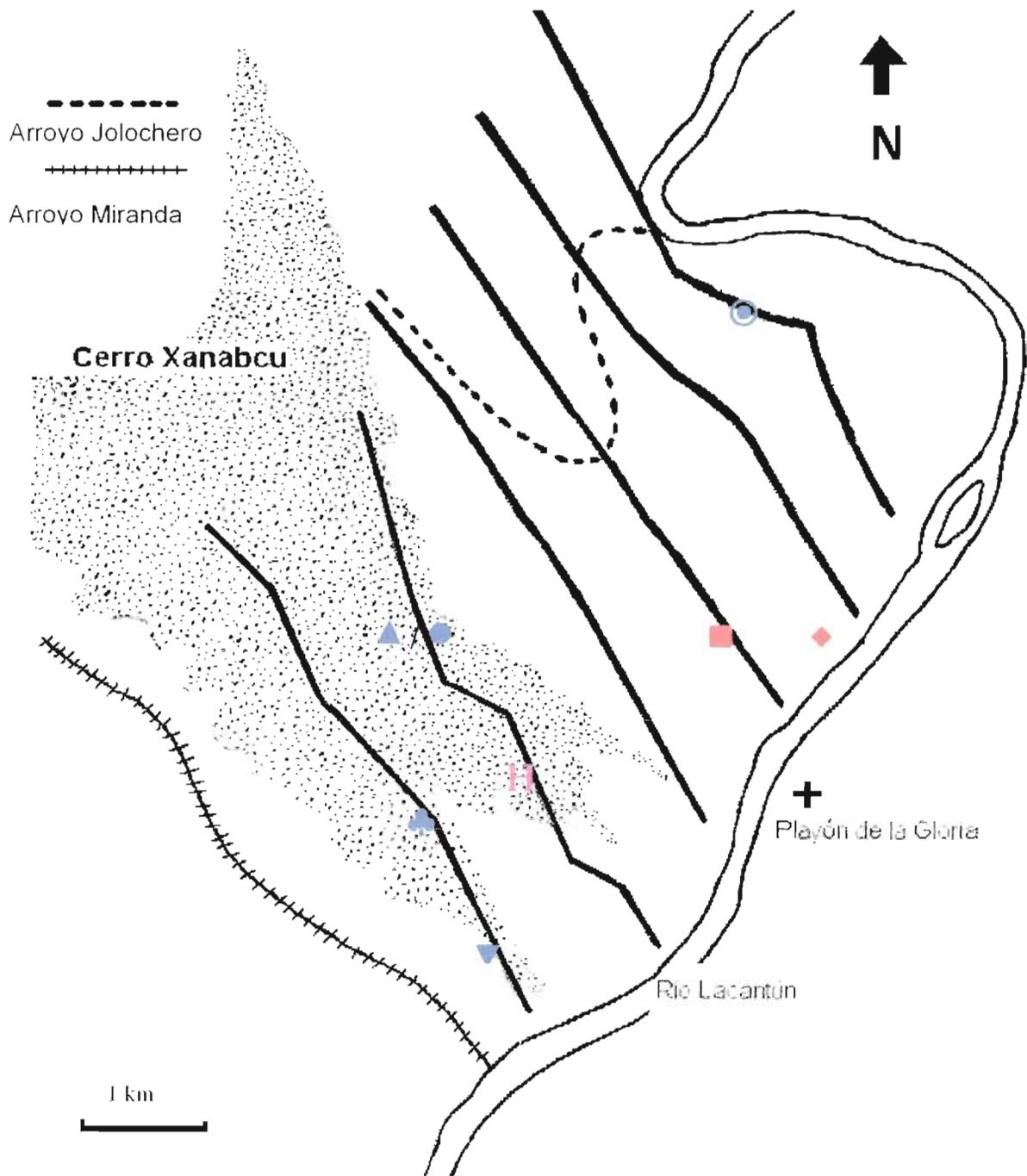
Analizando la localización de las capturas y las fechas en que se llevaron a cabo, resulta altamente probable que los animales hayan compartido el área en el

---

Puma 3.- de sexo no identificado. Presenta un pelaje muy sano, una mancha en la barbilla y su fisonomía en general es muy particular siendo delgado, alargado, con grandes omóplatos, largo cuello y cabeza pequeña.

mismo tiempo. Por ejemplo se tienen capturas del puma 2 el 1º y 7 de noviembre y del puma 1 se capturó a poco más de tres kilómetros el 5 de noviembre.

Figura 13. Localización de las capturas de puma en la estación de lluvias.



Las capturas se distribuyeron en gran parte del área de trampeo. El Puma 1 macho se capturó en ambas ocasiones cerca del Río Lacantún. El Puma 2 macho se capturó en cuatro ocasiones sobre las partes altas y rocosas (el cerro Xanacbu) en la parte oeste del sitio de trampeo y en una ocasión en la parte más este del sitio. El puma 3 cuyo sexo no pudo ser identificado se capturó en una sola ocasión en la parte baja del cerro Xanacbu, cerca del Río Lacantún.

Dos de los tres pumas capturados en secas presentan múltiples cicatrices y zonas inflamadas que seguramente se deben a la presencia de parásitos como colmoyotes (*Dermatobia hominis*). Se ven en las fotografías hasta 30 marcas en un solo individuo considerando ambos flancos. La mayor parte de las marcas se encuentra cerca del lomo y en las partes superiores de las patas.

En la temporada de secas se capturaron tres pumas distintos<sup>2</sup> nuevamente, posiblemente dos de ellos se capturaron anteriormente en la temporada de lluvias. Uno de ellos es claramente distinto a los anteriores y el puma 2 (macho) no se

---

<sup>2</sup> Puma 4.- Presenta gran cantidad de colmoyotes y cicatrices en la piel. En particular presenta un colmoyote justo en medio de sus ojos que es visible de frente y de perfil en las fotografías.

Puma 5.- Presenta un pelaje sano y su fisonomía en general es muy particular siendo delgado, alargado, con grandes omóplatos, largo cuello y cabeza pequeña.

Puma 6.- Tiene algunos colmoyotes (muchos menos que el Puma 1) y no entre los ojos.

capturó en esta ocasión (Tabla XV, figura 14). (Se utilizaron los mismos colores para mostrar los individuos que posiblemente son el mismo para las figuras y tablas de ambas temporadas). Las fotografías en esta temporada no permiten sexar a ninguno de los individuos. Posiblemente los pumas 4 y 5 (secas) sean el puma 1 y 2 (lluvias) respectivamente. Su identificación individual se basó en parte en su sexo y en características que no perduran por largos periodos, como son los parásitos y cicatrices.

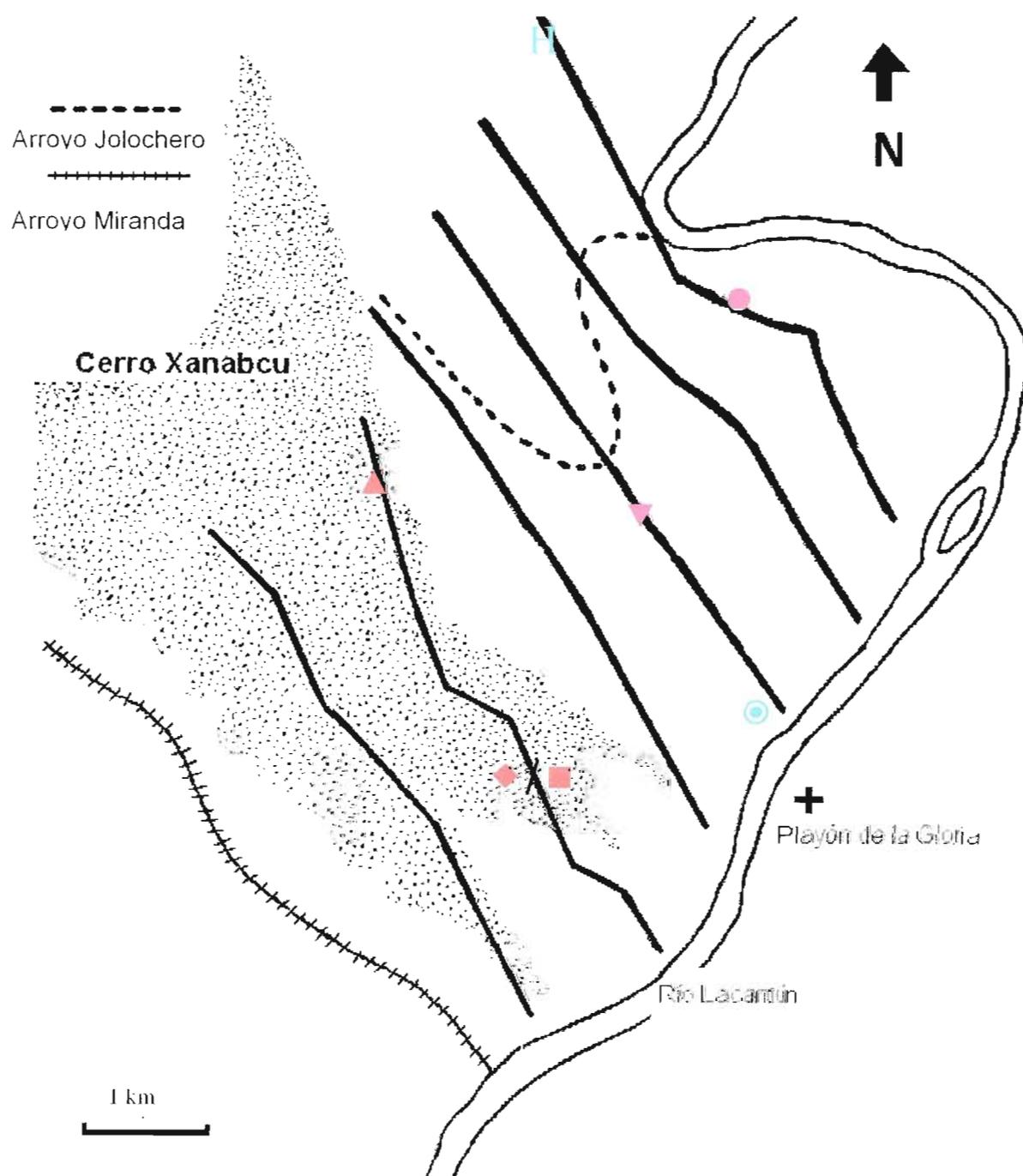
Tabla XV. Capturas de puma en la temporada de secas.

Individuo	sexo	Fecha	Hora	Sitio
Puma 4 (Posiblemente es el puma 1 de la temporada de lluvias)	¿?	29 de marzo	01:08	L5 C2 
		30 de abril	20:25	L5 C2 
		13 de mayo	01:21	L5 C4 
Puma 5 (Posiblemente es el puma 3 de lluvias)	¿?	24 de marzo	22:49	L3 C2 
		del 8 al 22 de mayo	? (de día)	L1 C2 
Puma 6 *	¿?	2 de mayo	18:14	L1 C4 
		20 de mayo	11:26	LD 

\* Las dos capturas del Puma 6 parecen ser del mismo individuo.

Gran parte del área de trampeo mostró actividad de pumas. En esta ocasión las capturas del puma que mostró más actividad (3 capturas del Puma 4) se localizaron sobre el Cerro Xanabcu, al igual que en la estación de lluvias, solo que ahora se trata de otro individuo.

Figura 14. Localización de las capturas de puma en la estación de secas.



Nuevamente dos de los tres pumas capturados presentaron marcas de parásitos. Particularmente el puma 4, que se reconoce por el colmoyote que tiene entre ambos ojos, presenta probablemente más de 30 sitios inflamados en su pelaje.

### Discusión

Sólo los pumas parecen verse afectados por el parasitismo de colmoyotes. Es posible que sus defensas contra estos parásitos no sean tan buenas como las de los otros felinos tropicales.

Considerando las capturas de pumas y jaguares, en el periodo de prueba registramos un felino mayor, en la temporada de lluvias registramos 4 individuos distintos y 5 en secas. En total a lo largo de todo el estudio se encontraron cuatro jaguares distintos y muy posiblemente también cuatro pumas. La abundancia (número mínimo de animales conocidos o MNKA) a lo largo del año fue la misma, pero los pumas mostraron una mayor actividad en el área de trampeo, lo cual parece contradecir la creencia generalizada de que en las selvas altas los jaguares son más abundantes que los pumas. Al ser el puma una especie más tolerante a las perturbaciones humanas, puede que su mayor presencia en el área refleje alteración antropogénica debido a que ésta se encuentra justo en la frontera de la reserva. Habría que saber qué sucede en las zonas centrales de la reserva, donde las condiciones de perturbación son menores, pero logísticamente sería verdaderamente complicado realizar tal estudio.

Para estudiar a los jaguares y pumas con fototrampeo considero que se tiene que utilizar una menor densidad de cámaras (espaciarlas más) y trabajar en áreas mayores para así poder tener capturas de más individuos. Es importante también conocer lo mejor posible el área de trampeo y colocar las cámaras en los mejores sitios como senderos y caminos (así como un “trampero” colocaría sus trampas, realizando un muestreo experto) para maximizar la probabilidad de capturar a todo felino mayor que haga uso del área.

#### V.8.2.4 Ocelotes

Los felinos más capturados durante el estudio fueron los ocelotes. En total, para las dos estaciones, se capturaron entre 13 y 17 individuos distintos. En lluvias se capturaron 8 ocelotes, 5 hembras, 2 machos y otro individuo que no fue posible sexar (Tabla XVI, figura 15). En la temporada seca se capturaron entre 10 y 13 individuos, 5 a 7 hembras, 4 machos, una cría (Tabla XVII, figura 16).

En la temporada de lluvias los ocelotes se capturaron en su mayoría en la parte plana del sitio de trampeo, cerca de cuerpos de agua. El ocelote 1 (macho) fue el que parece haber utilizado una mayor área dentro del sitio (Tabla XV, figura 15).

Tabla XVI. Capturas de ocelote en la temporada de lluvias.

Individuo	Sexo	Fecha	Hora	Sitio	
Ocelote 1	♂	14 de septiembre	19:46	L3 C3	◆
		20 de septiembre	21:39	L6 C4	■
		15 de octubre	21:40	L2 C3	▲
		?	?	L1C2	▣
Ocelote 2	♀	22 de septiembre	0:45	LD	▼
		19 oct – 2 nov.	? (noche)	L1 C2	●
Ocelote 3	♀	26 de septiembre	5:25	L2 C4	
		4 de noviembre	1:38	L2 C4	◎
		5 de noviembre	17:41	L3 C1	▲
		30 de noviembre	20:05	L2 C4	⊗
Ocelote 4	♀	26 de septiembre	22:47	LD	♣
		13 de noviembre	0:56	LD	♥
Ocelote 5	♂	9 de octubre	22:07	L1 C3	▶
Ocelote 6	♀	12 de octubre *	5:09	L5 C4	
	?	9 de noviembre	23:40	LD	
Ocelote 8	♀	12 de octubre *	5:09	L5 C4	
		9 - 16 noviembre	?	L3 C1	✕

\* El ocelote 6 y el ocelote 8 se fotografiaron juntos caminando lado a lado el 12 de octubre por lo que tienen la misma marca para señalar el sitio de captura con un color distinto al que corresponde a cada uno.

Cuando se logró reconocer el mismo individuo en ambas estaciones, se utiliza el mismo color en las tablas y figuras.

Figura 15. Localización de las capturas de ocelotes en la estación lluviosa.

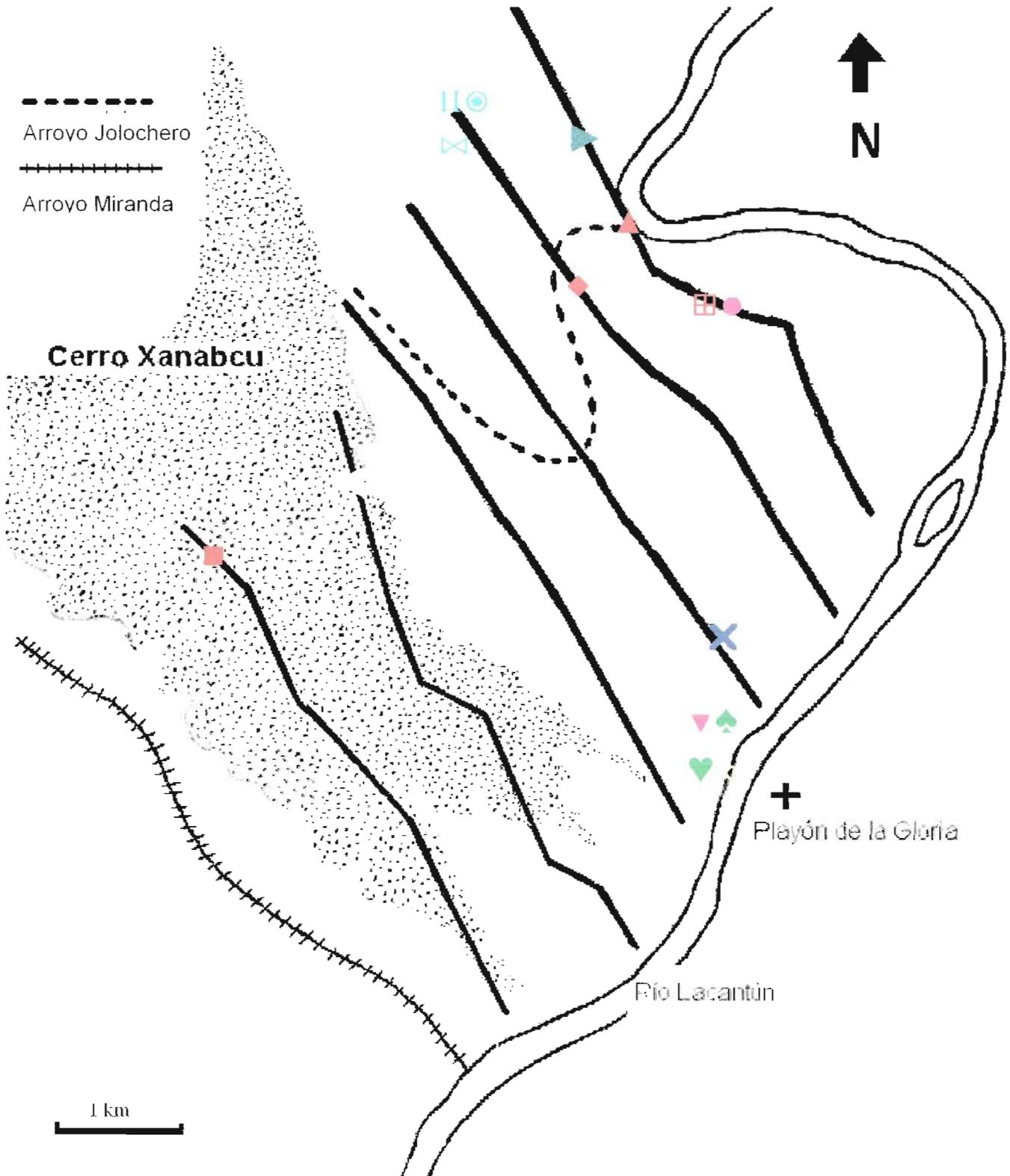
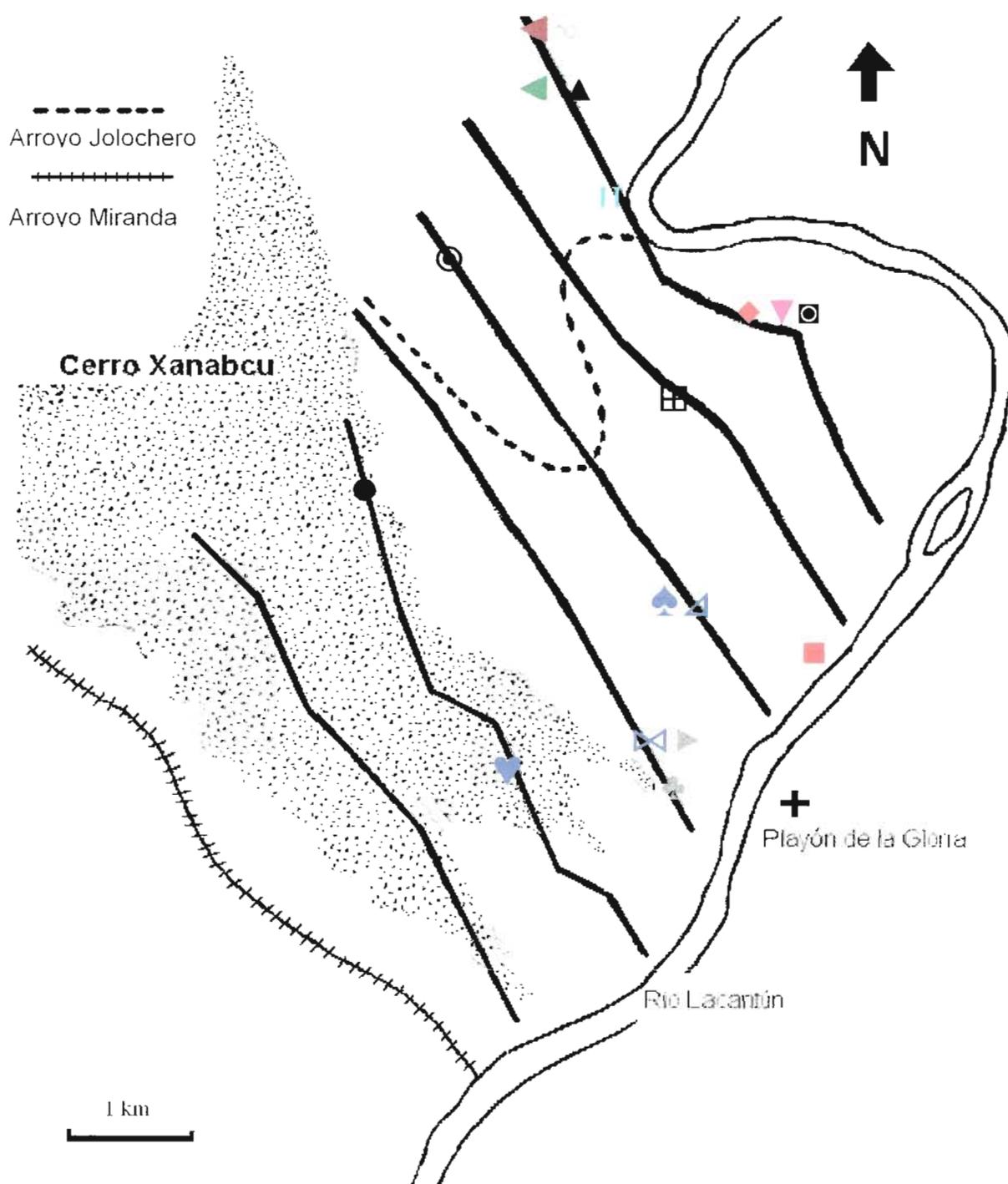


Tabla XVII. Capturas de ocelote en la temporada de secas.

Individuo	Sexo	Fecha	Hora	Sitio	
Ocelote 1	♂	31 de marzo	6:32	L1 C2	◆
		18 de mayo	20:37	L i	■
Ocelote 2	♀	21 abril –5 mayo	? (noche)	L1 C2	▼
Ocelote 3	♀	17 de abril	19:00	L1 C3	
Ocelote 8	♀	24 de marzo	23:51	L3 C2	♠
		26 de marzo*	6:32	L5 C2	♥
		2 de mayo	3:10	L3 C2	▲
		7 de mayo	22:44	L4 C1	⊗
---	♂	21 de abril	4:49	L4 C1	▶
		25 de mayo	0:32	L4 C1	+
Ocelote 10	♂	27 de abril	7:04	L1 C4	◀
---	♂	21 de mayo	15:39	L1 C4	∞
Ocelote 12	♀	12 de abril	21:41	L1 C4	▶
Ocelote NI1	♀	21 de abril	22:57	L3C4	◎
Ocelote NI2	♀	16 de abril	3:34	L1 C4	▲
Ocelote NI3	?	? mayo	?	L2 C2	⊞
Ocelote NI4	?	25 de marzo	9:49	L5 C4	●
Ocelote NI5	?	? mayo	¿		★

\* El ocelote 8 en esta captura viene cargando a su cría.

Fig. 16. Localización de las capturas de ocelotes en la estación seca.



Al igual que en la temporada de lluvias, en secas se capturaron ocelotes en prácticamente en todo el sitio de trampeo, menos en la línea más oriental (figura 15). Utilizaron más la parte plana que el cerro y la mayoría de las capturas fueron en sitios cercanos al Río. La hembra con cría se capturó en la zona rocosa. Ésta hembra fue la que mostró una mayor actividad al capturarse en cuatro ocasiones distintas, todas cercanas al sitio dónde se capturo con su cría.

De todas las especies de felinos capturadas, la que más utilizó las partes elevadas fue el puma seguida por el jaguar. Pero en general se registró más actividad en las partes planas.

### Discusión

El método utilizado, el espaciado entre cámaras y el tamaño del área resultó efectivo para obtener datos del ocelote. Fue el felino con más capturas y recapturas del estudio y se logró la identificación individual de la mayoría de éstos.

En cuanto al efecto de las cámaras sobre los felinos, sólo a los pumas pareció llamarles la atención el equipo, tomándose varias fotografías seguidas viendo directamente a la cámara. Las otras cuatro especies se tomaban una sola fotografía a excepción del tigrillo que se tomó cuatro fotografías en una trampa con atrayente olfativo.

### V. 8.3 Densidad de Ocelotes:

El área fue utilizada por al menos 13 ocelotes distintos en el año (MNKA). Considerando la presencia de 13 ocelotes en 45 km<sup>2</sup> de “área de trapeo efectivo para ocelotes”, tenemos una densidad de 1.43 ocelotes cada 5 km<sup>2</sup>. Las más altas densidades reportadas (Peru y Venezuela) van de 2 a 4 ocelotes por 5 km<sup>2</sup> (Sunquist y Sunquist, 2002). Extrapolando la densidad estimada para toda la reserva tendríamos un mínimo de 945 ocelotes en la Reserva de la Biósfera de Montes Azules. Es una densidad mínima pues esta basada en el número mínimo conocido vivo (MNKA) y puede que otros ocelotes hayan estado presentes en el área sin ser capturados.

El “área efectiva de trapeo” se estimó como se explica en el capítulo de método, utilizando estimaciones de ámbito hogareño del ocelote proporcionados por los distintos trabajos de telemetría que se presentan en la Introducción. Se utilizó un promedio de los datos de ámbito hogareño encontrados en la literatura de 8 km<sup>2</sup> (Kitckner, 1991; Gomes de Oliveira, 1993; Sunquist y Sunquist, 2002) El área de borde que se agregó al polígono de trapeo fue de 5km. Debido a la forma del área de trapeo, la fórmula que se utilizó para calcular el área de trapeo efectiva fue la de un rombo.

## Discusión

La densidad obtenida puede ser una sub-estimación, pues se utilizó para su cálculo el número mínimo conocido vivo y no una mejor estimación de abundancia como una basada en captura-recaptura. Además se utilizó el ámbito hogareño de trabajos de telemetría llevados a cabo en otros sitios. La estimación de densidad sería más precisa si se tuvieran estudios de telemetría con ocelotes en la Lacandona para así calcular el área efectiva de trampeo con esta información.

Se ha criticado mucho el uso del número mínimo (MNKA), pero no existen modelos alternos simples de utilizar y que funcionen bien para especies con bajas densidades. Los modelos robustos de estimación de abundancia y densidad fueron desarrollados para estudios en áreas templadas con poblaciones con altas densidades y generalmente no son útiles para el estudio de mamíferos tropicales (Shanker, 2000).

### V.8.4 Sobreposición de felinos:

En esta pequeña área encontramos actividad de las 5 especies de felinos reportadas para la Lacandona. En varias ocasiones se capturaron felinos distintos, ya sea de la misma especie o no en los mismos sitios de captura y con fechas cercanas.

En el periodo de trapeo en lluvias encontramos las siguientes especies (o distintos individuos de la misma especie) capturadas en la misma trampa:

- Ocelote-ocelote (1 ocasión)
- Jaguarundi-ocelote (1 ocasión)
- Ocelote – tigrillo (1 ocasión)
- Tigrillo – puma (1 ocasión)
- Ocelote – puma (2 ocasiones)

En el periodo de trapeo de secas se fotografiaron en la misma trampa:

- Tigrillo – puma – ocelote (1 ocasión)
- Jaguar – puma – ocelote (1 ocasión)
- Puma – ocelote (3 ocasiones)
- Tigrillo – jaguar (1 ocasión)
- Ocelote – jaguar (1 ocasión)
- Puma – jaguar (1 ocasión)

## Discusión

Parecería que no hay una territorialidad interespecífica muy marcada, pero para ver esto, serían mucho más útiles estudios de telemetría. Esta sobreposición de individuos de la misma o distintas especies se puede deber a distintas razones:

En la mayoría de los felinos el ámbito hogareño de cada macho suele incluir el de varias hembras (Reid, 1997; Aranda, 2000, Sunquist y Sunquist, 2002), por lo que no sería extraño que un macho y una hembra de la misma especie se fotografiaran en el mismo sitio.

Distintas especies pueden utilizar la misma área sin competir fuertemente al utilizar de manera distinta los recursos de ésta. Se ha propuesto que el jaguar está más especializado en la caza de pecaríes y el puma en venados (Aranda, 2002), aunque Amín (2004) encontró una sobreposición del 93% en la dieta de éstos. La coexistencia de distintas especies que comparten gran parte de su dieta también es viable sin que una especie u organismo desplace a otra si hay suficientes recursos alimenticios para ambos.

Es posible que algunos de los individuos que se observaron no sean residentes del área, sino que al no tener aun un ámbito hogareño y territorio bien definidos, son organismos transitorios (Reid, 1997; Sunquist y Sunquist, 2002), que no compiten fuertemente con los residentes.

En la temporada seca la sobreposición entre felinos parece ser mayor (el doble del que se presentó en lluvias). Es posible que esto sea un reflejo de que en secas los individuos utilizan áreas más grandes por lo que el área de sobreposición entre sus ámbitos hogareños es mayor.

## V. 9 Ungulados.

### V.9.1 Tapires

En algunas de las fotografías de los tapires es posible identificar su sexo. La tabla XVIII muestra la proporción de sexos encontrada para ambas estaciones. En ambas estaciones de los individuos que se lograron sexar, la mayoría son hembras. Sólo en la temporada de secas se obtuvieron dos capturas de una hembra con su cría.

Tabla XVIII Estructura poblacional del Tapir en ambas estaciones.

	hembras	machos	NI	juvenil	Relación macho:hembra
lluvias	11	6	6	0	1 : 1.8
secas	24	9	20	2	1 : 2.7

NI = No se logró identificar su sexo.

### Discusión

Si se considera que los organismos capturados son una muestra al azar de la población y a pesar de que algunos organismos tengan varias capturas, si se asume que todos los individuos adultos tienen la misma probabilidad de captura y

recaptura, la relación de macho : hembra obtenida debe reflejar la estructura de sexos real de la población. Por lo que las hembras deben ser más abundantes que los machos (aproximadamente dos hembras por cada macho).

Para el caso de los tapires resulta de particular utilidad programar la cámara para que tome fotografías consecutivas (con 30 segundos de diferencia mínima entre fotografías). Con esta programación se gastan más exposiciones por individuo que si se programara la cámara para tomar una fotografía y esperar al menos 5 minutos a la siguiente, cuando seguramente el animal fotografiado ya se habrá retirado. La ventaja de tener varias fotos por captura de cada individuo es que facilita su sexado. En muchas de las capturas de tapir, la primera o primeras fotografías muestran sólo su cara o parte delantera pero en la última o últimas cuando el animal se va del sitio, en muchas ocasiones la fotografía muestra los genitales.

#### V.9.2 Pecaries.

Los pecaríes de labios blancos son animales que forman grandes grupos. En las ocasiones en que los encontramos en el área de trampeo estimamos que eran grupos de 30 y hasta 50 individuos.

Generalmente los grupos de pecaríes de labios blancos se tomaban varias fotografías en cada captura, desde 1 hasta 7 fotografías consecutivas (con al menos 30 segundos entre cada una de ellas). Cuando el grupo se mueve sin parar

frente a la cámara, el número de fotografías es un buen indicador del tamaño del grupo. En promedio en cada captura de pecarí de labios blancos se tomaban 4 fotografías.

En cambio el promedio de fotografías por captura de los pecaríes de collar es de 1.8.

Discusión.

El número de fotografías que componen una captura de un grupo de mamíferos como los pecaríes de labios blancos puede utilizarse como un índice para dar seguimiento a la población de esta especie. Una reducción o aumento en el tamaño de los grupos debe reflejarse en el número de fotografías que se toma.

### V.9.3 Temazates

De las 24 capturas de venado temazate en la estación de lluvias sólo cuatro presentaron astas; 3 adultos y 1 subadulto (machos). En secas de las 16 capturas sólo tres presentaron astas (machos). Se tuvo también una sola captura de un subadulto y de una cría con su madre (aun con sus manchas en la piel).

Discusión.

No se puede asegurar que todos los temazates fotografiados sin astas sean hembras, pero todos los que las tienen son machos. Para especies como ésta con

dimorfismo sexual, el fototrampeo nos da información (aunque sea parcial) sobre la estructura de sexos de la población.

En general la baja tasa de captura de crías para todas las especies refleja una probabilidad de captura menor a la de los adultos.

## VI. Conclusiones.

El fototrampeo resultó ser una herramienta útil para determinar la presencia y abundancia relativa de mamíferos terrestres medianos y grandes en las condiciones de la Selva Lacandona; en particular para los mamíferos elusivos como los felinos y tapires, difíciles de estudiar con otras técnicas.

Los resultados presentan un sesgo por tamaño. Para los mamíferos medianos se obtuvieron datos de presencia, pero no buenos datos de abundancia relativa. Las trampas estaban demasiado espaciadas para su estudio. Las tasas de captura obtenidas para éstos no son útiles como índices de abundancia relativa.

Las tasas de captura de mamíferos grandes como venados, pecaries, jaguares, pumas, tapires y ocelotes podrán ser utilizadas como índices de abundancia relativa para dar seguimiento a sus poblaciones en este sitio y para compararse con otros.

No se encontró un cambio significativo de abundancias relacionado al cambio estacional para ninguna especie. Al parecer el agua no se convierte en un recurso escaso en la Lacandona que provoque cambios en la distribución de los mamíferos.

Los mejores resultados se obtuvieron para los ocelotes, pues de las especies que se pueden reconocer individualmente, son los que tuvieron el mayor número de

capturas y recapturas. La distancia entre trampas utilizada parece ser la adecuada para estudiar este felino.

700 días-trampa es un buen esfuerzo para realizar listados de mamíferos terrestres con este método.

Ocho semanas de trampeo (aproximadamente 1344 días trampa) en cada estación fue suficiente esfuerzo para estudiar la abundancia relativa de algunas de las especies de mayor tamaño.

El uso del trampeo fotográfico para el estudio de cambios poblacionales presenta la ventaja de que la detectabilidad de distintos organismos es constante, a diferencia de otros métodos como el uso de rastros, cuyos resultados se ven influenciados por las condiciones del suelo, la humedad relativa, las lluvias, entre otros factores.

El método permite también obtener información útil sobre los patrones de actividad de algunas especies y en algunos casos sobre su conducta.

En el caso de requerir la identificación individual de mamíferos como los felinos manchados, se debe tener el mayor número posible de trampas dobles para obtener fotografías de ambos flancos de los animales en cada ocasión de captura. Un estudio con la mitad de sus trampas dobles, localizando éstas en los mejores

sitios, debe ser suficiente para identificar la gran mayoría de los individuos o a todos estos.

El atrayente olfativo no aumentó la tasa de captura. Resultó útil pues algunos felinos capturados permanecieron más tiempo en la trampa debido a su efecto, tomándose un mayor número de fotografías, lo cual facilita posteriormente su identificación individual.

En el caso de los jaguares y pumas, una mayor distancia entre cámaras y mayores áreas de trampeo sería recomendable para aumentar la probabilidad de capturar un mayor número de individuos. Una menor densidad de cámaras, además de funcionar mejor para los felinos mayores hará posible cubrir áreas mayores con no tantas cámaras para que el costo no sea tan elevado.

Si se busca trabajar con áreas grandes con un alto porcentaje de trampas dobles para facilitar el reconocimiento de los individuos manchados, resulta de gran importancia encontrar o desarrollar equipos de fototrampeo de calidad y con bajos costos.

Nuevos modelos para la estimación de abundancia fáciles de utilizar e interpretar y que funcionen bien para el estudio de animales con bajas densidades serían de gran ayuda para obtener estimaciones más confiables.

## **ANEXO I**

### **Recomendaciones e información práctica para el trabajo de campo utilizando trapeo fotográfico.**

Nota. Tome en cuenta que la experiencia en este estudio fue en la selva Lacandona con cámaras de sistema pasivo-activo Camtracker. Con otros sistemas pueden existir algunas diferencias, pero en general la mayoría de las recomendaciones que se presentan aquí son aplicables a cualquier estudio con trapeo fotográfico.

#### **Elección de sitios.**

La elección de sitios para colocar las trampas fotográficas es un factor del que depende en gran medida el tener buenos datos de campo. Se recomienda tener el mayor conocimiento posible del área de trapeo para elegir los mejores sitios. Las características que consideramos debe tener un sitio de trapeo son:

- Presentar senderos o rastros de actividad, lo que aumenta la probabilidad de captura.
- Ser seguros para el equipo. Se deben evitar sitios en donde sea probable el robo del equipo o su deterioro. Por ejemplo evitar sitios inundables y de deslaves.
- Tener una buena cobertura vegetal o de lo contrario asegurar que los rayos solares no incidan directamente en la cámara, pues esto puede provocar que se dispare debido al cambio de temperatura (en sistemas que consideran el cambio de temperatura como las cámaras Pasivas-activas Camtracker).

### **Colocación de las cámaras.**

Es vital colocar las cámaras con paciencia hasta estar conformes con su funcionamiento y estar seguros de que si el animal que se busca capturar pasa por el sitio, tiene altas probabilidades de ser fotografiado. Se recomienda familiarizarse con el equipo y su funcionamiento, y probarlo de preferencia en el área de estudio. Se puede adquirir experiencia colocando el equipo y tomando fotos a algún animal como un perro o a uno mismo a diferentes distancias de la cámara, tanto de día y de noche, probando diferentes tipos de película, utilizando y no el flash, etc.

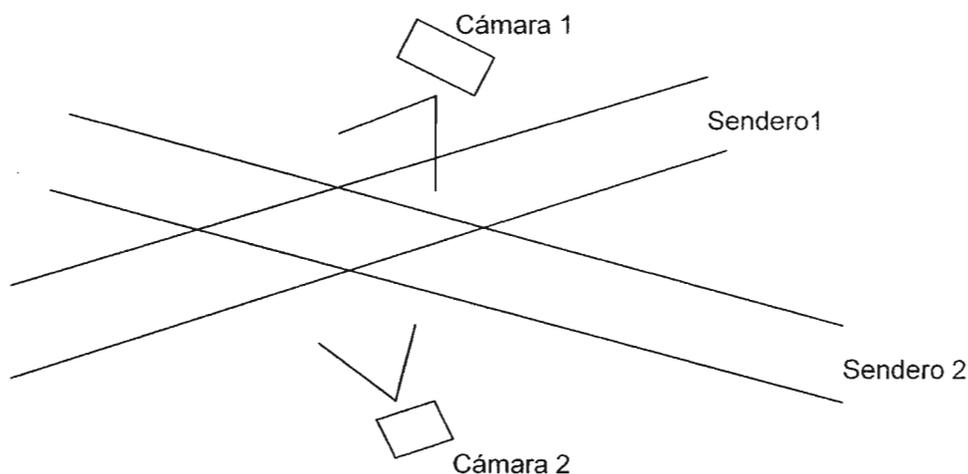
Para este estudio funcionó bien el colocar las trampas a aproximadamente 2.5 metros de distancia del sitio donde se piensa puede pasar el animal o animales que se busca fotografiar. En cuanto a la altura, las cámaras se deben colocar a la altura del pecho del animal que se busca capturar. Si el animal pasa muy cerca, la calidad de la foto no será buena o no se le podrá identificar. Es posible que un animal que pase cerca de la cámara a una alta velocidad no sea fotografiado (o sólo una parte como la cola), por lo que resulta útil tratar de evitar que los animales pasen muy cerca de la trampa. Si el animal pasa muy lejos se verá muy pequeño en las fotografías dificultando su identificación o individualización. Por las noches, si el animal se fotografía lejos, es posible que la foto sea muy oscura, pues el flash no tiene mucho alcance. En nuestra experiencia a tres o cuatro metros, con película ISO 400 y flash, las fotografías son suficientemente claras.

Resulta útil imitar al animal que se pretende fotografiar y verificar si la trampa funciona adecuadamente y realizar ajustes hasta estar conformes con el resultado. Se debe analizar el sitio e imaginar por donde pasará el animal, para colocar la trampa de forma en que se fotografíen sus flancos, que son lo mejor para identificar individualmente animales con patrones de manchas.

Si esta planeando otro sistema de colocación, por ejemplo para tratar de fotografiar el lomo de los animales para no tener que utilizar trampas dobles, considere que de esta forma el animal será fotografiado si y sólo si pasa por cierta área cubierta por el sensor. En cambio, colocada con miras de fotografiar el flanco de un animal, no importa que éste pase un poco más cerca o lejos de la cámara, tiene mayores probabilidades de ser fotografiado.

En este estudio se requirió hacer senderos “a machete” para podernos mover en el área. Recomendamos al colocar las cámaras tratar de abarcar el sitio donde se cruzan un sendero de animales con el hecho. Es probable que algunos de los animales comiencen a utilizar los senderos hechos para el estudio.

Fig. 1



Otras recomendaciones para la colocación de las trampas son:

- Clarear el área que se fotografía para evitar que alguna planta cubra parte de los animales capturados. Tome en cuenta que esto puede hacer más conspicuo el sitio y las cámaras.
- Dentro de las posibilidades que brinda el sitio, trate de orientar la cámara para que la luz solar no incida directamente en ésta.
- No es forzoso el colocar las trampas en árboles, se puede utilizar estacas, asegurándose de que queden firmes.
- Trate de evitar sitios con elevaciones y pendientes.

- En sitios inclinados, para hacer más efectiva la trampa es necesario colocar la trampa también inclinada en el mismo ángulo.
- Tenga cuidado si piensa aumentar el camuflaje de la trampa. En ocasiones el cubrirla con plantas puede hacer que con el paso del tiempo o una lluvia se obstruya el objetivo de la cámara.
- Para amarrar las cámaras utilice un material resistente, que no ceda con el tiempo para asegurar que no se muevan del sitio en que se colocaron, que sea poco conspicuo y fácil de desamarrar.

### **Trampas dobles.**

Si se quiere reconocer animales con patrones de manchas individualmente, es preciso tener el mayor número de trampas dobles posibles y colocarlas en los “mejores sitios”. Ya teniendo conocimiento de por donde se mueven los animales se puede tratar de tomar las fotos de ambos flancos en estos sitios.

Al colocar las trampas dobles es importante:

- No colocarlas completamente encontradas pues los flashes “chocan”. (ver fig. 1)
- Hacer pruebas al colocarlas para tratar de que se activen al mismo tiempo al paso de los animales por el mismo sitio.

**Revisiones.** ( Duración de la película. Bolsa oscura, sílica, baterías).

El cada cuando revisar las trampas para cambiar la película depende del sitio y las tasas de captura. Nuevamente recomendamos hacer pruebas y tomar decisiones adaptativamente. En este estudio se revisaron las trampas cada dos semanas utilizando película de 36 exposiciones. La decisión de cambiar o no un rollo se tomó considerando cuantas exposiciones se tomaron en promedio por día en pruebas que realizamos y durante el mismo estudio.

Recomendamos al revisar las trampas:

- Llevar siempre una bolsa oscura (se venden en tiendas de material fotográfico), para en caso de que la película se atore dentro de la cámara, poderla retirar sin velar la película. Para esto es necesario siempre abrir la

cámara para retirar la película dentro de la bolsa oscura para confirmar que toda la película se haya reembobinado correctamente.

- En caso de que sea necesario meter la película a mano al magazine dentro de la bolsa oscura recomendando también llevar botecitos negros de los que suelen contener la película fotográfica. En estos se puede guardar la película en caso de que parte quede fuera de el magazine o en caso de que se rompa la película.
- Colocar silica gel dentro y cambiarla cada que se revisen las trampas. Esto disminuirá los problemas de funcionamiento de la cámara, como el que se atore la película debido a la humedad.
- No olvidar llevar película y pilas para reponer.
- En cuanto a las baterías, es importante que sean de buena calidad. Las alcalinas de Kodak duraron en la mayoría de las trampas las ocho semanas sin tener que ser reemplazadas. En el caso de las trampas con mayores tasas de captura fue necesario reponer las baterías a las seis semanas.
- En el caso de las cámaras Camtraker que utilizamos (requieren solamente 4 baterías C de 1.5 V) dos de las pilas son utilizadas por los sensores mientras que las otras dos dan poder a la cámara. A las cuatro semanas del estudio es recomendable cambiarlas de colocación para que se utilicen más eficientemente. (las dos de la derecha por las dos de la izquierda).
- Asegúrese de colocar bien las baterías, no mezcle baterías usadas con nuevas.
- Asegúrese de programar bien la cámara, fijar el tiempo de retraso elgido, el modo de flash, la hora y fecha y revisar que todo esto se encuentre como debe en cada visita a las trampas.

### **Tipo de película.**

Como se mencionó antes, a nosotros nos funcionó bien la película ISO 400 de 36 exposiciones, ya sea en papel o diapositiva, pero recomendamos hacer pruebas para que encuentren la que mejores resultados de en las condiciones particulares de cada estudio. Una ventaja de esta película, es que de día en la mayoría de los

sitios no era necesario el flash, por lo que si alguien ajeno al estudio pasaba frente a una trampa, ésta lo fotografiaba sin flash, haciendo la trampa menos conspicua.

#### Atrayentes olfativos.

Para colocar los atrayentes utilizamos palillos de madera porosa de 30 cm de largo aproximadamente. Se agita el atrayente, se abre el frasco, se introduce un extremo del palillo al frasco y se entierra el palillo con el atrayente hacia arriba, frente a la cámara a la distancia que se quiere fotografiar al animal. Utilizamos dos palillos por sitio. También dejamos caer algunas gotas en la hojarasca, en troncos raíces, etc. Esta es una de muchas formas de colocar los atrayentes. Puede que existan otras que puedan dar resultados distintos al ser mas o menos eficientes para que el olor perdure por más tiempo o que se disemine en un área mayor. El olor de estos atrayentes es muy fuerte y desagradable. Recomiendo llevar muchas bolsas sellables para transportarlo sin que el olor se impregne en el resto del equipo y tener cuidado en donde se deja este material, pues atrae gatos, perros y otros organismos que lo pueden robar o maltratar.

## ANEXO II

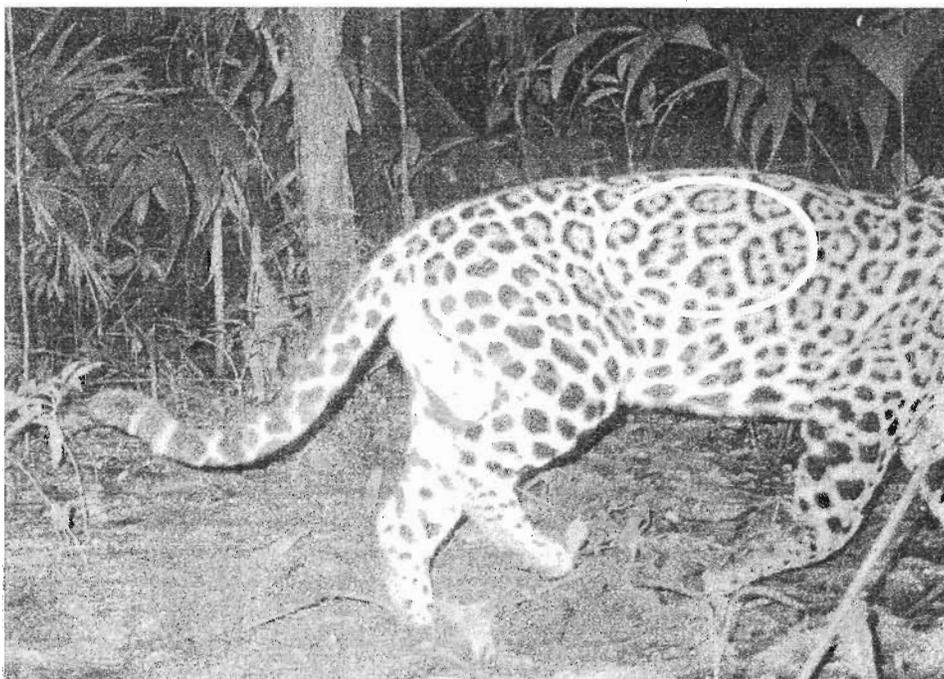
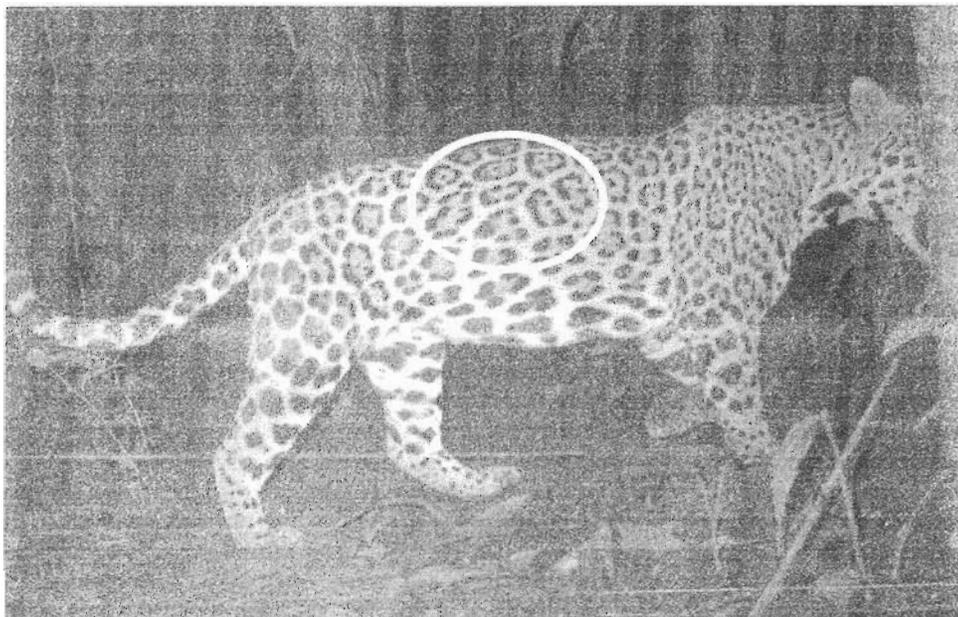
### Identificación individual de felinos.

Para lograr identificar los felinos fotografiados como distintos individuos utilizamos principalmente los patrones de manchas. Se busca encontrar en diferentes fotografías manchas con la misma forma, tamaño y ubicación dentro del organismo. En el caso de los pumas se utilizaron otras características o marcas particulares, como heridas, manchas, parásitos, cicatrices, muescas en las orejas, entre otras.

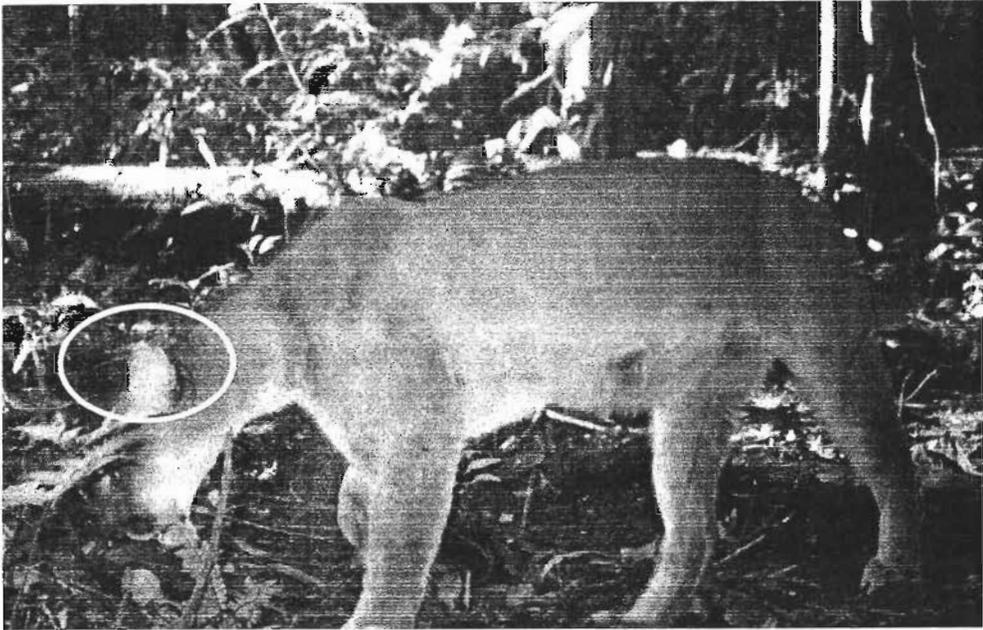
Resultan de particular utilidad las capturas dobles de los organismos (fotografías simultáneas de ambos flancos) pues así se pueden comparar ambos lados del organismo con otras capturas. De no tenerse registro de la apariencia de ambos flancos y tener fotografías de distintos lados de los felinos, no se pueden comparar sus manchas. El mejor tipo de fotografía para lograr la identificación de individuos es la que muestra el flanco del animal, lo más perpendicular posible. En fotografías como éstas las manchas se “deforman menos” y es más fácil lograr sexar al individuo, lo cual nos da información adicional y hace más fácil la identificación de distintos individuos en el área.

A continuación se presentan distintas capturas de los mismos individuos resaltando en óvalos blancos algunas de las manchas o marcas con las cuales se distinguen como el mismo individuo.

Jaguar ♂ capturado en lluvias (dos capturas del mismo individuo).



Puma ♂ capturado en lluvias (dos capturas del mismo individuo).

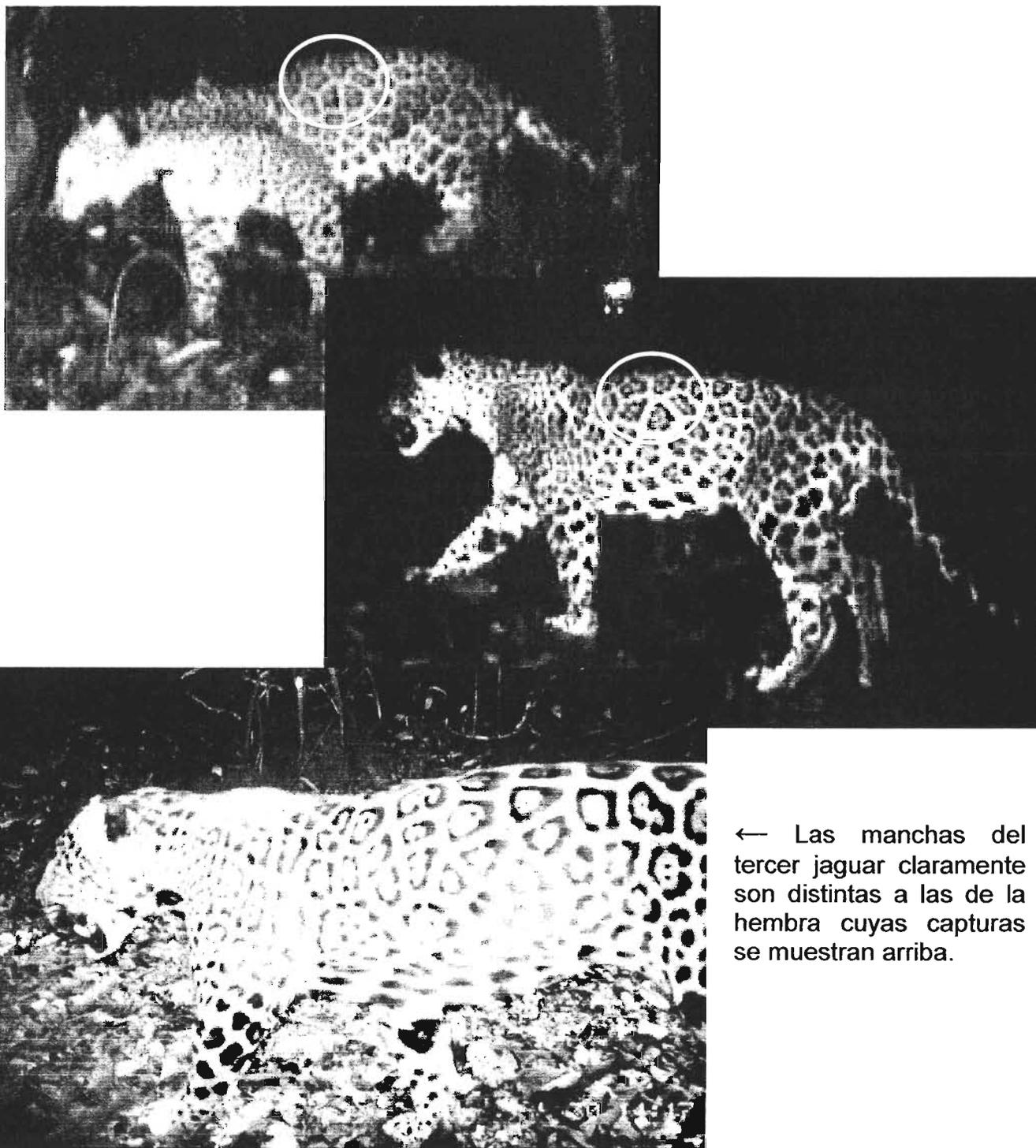


Ocelote ♂ capturado en lluvias (dos capturas del mismo individuo).

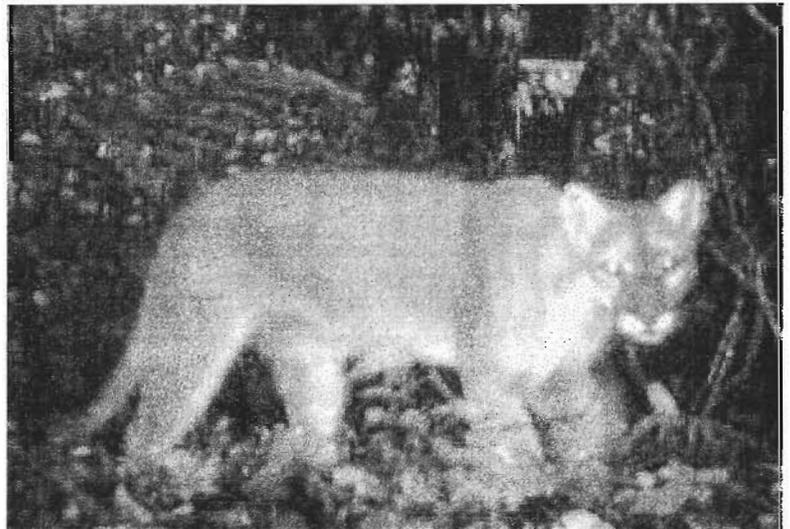


A continuación se presentan capturas de distintos individuos de la misma especie.

Jaguares capturados en secas. Las primeras fotografías son dos capturas de la única hembra registrada en el estudio y la última es del individuo que no se pudo sexar.

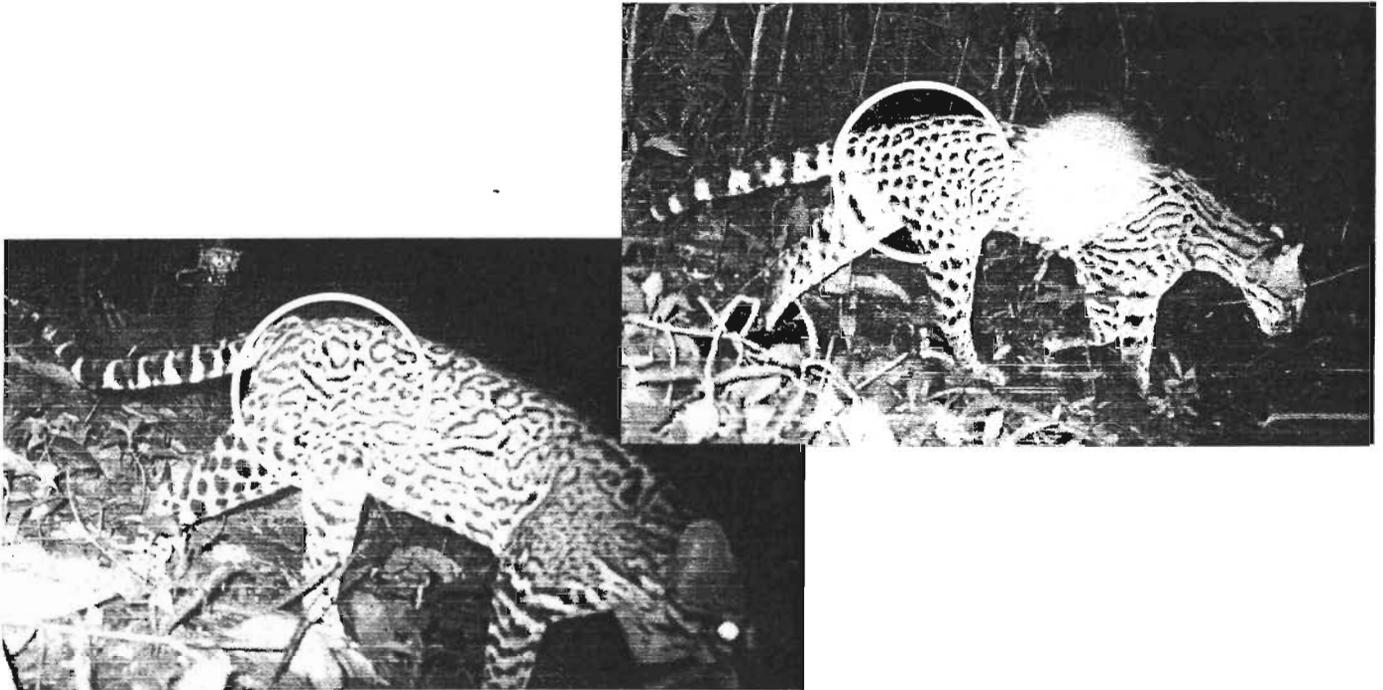


Las siguientes son fotografías de dos de los pumas capturados en la estación seca. Las primeras tres fotografías son del individuo que tiene el colmoyote entre los ojos. La fotografía sin el óvalo blanco es de otro individuo sin el parásito.



Se puede utilizar la presencia del colmoyote para separarlos en dos individuos distintos pues temporalmente primero tenemos una captura del puma con el parásito, después el puma que no lo tiene y posterior a esta captura volvemos a tener otra del individuo con el colmoyote entre los ojos. De haber sido todas las capturas del mismo individuo, todas deberían mostrar la presencia del parásito.

Las siguientes son fotografías de dos ocelotes distintos capturados durante la temporada de lluvias. Claramente el patrón de manchas es distinto.



Los siguientes son dos tigrillos distintos capturados en distintas temporadas. Sus manchas son claramente distintas.



## ANEXO III

### Aves

#### Riqueza de especies

Se registraron en total 11 especies de aves; al menos 8 en lluvias y 9 en secas (Tabla XIX). La familia mejor representada en ambos casos fue Tinamidae con tres especies. De estas 11 especies 6 se encuentran en las listas de aves de la Norma Oficial Mexicana (DOF, 2002).

Tabla XIX. Familias y especies de aves capturadas para ambas temporadas.  
(Siguiendo la clasificación de A.O.U 1998.)

Familia	Especie	nombre común	Lluvias	secas
Tinamidae	<i>Tinamus mayor</i> (Pr)	Tinamú mayor	X	X
	<i>Crypturellus soui</i> (Pr)	Tinamú menor	X	X
	<i>Crypturellus boucardi</i> (Pr)	Jamuey	X	X
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i> (Pr)	Garza tigre		X
Accipitridae	<i>Buteogallus anthracinus</i> (Pr)	Aguililla negra menor	X	
Cracidae	<i>Crax rubra</i> (A)	Hocofaisán	X	X
Rallidae	<i>Aramides cajanea</i>	Totolaca	X	
Columbidae	<i>Leptotila cassini</i>	Paloma pecho gris	X	X
	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma rojiza		X
Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Barranquillo		X
Formicariidae	<i>Formicarius analis</i>	Hormiguero cara negra	X	X

En la NOM-Ecol-059 (DOF, 2002) se encuentran algunas de las especies en las siguientes categorías:

Pr Sujeta a protección especial.

A Amenazada.

## NOTA:

ÚNICAMENTE EN ESTA TABLA SE PRESENTAN LAS TRES ESPECIES DE TINAMÚ POR SEPARADO. EN EL RESTO DEL TRABAJO SE AGRUPAN DEBIDO A LA DIFICULTAD DE RECONOCERLAS EN LAS FOTOGRAFÍAS Y A QUE ESCAPA A LOS OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO.

Abundancia relativa.Tasas de captura.

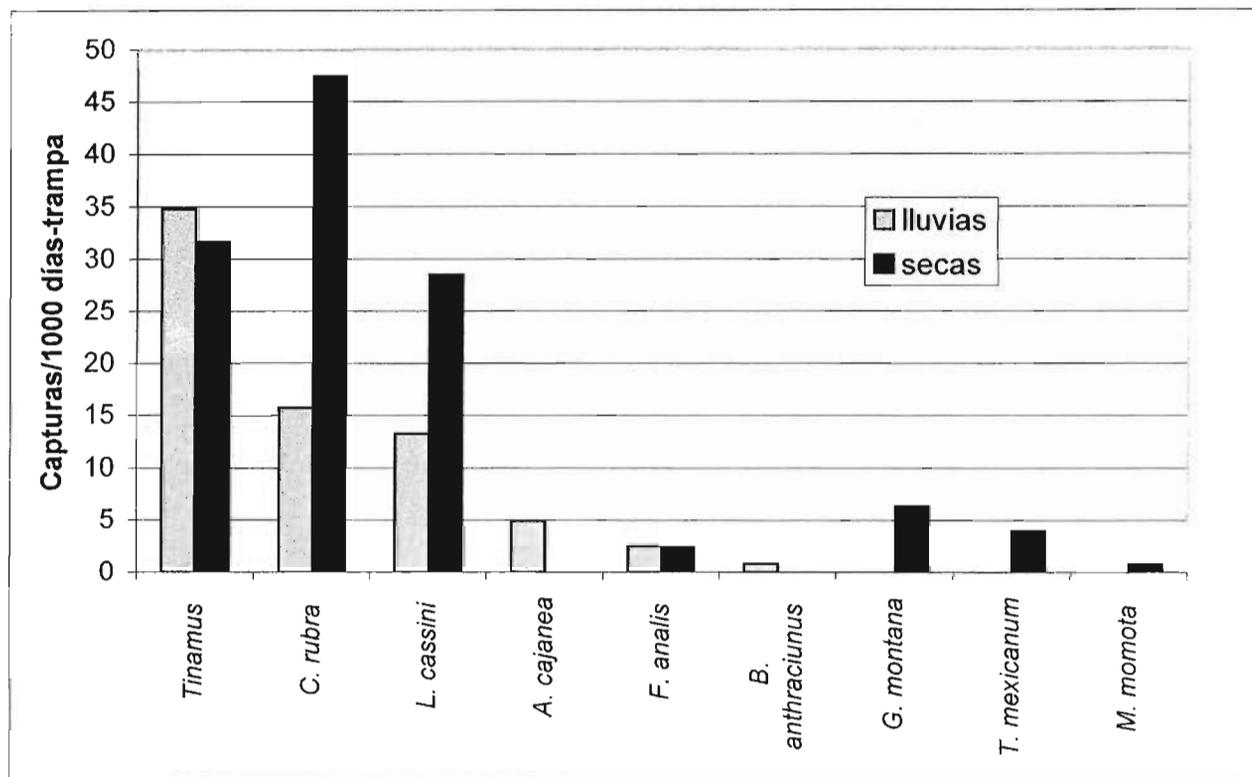
Las especies de aves con mayor cantidad de capturas en lluvias y secas fueron *Crax rubra* y los tinamus (las tres especies agrupadas). Las especies menos capturadas fueron *B. anthracinus* en lluvias y *M. momota* en secas (ambos con una sola captura en todo el estudio). (Fig. 17, tabla XX)

Tabla XX. Capturas de aves por especie para ambas estaciones.

	LLUVIAS			SECAS		
	# F	# C	C/1000	# F	# C	C/1000
<i>C. rubra</i>	86	49	<b>40.56</b>	115	68	<b>53.8</b>
Tinamus	49	42	<b>34.77</b>	49	40	<b>31.65</b>
<i>L. cassini</i>	17	16	<b>13.25</b>	42	36	<b>28.48</b>
<i>A. cajanea</i>	10	6	<b>4.96</b>	0	0	<b>0</b>
<i>F. analis</i>	3	3	<b>2.48</b>	3	3	<b>2.37</b>
<i>B. anthracinus</i>	1	1	<b>0.83</b>	0	0	<b>0</b>
<i>G. montana</i>	0	0	<b>0</b>	10	8	<b>6.33</b>
<i>T. mexicanum</i>	0	0	<b>0</b>	5	5	<b>3.96</b>
<i>M. momota</i>	0	0	<b>0</b>	1	1	<b>0.79</b>

#F = Número de fotografías. #C = número de capturas. C/1000 es la tasa de captura estandarizada (índice de abundancia).

Figura 17. Tasas de captura de las especies de aves para ambas temporadas.



Es claro que las especies de aves con mayores tasas de captura (los hocofaisanes, tinamus y palomas) pasan mucho tiempo en el suelo. Es posible que las tasas de captura de los hocofaisanes reflejen una gran abundancia, pues además de ser alta su tasa de captura, en relación con la de otras especies, cada captura suele consistir en hasta nueve fotografías, cada una con hasta siete individuos. Otra opción es que por la conducta de estas aves se hayan obtenido muchas recapturas de los mismos individuos.

Cambios estacionales.

En el caso de las aves sólo se hicieron las pruebas de t, para comparar las abundancias estacionales, para dos especies. Los resultados se muestran en la tabla XXI.

El cambio estacional en el caso de las aves no sólo implicó comparar abundancias, sino los listados mismos para ambas temporadas. En la temporada de secas se capturó la garza *Tigrisoma mexicanum* (5 capturas) y la paloma roja, *Geotrygon montana* (8 capturas), que no fueron registradas en la temporada de lluvias. *G. montana* es considerada residente de todo el año (Howell y Webb, 1995). No hago mayor referencia al resto de las aves que se encontraron en una estación y en otra no, pues la mayoría se trata de especies con una sola captura.

Tabla XXI. Pruebas de t de las diferencias de abundancia estacionales de las especies de aves.

Especie	t calculada
<i>C. rubra</i>	0.8402
<i>G. montana</i>	0.0149

Al igual que con los mamíferos, las diferencias no son significativas para un  $\alpha(0.05) = 2.07$ . El cambio en la tasa de captura para *C. rubra* sólo fue significativo para un  $\alpha(0.5) = 0.658$ .

Los hocofaisanes tuvieron una mayor tasa de captura en la temporada seca, pero las capturas de lluvias fueron de grupos mayores. En la temporada de secas se encontraron solitarios y no se mezclaron las hembras con los machos; en lluvias se agruparon y mezclaron los sexos (tabla XXII). El cambio (inversión) en la relación de machos y hembras para cada temporada podría indicar cambios conductuales en los

niveles de actividad asociados al sexo o movimientos estacionales asociados al sexo. En secas probablemente la hembra se mueve en un área más pequeña al estar criando, por lo que la probabilidad de encuentro con las cámaras disminuye.

Tabla XXII. Cambio estacional en la conducta gregaria de *C. rubra*.

	Temporada seca	Temporada lluviosa
x de fotografías por captura.	1.66	1.8
Mín. de fotografías por captura.	1	1
Máx. de fotografías por captura.	6	9
x de individuos por fotografía.	1.02	1.47
Mín. de individuos por fotografía.	1	1
Máx. de individuos por fotografía.	2	7
Ambos sexos en el grupo	1 de las 68 capturas.	12 de las 49 capturas.
Relación macho-hembra	2 : 1	1 : 2

En el caso de los hocofaisanes, las tasas de captura indican que machos y hembras se agregan en la temporada de lluvias y que el nivel de actividad de los individuos de cada sexo no es el mismo a lo largo del año.

## IX. Bibliografía.

- Álvarez del Toro. 1985. ¡Así era Chiapas! 42 años de andanzas por montañas, selvas y caminos del estado. Universidad Autónoma de Chiapas, Instituto de historia Natural. Tuxtla Gutierrez, Chiapas. 543 pp.
- Aranda, M. e I. March. 1987. Guía de los Mamíferos Silvestres de Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. México, Xalapa, Ver. 149 pp.
- Aranda, M. 1992. Felinos de México, estado actual de conocimiento y conservación. En Felinos de Venezuela, Biología, Ecología y Conservación. Memorias del Simposio Organizado por Fudeci del 01 al 04 de Septiembre de 1991. FUDECI, Venezuela. 315 pp.
- Aranda, M. 1993. Hábitos alimentarios del jaguar (*Panthera onca*) en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche. En Medellín R. A. y F. Ceballos (eds.) Avances en el estudio de los Mamíferos de México AMMAC. Publicaciones Especiales Vo.I 1 231-238.
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa – CONABIO. México. 212pp.
- Aranda, M. 2002. Importancia de los Pecaríes para la Conservación del Jaguar en México. 101-105. In Medellín *et. al.* (compiladores). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica - Universidad Nacional Autónoma de México - Wildlife Conservation Society. México.
- Arkin, H. R. R. Colton. 1963. Tables for Statisticians, 27 most fequently used tables with explanations and instructions.. Barnes & Noble, Inc. New York. 168pp.

- Carbone, C., S. Christie, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, K. Kawanishi, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. MacDonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, J. L. D. Smith, M. Sunquist, R. Tilson y W. N. Wan Shahrudin. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. *Anim. Conserv.* 4:75-79
- Carbone, C., S. Christie, K. Conforti, T. Coulson, N. Franklin, J. R. Ginsberg, M. Griffiths, J. Holden, M. Kinnaird, R. Laidlaw, A. Lynam, D. W. MacDonald, D. Martyr, C. McDougal, L. Nath, T. O'Brien, J. Seidensticker, J. L. D. Smith, R. Tilson y W. N. Wan Shahrudin. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of cryptic mammals: response to Jennelle *et. al.* *animal Conservation* 5:121-123.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications* 8(1):8-17.
- Ceballos, G., C. Chávez, A. Rivera, C. Manterola y B. Wall. 2002. Tamaño poblacional y conservación del Jaguar en la Reserva de la Biosfera Calakmul, Campeche, México.
- Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. CONABIO, Instituto de Biología, UNAM, Agrupación Sierra Madre S.M, S.C. México. 847 pp.
- Cherfas, J. 1987. How to thrill your cat this Christmas. *New Science.* 116:42-45.
- Conner, M. C., R. F. Labrisky y D. R. Progulsk. 1983. Scent-Station indices as measures of population abundance for bobcats, racoons, gray foxes and opossums. *Wildlife Society Bulletin.* 11(2):146-152.

Conservación Internacional México. 2001. Hitos en la conservación de la Selva Lacandona (1955 – 2000). [www-ci-mexico.org.mx](http://www-ci-mexico.org.mx)

Conservación Internacional México. 2003. Selva Lacandona, Siglo XXI. Estrategia Conjunta para la Conservación de la Biodiversidad en la Selva Lacandona. [www-ci-mexico.org.mx](http://www-ci-mexico.org.mx)

De la Maza, J, y R. de la Maza. 1991. Esbozo de una región. Pp. 21-35, *In* Lacandonia “El Último Refugio”. Agrupación Sierra Madre, S. C. – Universidad Nacional Autónoma de México, México. 153pp.

De Vos, J. 1981. Viajes al Desierto de la Soledad. Cuando la Selva Lacandona aún era Selva. Secretaría de Educación Pública – Frontera. México. 323pp.

De Vos, J. 1988. La paz de Dios y del Rey. La conquista de la Selva Lacandona por los españoles, 1525-1821, Tuxtla Gutiérrez, Chis., edición el gobierno del estado de Chiapas. Colección Ceiba No. 1, 524pp.

De Vos, J. 1988. Oro Verde: La conquista de la Lacandona por los Madereros Tabasqueños, 1822-1949. Fondo de Cultura Económica y Secretaría de Educación Pública. México, 330 pp.

De Vos, J. 1992. Una Selva Herida de Muerte, Historia reciente de la selva Lacandona. *In* Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.) 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, selva Lacandona: investigación para su conservación. Publicación especial de Ecósfera #1 Centro de estudios para la conservación de los recursos Naturales, San Cristóbal, Chiapas. 436 pp.

- De Vos, J. 2002. Una tierra para sembrar sueños. Historia reciente de la Selva Lacandona 1949-2000. Fondo de Cultura Económica. México. 505 pp.
- Diario Oficial de la Nación. 1978. Decreto por el cual se declara de interés público el establecimiento de la zona de protección forestal de la cuenca del Río Tulija, así como la Reserva de la Biosfera Montes Azules. 12 de enero, México. Tomo CCCXLVI, No. 9.
- Diario Oficial de la Federación. NOM-059-ECOL-2001.- Protección Ambiental.- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su inclusión, exclusión o Cambio; Lista de especies en Riesgo. Miércoles 6 de Marzo de 2002: 1 –80.
- Díaz-Francés, E. y J. Soberón. (en prensa) Corrections and Improvements to “The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness.
- Dirzo, R. 1991. La vegetación, exuberancia milenaria. Pp. 52-73, *In* Lacandonia “El Último Refugio”. Agrupación Sierra Madre, S. C. – Universidad Nacional Autónoma de México, México. 153pp.
- Dirzo, R. y E. Mendoza. 2002. Extinciones en Procesos Ecológicos: Las interacciones entre Plantas y Mamíferos Tropicales. *In* Primarck, R.; R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo y F. Massardo (eds.) *Fundamentod de Conservación Biológica: Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica, México. 153-155.
- Flores Villela, O. y P. Gerez. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad y Universidad Nacional Autónoma de México, México. 439 pp.

- Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 43:133-157.
- Foresman, K. R. 1998. Comparison of proposed survey procedures for detection of forest carnivores. *Journal of wildlife management* 62(4):1217-1226.
- García de L. A. 1997. Mapachismo y poder político en el campo chiapaneco: 1914-1977. *Cuadernos Agrarios, Chapingo*. 2(5):57-66.
- García-Gil, G. 1985. Morfopedología de la Reserva de la Biosfera Montes Azules y zonas aledañas, avances y perspectivas. INIREB. 11 pp.
- García, G. J. y H. J. Lugo. 1992. Las formas de relieve y los tipos de vegetación de la Selva Lacandona. Pp. 39-49. , *In* Ramos, M. y M. A. Vázquez (eds.) La Reserva de la Biosfera de Montes Azules. Centro de estudios para la conservación de los recursos naturales A. C., Chiapas, México. Publicaciones especiales ECOSFERA. 436 pp.
- Gomes de Olivera, T. 1993. Neotropical Cats of the World, Ecology and Conservation. EDUFMA, Universidad Federal de Maranhão, São Luís 220pp.
- Gómez-Pompa, A. 1992. Una visión Sobre el manejo del Trópico húmedo de México. *In* Vázquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.) 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, selva Lacandona: investigación para su conservación. Publicación especial de Ecósfera #1 Centro de estudios para la conservación de los recursos Naturales, San Cristóbal, Chiapas. 436 pp.

- Gómez-Pompa, A., R. Dirzo, A. Kaus, C. R. Noguerón-Chang y M de J. Ordoñez. 1994. Las áreas naturales protegidas de México. Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL, México. 331 pp.
- Gorostiza, L. G. y E. Díaz-Francés. 2001. Species accumulation functions and pure birth processes. *Statistics & Probability Letters* 55:221-226.
- Griffiths, M. y C. Van Schaik. 1993. Camera-trapping: A New Tool for the Study of Elusive Rain Forest Animals. *Tropical Biodiversity*, 1:131-135.
- Herrera-MacBryde, O. y R. A. Medellín. 1997. Lacandon Rainforest Region. *In* S. D. Davis, S. D.; V. H. Heywood, O. Herrera-MacBryde, J. Villalobos y A. C. Hamilton (eds.) *Centers of Plant Diversity*, Vol. 3, The Americas World Wildlife Fund, IUCN, The World Conservation Union, U. S. National Museum of Natural History, the European Commission, and the U. K. Overseas Development Administration. Information Press, U. K.. 525 pp.
- INEGI. 1990. Resultados del XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 285 pp.
- IPCC. 1996. *Climate Change 1995: Impacts, adaptations and mitigation of Climate Change, Scientific Technical Analyses*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, U. K.
- Jennelle, C. S., M. C. Rungey D. I. MacKenzie. 2002. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals: a comment on misleading conclusions. *Anim. Conserv.* 5:119-120.

- Kangas, P. 1997. Tropical Sustainable Development and biodiversity. 389-409. *In* Reaka-Kudla, M. L. *et. al.* Biodiversity II. Understanding and Protecting Our Biological Resources.
- Karanth, K. U. y Nichols, J. D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79:2852-2862.
- Karanth, K. U. y Stith, B. M. 1999. Prey depletion as a critical determinant of tiger population viability. 100-113 *In* Seidensticker, J. S. Christie y P. Jackson (eds.) *Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscapes.* Cambridge, Cambridge University Press.
- Karanth, K. U., M. Sunquist y K. M. Chinnappa. 1999. Long-term monitoring of tigers: lessons from Nagarahole. 114-122. *In* Seidensticker, J. S. Christie y P. Jackson (eds.) *Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscapes.* Cambridge, Cambridge University Press.
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols (eds.). 2002. *Monitoring Tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia.* India, Centre for Wildlife Studies. 193 pp.
- Karanth, K. U., J. D. Nichols, P.K. Sen y Vinod Rishi. 2002a. Monitoring tigers and prey: conservation needs and managerial constraints. *In* Karanth, K. U. y J. D. Nichols (eds.). *Monitoring Tigers and their prey. A manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia.* India, Centre for Wildlife Studies. Pags. 1-8.
- Karanth, K. U. 1999. Counting tigers, with confidence. 350-352. *In* Seidensticker, J. S. Christie y P. Jackson (eds.) *Riding the tiger: tiger conservation in human-dominated landscapes.* Cambridge, Cambridge University Press.

- Karanth, K. U. y Kumar N. S. 2003. Distribution and dynamics of tiger and prey populations in Maharashtra, India. Final Report (1year surveys) to Save The Tiger Fund, National Fish and Wildlife Foundation & Rhinoceros and Tiger Conservation Fund, US Fish and Wildlife Service. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K. U. y J. D. Nichols (en prensa) Camera trapping big cats: some questions that should be asked frequently.
- Kitchner, A. 1991. The natural history of the WildCats. Cornell University Press. Ithaca, N. Y. 280 pp.
- Krebs, C. J. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row. New York, EUA. 801 pp.
- Krebs, J. R. y N. B. Davies. 1981. An Introduction to Behavioural Ecology. Blackwell Scientific Publications. London, U. K.. 292 pp.
- Larson, J., E. Martínez y C. H. Ramos. 1994. ¿Cuántos justos por pocos pecadores? (Paisaje natural y social en la región de las Cañadas, Chiapas). Perfil de la Jornada, 16 de febrero 1999. México.
- Lynam, A. J. 2002. Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. 55-71. *In* Medellín *et. al.* (compiladores). El Jaguar en el Nuevo Milenio. Fondo de Cultura Económica - Universidad Nacional Autónoma de México - Wildlife Conservation Society. México.
- Lynam, A. J. (en prensa) Camera-traps as a tool for inventory and ecological investigation of endangered carnivores.

- Manzanos, R. 2000. Los científicos claman: Emergencia en la Selva Lacandona. Proceso 1228, 14 de Mayo, 42-44.
- March, I. S. y M. Aranda. 1992. Mamíferos de la Selva Lacandona, Chiapas. *In* Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.) 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, selva Lacandona: investigación para su conservación. Publicación especial de Ecósfera #1 Centro de estudios para la conservación de los recursos Naturales, San Cristóbal, Chiapas. 436 pp.
- Meave del Castillo, J. 1983. Estructura y composición de la selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional autónoma de México, México. 140 pp.
- Medellín, R. A. 1991a. La fauna: diversidad de los vertebrados. En UNAM, Lacandonia, el último refugio. UNAM y Sierra Madre. México 75-109.
- Medellín, R. A. 1991b La selva Lacandona: pasado. Oikos. Boletín del Centro de Ecología, UNAM. (16) pag. 2.
- Medellín, R. A. 1991c. The Selva Lacandona: An Overview. Tropical Conservation and Development Program. TCD Newsletter, 24:1-15.
- Medellín, R. A. 1991d. Informe y evaluación de los vertebrados de la región de Las Cañadas, Chiapas. *In* Toledo V. (ed.) Conservación, Restauración ecológica y Desarrollo Sostenido. Reporte a CIEDAC-PEMEX, México, D.F.
- Medellín, R. A., O. Sánchez-Herrera y G. Urbano-V. 1992. Ubicación zoogeográfica de la selva Lacandona, Chiapas, México, a través de su fauna de quirópteros. *In* Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.) 1992. Reserva de la Biosfera Montes Azules, selva Lacandona:

investigación para su conservación. Publicación especies de Ecósfera #1 Centro de estudios para la conservación de los recursos Naturales, San Cristóbal, Chiapas. 436 pp.

Medellín, R. A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Cons. Biol.*, 8:780-799.

Medellín, R. A. 1996. La Selva Lacandona. *Arqueología Mexicana*. Noviembre-diciembre, 4:64-69.

Medellín, R. A. y M. Equihua. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest and abandoned agricultural fields in Chiapas, México. *Journal of Applied Ecology*, 35:13-23.

Medellín, R. A. y J. Sarukhán. 2000. Emergencia en la Selva Lacandona. *Proceso*, 1228:42-44.

Meffe, G. K., C. R. Carroll y S. L. Pimm. 1997. Critical species interactions. 236-242. In Meffe, G. K. y C. R. Carroll. *Principles of Conservation Biology*. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. 724pp.

Mellen, J. D. 1993. A comparative analysis of scent-marking, social and reproductive behavior in 20 species of small cats (*Felis*). *Am. Zool.* 33:151-166.

Mendoza, E. Y R. Dirzo. 1999. Deforestation in Lacandonia (southeast Mexico): evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation*, 8:1621-1641.

Morazzi, T. L., T. K. Fuller, R. M. DeGraaf, R. T. Brooks y W. Li. 2002. Assessing remotely triggered cameras for surveying carnivore distribution. *Wildlife Society Bulletin*, 30(2):380-386.

- Naughton-Treves L., J. L. Mena, A. Treves, N. Álvarez y V. C. Radeloff. 2002. Wildlife Survival Beyond Park Boundaries: the Impact of Slash-and-Burn Agriculture and Hunting on Mammals in Tambopata, Peru. *Conservation Biology*. 17(4):1106 – 1117.
- Nichols, J. D., T. Boulinier, J. E. Hines, K. H. Pollock y J. R. Sauer. 1998. Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities. *Ecological applications*, 8(4):1213-1225.
- Nowak, 1991. *Walker's Mammals of the World*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London, U. K. Vol II. 1629.
- Núñez, R., B. Miller y F. Lindzey. 2002. Ecología del Jaguar en la Reserva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. 107-126. *In* Medellín *et. al.* (compiladores). *El Jaguar en el Nuevo Milenio*. Fondo de Cultura Económica - Universidad Nacional Autónoma de México - Wildlife Conservation Society. México.
- Orellana, L. R. 1978. Relaciones clima-vegetación en la región Lacandona, Chiapas. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White y D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62. 135 pp.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. 1998. *Árboles Tropicales de México*. Manual para la identificación de las principales especies. 2ª edición. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica, México. 521pp.

- Pérez Gil, R. 1991. Lacandonia comprometida y amenazada. Pp. 126-137. *In* Lacandonia "El Último Refugio". Agrupación Sierra Madre, S. C. – Universidad Nacional Autónoma de México, México. 153pp.
- Ramos, M.A.; M. A. Lazcano; E. Góngora; R. Domínguez; F. Gonzáles e I. J. March. 1983. Inventario faunístico de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. En INIREB. Informe del Programa Técnico de la Reserva de la Biosfera Montes Azules. INIREB. México. 67 pp.
- Redford. K. H. 1992. The empty forest. *BioScience*. 42(6):412-422.
- Roberge, J-M. 2004. The usefulness of the umbrella species concept as a Conservation Tool. *Cons. Biol*. 18(1)76.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México. 432pp.
- Schaller, G. B. y P. G. Crawshaw. 1980. Movement patterns of jaguar. *Biotropica* 12:161-168.
- SEMARNAP-CONABIO. 1995. Reserva de la Biosfera Montes Azules. Pp. 66-70, in Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México. SEMARNAP-CONABIO, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca – Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F. México
- Shanker K., 2000. Small mammal trapping in tropical montane forests of the Upper Nilgiris, southern India an evaluation of capture-recapture. *J. Biosci*. 25(1):99-111.
- Slobodkin, L. B. y D. E. Dykhuizen. 1997. Management to Meet Conservation Goals. General Principles. *In* Meffe, G. K. y C. R. Carroll. Principles of

Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts, EUA. 724pp.

Soberón, M. J. y J. B. Llorente. 1993. The use of accumulation functions for the prediction of species richness. *Cons. Biol.*, 7:480-488.

Sunquist M. y F. Sunquist. 2002. *Wild Cats of the world, The ultimate reference to every species worldwide.* The University of Chicago Press., Chicago. 452 pp.

Tewes, M. E. y D. J. Schmidly. 1987. The neotropical felids: Jaguar, ocelot, margay and jaguarundi. *In* M. Noak, J. Baker, M. E. Obbardand, B. Malloch (eds). *Wild furbearer management and conservation in North America* Ministry of Natural Resources. Ontario 697-711-

Vásquez-Sánchez, M. A. y M. A. Ramos (eds.) 1992. *Reserva de la Biosfera Montes Azules, selva Lacandona: investigación para su conservación.* Publicación especial de *Ecósfera #1* Centro de estudios para la conservación de los recursos Naturales, San Cristóbal, Chiapas. 436 pp.

Wemmer, C., and K. Scow. 1977. Communication in The Felidae with emphasis on scent marking and contact patterns. 749-766. *In* Seboek, T. (ed.) *In How animals communicate.* Bloomington, Indiana University Press.

White, G. C., D. R. Anderson, K. P. Burnam y D. L. Otis. 1982. Capture-recapture and removal methods for sampling close populations. Los Alamos National Laboratory LA-8787-NERP. 235 pp.

White, G. C. 1996. *Program NOREMARK Software Reference Manual.* Department of fishery and wildlife, Colorado State University, Fort Collings, 30 pp.