

136



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LA POBLACIÓN DEL MONO
AULLADOR NEGRO (*Alouatta pigra*) ALREDEDOR DEL PARQUE
NACIONAL ZONA ARQUEOLÓGICA DE PALENQUE, CHIAPAS.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE BIÓLOGO

P R E S E N T A:

ADRIÁN MENDOZA RAMOS

DIRECTOR DE TESIS

DR. ALEJANDRO ESTRADA MEDINA



2002

DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES



FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:
 "Efecto de la fragmentación en la población del mono aullador negro
 (Alouatta pigra) alrededor del Parque Nacional Zona Arqueológica de
 Palenque, Chiapas."
 realizado por: Adrián Mendoza Ramos

con número de cuenta 9428677-5 , quien cubrió los créditos de la carrera de:
 Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	Dr. J. Alejandro Estrada Medina	
Propietario	Dr. Rodolfo Dirzo Minjarez	
Propietario	Dr. Jorge A. Meave del Castillo	
Suplente	M. en C. Guadalupe Barajas Guzmán	
Suplente	Biol. Rita V. Arenas Rosas	

Consejo Departamental de

M. en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS
U. N. A. M.



DEPARTAMENTO
DE BIOLOGÍA.

Se remite a la Dirección General de Bibliotecas de la
 U.N.A.M. a dilucidar en formato electrónico e impreso el
 presente trabajo de mi trabajo recepcional.

Adrián Mendoza
 Ramos

14 noviembre 2002

MA:

A mis padres.

**EFFECTO DE LA FRAGMENTACIÓN EN LA POBLACIÓN DEL MONO
AULLADOR NEGRO (*Alouatta pigra*) ALREDEDOR DEL PARQUE
NACIONAL ZONA ARQUEOLÓGICA DE PALENQUE, CHIAPAS.**



ÍNDICE

Resumen.....	1
I. Introducción.....	3
I.1 Las selvas del trópico húmedo.....	3
I.2 Los primates silvestres del sur de México.....	5
I.3 Los monos aulladores.....	5
I.4 Aspectos generales de la historia natural de los monos aulladores.....	7
I.5 Información sobre las poblaciones de <i>Alouatta pigra</i> en su área de distribución.....	8
I.6 Objetivos.....	10
I.7 Justificación.....	11
II. Información contextual sobre el área de estudio.....	13
II.1 Clima.....	14
II.2 El terreno.....	14
II.3 Vegetación.....	14
II.4 Fauna.....	15
III. Métodos.....	17
III.1 Cartografía.....	17
III.2 Reconocimiento de la población de monos aulladores.....	20
III.3 Procesamiento de los datos y análisis estadísticos.....	21
III.4 Calendario de trabajo.....	21
IV. Resultados.....	22
IV.1 Análisis de resultados cartográficos.....	22
IV.2 Reconocimiento de la población de monos aulladores.....	30

V. Discusión y conclusiones.....	43
V.1 Cartografía.....	43
V.2 Población de monos aulladores.....	48
V.3 Comparación con tropas del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque.....	55
V.4 Medidas de manejo y conservación.....	58
V.5 Proyectos a seguir.....	59
VI. Referencias.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Distribución original de la selva tropical húmeda en México y su distribución actual.
2. Límites aproximados de la distribución de las especies de *Alouatta*.
3. Localización del sitio de estudio.
4. El curso del tiempo en la cobertura selvática de 1984 a 2001 en Palenque, Chiapas.
5. Mapa de trabajo en sectores.
6. Fórmula para obtener tasa anual y para proyectar al futuro el área de bosque remanente.
7. Distribución de los fragmentos de selva en Palenque de acuerdo a su superficie.
8. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector A.
9. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector B.
10. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector C.
11. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector D.
12. Cobertura selvática por sector en tres tiempos diferentes.
13. Superficie ocupada por las zonas urbanas y comunidades rurales en el área de estudio.
14. Reducción en la cobertura selvática de Palenque proyectada al futuro.
15. Mapa de las tropas de *Alouatta pigra* registradas de marzo a septiembre de 2001.

16. Tamaño de los fragmentos examinados con presencia de tropas.
17. Proporción en el número de fragmentos que presentaron tropas de aulladores.
18. Relación entre el número de individuos por tropa de acuerdo al tamaño del fragmento.
19. Proporción en los fragmentos de selva de acuerdo al tipo de comunidad vegetal.
20. Relación entre el número de individuos, y la superficie y tipo de comunidad vegetal.
21. Distancia de aislamiento entre los sitios ocupados por las tropas de monos aulladores.
22. Distribución en el tamaño de las tropas.

ÍNDICE DE TABLAS

1. Características y composición de las tropas de *Alouatta pigra* descritas para cada sitio.
2. Número de hectáreas de terreno desmontado por cada sector de 1984 a 2001.
3. Número de hectáreas ocupadas por los poblados de 1984 a 2001.
4. Características de los fragmentos explorados.
5. Tropas de monos aulladores localizadas en los fragmentos explorados.
6. Representación porcentual de los monos aulladores por edades y sexo.
7. Estructura de edades y sexos de las tropas de monos aulladores registradas.
8. Características de las tropas de monos aulladores registradas en este estudio.
9. Información de las tropas de monos aulladores por unidad de área.

ANEXOS

1. Proyección del área selvática remanente en Palenque a cuatro tasas de cambio.
2. Características de cada tropa de *Alouatta pigra* encontrada en este estudio.
3. Población total por Ejido en el Municipio de Palenque, Chiapas.

RESUMEN

Debido a la tasa acelerada de deforestación en las selvas tropicales del sureste mexicano, gran parte de las especies tanto de flora como de fauna que constituyen este ecosistema están ahora sujetas a procesos de extinción local. Dentro de la fauna que caracteriza a las selvas tropicales de México se encuentran dos tipos de primates: los monos araña y los monos aulladores o saraguatos. Los primeros están representados por una sola especie denominada científicamente como *Ateles geoffroyi*, mientras que los monos aulladores están representados por dos especies: *Alouatta palliata* y *Alouatta pigra*, conocidos comúnmente como mono aullador de manto y mono aullador negro, respectivamente.

Desde el punto de vista ecológico, los saraguatos son una parte fundamental en el proceso de regeneración de las selvas ya que su dieta está basada esencialmente en las hojas y frutos de un amplio número de especies de árboles tropicales, favoreciendo de esta forma la dispersión de semillas y, por lo tanto, la regeneración de la selva.

Decretado en 1981, el Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (PNZAP) se encuentra situado en la parte noreste del estado de Chiapas, en la parte más septentrional de la selva Lacandona. El paisaje alrededor del PNZAP está constituido por grandes terrenos de pastizal utilizados para la ganadería y en menor escala para la agricultura. En estos terrenos resaltan fragmentos de selva aislados, los cuales están conformados por una gama de tipos de selva en regeneración y en el menor de los casos por selva primaria. La única especie de primates no humanos que actualmente habita algunos de los manchones de selva en la zona es el mono aullador negro *Alouatta pigra*. En ocasiones los monos se desplazan de uno a otro fragmento gracias a que éstos pueden estar interconectados entre sí por medio de la selva que flanquea los bordes de ríos y arroyos de menor tamaño.

Las visitas a la zona de estudio se llevaron a cabo de marzo a octubre de 2001. Se encontraron tropas de aulladores en 25 de 44 fragmentos explorados con un tamaño medio de 5.0 ind./tropa resultando en un total de 115 aulladores contabilizados en este estudio. Las características de las tropas de monos alrededor y dentro del PNZAP se contrastaron entre sí mediante la prueba U de Mann Whitney y se encontró que las tropas dentro del PNZAP son, en margen, significativamente de mayor tamaño que las tropas alrededor del PNZAP. El número de machos adultos por tropa resultó significativamente mayor dentro del PNZAP (2.0 individuos), no así el número de hembras adultas.

Con el fin de detectar si existe una influencia de la fragmentación de selvas alrededor del PNZAP sobre la población de monos aulladores en la zona se obtuvo información sobre la distribución, superficie, y grado de perturbación del fragmento (de acuerdo a una escala desarrollada en este estudio) asociados al tamaño y distribución por edades y sexos de cada tropa de monos en particular, aunque no se obtuvieron diferencias significativas en este apartado. Tampoco fue significativa la correlación de Spearman entre el tamaño de los fragmentos y el tamaño de las tropas.

Debido a que los aulladores pueden alimentarse de un gran número de especies de plantas y de diferentes partes de éstas, son más sedentarios que otras especies de primates neotropicales, y el efecto de la fragmentación y reducción del remanente selvático es relativamente inconspicuo comparado con otras especies, como el mono araña *Ateles geoffroyi*, el cual ahora está extinto alrededor y dentro del PNZAP.

Los resultados arrojados por este estudio, aunado a lo observado en el campo, sugieren que el estado actual de los monos aulladores alrededor del PNZAP es de menor peligro, aunque dependiente de programas de conservación para asegurar su supervivencia.

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Las selvas del trópico húmedo.

Las selvas tropicales húmedas del mundo ocupaban sólo un 10% de la superficie terrestre y alojan del 50 al 80% de todas las especies de organismos existentes en la Tierra (Myers 1991, Lewis 1990, Ehrlich y Wilson 1991). De éstos, sólo entre el 10 y el 20% han sido descritos a nivel de especie y es mucho menor el número para los que se tienen datos precisos sobre aspectos básicos de su biología y ecología. Estas selvas son también una fuente de estabilidad climática y de muchos otros recursos usados por el hombre, desde alimentos hasta productos farmacéuticos (Myers 1988).

El sureste del territorio mexicano resguarda la representación más septentrional del ecosistema selvático en el continente americano (Pennington y Sarukhán 1998). Esta situación provee a México con una inmensa riqueza biológica y con la responsabilidad nacional y regional de cuidar dicho patrimonio.

Existen en México dos variantes principales de la selva tropical lluviosa: la selva alta perennifolia y la selva alta-mediana subperennifolia. Ambos tipos de vegetación se encuentran localizados principalmente en la vertiente del Golfo de México, la península de Yucatán y la zona del Istmo de Tehuantepec hasta Guatemala. Esta región originalmente comprendía 110,000 km² de vegetación en extensión, equivalente al 6% de la superficie total del país (Estrada 1989; Figura 1).

Actualmente se estima que diariamente desaparecen alrededor de 20,000 ha de selvas en el mundo como resultado de las actividades humanas (Myers 1991, Lewis 1990, Gradwhol y Greenberg 1990), destrucción que provoca la extinción, a nivel local y regional, de un gran número de especies.

Introducción

En Latinoamérica como en el resto del mundo, las selvas del trópico húmedo han estado sujetas a un rápido proceso de destrucción y fragmentación en los últimos 50 años. Lo anterior se debe a las prácticas de manejo de la tierra incompatibles con un aprovechamiento adecuado y conservación de los recursos naturales que resguardan estas selvas. Aunado a esto, el acelerado crecimiento de las poblaciones humanas y la fuerte demanda por espacio y alimento está contribuyendo a la rápida desaparición de estos ecosistemas en nuestro continente (Ehrlich y Wilson 1991).

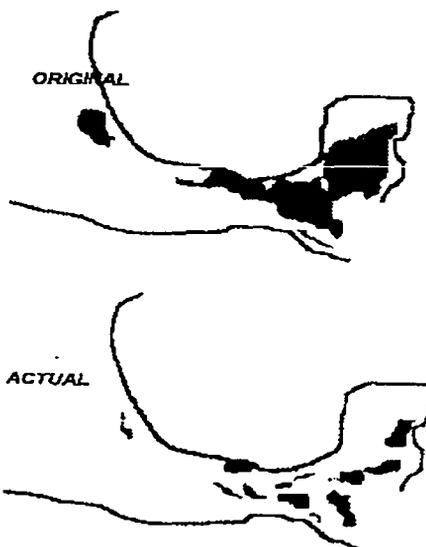


Figura 1. Distribución original de la selva tropical húmeda en México (Pennington y Sarukhan, 1998) y su distribución actual (Estrada 1989.)

En el caso de México, el crecimiento de la población y la actividad agropecuaria han convertido cerca del 80% de la extensión original de selvas a sistemas antropogénicos. Las selvas remanentes en el sur de México continúan siendo transformadas por la actividad humana a ritmos variables pero considerablemente altos. Por ejemplo, en la región de Los

Tuxtlas, Veracruz, la tasa de conversión de la selva a ecosistemas simples (p. ej. pastizales) es de 4.3% anual. En la parte central de Chiapas, colindando con Guatemala, la tasa de conversión es de 4.5% anual, y al sur de la península de Yucatán es de 7.7% anual (Maser 1996).

I.2 Los primates silvestres del sur de México.

Como parte importante de la gran diversidad biológica del ecosistema selvático húmedo del sur de México, existe un amplio grupo de mamíferos silvestres, entre los que sobresalen por su tamaño y comportamiento tres especies de primates. Dos de éstas se conocen comúnmente como monos aulladores o saraguatos y científicamente pertenecen al género *Alouatta*, representado por dos especies: *A. palliata* y *A. pigra*. La tercera especie, cuyo nombre común es mono araña, se denomina científicamente como *Ateles geoffroyi*. La distribución geográfica conocida para estas especies en México comprende los estados del sur sureste del país.

I.3 Los monos aulladores.

Los aulladores se encuentran en un intervalo altitudinal muy amplio que se extiende desde el nivel del mar hasta altitudes de alrededor de 3,200 m y desde México hasta Argentina (excepto en Chile y Uruguay; Figura 2). *Alouatta palliata* y *Alouatta pigra* ocupan distribuciones alopátricas entre sí, aunque existen algunos lugares de simpatria (Crocket 1998).

En el caso de los monos aulladores, la especie *Alouatta palliata* es de distribución geográfica amplia y se presenta en casi todo el sur de México y en Centroamérica, teniendo su representación más septentrional en la región de Los Tuxtlas, al sur de Veracruz. En

contraste, la especie *Alouatta pigra*, el mono aullador negro, es de distribución geográfica restringida en el sur de México, presentándose solamente en Tabasco, Chiapas y en la península de Yucatán. Esta especie también está presente en las selvas del Petén en Guatemala y en Belice, y su distribución más austral es el sur de Guatemala. Horwich y Jonson (1986) reportaron que todos los hábitats con *A. pigra* estaban a menos de 330 m s.n.m., y que tenían una temperatura media anual de 25°C y una precipitación media anual de al menos 1,000 mm. Esta distribución geográfica restringida sugiere que *A. pigra* es una especie de primate endémica de la región mesoamericana.

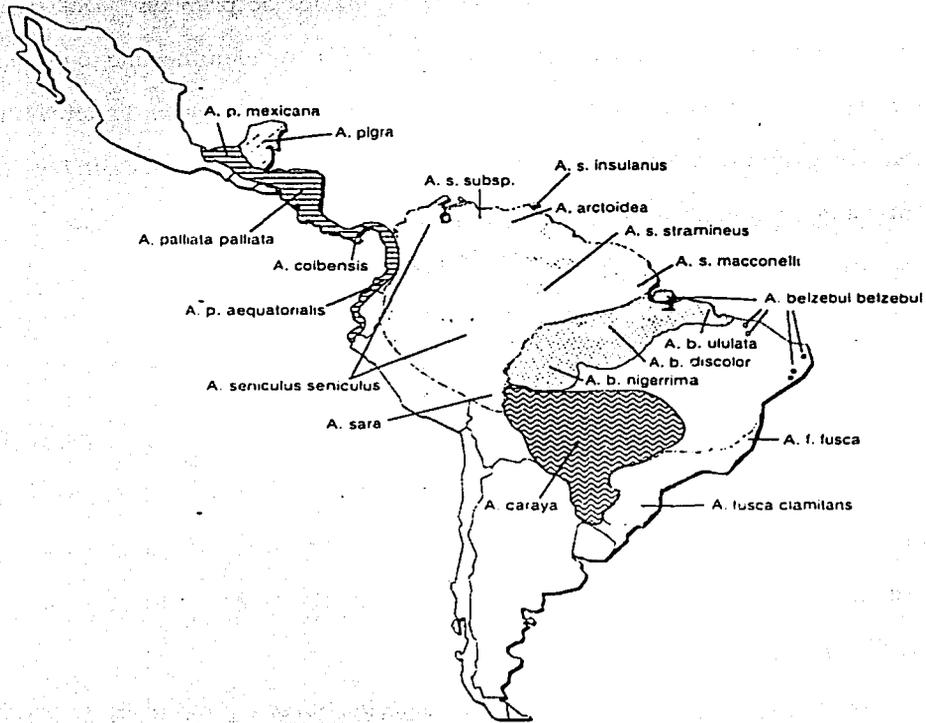


Figura 2. Límites aproximados de la distribución de las especies de *Alouatta*. La distribución actual es considerablemente más pequeña debido a la fragmentación y degradación del hábitat (Crockett 1998).

I.4 Aspectos generales de la historia natural de los monos aulladores.

Los monos aulladores son mamíferos diurnos con cola prensil, de hábitos arbóreos y herbívoros en su dieta, que se congregan en pequeños grupos sociales permanentes denominados *tropas*: Cada uno de estos grupos o tropas se mueve diariamente dentro de un área restringida de terreno denominada *ámbito hogareño* o *área de actividad*. Los machos de las tropas emiten fuertes bramidos o aullidos de los cuales se deriva su nombre común. Este comportamiento vocal funciona como un mecanismo de espaciamento entre las tropas, evitando así enfrentamientos directos y permitiendo mantener el monopolio sobre los recursos dentro de su ámbito hogareño (Estrada 1989).

Las dos especies de monos aulladores presentes en México, *Alouatta palliata* y *Alouatta pigra*, difieren en apariencia: *A. palliata* es de color café claro con pelaje amarillento en los costados y algunos individuos presentan manchones de pelo rubio en distintas partes del cuerpo como la cola, la base de la espalda, o el dorso de la mano. También presentan patrones de pigmentación oscura pero variada en las plantas de los pies y en las manos. En contraste, el pelaje de *A. pigra* es totalmente negro y no presenta las variaciones en coloración del pelaje mencionadas arriba.

Los monos aulladores se alimentan de las hojas, los frutos y las flores de árboles de diferentes especies y por lo general son selectivos en cuanto a las especies arbóreas que utilizan, por lo que diariamente recorren distancias variables en su búsqueda. El consumo de hojas y frutos es el más importante en su dieta. Casi el 40% de su tiempo alimenticio lo pasan consumiendo hojas y otro 40% consumiendo frutos. Para estos primates arborícolas las hojas jóvenes y los frutos maduros son sus partes preferidas (Estrada y Coates-Estrada 1995).

El mono aullador negro es más corpulento que *Alouatta palliata*, con un peso promedio de 8-10 kg, mientras que en el segundo, el peso promedio es de 6-8 kg. Existen también diferencias importantes en los repertorios vocales de ambas especies y probablemente en sus comportamientos sociales y reproductivos, pero éstos no han sido documentados. Sin embargo, ambas especies comparten ciertas características conductuales como son los bramidos (como mecanismo territorial), la vida gregaria y diurna, así como los hábitos herbívoros (Estrada 1989).

1.5 Información sobre las poblaciones de *Alouatta pigra* en su área de distribución.

1.5.1 Estudios fuera de México.

Los estudios con poblaciones de *Alouatta pigra* en Guatemala se han llevado a cabo únicamente en el Parque Nacional de Tikal. Estos estudios, aunque pocos, han generado un banco de información sobre el *status* demográfico del mono aullador negro dentro del sitio arqueológico. En contraste, *A. pigra* en Belice ha sido considerablemente más estudiado que en Guatemala. Esto se debe, en parte, a que se ha identificado un mayor número de sitios que resguardan a los monos, y a una mayor accesibilidad a las áreas de estudio.

1.5.2 Estudios en México.

Nuestro conocimiento acerca del tamaño de las poblaciones, la ecología y el comportamiento para las dos especies de saraguatos presentes en México es en general pobre. Sin embargo, en el caso de la especie *Alouatta pigra*, la información sobre estos parámetros, exceptuando dos publicaciones recientes (ver Tabla 1), es prácticamente inexistente. Tal vacío, aunado con la naturaleza endémica del mono aullador negro en el área mesoamericana, hacen más problemática la tarea de conservación de las poblaciones

de esta especie en el sureste mexicano, donde la conversión extensa de la selva a agrosistemas ha producido una disminución significativa en la distribución de las selvas, ocasionando la extinción local de la especie y la reducción en el tamaño de sus poblaciones.

Tabla 1. Características y composición de las tropas de *Alouatta pigra* descritas para cada sitio. DB= Distrito de Belice; CBS= Community Baboon Sanctuary; BL= Bermuda Landing; CBWS= Cocksomb Basin Wildlife Sanctuary.

	BELICE				TIKAL, GUATEMALA	MUCHUKUX, QUINTANA ROO	PALENQUE, CHIAPAS
	DB (Bolin 1981)	CBS (Silver et al. 1998)	BL (Horwich y Gerhardt 1983)	CBWS (Ostro et al. 1999)	(Coelho et al. 1976; Schlichte 1978)	(Gonzalez-Kirchner 1998)	(Estrada et al. 2000)
Número de tropas	13	>6	15-20	6	2-4	25	13-18
Tamaño medio de las tropas (ind./tropa)	4.4	5.9	6.2	5.5	5.5	3.16	7.6
Densidad (ind./km ²)	8.14	47-250	8-22	3	5.3-13	16.53	23
Promedio de machos adultos por tropa	1.1	1.1	1.7	1.25	1	-	2.7
Promedio de hembras adultas por tropa	1.2	1.9	2.1	1.75	2.5	-	2
Promedio de juveniles por tropa	-	1.75	2	1.25	1	-	1.4
Promedio de infantes por tropa	-	1.3	0.44	1.25	1	-	1.4

I.6 Objetivos.

I.6.1 Objetivo general.

La tesis desarrollada formó parte del programa de investigación *Población, Ecología, Comportamiento y Conservación del Mono Aullador Negro (Alouatta pigra) en el Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque*, tuvo como meta evaluar el efecto que causa la fragmentación y reducción del remanente selvático sobre la población de monos aulladores alrededor del Parque. El objeto fue determinar la presencia de primates silvestres en los fragmentos de selva existentes alrededor del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (PNZAP). Así mismo, se recogió información acerca del tamaño del remanente selvático habitado por los primates y sobre características generales de la vegetación. Para ello se recogieron datos sobre el tamaño de las tropas y su estructura demográfica. Adicionalmente, se recopiló información sobre los sistemas de manejo del suelo y otros como la cacería y tráfico ilegal de críos como mascotas. Esto permitió evaluar las presiones que ejerce el hombre sobre la supervivencia de estas poblaciones.

Este proyecto fue un complemento al programa general, iniciado por el Laboratorio de Primatología de la Estación de Biología Tropical *Los Tuxtlas*-UNAM, el cual ha completado el reconocimiento de la población de primates en los terrenos de la propiedad del PNZAP (Estrada et al. 2000; Castellanos en preparación).

I.6.2 Objetivos específicos.

Con el fin de encontrar hasta qué punto la deforestación afecta la población de aulladores existentes alrededor del PNZAP, fueron planteados los siguientes objetivos:

- 1) Determinar el grado de deforestación de la selva en el área alrededor del PNZAP.

- 2) Determinar la existencia de tropas de monos aulladores en los manchones de selva presentes alrededor del PNZAP.
- 3) Determinar el número de tropas en cada sitio.
- 4) Determinar para cada tropa su estructura por edades y sexos.
- 5) Estimar parámetros como el tamaño de la población y las densidades respectivas.
- 6) Evaluar, en términos generales, el estado de conservación de las tropas detectadas.

Asimismo, con el fin de comprobar si el grado de perturbación del hábitat recae sobre el tamaño y estructura poblacional de cada tropa de monos aulladores se desarrollaron los siguientes objetivos:

- 7) Determinar una escala o patrón que permita agrupar los fragmentos de selva de acuerdo al grado de perturbación.
- 8) Comparar entre sí el tamaño y estructura de las tropas de cada grupo de fragmentos.

Por último, como indicativo del efecto de la fragmentación sobre la población de aulladores alrededor del PNZAP se planteó el siguiente objetivo:

- 9) Contrastar los datos poblacionales obtenidos en este estudio con los que se han obtenido en el pasado para la población de monos aulladores existentes en el área selvática dentro del PNZAP.

I.7 Justificación

El programa de investigación *Población, Ecología, Comportamiento y Conservación del Mono Aullador Negro (Alouatta pigra) en el Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque*, bajo la dirección del Dr. Alejandro Estrada, intenta contribuir al vacío de información acerca de esta especie.

La población estimada de monos aulladores en los terrenos del PNZAP consiste en alrededor de 200 individuos, la mayoría repartidos en cerca de 20 tropas, aunque algunos permanecen solitarios. El tamaño medio de las tropas es de 7.6 individuos. Los adultos aportan el 61% de la población, 19.5% lo aportan individuos juveniles y el mismo porcentaje los infantes (menores de un año de edad). La composición promedio de estas tropas es de 2.7 machos adultos, 2 hembras adultas, 1.4 juveniles y 1.4 infantes (Estrada et al. 2000). La densidad estimada de esta población es de 23 individuos/km². La densidad de las tropas es de 3.3 tropas/km² (Estrada et al. 2000).

La población existente en los terrenos del PNZAP está protegida por parte del gobierno federal y estatal, contrario a lo que sucede con la población que se encuentra fuera de éste y donde está centrado este estudio.

Durante el año 2000 se realizaron reconocimientos preliminares para determinar la presencia de primates silvestres en áreas de selva aisladas en un perímetro de 10 km alrededor de la propiedad del Parque. Esta constelación de fragmentos de selva formaba parte, hasta hace poco, de la selva extensa de la cual también constituía parte el área de vegetación selvática del PNZAP.

En el transcurso de estos reconocimientos se descubrió la presencia de tropas de monos aulladores en algunos de estos fragmentos. Sin embargo, es hasta este estudio y desarrollo de tesis que tales esfuerzos fueron completados formalmente, obteniendo información precisa sobre el tamaño y la estructura demográfica de la población de primates en estos sitios. Esto permitió comparar la población que existe en el PNZAP (estudio previo, Estrada et al. 2000) con aquella que se encuentra en los fragmentos de selva aislados alrededor del PNZAP (este estudio).

II. INFORMACIÓN CONTEXTUAL SOBRE EL ÁREA DE ESTUDIO

El Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque se localiza en el noreste del estado de Chiapas (Figura 3), y forma parte del municipio del mismo nombre. Fue decretado el 26 de junio de 1981 por el Gobierno Federal.

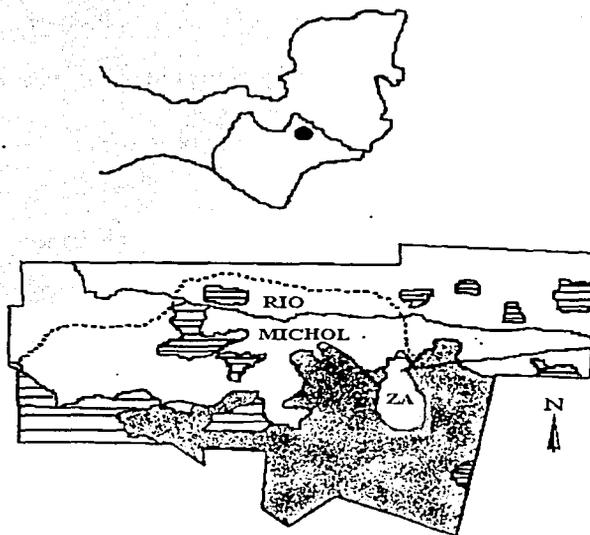


Figura 3. Localización del sitio de estudio dentro del estado de Chiapas (arriba). Composición del Parque Natural Zona Arqueológica de Palenque (abajo). Área sombreada= selva alta perennifolia, áreas con rayas horizontales= vegetación secundaria, ZA= zona arqueológica, áreas en blanco= pastizales. Línea punteada= terracería.

El PNZAP cuenta con una extensión territorial de 1780 ha y se localiza entre los paralelos $17^{\circ}27'05''$ y $17^{\circ}30'05''$ Norte y los $92^{\circ}04'42''$ y $92^{\circ}04'42''$ Oeste. Limita al norte con propiedades privadas, al sur con los ejidos El Naranja y López Mateos, al este con el ejido Babilonia y al oeste con el ejido Santa Isabel.

II.1 Clima.

El clima del área donde está ubicado el sitio se clasifica como cálido-húmedo (García 1964). La precipitación media anual es de 2156 mm y tiene una distribución estacional a través del año. La precipitación media mensual es significativamente menor entre enero y abril (62 ± 18 DE mm) comparada con la media para el resto de los meses del año (240 ± 106 DE mm). El mes más seco es abril con 49 mm, y el mes más lluvioso es septiembre con 433 mm. La temperatura media anual es de 26°C. El mes más caluroso es mayo con una temperatura media de 29.7°C y el mes más frío es enero, con 22.4°C.

II.2 El terreno.

La topografía de la zona es, en parte, abrupta, con pendientes en algunas áreas de hasta el 50%, pero es posible encontrar pendientes de 2% en los alrededores de los templos principales. En la zona del Parque que aún presenta cobertura de vegetación selvática, el gradiente altitudinal va de 150 a 500 m. Sin embargo, hacia el norte y noreste el terreno es ondulado, y allí presenta una altitud promedio de 50 m s.n.m.

II.3 Vegetación.

La vegetación selvática reportada para el Parque Nacional Palenque y sus alrededores es conocida técnicamente como selva alta perennifolia y cubre aproximadamente una superficie de 630 ha. Otras 390 ha presentan vegetación secundaria o acahual, que representan distintas fases en la regeneración de la vegetación selvática.

Un estudio florístico de la vegetación selvática en el PNZAP consigna la existencia de 510 especies de plantas vasculares, distribuidas en 351 géneros, representando a 136 familias botánicas (Díaz Gallegos 1996). De éstas, las mejor representadas son

Leguminosae con 47 especies y Rubiaceae con 27 especies. La forma de vida de crecimiento dominante en el Parque es la arbórea, y ésta está representada por 241 especies.

En relación a la estructura de la vegetación, predominan en el estrato de 0-10 m especies como el cafetillo (*Rinorea guatemalensis*) y el chichón (*Astrocaryum mexicanum*), mientras que en los estratos superiores por arriba de los 20 m predominan especies como el amargoso (*Vatireia lundelli*), el zopo (*Guatteria anomala*), el chicle (*Manilkara zapota*), el ox (*Brosimum alicastrum*), el majazz (*Quararibea funebris*), y el amate (*Ficus* spp.) (Díaz Gallegos 1996).

II.4 Fauna.

La fauna silvestre de Palenque aún no ha sido inventariada de modo general, por lo que es poco lo que se conoce acerca de la misma. Es de esperarse que la selva del sitio contenga especies similares a aquéllas reportadas para otras localidades donde los componentes faunísticos de este tipo de ecosistema han sido inventariados, como por ejemplo, en la región de Los Tuxtlas, en Veracruz (Estrada 1982). Proyectando a partir de las investigaciones en Los Tuxtlas, podríamos esperar la presencia, por ejemplo, de 300 o más especies de aves y de 40 a 50 especies de murciélagos.

Una visita a la selva del Parque Nacional Palenque hace evidente la riqueza avifaunística que ahí está presente, así como la presencia de mamíferos terrestres como el serete (*Dasyprocta mexicana*) y, por supuesto, los monos aulladores negros que se anuncian con sonoros bramidos. Entrevistas con los guardias del Parque sugieren la presencia de otros mamíferos como la martucha (*Potos flavus*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*), y la probable extinción local del mono araña (*Ateles geoffroyi*).

Información contextual sobre el área de estudio

Un sondeo de aves llevado a cabo por el Laboratorio de Primatología, en el transcurso de unas cuantas horas, durante tres días, arrojó una lista de más de 100 especies presentes en la selva del Parque; esto pone de manifiesto, como en el caso de la vegetación, la alta diversidad biológica de esta selva.

La fauna de escarabajos coprófagos ha sido investigada en el Parque, indicándose la existencia de 29 especies, lo cual señala al PNZAP como un sitio de alta diversidad para este tipo de organismos (Halffter et al. 1992).

III. MÉTODOS

III.1 Cartografía.

Utilizando una fotografía aérea de 1984 y una de 2001 del área de estudio (Figura 4), se crearon dos mapas que muestran la distribución espacial de los manchones de selva comprendidos en el municipio de Palenque. Los mapas fueron transcritos a una computadora por medio de un digitalizador para facilitar su manejo y el de la información contenida en éstos. Posteriormente se calculó el área de cada fragmento de selva localizado en el mapa por medio de una plantilla cuadrículada con escala previamente determinada (1 cm : 187.5 m), ya que cada uno de los fragmentos de selva representa un polígono irregular.

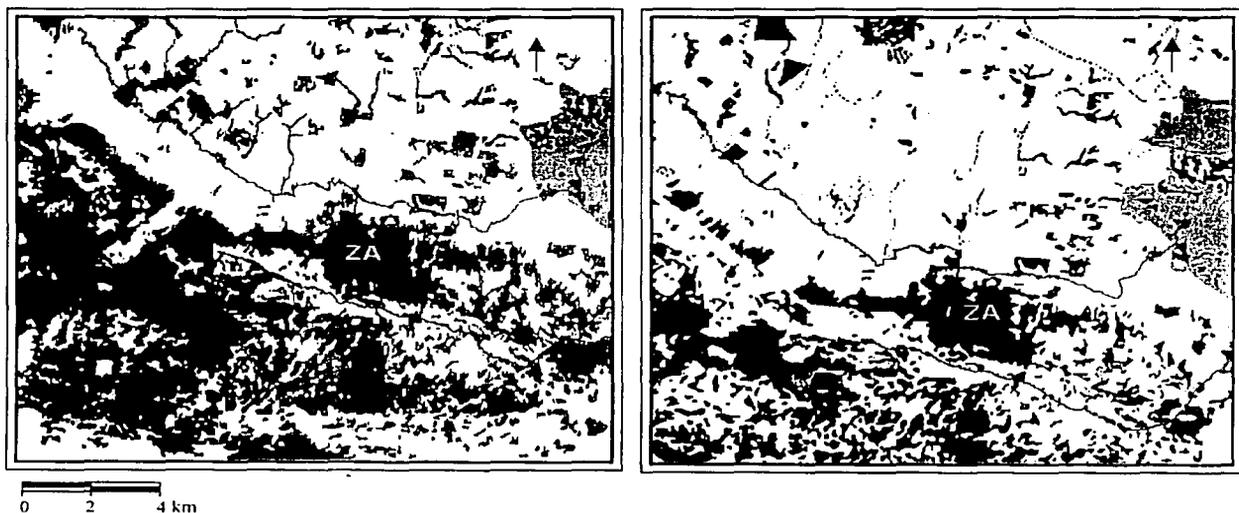


Figura 4. El curso del tiempo en la cobertura selvática de 1984 (izquierda) a 2001 (derecha) en el municipio de Palenque, Chiapas. El área gris representa la zona urbana (cabecera municipal) de Palenque. El Norte está indicado por la flecha. ZA= Zona Arqueológica.

Con los datos de superficie de cada fragmento, se estimó la superficie total de selva representada en cada mapa y la del área restante, repartida principalmente en sistemas agrícolas, pecuarios, vegetación secundaria y asentamientos humanos. Para obtener información adicional sobre el grado de destrucción del hábitat de los monos, los fragmentos de selva se organizaron en diez clases de acuerdo a su tamaño en hectáreas (≤ 2 , 2-4, 4-8, 8-16, 16-32, 32-64, 64-128, 128-256, 256-512, >512).

Con el fin de obtener datos comparativos en la distribución espacial y temporal de los fragmentos de selva, los mapas de trabajo fueron divididos arbitrariamente en base a la topografía del terreno y a las zonas de asentamiento urbano y rural. De esta forma se obtuvieron cuatro sectores de igual tamaño (A, B, C, y D, que corresponden a la parte noroeste, noreste, suroeste, y sureste de cada mapa, respectivamente; Figura 5). De cada cuadrante se obtuvo información sobre el área de selva existente, área ocupada por zonas urbanas y comunidades rurales, así como el área ocupada por pastizales y vegetación secundaria.

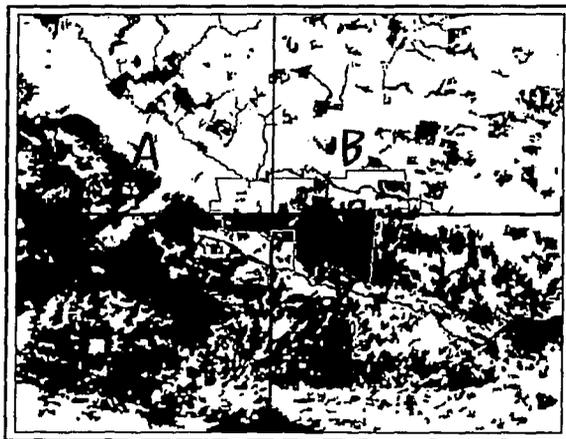


Figura 5. Distribución de la selva en Palenque en 1984. Mapa de trabajo dividido en 4 sectores (A, B, C, y D). Las líneas grises delimitan el PNZAP.

Con los dos mapas fue también posible obtener una tasa anual de deforestación y predecir a corto y mediano plazo el remanente selvático en Palenque, utilizando como base la fórmula propuesta por Dirzo y García (1992) para la reserva de Los Tuxtlas, en el estado de Veracruz (Figura 6). En vez de predecir sólo a un año determinado, las predicciones se hicieron considerando cuatro tasas de cambio diferentes para analizar hasta qué punto se puede frenar la reducción del remanente selvático en el área si la tasa se reduce en un 25, 50 ó 75%

$$r = 1 - \left(1 - \frac{A_1 - A_2}{A_1} \right)^{1/t} \quad ABR_{(t)} = A_1(1 - r)$$

Figura 6. Fórmula para obtención de la tasa anual de deforestación (izquierda) y para proyectar al futuro el área de bosque remanente (ABR; derecha). r = tasa anual de deforestación, A_1 = Área inicial, A_2 = Área final, y t = número de años (Dirzo y García 1992).

En cada uno de los fragmentos de selva donde fueron detectadas tropas de monos se determinó arbitrariamente el tipo de vegetación usando tres categorías:

- a) Selva no perturbada.- Cuando la altura media del estrato de selva más alto superó los 30 m de altura, la profundidad visual tuvo una longitud mayor a 30 m, y la distancia media entre árboles grandes (mayores a 30 m de altura) fue menor a 20 m.
- b) Selva perturbada.- Cuando la altura media del estrato de selva más alto fue menor a los 30 m de altura, la profundidad visual tuvo una longitud menor a 30 m, y la distancia media entre árboles grandes (mayores a 30 m de altura) fue mayor a 20 m.
- c) Selva en borde de río.- Cuando se encontró vegetación de selva primaria a orillas del cauce de un río o arroyo en un margen de 15 m de distancia en cada lado de éste.

III.2 Reconocimiento de la población de monos aulladores.

El reconocimiento de la población de primates en los fragmentos de selva existentes alrededor de la propiedad del PNZAP se llevó a cabo durante la segunda quincena de cada mes, a partir del mes de marzo de 2001, y por un periodo de seis meses. En primer lugar, se realizaron entrevistas con los habitantes de la zona y/o dueños de las propiedades, lo que permitió determinar la presencia de monos aulladores en los remanentes de selva, así como obtener datos históricos que indican el tiempo en que los aulladores fueron vistos por última vez en el sitio y el tiempo de aislamiento del fragmento de selva. A continuación se hizo un reconocimiento del terreno en los fragmentos de selva con posible existencia de monos aulladores. Para confirmar la presencia de éstos, y delimitar el tamaño y estructura demográfica de las tropas se utilizaron dos tácticas: registros acústicos y registros visuales. La primera se desarrolló por medio de sesiones matutinas (5-7 a.m.) y vespertinas (6-8 p.m.), ubicándome en puntos estratégicos (partes altas ó a orillas de los fragmentos) los cuales permitieron registrar el intercambio de coros entre tropas, la orientación de los aullidos, y de esta forma facilitar la localización de las tropas. La segunda permitió verificar la ubicación de las tropas, con la ayuda del mapa de trabajo que permitió ubicar los manchones de selva en los que fue posible cuantificar de forma precisa el número de tropas que habitan el sitio, incluyendo su tamaño y composición por edades (adulto, juvenil e infante) y sexos.

Con los datos del tamaño de las tropas y del tamaño y tipo de fragmento de selva se llevó a cabo una evaluación del estado de conservación de la población de monos detectada, así como del fragmento de selva en el que vivían.

III.3 Procesamiento de los datos y análisis estadísticos.

Los datos provenientes de la evaluación cartográfica relativos a los fragmentos de selva aislados alrededor del PNZAP y los datos provenientes del reconocimiento de la población de monos aulladores se almacenaron en un programa de bases de datos electrónico (Access, Microsoft Office 2000). Éstos se transcribieron, en medida de lo necesario, a una hoja de cálculo electrónica (Excel, Microsoft Office 2000) para ordenarlos y obtener la respectiva estadística descriptiva, y también a un programa electrónico de estadística (Statística 98 para Windows, Stat. Soft. 1998) para correr pruebas de análisis de datos. Ya que en algunos casos se trabajó con tamaños de muestra pequeños ($n < 10$) y en otros no se consideraron los supuestos paramétricos (Martin y Bateson 1993), se realizaron pruebas estadísticas no paramétricas: coeficiente de correlación de Spearman, para verificar si existió una relación entre el tamaño de las tropas y el tamaño del fragmento donde las tropas fueron detectadas, la prueba de medianas de Krustal-Wallis para comparar las características de las tropas de acuerdo al tipo de vegetación en que éstas se encontraron, la prueba U de Mann-Whitney para evaluar diferencias en las características de las tropas encontradas en este estudio con respecto a las tropas del PNZAP, y la prueba de dos muestras de Kolmogorov-Smirnov para comparar la distribución de los fragmentos de selva en 1984 y 2001. En todos los casos la prueba fue considerada como significativa cuando se obtuvo que $p < 0.05$ (Martin y Bateson 1993).

III.4 Calendario de trabajo.

El trabajo de campo consistió en visitar la zona de Palenque de marzo a septiembre de 2001 donde se ocuparon de 15 a 20 días por mes para la obtención de datos. A partir de octubre de 2001 se procedió a analizar la información y comenzar a escribir este trabajo.

IV. RESULTADOS

IV.1 Análisis de Resultados Cartográficos.

a) Distribución de la selva en Palenque en 1984.

La cuantificación de la superficie ocupada por la vegetación selvática en 1984 indicó la existencia de aproximadamente 10,572 ha de selva, equivalente al 42% de la superficie original^a examinada (251 km²). El 2% de esta área está ocupada por zonas urbanas o comunidades rurales, mientras que el 98% está ocupado principalmente por pastizales y en menor medida por sistemas agropecuarios y por zonas de vegetación secundaria de corta edad.

La selva existente en 1984 estaba constituida por 186 fragmentos de selva. El valor de la mediana en los fragmentos fue de 6.1 ha y el 25% de los fragmentos tenían una superficie de 4 a 8 ha (intervalo 0.61 – 8433.9 ha). Los fragmentos mayores de 65 ha representaron tan sólo el 2% del total (Figura 7).

b) Distribución de la selva en Palenque en 2001.

La cuantificación de la superficie ocupada por la vegetación selvática en el 2001 indicó la existencia de aproximadamente 7,121 ha de selva equivalente al 28% de la superficie original examinada. Hasta este momento se habían desmontado 17,993.8 ha, lo que equivale a una pérdida del 72% de la cobertura selvática original. Aproximadamente el 3% de la superficie examinada en 2001 está ocupada por zonas urbanas, representadas por la cabecera municipal y por comunidades rurales existentes en la zona.

^a Se considera la superficie original de selva en Palenque la que se desarrolló naturalmente, hasta poco después de la llegada de los españoles.

La selva existente en 2001 estaba compuesta por 326 fragmentos de selva. El valor de la mediana en los fragmentos fue de 4.4 ha (rango 0.61 – 1583.5 ha) pero los fragmentos con una superficie de 2 a 4 ha, representan el 29% del total. Los fragmentos < 8 ha representan el 70% del total y los mayores de 65 ha representan el 4% del total.

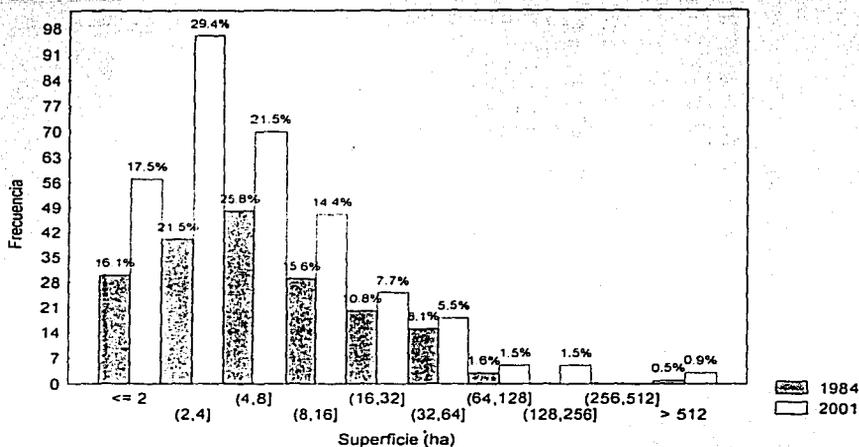


Figura 7. Distribución de los fragmentos de selva en Palenque de acuerdo a su superficie.

Estos datos y los de 1984 indican que en un periodo de 17 años se perdieron 3450.4 ha de selva, equivalente a una reducción en la vegetación selvática del 32%. La prueba de dos muestras de Kolmogorov-Smirnov aplicada a ambas distribuciones indicó que no existieron diferencias significativas entre éstas.

c) Análisis de la distribución de la selva en Palenque por sectores.

De 1984 a 2001 se incrementó el número de fragmentos de selva en cada sector (excepto el sector B), y se encontró una marcada disminución en la cobertura selvática en éstos. La superficie de selva existente en 1984 para el sector A fue de 1,288.7 ha y en 2001 fue de 551.3 ha, lo que indica una pérdida del 57% (738 ha). La Figura 8 muestra la

Resultados

distribución de los fragmentos de selva en 1984 ($n=42$) y en 2001 ($n=65$) en el sector A. El valor de la mediana en 1984 fue de 8.3 ha; el 50% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 9% fueron > 65 ha mientras que en 2001 el valor de la mediana fue de 3.9, y el 70% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 1% fueron > 65 ha.

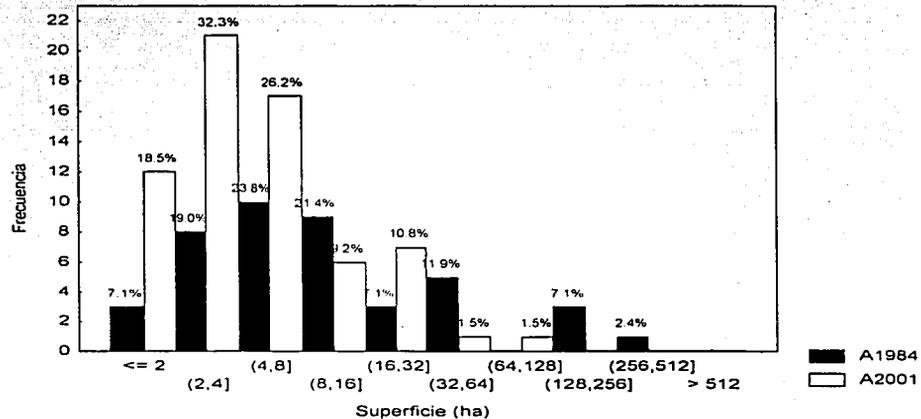


Figura 8. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector A.

La superficie de selva existente en 1984 para el sector B fue de 1043.4 ha y en 2001 fue de 654.86 ha, lo que indica una pérdida del 37% (388 ha). La Figura 9 muestra la distribución de los fragmentos de selva para 1984 ($n=69$; mediana= 7.9 ha) y en 2001 ($n=68$; mediana= 6.8 ha) en el sector B. En 1984 el 53% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 4% fueron > 65 ha, mientras que en el 2001 el 60% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 1% fueron > 65 ha.

La superficie de selva existente en 1984 para el sector C fue de 4453.9 ha y para el 2001 fue de 3526.2 ha, lo que indica una pérdida del 21% (928 ha). La Figura 10 muestra la distribución de los fragmentos de selva en 1984 ($n=32$) y en 2001 ($n=94$) en el sector C.

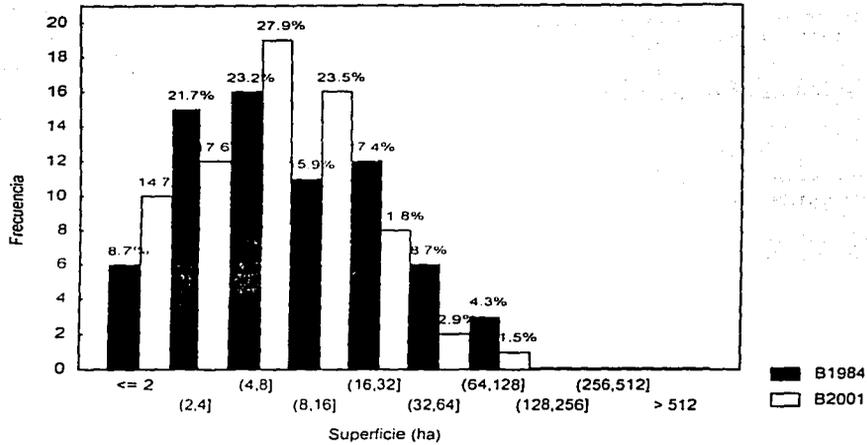


Figura 9. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector B.

En 1984 el 70% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 15% fueron > 65 ha; el valor de la mediana fue de 4.8 ha mientras que en el 2001 fue de 3.9 ha, y el 65% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 9% fueron > a 65 ha.

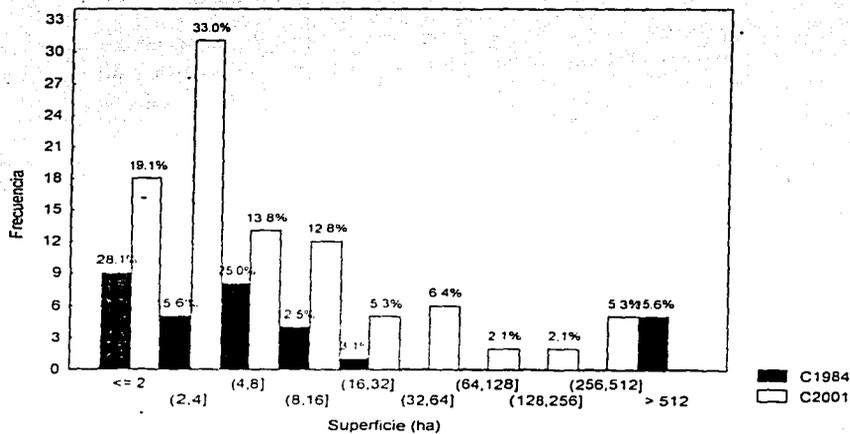


Figura 10. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector C.

Resultados

La superficie de selva existente en 1984 para el sector D fue de 3786.5 ha y para el 2001 fue de 2658.9 ha, indicando una pérdida del 30% (1,128 ha). Para los dos años el valor de la mediana fue de 5.2 ha. La Figura 11 muestra la distribución de los fragmentos de selva en 1984 ($n= 57$) y en 2001 ($n= 110$) en el sector D. En 1984 el 65% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 10% fueron > 65 ha, mientras que en el 2001 el 65% de los fragmentos fueron < 8 ha y el 8% fueron > 65 ha.

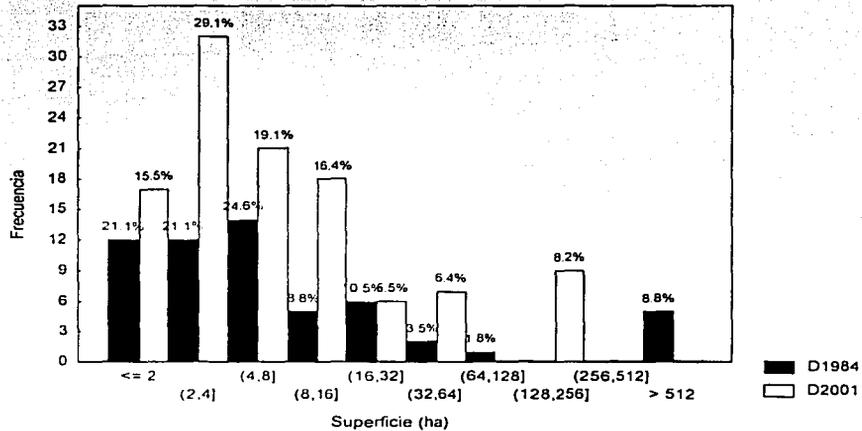


Figura 11. Distribución de los fragmentos de selva de acuerdo a su superficie. Sector D.

La Figura 12 muestra el perfil de la cobertura selvática en cada sector para tres puntos en el tiempo (tiempo cero, 1984, 2001). Estos datos indican que el porcentaje de selva en los sectores A y B es mucho menor que en C y D. Sin embargo, el número de hectáreas de selva taladas en los últimos 17 años fue mayor en C y D.

La prueba de dos muestras de Kolmogorov-Smirnov indicó que no existen diferencias significativas entre la distribución de los fragmentos de selva de 1984 y 2001 para cada sector, excepto el sector A ($p < 0.025$).

d) Distribución de los pastizales.

La Tabla 2 muestra que el área ocupada por los pastizales en la zona se incrementó en un 20% de 1984 a 2001, a una tasa aproximada de 187 ha/año (2.3% anual). Esto significa que una de cada 3 ha de selva que existían en 1984 ha sido desmontada hasta la fecha.

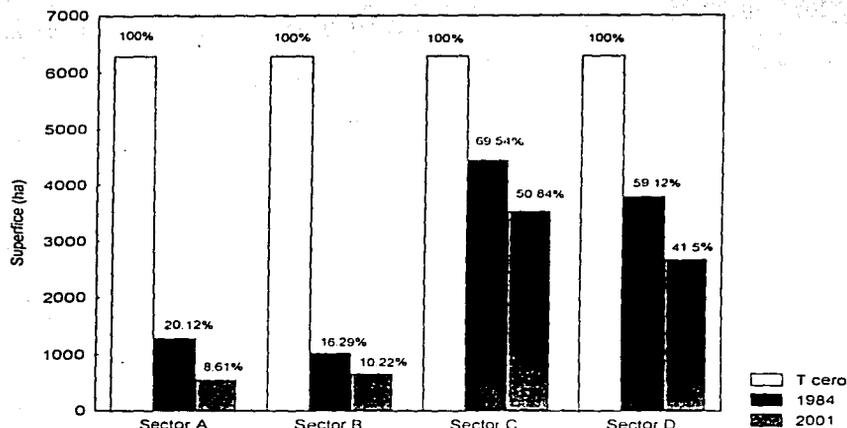


Figura 12. Cobertura selvática por sector en tres tiempos diferentes. T cero supone que el área de cada sector estaba totalmente cubierta con vegetación selvática.

Tabla 2. Número de hectáreas de terreno desmontado por cada sector de 1984 a 2001.

	1984 hectáreas	2001 hectáreas	Incremento %
Sector A	4983.4	5715.1	14
Sector B	4982.2	4991.6	0.1
Sector C	1824.8	2722.6	49
Sector D	2479.1	3600.1	45
Total	14269.6	17029.5	Media 27%

e) Crecimiento de la superficie ocupada por las zonas urbanas y comunidades rurales.

La superficie abarcada por los asentamientos humanos en 1984 fue de 303.1 ha, repartidas en nueve poblados diferentes, incluyendo Palenque. En 2001 la superficie llegó a 694.3 ha para los mismos poblados.

La Tabla 3 muestra la diferencia en el área ocupada por los diferentes poblados de 1984 a 2001. En los últimos 17 años la superficie ocupada por los asentamientos humanos se incrementó en 391.1 ha. El mayor incremento se registró en el sector B (Figura 13) en donde el pueblo de Palenque (cabecera municipal) aumentó 297 ha, equivalentes a una expansión del 200% con respecto a 1984. El pueblo de Pakal Na (a 4 km del pueblo de Palenque) se extendió 82 ha, equivalentes al 87%, con respecto a 1984. El resto de los poblados, aun cuando presentaban superficies pequeñas, también presentaron incrementos: El ejido Babilonia se extendió 4 ha, el ejido El Naranjo 2.6 ha, el ejido Galileo 5.8 ha, el ejido Lázaro Cárdenas 0.9 ha, el ejido López Mateos 0.2 ha, el ejido San Manuel 2.7 ha y el ejido Suchumpá 2.7 ha.

Tabla 3. Número de hectáreas ocupadas por los poblados de 1984 a 2001

Localidad	1984 hectáreas	2001 hectáreas	Expansión %
Babilonia	8.7	12.7	44
El Naranjo	11.4	14	23
Galileo	6.5	12.3	87
Lázaro Cárdenas	3.9	4.7	20
López Mateos	3.9	4	4
Pakal Na	105.4	187.6	78
Palenque	147.6	444.7	201
San Manuel	4.3	7	60
Suchumpá	4.3	7	60
Total	303.18	694.32	media 64.06%

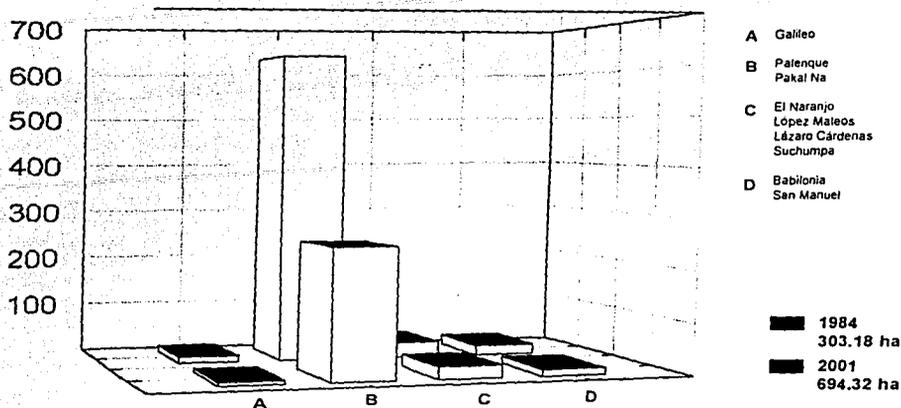


Figura 13. Superficie ocupada por las zonas urbanas y comunidades rurales en los últimos 17 años.

f) Estimaciones de la pérdida en la cobertura selvática a corto y mediano plazo en la zona de estudio.

Considerando cuatro tasas de conversión de la selva a áreas abiertas basadas en la tasa anual registrada para los últimos diecisiete años ($r = 2.3\%$ anual), se proyectó a 100 años la disminución esperada del remanente selvático en el área de Palenque (Figura 14).

Proyección r_1 .- si la tasa de deforestación se mantiene constante, el área remanente de selva en Palenque será de 6.9 km^2 .

Proyección r_2 ($r_2 = 75\%$ de r_1).- si la tasa de deforestación disminuye un 25%, la selva de Palenque tendrá una superficie de 12.8 km^2 .

Proyección r_3 ($r_3 = 50\%$ de r_1).- si la tasa de deforestación disminuye un 50% la selva de Palenque permanecerá con una superficie de 23.5 km^2 .

Proyección r_4 ($r_4 = 25\%$ de r_1).- si la tasa de deforestación disminuye un 75%, el área de selva remanente en la zona será de 43.1 km².

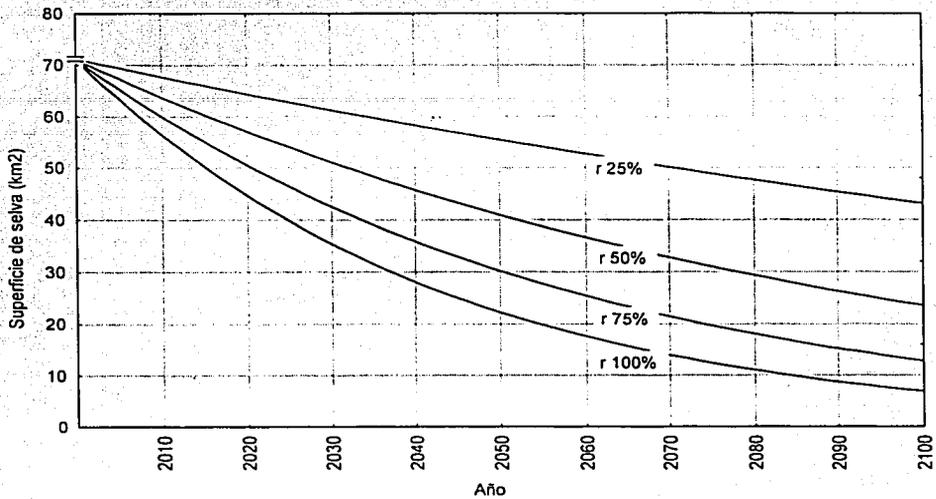


Figura 14. Reducción en la cobertura selvática de Palenque que se proyecta al futuro. La tasa de deforestación considerada fue la obtenida para la zona de 1984-2001 ($r = 2.3\%$). $r 100\%$ = tasa original, $r 75\%$ = tasa al 75% de la original, $r 50\%$ = tasa al 50% de la original, y $r 25\%$ = tasa al 25% de la original.

IV.2 Reconocimiento de la población de monos aulladores.

IV.2.1. SITIOS

a) Aspectos generales de los sitios explorados.

Durante este estudio se investigó la presencia de monos aulladores en 44 fragmentos de selva distribuidos en un área de 153 km² al NE del sitio arqueológico de Palenque (Figura 15). En esta área, 81 km² representan parte de la superficie noreste del mosaico aéreo, utilizada para el análisis cartográfico, y 72 km² quedan fuera de este mosaico, pero son parte integral del área de estudio.

En 25 de los sitios investigados (57%) se detectó la presencia de monos aulladores, mientras que en los 19 fragmentos restantes (43%) no fueron detectadas tropas de esta especie. La superficie media de los fragmentos investigados fue de $10.8 \pm \text{DE } 14.9$ ha y el

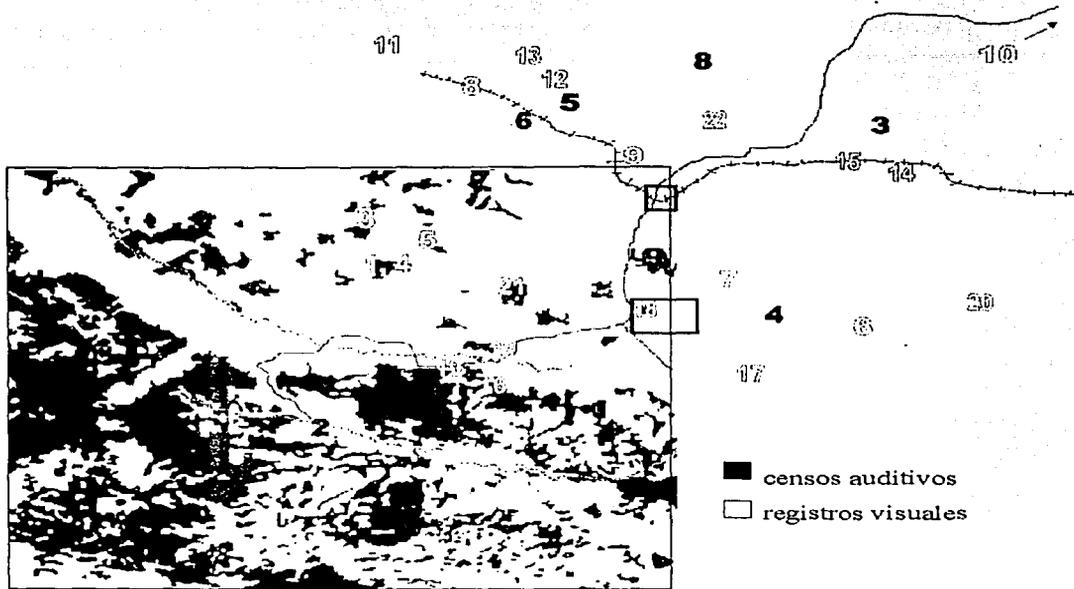


Figura 15. Mapa de las tropas de *Alouatta pigra* registradas de marzo a septiembre de 2001 en Palenque. Las zonas urbanas están representadas por el rectángulo (Palenque) y por el cuadrado pequeño (Pakal Na). La localización de los fragmentos de selva fuera del cuadrado grande (fotografía aérea) no está representada.

área acumulada por ello fue de 476.6 ha (intervalo 1-86 ha). La Figura 16 muestra el tamaño de cada uno de los fragmentos explorados donde los monos fueron detectados. La superficie media de los fragmentos examinados con presencia de monos fue de $12.9 \pm \text{DE } 17.8$ ha y la superficie acumulada de éstos fue de 323.3 ha (intervalo 1-86 ha). La superficie media de los fragmentos examinados donde no se registró la presencia de monos fue de $8.0 \pm \text{DE } 9.7$ ha y el área acumulada de éstos fue de 153.3 ha (intervalo 2-46 ha).

b) Sitios revisados con presencia de monos aulladores

En 25 de los fragmentos de selva examinados se detectaron 26 tropas de aulladores. En 22 de estos fragmentos fue posible detectar visualmente 23 tropas, mientras que tres tropas más fueron detectadas auditivamente en otros tres fragmentos (Figura 17).

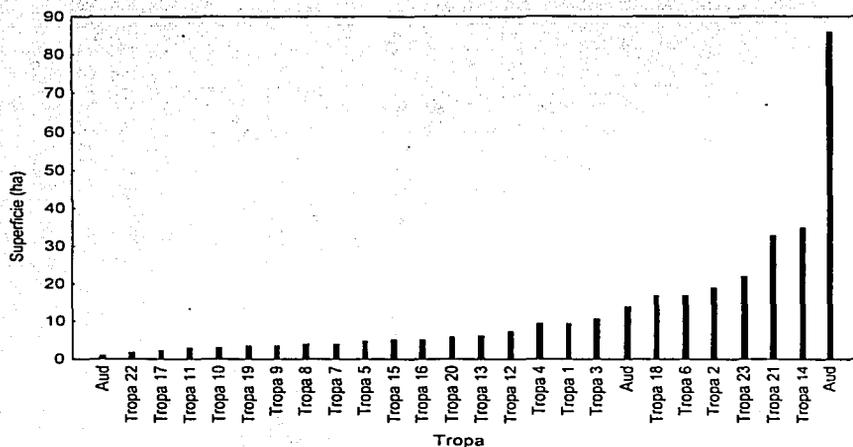


Figura 16. Tamaño de los fragmentos examinados con presencia de tropas.

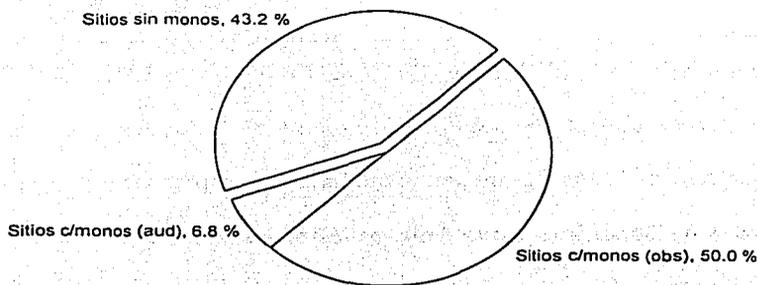


Figura 17. Proporción en el número de fragmentos que presentaron tropas de aulladores. aud= registros auditivos, obs= registro visual.

Adicionalmente se detectaron auditivamente seis tropas más en seis fragmentos de selva que no fueron explorados. El área acumulada de los fragmentos de selva donde fueron visualizadas las 23 tropas de monos aulladores fue de 231.7 ha y la superficie media fue de 10.0 ± 9.4 ha (intervalo 1.9-35 ha).

No se encontró una correlación significativa en el tamaño de las tropas con respecto a la superficie del fragmento donde fueron localizadas ($r_s = -0.26$, $p = 0.21$; Figura 18).

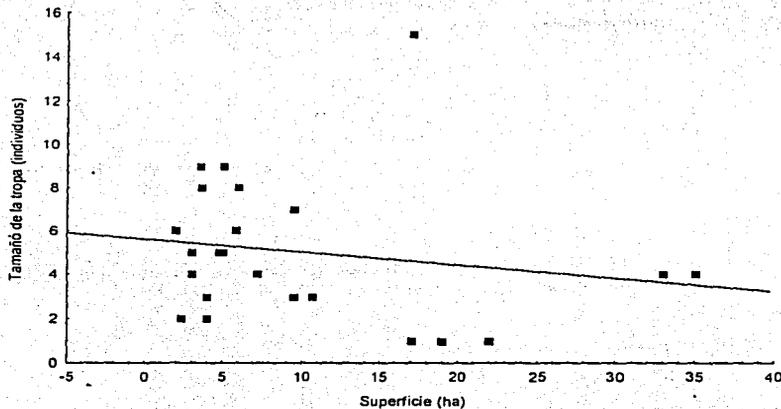


Figura 18. Relación entre el número de individuos por tropa de acuerdo a la superficie del fragmento donde fueron localizados.

c) Tipos de comunidades vegetales en los sitios explorados.

□ Selva no perturbada

Doce de los fragmentos explorados estuvieron conformados por selva no perturbada (Figura 19). Los fragmentos tuvieron superficies en un intervalo de 3.5-86 ha (Tabla 4). Nueve de estos fragmentos estuvieron ocupados por una tropa de monos. El tamaño medio de las tropas en este caso fue $6.4 \pm DE 4.0$ ind. (intervalo 2-15 ind/tropa), la densidad media fue $110.2 \pm DE 81.3$ ind/km² (intervalo 11.4 – 257.1 ind/km²), y la biomasa media

Resultados

fue $5.1 \pm DE 3.7$ kg/ha (intervalo 0.5 – 12.2 kg/ha). La superficie mediana de los fragmentos donde las tropas fueron observadas fue 5 ha con un intervalo de 3.5-35 ha.

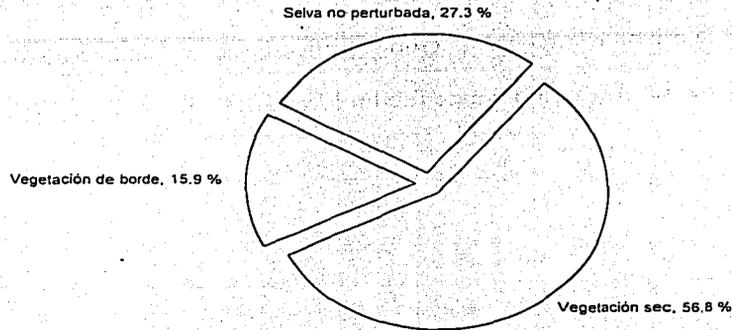


Figura 19. Proporción en los fragmentos de selva de acuerdo al tipo de comunidad vegetal examinado.

□ Vegetación Secundaria

Veinticinco (56%) de los fragmentos explorados estuvieron conformados por vegetación secundaria. El intervalo en la superficie de los fragmentos fue de 2-46 ha. Se detectaron nueve tropas de monos ($n=34$ individuos) en nueve de estos fragmentos. El tamaño medio de éstas fue de $3.7 \pm DE 2.68$ individuos (intervalo: 1-9 ind./tropa), la densidad media fue $87.67 \pm DE 107.57$ ind./km² (intervalo 4.5 – 315 ind./km²), y la biomasa media fue $4.6 \pm DE 5.81$ kg/ha (intervalo 0.11 – 17.37 kg/ha). La mediana de la superficie en los fragmentos donde las tropas fueron observadas fue 10.7 en un intervalo de 1.9-33.

□ Selva en borde de río

Siete fragmentos (16%) presentaron vegetación selvática de borde de río. El intervalo fue de 1-10.7 ha. Cinco tropas de monos ($n=23$ individuos) fueron detectadas en cuatro de estos fragmentos. El tamaño medio de las tropas fue de 4.6 ± 2.07 ind (2-7 ind./tropa), la densidad media fue $92.14 \pm DE 48.6$ ind/km² (31.9 – 165.6 ind./km²), y la biomasa media fue 4.49 ± 2.26 kg/ha (1.33 – 7.12 kg/ha). La superficie mediana de los fragmentos fue de 5.9 ha en un intervalo de 2.3-9.4 ha.

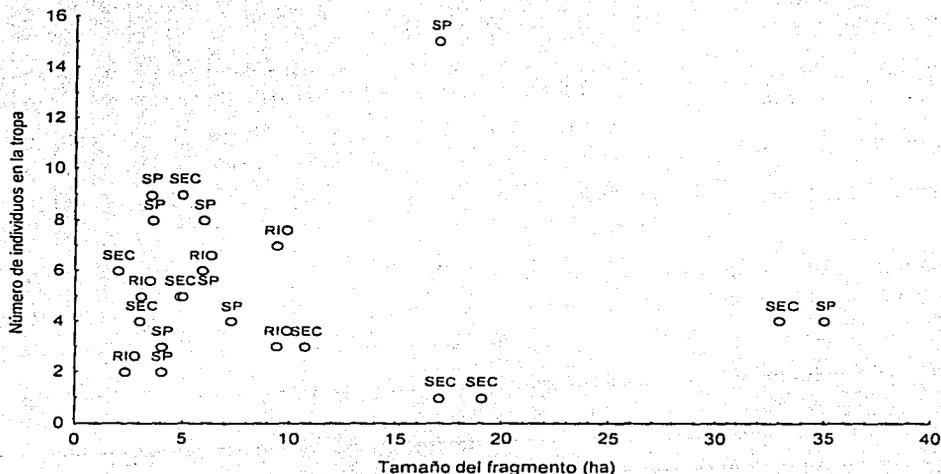


Figura 20. Relación entre el número de individuos en las tropas de los fragmentos, y la superficie y tipo de comunidad vegetal en cada uno de éstos. RIO= selva en borde de río, SEC= vegetación secundaria, SP= selva primaria.

c.1) Comparación entre tipos de comunidades vegetales.

La prueba de medianas de Kruskal-Wallis aplicada a los datos obtenidos sobre el tipo de comunidad vegetal indicó que no existieron diferencias significativas (o sea $p > 0.05$) en el tamaño de las tropas, ni en la densidad ni biomasa.

Tabla 4. Características de los fragmentos explorados de acuerdo al tipo de vegetación que mostraron. \pm = desviación estándar, () = intervalos.

	SELVA EN BORDE DE RÍO	VEGETACIÓN SECUNDARIA	SELVA NO PERTURBADA
Número de fragmentos	7	25	12
Intervalo en el tamaño de fragmentos (ha)	1-10.7	2-46	3.5-86
Número de tropas encontradas	5	9	9
Número total de monos aulladores	23	34	58
Tamaño medio de las tropas (ind./tropa)	4.6 ± 2.07 (2-7)	3.7 ± 2.68 (1-9)	6.4 ± 4.03 (2-15)
Densidad (ind./km ²)	92.14 ± 48.6 (31.9 - 165.6)	87.67 ± 107.57 (4.5 - 315)	110.26 ± 81.31 (11.4 - 257.1)
Biomasa (kg/ha)	4.49 ± 2.26 (1.33 - 7.12)	4.6 ± 5.81 (0.11 - 17.37)	5.17 ± 3.77 (0.54 - 12.2)
Intervalo en el tamaño de los fragmentos con monos (ha)	2.3-9.4	1.9-33	3.5-35
Superficie mediana de los fragmentos con monos (ha)	5.9	10.7	5

d) Distancia de aislamiento entre fragmentos con tropas de aulladores.

La distancia media de aislamiento entre las tropas detectadas fue estimada en 1.5 ± 0.75 km; rango 0.6-3.4 km (Figura 21).

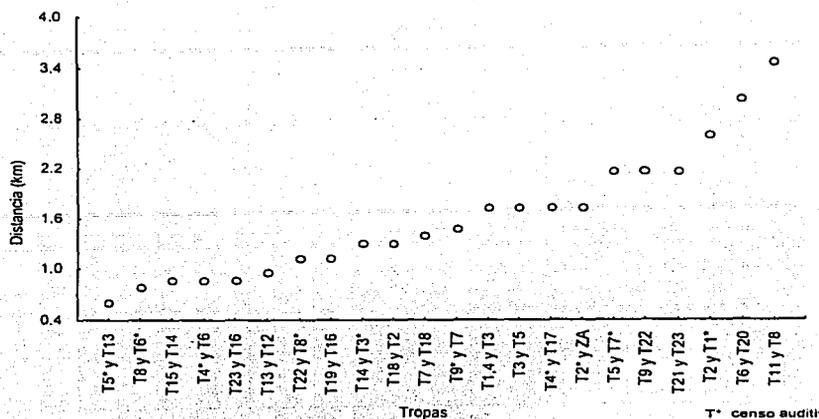


Figura 21. Distancia de aislamiento entre los sitios ocupados por las tropas de monos aulladores detectadas.

IV.2.2 POBLACIÓN DE PRIMATES

a) Aspectos generales.

Durante este estudio se registró visualmente la presencia de 23 tropas, y tres tropas registradas auditivamente (Figura 22) en los fragmentos investigados. Todas ellas pertenecientes a la especie *Alouatta pigra*. La otra especie de primate que históricamente ha sido reportada para Palenque, *Ateles geoffroyi*, no fue detectada en los sitios explorados.

El tamaño medio de las tropas detectadas fue de $5.0 \pm \text{DE } 3.2$ ind./tropa (1-15 ind./tropa), y la población total para esta muestra fue de 115 monos aulladores.

La prueba U de Mann-Whitney indicó que existieron diferencias marginalmente significativas en el tamaño medio de las tropas de monos aulladores existentes en los terrenos del PNZAP ($6.5 \pm \text{DE } 2.8$ ind./tropa) respecto a las que se encontraron en los fragmentos de selva explorados: $U = 152$, $z = -1.8$, $p = 0.05$ (Tabla 5).

Resultados

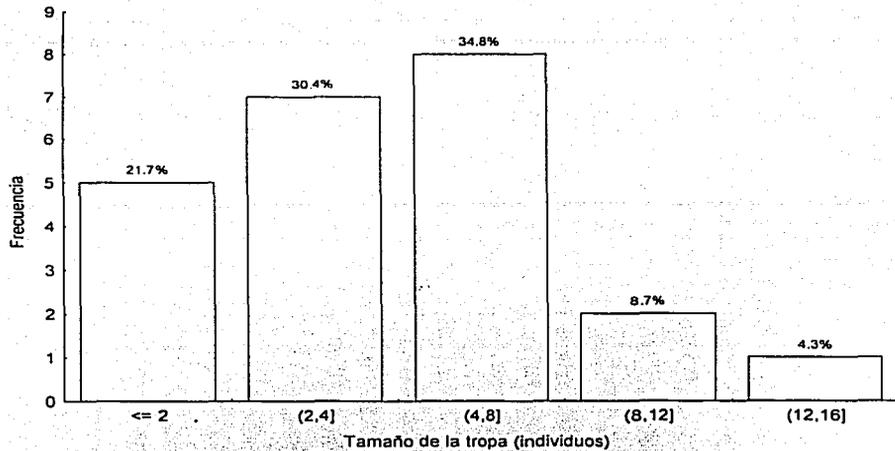


Figura 22. Distribución en el tamaño de las tropas detectadas.

b) Estructura por edades y sexos

El número total de monos aulladores adultos en la muestra fue de 62, representando al 54% de los individuos contados. De éstos, 29 fueron machos adultos (interv. 1-2 ind/tropa) y 33 fueron hembras adultas (interv. 1-4 ind/tropa). En promedio, las tropas estuvieron compuestas por $1.2 \pm \text{DE } 0.5$ machos adultos y por $1.4 \pm \text{DE } 1.1$ hembras adultas. La proporción de machos adultos con respecto a las hembras adultas fue de 1 : 1.13.

La prueba U de Mann-Whitney indicó que existen diferencias significativas en el número medio de individuos adultos del PNZAP ($1.92 \pm \text{DE } 0.9$ ind/tropa) respecto a aquéllos de los fragmentos de selva circundantes ($1.43 \pm \text{DE } 1.10$ ind/tropa); $U = 624.5$, $z = -2.55$, $p = 0.01$.

Tabla 5. Tropas de monos aulladores localizadas en los fragmentos explorados y datos comparativos con el Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (sup. = 1780 ha).

	Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (Estrada et al. 2000)	Area circundante al Parque Nacional Z. A. de Palenque (Este estudio)
Número de tropas observadas	20	23
Tropas detectadas auditivamente	-	9
Total de tropas registradas	20	32
Número total de monos	131	115
Tamaño medio de las tropas (ind./tropa)*	6.5 ± 2.8 (2 - 12)	5.0 ± 3.2 (1 - 15)

*diferencia marginalmente significativa

El número medio de machos adultos en la selva del PNZAP ($2.0 \pm DE 0.9$) fue significativamente mayor que en los fragmentos ($1.2 \pm DE 0.5$); $U = 126$, $z = 2.5$, $p = 0.01$ (Tabla 6 y 7), no ocurrió así en el caso de las hembras adultas. La población de individuos no adultos (juveniles e infantes) representó el 46% de los individuos contados. Entre éstos, 18 fueron machos juveniles (1-3 ind./tropa), 20 fueron hembras juveniles (1-4 ind./tropa) y 15 fueron infantes (1-4 ind./tropa). La estructura media por tropa de los individuos no adultos fue de $0.78 \pm DE 0.79$ machos juveniles, $0.8 \pm DE 1.0$ hembras juveniles, y $0.6 \pm DE 0.8$ infantes. La proporción de machos juveniles con respecto a hembras juveniles fue de 1 : 1.1 y la proporción de juveniles con respecto a infantes fue de 1 : 0.25. La proporción de individuos adultos con respecto a individuos no adultos fue de 1 : 0.86.

Resultados

Tabla 6. Representación porcentual de los monos aulladores por edades y sexo. MA= macho adulto, HA= hembra adulta, MJ= macho juvenil, HJ= hembra juvenil.

	Adultos		Juveniles		Infantes
	%		%		%
Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (Estrada et al., 2000)	59		27		14
	MA	HA	MJ	HJ	
	31	28	12	15	
Área circundante al Parque Nacional Z.A. de Palenque (Este estudio)	54		33		13
	MA	HA	MJ	HJ	
	26	28	16	17	

Tabla 7. Estructura de edades y sexos de las tropas de monos aulladores registradas. Las diferencias fueron consideradas significativas en $p < 0.05$. \pm = Desviación estándar.

	Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (Estrada et al., 2000)	Área circundante al Parque Nacional Z. A. de Palenque (Este estudio)
Número medio de machos adultos*	2.0 ± 0.9	1.2 ± 0.5
Número medio de hembras adultas	1.9 ± 1.09	1.4 ± 1.1
Número medio de machos juveniles	0.8 ± 0.89	0.8 ± 0.79
Número medio de hembras juveniles	1.0 ± 0.83	0.9 ± 1.0
Número medio de infantes	0.95 ± 0.94	0.6 ± 0.8
Proporción MA:HA	1 : 0.95	1 : 1.13
Proporción MJ:HJ	1 : 1.18	1 : 1.1
Proporción J:I	1 : 0.55	1 : 0.4
Proporción Adultos:No Adultos	1 : 0.7	1 : 0.86

*diferencia significativa

La prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias significativas en el número medio de individuos no adultos del Parque respecto a los de los fragmentos de selva, ni en el número medio de machos juveniles, hembras juveniles, e infantes.

Tabla 8. Características de las tropas de monos aulladores registradas en este estudio y tamaño del fragmento donde se localizaron.

TROPA	N	Superficie (ha)	Densidad (ind./km ²)	Biomasa (kg/ha)
1	3	9.4	31.9	1.33
2	1	19	5.3	0.39
3	3	10.7	28.0	1.40
4	7	9.4	74.5	3.46
5	5	4.8	104.2	5.21
6	15	17	88.2	3.18
7	3	4	75.0	4.13
8	2	4	50.0	2.50
9	8	3.6	222.2	9.72
10	5	3.02	165.6	7.12
11	4	3	133.3	7.67
12	4	7.25	55.2	2.62
13	8	6	133.3	6.75
14	4	35	11.4	0.54
15	9	5	180.0	8.60
16	5	5	100.0	4.80
17	2	2.3	87.0	6.09
18	1	17	5.9	0.44
19	9	3.5	257.1	12.29
20	6	5.9	101.7	4.49
21	4	33	12.1	0.53
22	6	1.9	315.8	17.37
23	1	22	4.5	0.11
Media	5	10.1	97.5	4.81
DE	3.3	9.5	84.6	4.3
Intervalo	1 - 15	1.9 - 35	4.5 - 315	0.11 - 17.3

c) Información de las tropas de monos aulladores por unidad de área.

Dentro del área abarcada en este estudio, la densidad media fue de $97.49 \pm DE 84.5$ ind./km² (4.5-311 ind./km²). La biomasa animal acumulada por las tropas censadas fue de 542 kg (2.5-54 kg/tropa) y la biomasa media fue $23.5 \pm DE 13.2$ kg/tropa.

Resultados

La biomasa ecológica media obtenida fue de $4.8 \pm$ DE 4.3 kg/ha (0.11-17.3 kg/ha) (Tabla 8). La densidad en la población de monos aulladores en el Parque fue menor que la estimada para la población de monos aulladores en los fragmentos de selva. La biomasa animal media representada por la población de monos en el PNZAP (0.57 kg/ha) fue menor que en los fragmentos de selva ($4.81 \pm$ DE 4.30 kg/ha; Tabla 9).

Tabla 9. Información de las tropas de monos aulladores por unidad de área.
()= intervalos, \pm = desviación estándar.

	Biomasa animal (kg/tropa)	Biomasa ecológica (kg/ha)	Densidad (ind./km ²)
Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (Estrada et al., 2000)	32.35 ± 12.2 (12.5-53.5)	0.57	11.59
Área circundante al Parque Nacional Z.A. de Palenque (Este estudio)	23.57 ± 13.22 (2.5-54)	4.81 ± 4.30 (0.11-17.3)	97.4 ± 84.5 (4.5-315.7)

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

V.1 Cartografía.

V.1.1 Análisis de la selva en Palenque.

La FAO (1993; en Whitmore 1997) estimó que en 1990 existían aproximadamente 17.5 millones de km² de selvas tropicales (tanto selva no perturbada, como perturbada) en el mundo. La pérdida total de todos los bosques tropicales naturales durante la década de los 80s fue de 1.5 millones de km², representando una tasa anual de pérdida de 0.81% del total en 1980 (FAO 1993; en Whitmore 1997). En comparación con las 25,100 ha de selva originales alrededor del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque (área de estudio), actualmente sólo el 28% de esta superficie representa el remanente selvático. Esto se debe principalmente a la transformación del bosque tropical a terrenos deforestados con grandes extensiones de pastizales utilizados principalmente para la ganadería, y en menor escala para la agricultura.

A nivel mundial, al menos 76,000-92,000 km² se tala y otros 100,000 km² aproximadamente se perturban severamente cada año. De éstos, 25,000 km² se destruyen o se degradan para obtención de madera para combustible, otros 20,000 km² se eliminan para la ganadería, otros 45,000 km² para la tala comercial y el resto es debido a actividades de menor escala, realizados por las comunidades, que en total representan 250 millones de personas (Myers 1986). Esto significa que alrededor del 1% del bioma se está destruyendo anualmente, y más del 1% se está empobreciendo. En el área de estudio, actualmente el 98% del terreno deforestado son pastizales. La expansión de los asentamientos humanos ha sido también factor de menor importancia en la reducción de este remanente, pues éstos abarcan el 2% restante del área. Aunque el área abarcada por los asentamientos humanos

es muy pequeña y aparentemente irrelevante, la tala desmedida en los alrededores de estos asentamientos representa una amenaza seria para la conservación de los bosques tropicales.

El aislamiento de los manchones selváticos remanentes por causa de la deforestación ha provocado que el área de estudio se haya fragmentado casi al doble en los últimos 17 años. La fragmentación de las selvas tiene un efecto negativo en la mayoría de las especies animales que están resguardadas en éstas, ya que implica un aislamiento ecológico (y con el paso del tiempo biogeográfico también) para muchas de las especies, reduciendo así su capacidad de desplazamiento en busca de recursos alimenticios y forzándolos a depender de los limitados recursos que ofrece el fragmento de selva donde se encuentran.

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre la distribución en el tamaño de los fragmentos de 1984 y 2001, el tamaño de los fragmentos fue considerablemente mayor en 1984 pero el número de fragmentos aumentó en 2001, lo que indica una reorganización en la distribución y el tamaño de los fragmentos. Esto implica que el hábitat fragmentado de las tropas se reduzca cada vez más, provocando la formación de más "islas" de selva y aumentando la densidad ecológica de cada tropa, como se observó en este estudio.

Debido a que no existe un plan de manejo en la zona, los manchones existentes de selva son todos polígonos irregulares de muy diversos tamaños, distribuidos aleatoriamente y confinados hacia las zonas de difícil acceso, o lejos de asentamientos humanos.

Como resultado de la deforestación en el área de estudio, se perdió el 32% del remanente selvático en el periodo de 17 años, lo que representa una tasa de 187 ha/año (2.3% anual), la cual fue menor que la tasa en otros sitios en México que presentan la misma vegetación (Tabla 10). La tasa de deforestación en las selvas tropicales en México

(particularmente selva alta perennifolia) de 1988 a 1994 fue de 2.00% anual (Maserá, et al. 1997), la cual es ligeramente menor que la obtenida en este estudio. A nivel mundial la tasa anual fluctúa de 0.81-1.08% (Whitmore 1997-Myers 1986). En proporción al área de estudio, esta tasa equivale a 94-114 ha/año, la cual también es menor que en el área de estudio.

Tabla 10. Tasas de deforestación y factor principal que la ocasiona en algunas regiones de México (en Maserá, et al. 1997).

Región	Tasa de deforestación	Factor principal
Los Tuxtlas, Veracruz (Dirzo y García 1992)	750 ha/año (4.3% anual) 1976-1986	Ganadería
Selva Lacandona (Río Usumacinta; Cortez-Oriz 1990)	17,700 ha/año (4.5% anual) 1980-1988	Ganadería
Sureste de México (Cuarón 1991)	~40,000 ha/año (7.7% anual) 1974-1986	Ganadería
Palenque, Chiapas (SARH 1984, en FSV 1990)	9,500 ha/año 12.4% anual 1973-1981.	Ganadería
Palenque, Chiapas (Este estudio)	187 ha/año (2.3% anual) 1984-2001	Ganadería

V.1.2 Selva en Palenque por sectores.

El análisis de la distribución de selva en el espacio examinado en la fotografía aérea de Palenque por sectores permitió evaluar mejor su estado de conservación y los factores que han influido en su fragmentación. Adicionalmente se encontró que en el periodo de 17

años, los sectores A y B ubicados en la parte norte del mapa perdieron una superficie menor de selva de la que se perdió en los sectores C y D, los cuales se localizan en la parte donde comienza a elevarse la montaña. En los primeros (A y B), la topografía cambia considerablemente y los terrenos se vuelven más planos, de fácil acceso, lo que ha permitido la desaparición de la selva rápidamente, mucho tiempo antes de 1984. Por eso, a pesar de que se perdió una mayor superficie desde 1984 en los sectores localizados en el sur, los cuadrantes ubicados en el norte tienen un área total de selva menor ($A+B= 1,206$ ha) que los cuadrantes orientados en el sur ($C+D= 6,185$ ha).

Al analizar el efecto de la fragmentación del remanente selvático por sector, se obtuvo en tres de los cuatro casos un aumento del número de fragmentos en el periodo de 17 años, acompañado de una evidente pérdida de superficie de selva y con esto las poblaciones de diferentes especies, al igual que las de los monos, posiblemente se ven diezmadas, reduciéndose en tamaño y provocando que estas poblaciones difícilmente sean viables para su conservación.

En cuanto a la distribución de los pastizales, éstos se incrementaron en un 20% de 1984 a 2001, a una tasa aproximada de 187 ha/año (2.3% anual). La tala desmedida, aunque aparentemente lenta, es constante, dando como resultado que una de cada tres hectáreas de selva que había en 1984 haya sido desmontada hasta la fecha, principalmente con el fin de dedicar la tierra a la ganadería y en menor escala a la agricultura.

V.1.3. Asentamientos humanos.

La superficie abarcada por los nueve poblados existentes en la zona representada por la fotografía aérea (incluyendo Palenque) en 1984 fue de 303.1 ha y en 2001 de 694.3 ha. Aunque este aumento fue mayor al 100%, fue el poblado de Palenque el que aumentó

201% en superficie en el periodo de 17 años y fue el único en aumentar su expansión en más del 100%, ocasionando un gran sesgo. Los poblados que se encuentran en la zona, exceptuando Palenque y Pakal Na, son comunidades rurales y presentan una expansión mucho menor a la que presentan los asentamientos grandes. Además, resulta interesante que tanto Palenque como para Pakal Na están situados dentro del sector B, el cual presenta la menor superficie selvática. Esto da una idea del efecto que produce el crecimiento poblacional sobre su entorno inmediato, provocando la reducción del remanente selvático a mayor escala y en menor tiempo. Adicionalmente, ya que en este cuadrante los terrenos son planos, existe una accesibilidad mucho mayor y esto permite una mayor expansión espacial en menor tiempo, acelerando la deforestación en el área, generando un círculo vicioso o un proceso de retroalimentación negativa. El resto de los poblados también estuvieron sujetos a un incremento en su superficie, en proporciones similares pero en mucho menor escala. Estos poblados se encuentran en partes montañosas y de difícil acceso, lo que ha amortiguado ligeramente la expansión de los asentamientos, la deforestación y la fragmentación de la selva en estas zonas.

V.1.4 Predicción de la selva en Palenque.

Con el objeto de proyectar al futuro la persistencia del remanente selvático en la zona de estudio se consideraron cuatro tasas diferentes de deforestación, basadas en la tasa de deforestación registrada en los últimos 17 años. A una tasa constante y de acuerdo con lo obtenido en este estudio, la selva en Palenque comprenderá en el año 2050 el 31.8% (22.7 km²) de la superficie ocupada en 2001, llevándose consigo todo el germoplasma que resguarda. Reduciendo la tasa de deforestación el panorama muestra un mejor futuro para la selva de Palenque, pero para que esta tasa deje de ser sólo una subestimación y se

acerque más a la realidad, es necesario instrumentar planes de manejo regulado de especies de árboles propias de bosque tropical húmedo y de interés económico (p. ej. maderables) a nivel del paisaje que apoyen la conservación de flora y fauna en la zona para asegurar la existencia de la selva a corto y mediano plazo. En el futuro, el índice de expansión de las tierras para ganadería en Latinoamérica seguramente se reducirá ya que los gobiernos, bancos de desarrollo, y otras agencias se están dando cuenta que los costos de producción son muy grandes como para seguir permitiendo la permanencia de ranchos ganaderos (Myers 1986).

V.2 Población de monos aulladores.

Existen 23 especies y subespecies del género *Alouatta*, y para 20 de éstas se tienen datos suficientes para ser clasificados dentro del IUCN Mace-Land System. Siete (35%) de las especies están clasificadas como "amenazadas", y *Alouatta pigra* está a nivel de "menor riesgo" (IUCN Mace-Land System; en Crockett 1998).

V.2.1 Fragmentos de selva con presencia de monos aulladores.

De los 44 fragmentos de selva explorados, 25 (57%) mostraron la presencia de monos aulladores. Esto indica que aproximadamente uno de cada dos fragmentos explorados resguardaba tropas de monos aulladores. Esta proporción es muy relevante si se considera que el área de estudio es un área deforestada y varios de los remanentes selváticos están muy perturbados y son de tamaño muy reducido. Es importante resaltar que los fragmentos explorados no fueron seleccionados al azar sino arbitrariamente, seleccionando los fragmentos donde se presumía la presencia de tropas de monos, con la ayuda de informantes o de los registros acústicos. Las poblaciones de *Alouatta pigra* son,

en general, comunes localmente e incluso se incrementan en muchas áreas forestadas en Belice, pero no en todas (Crockett 1998), aunque se ha reportado que las poblaciones de *Alouatta pigra* están amenazadas de extinción en México (Dahl 1987; Estrada y Coates-Estrada 1988; Horwich 1989; Hubrecht 1986, Watts et al. 1986).

El tamaño medio de los fragmentos explorados con presencia de monos fue de 12.9 ha y el de los fragmentos explorados sin monos fue de 8.0 ha, aunque en este estudio fue localizada una tropa de monos compuesta por seis individuos en un relicto de selva ribereña con superficie < 2 ha, y no existió una correlación entre el tamaño del fragmento y el tamaño de la tropa. Todo esto sugiere que la superficie de selva de un fragmento parece no ser un factor determinante para la ocurrencia de monos. *Alouatta pigra* usa extensivamente bosques de vegetación secundaria, incluso utilizando crecimiento secundario cuando está disponible (Horwich 1998). Quizá otros factores como la disponibilidad de recursos alimenticios (tanto cualitativa como cuantitativamente) y su fenología, o la distancia de aislamiento del fragmento respecto a otros fragmentos incidan en mayor medida en la distribución de las tropas de *A. pigra* en estos paisajes.

Estrada y Coates-Estrada (1994) examinaron 120 fragmentos de selva (intervalo de tamaños 1- 2,000 ha) aislados en un intervalo de 200 m a 8 km al manchón más cercano, y con tiempos de aislamiento que variaban de 1 a 20 años. Ellos encontraron monos aulladores (*Alouatta palliata*) en el 40% de los fragmentos. El número de aulladores estuvo correlacionado positivamente con el tamaño de los fragmentos y negativamente con el tiempo de aislamiento y con la distancia al manchón más cercano. Los manchones no perturbados tuvieron densidades más altas que los manchones perturbados, cosa que no sucedió en este estudio, donde no hubo diferencias significativas en el tamaño de las tropas cuando se compararon los tres tipos de comunidades vegetales, pero esto debido a que el

tamaño de la muestra fue < 10 en los tres casos, ya que sí se observa una tendencia a aumentar el número de individuos cuando aumenta el tamaño del fragmento y cuando su composición vegetal se asemeja más a una selva no perturbada, lo cual representa una mayor disponibilidad de espacio y alimento.

V.2.2 Tipos de fragmentos.

Alouatta pigra fue considerado originalmente como un especialista de hábitat, confinado a bosques tropicales no perturbados (Smith 1970). Más recientemente se encontraron en varios tipos de selva perennifolia y caducifolia, incluyendo bosques perturbados y ribereños (Crockett 1998), lo cual puede indicar una alta capacidad de adaptarse a ambientes cambiantes. En este estudio, los fragmentos de selva con presencia de tropas fueron divididos, por medio de una escala arbitraria, en tres clases: selva no perturbada, vegetación secundaria, y selva en borde de río. No obstante esta división, la perturbación de los fragmentos de selva se encuentra en un gradiente continuo y diverso, y no tajante, pero con los parámetros utilizados para determinar el grado de perturbación de la selva en los fragmentos de selva explorados (altura media del estrato más alto, profundidad visual, distancia media entre árboles grandes) fue sistematizada la clasificación de éstos.

De los doce fragmentos de selva no perturbada muestreados, nueve fragmentos cuya superficie media fue de 9.4 ha presentaron tropas de monos aulladores con tamaño medio de 6.4 individuos; en contraste, de los veinticinco fragmentos con vegetación secundaria muestreados, nueve fragmentos con superficie media de 8.4 ha presentaron tropas de monos aulladores de tamaño medio de 3.7 individuos. Aunque el número de fragmentos con presencia de tropas y el número de individuos por tropa fue mayor en la selva no perturbada

que en la selva con vegetación secundaria y que en la selva de borde de río (cuatro tropas de 4.6 individuos en siete fragmentos con tamaño medio de 4.8 ha), estas diferencias no fueron significativas. Los resultados obtenidos sugieren que hay una mayor probabilidad de encontrar tropas de monos aulladores con mayor número de individuos en los fragmentos de selva no perturbada.

Solamente en uno de los fragmentos explorados fueron encontradas un par de tropas de monos aulladores separadas entre sí, aunque compartiendo la misma superficie de selva. El tamaño de este fragmento fue de 9.4 ha y estaba compuesto por vegetación secundaria con algunos componentes de bosque primario, en el borde del río. Este fragmento interconectaba a otros dos fragmentos de selva y se extendía a lo largo del río, lo que probablemente permite el desplazamiento de los monos de uno a otro manchón de selva en busca de recursos. En el resto de los casos sólo fue encontrada una tropa por fragmento, pero considerando que muchos de los fragmentos explorados estaban interconectados por vegetación selvática en el borde de los ríos, las tropas podrían potencialmente desplazarse de un fragmento de selva a otro.

De acuerdo al tipo de fragmento donde las tropas fueron encontradas, existe una tendencia a aumentar el tamaño de las tropas cuando las condiciones del remanente selvático se asemejan más a las de una selva no perturbada (como se mencionó anteriormente) y cuando el tamaño del fragmento se incrementa. Sin embargo, al analizar estadísticamente esta información se encontró que no hubo diferencias significativas entre el tamaño de las tropas de acuerdo al tipo de fragmento en el que viven, ni tampoco existieron diferencias en cuanto a la densidad, ni a la biomasa. Estos resultados estadísticos no deben llevarnos a descartar estas diferencias, ya que aumentando el número de fragmentos muestreados es posible que estas diferencias lleguen a ser significativas.

Se ha reportado que todos los miembros del género *Alouatta*, exceptuando *Alouatta fusca*, habitan manchones de selva en los ranchos ganaderos (Bonvicino 1989; Clarke y Zucker 1994; Clarke et al. 1986; Crockett 1996; Schaller 1983; Watts et al 1986) y también se han observado en manchones de selva en áreas de agricultura, exceptuando *Alouatta palliata* y *Alouatta belzebul* (Chiarello 1994; Estrada y Coates-Estrada 1988; Galetti et al. 1987; Johns 1985; Rumiz 1990; Zunino y Rumiz 1986). *Alouatta pigra* ocupa todos los estratos sucesionales de bosque ripario, incluyendo el crecimiento secundario en un área de agricultura en Belice (Horwich y Lyon 1987) y manchones de selva riparios ligeramente inundados en los ranchos ganaderos en México (Watts et al. 1986).

V.2.3 Distancia de aislamiento entre las tropas.

La distancia media de aislamiento calculada entre los fragmentos que resguardaron tropas de monos fue de 1.5 km; no se encontró una correlación entre esta distancia y el tamaño de las tropas, lo que sugiere que el número de individuos en las tropas de monos aulladores parecen no verse afectadas por la distancia que los separa de otros manchones de selva. Cuando la distancia de aislamiento es baja y cuando no hay un corredor de selva que permita a las tropas de monos desplazarse hacia otro fragmento de selva, éstas pueden atravesar los pastizales en busca de otro fragmento de selva con recursos alimenticios. La alta capacidad para dispersarse y para colonizar nuevos hábitats significa que los aulladores pueden incrementar exitosamente sus poblaciones en áreas donde el hábitat se recubre de selva después de que se han instituido medidas de conservación (Crockett 1998). La fragmentación ofrece protección de la transmisión de enfermedades; sin embargo, el aislamiento de las tropas causado por la fragmentación afecta a las tropas ya que reduce al máximo el flujo genético, aumentando los problemas de consanguinidad (Crockett 1998).

Las especies de *Alouatta* en Centroamérica, incluyendo *Alouatta pigra*, tienen diversidad genética muy baja comparados con las especies de *Alouatta* sudamericanas, lo cual aparentemente está relacionado con los cuellos de botella poblacionales, originados por epidemias de fiebre amarilla y huracanes (Crockett 1998). El aislamiento de los fragmentos de selva también afecta a los monos aulladores ya que éstos están más expuestos, facilitando la cacería. Los aulladores son uno de los cuatro géneros de primates neotropicales de mayor tamaño y esto, aunado a sus vocalizaciones fuertes, hábitos sedentarios y sus movimientos comparativamente lentos, los sitúan entre los animales más vulnerables y fácilmente cazados, principalmente para servir como alimento en muchas comunidades (Crockett 1998) y el tráfico ilegal.

La interconexión de los fragmentos de selva ocurre gracias a que existen ríos y arroyos en los cuales el borde no es talado para impedir el azolve de los ríos. Como se mencionó arriba, éstos funcionan como corredores que permiten a las tropas estar conectadas entre sí y tener mayor desplazamiento, permitiendo el flujo genético, y reduciendo la presión ejercida por el medio perturbado.

V2.4 Otros registros en este estudio.

Durante este estudio se detectaron auditivamente nueve tropas en nueve fragmentos adicionales. Seis de éstos no fueron explorados y en los tres restantes no fue posible censar las tropas ya que la selva en estos fragmentos estaba muy perturbada, lo cual imposibilitó el acceso. Sin embargo, en algunos manchones de selva con vegetación secundaria fue posible observar tropas con estructura poblacional aparentemente estable, presentando individuos adultos y no adultos (juveniles e infantes) de ambos sexos, lo que nos dice que posiblemente existe cierta facilidad, en términos de alimentación y espacio, de los

aulladores para adaptarse al medio donde se encuentran. La sobrevivencia de los monos en bosques talados está influenciada por su capacidad para tolerar la tala inicial y por su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones ambientales del bosque en regeneración. No obstante, la tala causa un alto nivel de mortalidad en infantes y algunos juveniles y adultos; debido a que los monos se desorientan; además, causa también cambios mayores en la organización jerárquica del grupo y los patrones de actividad en función de evadir la actividad humana, aunque algunas poblaciones pueden recuperarse si el bosque se regenera (Johns 1983).

Ya que los bosques tropicales están desapareciendo rápidamente, debemos considerar a todas las especies de aulladores como "vulnerables". En el Mace-Land System, *Alouatta palliata mexicana* (México y Guatemala) está considerada como "vulnerable" y *Alouatta pigra* está considerada como "menor riesgo", pues existen bastantes poblaciones saludables que incluso parecen incrementarse en algunas áreas. Sin embargo, debido a su área de distribución limitada debe considerarse como vulnerable (Horwich 1998).

No fueron encontradas tropas de *Ateles geoffroyi* (mono araña) en el área de estudio, las cuales estaban reportadas históricamente. De los 16 géneros de primates del Neotrópico, los más amenazados son *Ateles*, *Brachiteles*, y *Lagothrix*, mientras que respecto a *Alouatta* sólo cinco géneros enfrentan menos riesgo de extinción (IUCN Mace-Land System 1994).

Ateles geoffroyi necesita ámbitos hogareños con superficies de 150-200 ha (Symington 1988), los cuales son mayores a los que requieren los monos aulladores, y son más susceptibles a cambios en el medio que los rodea. Sin embargo, Rodríguez-Luna et al. (1987) reportaron que *Ateles geoffroyi* sobrevivió en parches de selva muy pequeños en

México. Los ámbitos hogareños pequeños incrementan las posibilidades de que una especie viva en manchones de selva. La persistencia de los aulladores en los manchones de selva se ve facilitada por el hecho de que el ámbito hogareño es típicamente < 25 ha, y a veces < 10 ha (Crockett y Eisenberg 1987).

Algunos de los recursos alimenticios utilizados por los monos aulladores son también utilizados por los monos araña, lo cual implica que existe cierta competencia por recursos. Ya que en la zona fragmentada de Palenque el mono araña está extinto, los aulladores disponen cuantitativamente de un número mayor de recursos, al reducirse la competencia por éstos en el fragmento de selva donde se encuentran.

V.3 Comparación con tropas del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque.

Al contrastar los resultados obtenidos sobre el tamaño de las tropas en este estudio (media 5.0 ind./tropa; N= 115 individuos) con los resultados obtenidos en un estudio previo dentro del PNZAP (media 6.5 ind./tropa; N= 131 individuos; Estrada et al. 2000) se obtuvo que las diferencias son marginalmente significativas ($p= 0.05$), lo que nos habla de una ligera tendencia en las tropas de monos dentro del Parque a ser de mayor tamaño con respecto a las tropas en los fragmentos de selva. El PNZAP también ha sido víctima de la fragmentación y actualmente es un fragmento de selva aislado, pero posee una superficie de aproximadamente 1,120 ha y goza de la protección por parte del gobierno.

En cuanto a la estructura por edades y sexos, las tropas estuvieron compuestas por más hembras adultas que machos adultos. Los machos y hembras juveniles, así como los infantes, se encontraron en proporciones < 1 individuo por tropa. La proporción de los individuos adultos con respecto a los no adultos es de $1 : 0.8$, o sea, por cada individuo

adulto hay aproximadamente un individuo no adulto. Esto, en términos generales podría asegurar la permanencia de la tropa al menos para la siguiente generación.

Se ha reportado que la estructura poblacional se ve afectada por factores como la presión de depredación (van Schaik y van Hooff 1983), la abundancia y distribución del abastecimiento de comida (Eisenberg 1976), el grado de perturbación (Ruhayat 1983), la altitud (Duram 1971; Byrne et al. 1987; Dunbar 1984), las diferencias de hábitat (Vogel 1971), y algunas veces factores demográficos tales como el tiempo en que los grupos fueron establecidos (Crockett 1985); y densidad poblacional (Mason 1976).

Al comparar estadísticamente los datos descritos arriba con los del PNZAP, se encontró una proporción significativamente mayor en el número de machos adultos en la selva del PNZAP. Esto quizá se deba a que el Parque resguarda > 20 tropas de monos y hay mucho más contacto entre éstas, permitiendo que exista más de un macho adulto por tropa; esto posiblemente es una situación aberrante, ya que Östro (en preparación) encontró en densidades poblacionales bajas grupos conformados por una pareja macho-hembra, o un macho con dos hembras. En densidades poblacionales altas tienden a ser multi-machos. Horwich et al. (2001) sugieren que *Alouatta pigra* se organiza generalmente en subunidades demográficas de un macho adulto y dos o tres hembras adultas y los juveniles.

La biomasa animal calculada para los fragmentos es en promedio mayor que la calculada en el PNZAP (4.8 y 2.3 kg/ha, respectivamente), y el mismo contraste se presenta para la densidad (97 y 50 ind./km², respectivamente). En un estudio realizado con *Alouatta pigra* en Belice (Horwich et al. 2001), se obtuvo una densidad poblacional de 89-178 ind./km² de 1990 a 1999). El 19% de los grupos exhibieron uno o ningún individuo inmaduro. La densidad de grupo no parece ser menor en un bosque talado y la biomasa tampoco parece ser significativamente diferente de la de una selva primaria (Horwich

1998). *Alouatta pigra* tiende a presentar las densidades poblacionales más bajas (en promedio 50 ind./km²), con una variación de < 10 a 100 ind./km² (Chapman y Balcomb 1998).

La densidad poblacional no varía sistemáticamente con la lluvia o el tipo de hábitat; por el contrario, mucha de la variabilidad en la estructura poblacional y en la densidad de población refleja eventos de historia reciente en el área (Crockett 1996), situación que ocurre también en este estudio, debido a la reducción en el remanente selvático desde la segunda mitad del siglo XX.

El espacio reducido en la zona fragmentada resulta en más individuos por unidad de área con respecto al Parque; lo mismo ocurre con la biomasa animal. Los efectos de borde y otras características de los cambios en hábitats fragmentados modifican las presiones selectivas de las poblaciones de monos (Gilpin y Soulé 1986). Los fragmentos de selva que resguardan a los monos aulladores alrededor del PNZAP parecen disponer de suficiente alimento para mantener a los individuos de las tropas, esto se debe a factores tales como el interés económico por los productos no maderables de los árboles que las tropas utilizan como fuente de alimento (Horwich 1998), como *Brosimum alicastrum* (ramón) y *Manilkara zapota* (chicle), así como también a la disminución en competidores por recursos, a la fenología de las especies de plantas consumidas, y a su amplio espectro en la selección del recurso. Esto último es muy importante porque cuando no hay disponibilidad de frutos en las especies que son parte de su dieta, los aulladores se ven facilitados por la capacidad de explotar dietas folívoras en pequeños ámbitos hogareños, y entonces pueden tolerar considerablemente la reducción y fragmentación del hábitat (Crockett 1998).

Alouatta seniculus (mono aullador rojo) vive en grupos de 3 a 10 individuos, con varias hembras, crías, y uno o dos machos subordinados o subadultos (Lovejoy et al. 1986).

El ámbito hogareño es de 3-7 ha en parches de selva (Sekulic 1982), aunque el intervalo en reservas es de 7 a 20 ha. Los monos de esta especie pueden sobrevivir en pocas hectáreas de selva debido a que son folívoros. Es posible que incluyan más hojas en su dieta cuando están en áreas pequeñas donde se libran de otros primates fuertemente afectados por el efecto de borde y de área, los cuales tienen ámbitos hogareños > 200 ha (*Ateles*, *Chiropotes*, *Cebus*), y que compiten por recurso (Lovejoy et al. 1986).

V.4 Medidas de manejo y conservación.

El Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque actualmente está constituido por 630 ha de selva alta no perturbada, 390 ha de selva perturbada, y por 760 ha de pastizales, repartidas en ranchos ganaderos y parcelas ejidatarias (Castellanos en prep.). El fragmento de selva que contiene el PNZAP tiene una superficie aproximadamente > 1,000 ha y apenas se interconecta con algunos fragmentos de selva aledaños y de menor tamaño. A pesar de ser un Parque Nacional, el efecto de fragmentación ha producido un aislamiento en las especies animales que están resguardadas en él.

El Community Baboon Sanctuary en Belice ha estado desarrollando programas de conservación donde se tienen como objetivos primordiales la interacción con las comunidades que coexisten con los monos, mejorando las expectativas de vida tanto de las comunidades (dando alternativas del manejo de sus tierras) como las de los monos (creando corredores con el fin de interconectar fragmentos de selva), y llevando a cabo la reintroducción y traslocación de tropas (Horwich y Lyon 1987). La traslocación se ha logrado exitosamente en la mayoría de especies de aulladores y es una opción viable para introducir nueva variabilidad genética en las poblaciones de fragmentos selváticos y para repoblar fragmentos donde están extintos (Crockett 1998).

que asegurará (con un cierto nivel de riesgo) que una población persistirá en un estado viable por un intervalo dado de tiempo (Gilpin y Soulé 1986). El valor que determine la población mínima viable es particular para cada población de individuos y para obtenerlo es necesario evaluar el fenotipo de la población (morfología, fisiología, y conducta), el ambiente (cuantitativa y cualitativamente, competidores, depredadores, etc.), y la estructura de población y adaptación (parámetros de las estructuras poblacionales y adecuación, proporción de sexos, estructura poblacional, y distribución de individuos en el tiempo y espacio), que son el resultado de la interacción entre el fenotipo de la población y el ambiente.

Existen estrategias que inciden indirectamente en la conservación de los monos aulladores y directamente en la conservación de los bosques tropicales:

1. Apoyar la formación de Reservas Nacionales. Esto incrementa el número, tamaño y monitoreo de áreas protegidas, ya que Estrada y Coates-Estrada (1988), y Chapman y Balcomb (1998) reportaron que la protección está asociada a densidades poblacionales más altas.
2. Apoyar la protección de las especies que sirven de alimento para los monos, por ejemplo, *Ficus* spp., el cual es importante debido a su fructificación asincrónica (Horwich 1998).
3. Fomentar programas locales de educación para apoyar esquemas de manejo de la tierra que permitan la coexistencia de la gente y los monos (Crockett 1998).

V.5 Proyectos a seguir.

El reconocimiento de la población de monos aulladores en el PNZAP (Castellanos en preparación) y en los fragmentos situados alrededor de éste fueron estudio pioneros en Palenque, Chiapas. La población de primates en la zona fragmentada es el conjunto de la población de cada fragmento y está sujeta a un proceso de extinción estocástico, el cual puede resultar de cambios normales azarosos o disturbios ambientales. Estos disturbios reducen (pero no exterminan) la población, sin embargo, entre más pequeña es una población, mayor es su vulnerabilidad (Gilpin y Soulé 1986). Además de los planes de manejo propuestos, es necesario llevar a cabo estudios posteriores para obtener más información acerca de la población mínima viable (por ejemplo), de *Alouatta pigra* en paisajes fragmentados como Palenque. La población mínima viable significa que existe un umbral, o un conjunto multivariado de umbrales y límites para el número de individuos,

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Scott Neotropic Fund del *Cleveland Metro Zoo*, a la American Society of Primatologists, a Primate Conservation Inc., y al Instituto de Biología de la UNAM por el apoyo para la realización de este proyecto. A la Estación de Biología Tropical *Los Tuxtlas* del IBUNAM por el alojamiento y manutención mientras se escribió este trabajo. Al Laboratorio de Primatología de la Estación por brindarme la literatura necesaria y por el préstamo de equipo de campo y de cómputo. A mi asesor de tesis, Dr. Alejandro Estrada, por su apoyo durante todo este proyecto y por los comentarios que enriquecieron este trabajo. Igualmente agradezco al Dr. Jorge Meave y al Dr. Rodolfo Dirzo por sus notables comentarios y aclaraciones que también contribuyeron a enriquecer el trabajo. A la M. en C. Lupita Barajas y a la Biol. Rita Arenas por haber aceptado revisar este trabajo.

VI. REFERENCIAS

- Bolin, I. (1981). Male parental behaviour in black howler monkeys (*Alouatta palliata pigra*) in Belize and Guatemala. *Primates*, 22:349-360.
- Bonvicino, C. R. (1989). Ecología e comportamiento de *Alouatta belzebul* (Primates: Cebidae) na mata Atlántica. *Revista Nordestina de Biología*. G: 149-179.
- Byrne, R. W., S.P. Henzi y A. Whiten. (1987). One-male groups and inter-group interactions of mountain baboons. *International Journal of Primatology*, 8: 615-613.
- Castellanos (en preparación). Estudio preliminar de la población, comportamiento y estado de conservación del mono saraguato negro (*Alouatta pigra*) en el Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chapman, C. A. y S. R. Balcomb (1998). Population characteristics of howlers: Ecological conditions or group history. *International Journal of Primatology*, 19: 385-403.
- Chiarello, A. G. (1994). Diet of the brown howler monkey, *Alouatta fusca*, in a semi-deciduous forest fragment of southeastern Brazil. *Primates*, 35: 25-34.
- Clarke, M. R., E. L. Zucker y N. J. Scott. (1986). Population trends of the mantled howler groups of La Pacifica, Guanacaste, Costa Rica. *American Journal of Primatology*, 11: 79-88.
- Clarke, M. R., y E. L. Zucker. (1994). Survey of the howling monkey population at La Pacifica: A seven-year follow up. *International Journal of Primatology*, 15: 61-73.

Referencias

- Coelho, A.M., C. A. Bramblett, L.B. Quick, S. Bramblett. (1976). Resource availability and population density in Primates: A socio-bioenergetic analysis of the energy budgets of Guatemalan howler and spider monkeys. *Primates*, 17: 63-80.
- Cortez-Ortiz, A. (1990). Estudio Preliminar sobre Deforestación en la Región Fronteriza del Río Usumacinta. *Internal Report, INEGI*; Ciudad de México.
- Crockett, C. M. (1985). Population studies of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). *National Geographic Research and Exploration*, 1: 264-273.
- Crockett, C. M. (1996). The relation between red howler monkey (*Alouatta seniculus*) troop size and population growth in two habitats. In: Morconk, M. A., R.A. Rosenberg, y P.A. Garber. *Adaptative Radiations of Neotropical Primates*. pp 489-510, Plenum Press, Nueva York, EUA.
- Crockett, C. M. (1998). Conservation biology of the Genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*. 19 (3): 549-571.
- Crockett, C.M. y J.F Eisenberg. (1987). Howlers: Variation in group size and demography. pp 56-58 in: *Primate societies*: B. B. Smuts; D. L. Cheney, R. M. Seyfarth, R.W. Wrangham, T.T. Struhsaker; Eds. University of Chicago Press. Chicago, IL, EUA.
- Cuarón, A. (1991). Conservación de los primates y sus hábitats en el Sur de México. Tesis de Maestría. Sistema de Estudios de Posgrado, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
- Dahl, J. F. (1987). Conservation of primates in Belize, Central America. *Primates conservation*, 8: 119-121.

- Diaz Gallegos, J.R. (1996). Estructura y composición florística de la vegetación del Parque Nacional Zona Arqueológica de Palenque, Chiapas, México. *Tesis*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México.
- Dirzo, R. y M. García. (1992). Rates of Deforestation in Los Tuxtlas: A Neotropical Area in Southeast Mexico. *Conservation Biology*, 6 (1): 84-90.
- Dunbar, R.I. (1984). Reproductive decisions: An economic analysis of gelada baboon social strategies. Princeton University Press, Princeton, N.J., EUA.
- Durham, N. M. (1971). Effects of altitude differences on group organization of wild black spider monkeys (*Ateles paniscus*). Proceedings of the 3rd International Congress of Primatology, Zurich, 3: 32-40.
- Eisenberg (1976). The relation between ecology and social structure in primates. *Science*, 176: 863-874.
- Ehrlich, R.R. y E. O. Wilson. (1991). Biodiversity studies: science and policy. *Science* 253: 758-762.
- Estrada, A. (1982). Survey and census of howler monkeys (*Alouatta palliata*), in the rainforest of Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *American Journal of Primatology* 2: 363-372.
- Estrada, A. (1989). Comportamiento Animal. El caso de los Primates. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (1988). Tropical rain forest conversion and perspectives in the conservation of wild primates (*Alouatta* and *Ateles*) in Mexico. *American Journal of Primatology*, 14: 315-327.

Referencias

- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (1994). La contracción y la fragmentación de las selvas y las poblaciones de primates silvestres: El caso de Los Tuxtlas, Veracruz. *Ciencia Hombre* 18: 45-47.
- Estrada, A. y R. Coates-Estrada. (1995). Las selvas tropicales en México. Fondo de Cultura Económica. México, D. F.
- Estrada, A., R. Coates-Estrada, L. Castellanos, Y. García, H. González, B. Franco, A. Ibarra, D. Muñoz, A. Rivera. (2000). Reconocimiento de la población del mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en Palenque, Chiapas, México. *Neotropical Primates*, 8: 19-23.
- FSV (Fundación Siglo Veintiuno). (1990). Desarrollo y Medio Ambiente en México: Diagnostico 1990. FSV, Ciudad de México.
- Galetti, M., R. Laps, y F. Pedroni. (1987). Feeding behaviour of the brown howler monkey (*Alouatta fusca clamitans*) in a forest fragment in state of Sao Paulo, Brazil. *International Journal of Primatology* 8: 542.
- García, E. (1964). Modificaciones al sistema de clasificación de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República. Editado por la autora. México, D.F. 71 pags.
- Gilpin F. E. y E. Soulé (1986). Minimum Viable Populations: Processes of species extinctions. En Soulé, M. E. Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. pp 19-34. Sinauer, Sunderland, MA. EUA.
- González-Kirchner, J.P. (1998). Group size and population density of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Muchukux forest, Quintana Roo, Mexico. *Folia Primatológica*, 69: 260-265.

- Gradwhol, J. y R. Greenberg. (1990). Saving Tropical Forests. Earthscan Publications. Londres, Inglaterra.
- Halffter, G., M. E. Favila. Y V. Halffter. (1992). A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. *Folia Entomologica Mexicana*, 84: 131-156.
- Horwich, R.H. (1989). The geographic distribution of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in Central America and efforts to conserve it in Belize. *Primate conservation*, 7: 15-21.
- Horwich, R. H. (1998). Effective solutions for howler conservation. *International Journal of Primatology*, 19: 579-598.
- Horwich, R. H. y K. Gerhardt (1983). Roaring rhythms in black howler monkeys (*Alouatta pigra*) of Belize. *Primates*, 24: 290-296.
- Horwich, R. H. y E. D. Jonson. (1986). Geographic distribution of the black howler (*Alouatta pigra*) in Central America. *Primates*, 27: 53-62.
- Horwich, R. H. y J. Lyon. (1987). Development of the "Community Baboon Sanctuary" in Belize: An experiment in grass roots conservation. *Primate Conservation*, 8: 32-34.
- Horwich, R.H., Brockett, R.C, James, R. A., Jones, C. (2001). Population growth in the Belizean black howling monkey (*Alouatta pigra*). *Neotropical Primates*, 9: 1-7.
- Hubrecht, R. C. (1986). Operation Raleigh primate census in the Maya Mountains, Belize. *Primate Conservation*. 7: 15-17.
- IUCN Species Survival Commission (1994). IUCN Red List Categories in the Mace-Land System. World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Referencias

- Johns, A. D. (1983). Tropical forest primates and logging: Can they co-exist? *Oryx*. 17: 114-118.
- Johns, A. D. (1985). Primates and forest exploitation at Tefé, Brazilian Amazonia. *Primate Conservation*, 6: 27-29.
- Lewis, S. (1990). The rainforest book. pp. 112. Living Planet Press, Los Angeles, California, EUA.
- Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rynalds, A. B, Malcolm, J.R., Quintela, C.E., Harper, L.H., Brown JR, K.S., Powell, A. H., Powell, G.V.N., Schubart, H.O.R. y Hays, M.B. (1986). Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. En Soule, M. E. *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*, pp. 257-285. Sinauer. Sunderland, MA, EUA.
- Martin, P. y P. Bateson (1993). *Measuring behaviour: An introductory guide*. 2nda ed. pp 221. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- Masera, O. R. (1996). Deforestación y degradación forestal en México. Documento de Trabajo. *Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada*. 19: 1-15.
- Masera, O. R., María J. Ordóñez, y R. Dirzo. (1997). Carbon emissions from Mexican forests: Current situation and long-term scenarios. *Climatic Change* 35: 265-295.
- Mason, W. A. (1976). Primate social behaviour: pattern and process. En: *Evolution of Brain Behaviour in Vertebrates*, R. B. Mastertorn. Lawrence Erlbaum Associates. Hillsdale, N.J. EUA.

- Myers, N. (1986). Tropical deforestation and mega-extinction spasm. En: Soulé, M. E. *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*. pp 394-409. Sinauer. Sunderland, MA.
- Myers, N. (1988). Tropical forests: much more than stocks of wood. *Journal of Tropical Ecology*. 4: 209-221.
- Myers, N. (1991). Tropical deforestation: the latest situation. *Bioscience*. 41: 282.
- Ostro, L.E., S. C., Silver, F. W. Koontz, T. P. Young y R. H. Horwich. (1999). Ranging behaviour of translocated and established groups of black howler monkeys *Alouatta pigra* in Belize, Central America. *Biological Conservation*. 87: 181-190.
- Ostro, L. E. (en preparación). Shifts in social structure of black howler monkey (*Alouatta pigra*) groups associated with natural and experimental variation in population density.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán. (1998). Árboles tropicales de México. Fondo de Cultura Económica y Universidad Nacional Autónoma de México, 521 p. México.
- Rodríguez-Luna, E., J. E. Fa, F. García, S. Lopez y D. Canales. (1987). Primate conservation in Mexico. *Primates Conservation*. 8: 114-118.
- Ruhiyat, Y. (1983). Socio-ecological study of *Presbytis aygula* in west Java. *Primates*. 24: 344-359.
- Rumiz, D. I. (1990). *Alouatta caraya*: Population density and demography in northern Argentina. *American Journal of Primatology*. 21: 279-294.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). (1984). Comisión del Plan Nacional Hidráulico 1984: Desarrollo Rural Integral de la Selva Lacandona, México, SARH, Ciudad de México.

Referencias

- Schaller, G. B. (1983). Mammals and their biomass on a Brazilian ranch. *Archivos de Zoología*. 31: 1-36.
- Schlichte, H. (1978). A preliminary report on the habitat utilization of a group of howler monkeys (*Alouatta villosa pigra*) in the National Park of Tikal, Guatemala. pp 551-561. En: The Ecology of Arboreal Folivores. G.G. Montgomery. Smithsonian Institution Press. Washington, DC. EUA.
- Sekulic, R. (1982). Daily and seasonal patterns of roaring and spacing in four red howler *Alouatta seniculus* troops. *Folia Primatologica*. 39:22-48.
- Silver, S. C., L.E.T. Ostro, C.P. Yeager y R. Horwich. (1998). Feeding ecology of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) in northern Belize. *American Journal of Primatology*. 45:263-279.
- Smith, J. D. (1970). The systematic status of the black howler monkey, *Alouatta pigra*. *Journal of Mammalogy*. 51: 358-369.
- Symington, M.M. (1988). Demography, ranging patterns, and activity budgets of black spider monkeys (*Ateles paniscus chamek*) in the Manu National Park, Peru. *American Journal of Primatology*. 15: 45-67.
- van Schaik, C.P. y J.A. van Hooff. (1983). On the ultimate causes of primate social systems. *Behaviour*. 85:91-117.
- Vogel, C. (1971). Behavioural differences of *Presbytis entellus* in two different habitats. Proceedings of the 3rd International Congress of Primatology. Zurich. 3 :41-47.
- Watts, E. S., Rico-Gray, V., y Chan, C. (1986). Monkeys of the Yucatán Peninsula, México: Preliminary survey of their distribution and status. *Primate Conservation*. 7: 17-22.

- Whitmore, T. C. (1997). Tropical Forest Disturbance, Disappearance, and Species Loss. En: Tropical Forest Remnants. Laurence, W. y R. Bierregaard Jr. pp. 3-13. The University of Chicago Press. Chicago, IL. USA.
- Zunino, G. E., y D. I. Rumiz. (1986). Observaciones sobre el comportamiento territorial del mono aullador negro (*Alouatta caraya*). *Boletín de Primatología Argentina*. 4: 36-52.

Anexo I. Proyección del área selvática remanente en Palenque a cuatro tasas diferentes de cambio.
 $r 100=2.3\%$ anual, $r 75=75\%$ de $r 100$, $r 50=50\%$ de $r 100$, $r 25=25\%$ de $r 100$.

Año	r 100	r 75	r 50	r 25	Año	r 100	r 75	r 50	r 25
2002	69.57	70.00	70.43	70.85	2052	21.74	29.70	40.51	55.15
2003	67.97	68.81	69.65	70.50	2053	21.24	29.20	40.06	54.87
2004	66.41	67.64	68.89	70.15	2054	20.75	28.70	39.62	54.60
2005	64.88	66.49	68.13	69.80	2055	20.27	28.21	39.19	54.32
2006	63.39	65.36	67.38	69.45	2056	19.80	27.73	38.76	54.05
2007	61.93	64.25	66.64	69.10	2057	19.35	27.26	38.33	53.78
2008	60.51	63.16	65.90	68.75	2058	18.90	26.80	37.91	53.51
2009	59.11	62.08	65.18	68.41	2059	18.47	26.34	37.49	53.25
2010	57.76	61.03	64.46	68.07	2060	18.04	25.89	37.08	52.98
2011	56.43	59.99	63.75	67.73	2061	17.63	25.45	36.67	52.71
2012	55.13	58.97	63.05	67.39	2062	17.22	25.02	36.27	52.45
2013	53.86	57.97	62.36	67.05	2063	16.83	24.60	35.87	52.19
2014	52.62	56.98	61.67	66.72	2064	16.44	24.18	35.47	51.93
2015	51.41	56.01	60.99	66.38	2065	16.06	23.77	35.08	51.67
2016	50.23	55.06	60.32	66.05	2066	15.69	23.36	34.70	51.41
2017	49.07	54.12	59.66	65.72	2067	15.33	22.97	34.32	51.15
2018	47.95	53.20	59.00	65.39	2068	14.98	22.57	33.94	50.90
2019	46.84	52.30	58.35	65.07	2069	14.63	22.19	33.57	50.64
2020	45.77	51.41	57.71	64.74	2070	14.30	21.81	33.20	50.39
2021	44.71	50.54	57.08	64.42	2071	13.97	21.44	32.83	50.14
2022	43.68	49.68	56.45	64.10	2072	13.65	21.08	32.47	49.89
2023	42.68	48.83	55.83	63.77	2073	13.33	20.72	32.11	49.64
2024	41.70	48.00	55.21	63.46	2074	13.03	20.37	31.76	49.39
2025	40.74	47.19	54.61	63.14	2075	12.73	20.02	31.41	49.14
2026	39.80	46.39	54.01	62.82	2076	12.43	19.68	31.06	48.90
2027	38.89	45.60	53.41	62.51	2077	12.15	19.35	30.72	48.65
2028	37.99	44.82	52.83	62.20	2078	11.87	19.02	30.38	48.41
2029	37.12	44.06	52.24	61.89	2079	11.60	18.69	30.05	48.17
2030	36.26	43.31	51.67	61.58	2080	11.33	18.38	29.72	47.93
2031	35.43	42.57	51.10	61.27	2081	11.07	18.06	29.39	47.69
2032	34.62	41.85	50.54	60.96	2082	10.81	17.76	29.07	47.45
2033	33.82	41.14	49.98	60.66	2083	10.57	17.46	28.75	47.21
2034	33.04	40.44	49.43	60.35	2084	10.32	17.16	28.43	46.97
2035	32.28	39.75	48.89	60.05	2085	10.09	16.87	28.12	46.74
2036	31.54	39.08	48.35	59.75	2086	9.85	16.58	27.81	46.51
2037	30.81	38.41	47.82	59.45	2087	9.63	16.30	27.51	46.27
2038	30.11	37.76	47.29	59.16	2088	9.41	16.02	27.20	46.04
2039	29.41	37.12	46.77	58.86	2089	9.19	15.75	26.90	45.81
2040	28.74	36.49	46.26	58.57	2090	8.98	15.48	26.61	45.58
2041	28.08	35.87	45.75	58.27	2091	8.77	15.22	26.32	45.35
2042	27.43	35.26	45.25	57.98	2092	8.57	14.96	26.03	45.13
2043	26.80	34.66	44.75	57.69	2093	8.37	14.70	25.74	44.90
2044	26.18	34.07	44.26	57.40	2094	8.18	14.46	25.46	44.68
2045	25.58	33.49	43.77	57.12	2095	7.99	14.21	25.18	44.45
2046	24.99	32.92	43.29	56.83	2096	7.81	13.97	24.90	44.23
2047	24.42	32.36	42.81	56.55	2097	7.63	13.73	24.63	44.01
2048	23.86	31.81	42.34	56.26	2098	7.45	13.50	24.35	43.79
2049	23.31	31.27	41.88	55.98	2099	7.28	13.27	24.09	43.57
2050	22.77	30.74	41.42	55.70	2100	7.11	13.04	23.82	43.35
2051	22.25	30.21	40.96	55.42					

Anexo 2. Características de cada tropa de *Alouatta pigra* encontrada en este estudio.

TROPA	MA	HA	MJ	HJ	I	Σ	PropAd:NoAd	superficie ha	Densidad ecológica (ind./km ²)	Biomasa (kg)	Biomasa ecológica (kg/ha)
1	1	0	2	0	0	3	1:2	9.4	31.91	12.5	1.33
2	1	0	0	0	0	1	1:0	19	5.26	7.5	0.39
3	1	1	0	0	1	3	2:1	10.7	28.04	15	1.40
4	2	2	1	0	2	7	4:3	9.4	74.47	32.5	3.46
5	2	1	0	1	1	5	3:2	4.8	104.17	25	5.21
6	1	4	3	4	3	15	1:2	17	88.24	54	3.18
7	1	1	1	0	0	3	2:1	4	75.00	16.5	4.13
8	1	0	1	0	0	2	1:1	4	50.00	10	2.50
9	2	2	1	1	2	8	1:1	3.6	222.22	35	9.72
10	1	1	1	2	0	5	2:3	3.02	165.56	21.5	7.12
11	1	2	1	0	0	4	3:1	3	133.33	23	7.67
12	1	1	1	1	0	4	1:1	7.25	55.17	19	2.62
13	2	3	1	1	1	8	5:3	6	133.33	40.5	6.75
14	1	1	0	2	0	4	1:1	35	11.43	19	0.54
15	2	3	1	2	1	9	5:4	5	180.00	43	8.60
16	1	2	0	1	1	5	3:2	5	100.00	24	4.80
17	1	1	0	0	0	2	2:0	2.3	86.96	14	6.09
18	1	0	0	0	0	1	1:0	17	5.88	7.5	0.44
19	2	3	2	1	1	9	5:4	3.5	257.14	43	12.29
20	1	2	0	2	1	6	1:1	5.9	101.69	26.5	4.49
21	1	1	1	0	1	4	1:1	33	12.12	17.5	0.53
22	2	2	0	2	0	6	2:1	1.9	315.79	33	17.37
23	0	0	1	0	0	1	0:1	22	4.55	2.5	0.11
S	29	33	18	20	15	115	1.16:1	231.77	49.62	542	2.34
MEDIA	1.26	1.43	0.78	0.87	0.65	5.00		media	97.49	23.57	4.81
DEST	0.54	1.12	0.80	1.06	0.83	3.29		desvest	84.59	13.22	4.30
MIN	1	1	1	1	1	1		min	4.5455	2.5	0.11
MAX	2	4	3	4	3	15		max	315.79	54	17.37

Anexo 3. Población total por Ejido en el Municipio de Palenque, Chiapas. 1990. INEGI.

	Individuos		Individuos
Ejido Adolfo López Mateos	149	Ejido Las Ruinas	79
Ejido Agua Blanca Serranía	834	Ejido Lázaro Cárdenas	741
Ejido Alfonso Corona del Rosal	326	Ejido Lic. José Castillo Tielmans	632
Ejido Antioquia	108	Ejido Lindavista	35
Ejido Arimatea	678	Ejido los Cerrillos	384
Ejido Augusto Gómez Villanueva	270	Ejido Nezahualcoyotl	233
Ejido Babilonia la sección	478	Ejido Nueva Betania	601
Ejido Babilonia División del Norte	31	Ejido Nueva Esperanza	901
Ejido San José Babilonia	548	Ejido Nueva Galilea	970
Ejido Bajadas Grandes	882	Ejido Nueva Mérida	336
Ejido Belén	78	Ejido Nuevojalapa	140
Ejido Belisario Domínguez Norte	310	Ejido Nuevo san Joaquín	462
Ejido Benito Juárez	158	Ejido Nuevo Yajalon	219
Ejido Santo Tomás	40	Ejido Obregón	182
Ejido Berea	202	Ejido Palenque	59
Ejido Boca de Chancala	273	Ejido Portacelli	125
Ejido Brillante Buena Vista	84	Ejido Pueblo Nuevo Usumacinta	253
Ejido Calatraba	626	Ejido Puyipa	603
Ejido Chacamax	327	Ejido Raymundo Enriquez	231
Ejido Chancala Río Seco	63	Ejido Reforma Agraria	375
Ejido Chancala Zapote	343	Ejido Ricardo Flores Magón	141
Ejido Chocollajito	202	Ejido Río Chancala	2329
Ejido Cinco de Mayo	283	Ejido Río San Diego	184
Ejido El Chinal	205	Ejido Roberto Barrios	636
Ejido El Clavo	538	Ejido Samuel León Brindis	984
Ejido El Desierto	235	Ejido San Francisco	314
Ejido El Edén	449	Ejido San Francisco Chancala	342
Ejido El Mango	96	Ejido San José	685
Ejido El Progreso	483	Ejido San José Chancala	212
Ejido El Retiro	137	Ejido San Juan	337
Ejido Emilio Rabasa	759	Ejido San Juan Chancalaito	165
Ejido Flor de Chiapas	199	Ejido San Manuel	243
Ejido Fco. I Madero Norte	244	Ejido San Martín Chamizal	608
Ejido Fco. Villa	197	Ejido San Mateo	372
Ejido General Ángel Albino Corzo	417	Ejido San Pedro	85
Ejido Graciano Sánchez	217	Ejido Santa Cruz	329
Ejido Gustavo Díaz Ordaz	367	Ejido Saturnino Ríos	505
Ejido Hermenegildo, Galeaña	454	Ejido Sinai	177
Ejido Jalisco Usumacinta	187	Ejido Tomás Garrido Canabal	11
Ejido José Ma. Morelos y Pavón	433	Ejido Ursulo Galván	170
Ejido La Asunción	82	Ejido Veinte de Noviembre	424
Ejido La Aurora	647	Ejido Venustiano carranza	226
Ejido La Caoba	112	Ejido Vista Hermosa	308
Ejido La Cascada	528		
Ejido La Gloria	338		