

00377



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

Centro de Investigaciones en Ecosistemas

“INCIDENCIA E INTENSIDAD DE PARÁSITOS INTESTINALES
DE *Alouatta pigra* EN UNA REGIÓN DE LA SELVA
LACANDONA, CHIAPAS”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGÍA AMBIENTAL)

P R E S E N T A

BIÓL. ANA MARÍA GONZÁLEZ DI PIERRO

DIRECTORA DE TESIS: DRA. KATHRYN E. STONER

MÉXICO, D.F.



COORDINACIÓN

FEBRERO, 2005

m. 340406



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.



POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS COORDINACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

NOMBRE: Ana María González
Di Piero

FECHA: 26-enero-2005

FIRMA: P.A. Arnulfo Blanco García

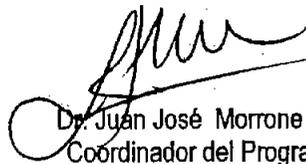
Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 29 de octubre del 2004, se acordó poner a su consideración el siguiente Jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) del(a) alumno(a) **González Di Piero Ana María** con número de cuenta **503005339**, con la tesis titulada: **"Incidencia e intensidad de parásitos intestinales de Alouatta pigra, en una región de la Selva Lacandona, Chiapas"**, bajo la dirección del(a) **Dra. Kathryn E. Stoner**.

Presidente:	Dr. Francisco Espinosa García
Vocal:	Dr. Guillermo Salgado Maldonado
Secretario:	Dra. Kathryn E. Stoner
Suplente:	Dr. Jesús Alejandro Estrada Medina
Suplente:	Dr. Juan Carlos Serio Silva

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, D.F. a, 17 de enero del 2005


Dr. Juan José Morrone Lupi
Coordinador del Programa

c.c.p. Expediente del interesado

Dedico este trabajo:

- *A mi mejor amiga, confidente y el máximo apoyo que he tenido durante toda mi vida: Mi madre Annamaria.*
- *A Rafa por apoyarme siempre en mi lucha por superarme y por su amor incondicional.*
- *A mi padre Javier y mi hermano Javier quienes me siguen acompañando en mi camino por la vida.*
- *A todos aquellos quienes aman y respetan la naturaleza.*

Los monos son demasiado buenos para que el hombre pueda descender de ellos.

Friedrich Nietzsche

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

A mi familia por apoyarme siempre para alcanzar mis sueños: Edo, Carlos, Alis, Fer, Belis, Alejandra, Valeria, y Javier.

A mi asesora Kathy E. Stoner, por su ayuda, dedicación y amistad durante la realización de este proyecto.

A mis asesores Francisco Espinosa, Juan Carlos Serio, Alejandro Estrada y Guillermo Salgado por sus atinadas observaciones que sirvieron no sólo para mejorar este proyecto sino mi formación académica y personal.

A Julieta Benítez, por su apoyo en los momentos difíciles durante la realización de este estudio y en mi vida personal. Por creer en mí y brindarme su valiosa amistad.

Al M.V.Z. Dante Silva Aguilar por su ayuda en la identificación de los parásitos.

A mis amigas biólogas por no dejarme nunca sola: Aníux, Auro, Ethel, Bere, Moni y Chío. A polo por seguir aguantando a tantas mujeres.

A mis compañeros del CIECO porque en los momentos en que necesité ayuda ahí estuvieron: Irene, Ana (Brasi), Ivonne, Karla, Mike, Caro, Gaby y Chino.

A las personas de la Estación Chajul, Javier de la Maza y Julia Carabias, por el apoyo logístico proporcionado durante el estudio. A doña Chica por consentirme cuando más lo necesité.

A doña Chana y don Manuel por apoyarme y quererme.

A la Selva por existir.

CONTENIDO	Página
RESUMEN	6
I. INTRODUCCIÓN	7
A. Parásitos en primates de los Paleotrópicos.....	8
B. Parásitos en primates de los Neotrópicos (excepto <i>Alouatta</i>).....	10
C. Parásitos en <i>Alouatta</i>	12
D. Factores que influyen en la infección de parásitos Intestinales en primates.....	15
E. Efectos de la alimentación de monos aulladores sobre la Incidencia e intensidad de infección por parásitos: el caso de <i>Ficus</i> sp.....	19
II. OBJETIVOS	22
A. Objetivo general.....	23
B. Objetivos específicos.....	23
III. HIPÓTESIS	24
IV. MÉTODOS	25
A. Especie de estudio.....	25
B. Área de estudio.....	26
C. Colección de datos.....	29
D. Muestras fecales.....	31
E. Análisis de muestras.....	31
F. Análisis de datos.....	32
V. RESULTADOS	33
A. Parásitos de <i>Alouatta pigra</i>	33

B. Efecto de grupo y sexo en la incidencia e Intensidad de infección.....	38
C. Efecto de las diferentes clases de edad en la prevalencia e Intensidad de infección de endoparásitos.....	41
D. Efectos estacionales en la incidencia e intensidad de infección de parásitos intestinales.....	43
E. Alimentación de <i>A. pigra</i> y nivel de parasitismo.....	45
VI. DISCUSIÓN.....	50
A. Parásitos de <i>Alouatta pigra</i>	50
B. Diferencias entre grupos en la incidencia e intensidad de infección de endoparásitos.....	52
C. Diferencia entre sexos en la incidencia e intensidad de infección por endoparásitos.....	53
D. Diferencias entre clases de edad en la incidencia e intensidad de Parásitos intestinales.....	54
E. Variación estacional en la incidencia e intensidad de infección de endoparásitos.....	55
F. Alimentación de <i>Ficus</i> sp y nivel de parasitismo de <i>A. pigra</i>	56
VII. CONCLUSIONES.....	59
LITERATURA CITADA.....	60
APÉNDICE I.....	70
1. Técnicas cualitativas.....	70
1.1 Frotis directo.....	70
1.2 Técnica de concentración por flotación.....	70

RESUMEN

El impacto que las infecciones de parásitos tienen en las poblaciones animales en vida silvestre ha sido reconocido como un factor importante que afecta la densidad y la distribución de las especies. Numerosos estudios han mostrado que los primates seleccionan ciertas especies de plantas en su dieta como una función de la composición de los compuestos secundarios de las plantas. Las estrategias de alimentación de primates incorporan alimentación selectiva de plantas de las cuales se conoce un gran número que tienen un valor medicinal para humanos, por ejemplo las hojas del género *Ficus* son consumidas por monos y la gente las usa como desparasitante.

El presente estudio examina los endoparásitos del mono aullador *Alouatta pigra* en la Selva Lacandona, Chiapas, México. El enfoque de este estudio es identificar la presencia de endoparásitos, así como la incidencia e intensidad de infección. Se evalúa también si existe alguna relación entre la alimentación de *Ficus* sp. y el nivel de parasitismo en este primate.

Muestras fecales e información de forrajeo fueron colectados mensualmente de tres grupos de monos de enero a octubre del 2003. Mediante el uso de frotis directo y técnica de flotación se encontraron huevos y larvas de las siguientes especies de parásitos: 1)Protozoarios: *Blastocystis* sp., *Entamoeba* sp., *E. coli*, *Isospora* sp. 2)Nemátodos: *Enterobius* sp., *Strongyloides* sp., *Trichostrongyloides* sp. 3)Tremátodos: *Dicrocoelium dendriticum*. El parásito más abundante en los tres grupos fue *Blastocystis* sp. El grupo más grande presentó una intensidad de infección significativamente mayor que los otros dos grupos. Las hembras mostraron una prevalencia de infección significativamente más alta que los machos. Los individuos juveniles mostraron una prevalencia e intensidad de infección mayor que los individuos adultos. La incidencia e intensidad de infección de los parásitos *Blastocystis* sp y *Entamoeba coli* fue mayor durante la estación seca. Sin embargo en la estación lluviosa la incidencia e intensidad de infección fue mayor para el endoparásito *Strongyloides* sp. Se encontró una relación negativa entre el tiempo de alimentación en *Ficus tecolutensis* y el nivel de parasitismo de los individuos.

Estos resultados concuerdan con estudios previos realizados en Costa Rica con *Alouatta palliata* en donde identificaron los patrones de movimiento y el tamaño del área hogareña como factores importantes que afectan las infecciones por parásitos. Los resultados de este estudio sugieren que la alimentación es un factor importante a considerar en los estudios de parásitos intestinales en primates y que la relación entre la alimentación y las infecciones parasíticas debería ser evaluada de una manera más específica.

I. INTRODUCCIÓN

La infección por endoparásitos es común en los primates no humanos, sin embargo, muchos de los estudios que se han realizado al respecto han estado restringidos a animales cautivos. Aun cuando existen varios estudios sobre parásitos de primates, para algunas especies es poco el conocimiento sobre el tema (Kalter 1989). Se ha reportado que los primates son particularmente vulnerables a los efectos de las infecciones por parásitos debido a que generalmente viven en grupos sociales cerrados que facilitan la transmisión (Stoner 1995).

Estudiar las infecciones por parásitos en primates no humanos puede informar tanto a primatólogos como a parasitólogos acerca de las relaciones ecológicas y evolutivas que existen entre parásito y hospedero (Stuart 1995). La variación interespecífica, intraespecífica e interindividual en infecciones por parásitos podría estar correlacionada con variables ambientales, demográficas, conductuales y humanas. Entender estas relaciones es particularmente importante en términos de conservación para elaborar planes de manejo de especies amenazadas (Stuart 1995). La infección por endoparásitos puede ser un factor importante a considerar cuando los grupos son reubicados, o cuando existen individuos que emigran de su grupo natal (Mc Grew *et al.* 1989). La infección por endoparásitos es también un factor importante debido al incremento de la fragmentación de las selvas tropicales y a la disminución del hábitat no perturbado de los primates (Gilbert 1994b).

Con relación al parasitismo en poblaciones silvestres, es conveniente revisar algunos conceptos al respecto. Existen muchas definiciones de parásito, según Price (1980) un parásito es un organismo viviente dentro de otro, obteniendo de este, parte

o todo su nutrimento orgánico, comúnmente exhibiendo algún grado de modificación estructural adaptativa y causando algún grado de daño real a su huésped. Los parásitos normalmente viven en cierta armonía con el hospedero; sin embargo, es muy probable que produzcan efectos negativos en el organismo huésped al predisponerlo para el acceso de otro parásito o patógeno (Price 1980).

A) Parásitos en primates de los Paleotrópicos

Los estudios que se han realizado de parásitos en los primates del paleotrópico incluyen los trabajos de Dewit 1991, quien trabajó en Polonnaruwa, Sri Lanka con *Macaca sinica* y *Presbytis senex*. En este estudio reportan principalmente tres especies de nemátodos. Otro estudio en la Reserva Lope en Gabón, África, con chimpancés y gorilas se reportan dos especies de protozoarios (Landsoud-Soukate 1995). En los estudios de Muriuki *et al.* 1998 y Munene *et al.* 1998 quienes trabajaron con *Cercophitecus aethiops*, *C. mitis* y *Papio cynocephalus* en Kenya, África se han descrito varias especies de, nemátodos y protozoarios. En un estudio en la República Central Africana con *Gorilla g. gorilla* también encontraron especies de nemátodos y protozoarios (Lilly *et al.* 2002; Tabla 1).

Muchas de las especies de parásitos descritas en los estudios anteriores se han reportado como zoonóticas, es decir que se transmiten entre animales vertebrados y el humano bajo condiciones naturales. Estas especies de parásitos son en su mayoría protozoarios y helmintos, y dentro de las patologías más frecuentes de los primates neotropicales, se encuentran la parasitosis (enfermedad originada por parásitos) provocada por estos dos tipos de parásitos (Pastor-Nieto 1991).

Tabla 1. Endoparásitos identificados en especies de primates del paleotrópico.

Espece de primate	Espece de parásito	Referencia
<i>Anthropoidea</i> <i>Cercopithecinae</i> <i>Macaca sinica</i>	Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp <i>Trichostrongylus</i> sp.	Dewit 1991
<i>Colobinae</i> <i>Presbytis senex</i>	Nemátodos <i>Enterobius vermicularis</i>	
<i>Pongidae</i> <i>Pan t. troglodytes</i>	Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp.	Landsoud-Soukate <i>et al.</i> 1991
<i>Gorilla g. gorilla</i>	Nemátodos <i>Trichostrongylus</i> sp. Protozoario <i>Entamoeba histolytica</i>	
<i>Pongidae</i> <i>Papio cynocephalus</i>	Nemátodos <i>Strongyloides fulleborni</i> <i>Trichostrongylus</i> sp.	Munene <i>et al.</i> 1998
<i>Cercopithecinae</i> <i>Cercopithecus aethiops</i>	Nemátodos <i>Enterobius vermicularis</i> Protozoarios <i>Entamoeba coli</i> <i>E. histolytica</i>	
<i>Cercopithecus mitis</i>	Ciliados <i>Balantidium coli</i> Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp.	
<i>Papio cynocephalus</i>	Nemátodos <i>Trichuris</i> sp. <i>Strongyloides fulleborni</i>	Muriuki <i>et al.</i> 1998
<i>Cercopithecinae</i> <i>Cercopithecus aethiops</i>	Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp. Protozoarios <i>Entamoeba coli</i>	
<i>Colobinae</i> <i>Colobus abyssinicus</i>	Ciliados <i>Balantidium coli</i> Protozoarios <i>Entamoeba coli</i> <i>E. histolytica</i>	

<i>Cercophitecinae</i>	Ciliados	Lilly <i>et al.</i> 2002
<i>Cercocebus</i>	<i>Balantidium coli</i>	
<i>Cercocebus torquatus</i>	Protozoarios	
	<i>Entamoeba coli</i>	
	<i>E. histolytica</i>	
<i>Pongidae</i>	Flagelados	
<i>Gorilla</i>	<i>Trichomonas</i> sp.	
<i>Gorilla g. gorilla</i>	Nemátodos	
	<i>Strongyloides</i> sp	
	Protozoarios	
	<i>Entamoeba histolytica</i>	
<i>Pongidae</i>	Nemátodos	
<i>Pan</i>	<i>Strongyloides</i> sp.	
<i>Pan t. troglodytes</i>		

B) Parásitos en primates de los Neotrópicos (excepto *Alouatta*)

Los reportes de endoparásitos que infectan a primates neotropicales de vida silvestre (excepto *Alouatta*) son escasos (Tabla 2). La mayoría de los trabajos se han realizado con el género *Ateles* en cautiverio. Uno de los pocos trabajos que se han hecho en vida silvestre es el de Stuart *et al.* (1993) en la Selva Atlántica de Brasil con *Brachyteles arachnoides*, en donde encontraron dos especies de nemátodos, *Strongyloides* sp y *Tripanoxyuris brachytelesi*. Otro trabajo es el de Bonilla-Moheno (2002) quien trabajó en Quintana Roo, México con *Ateles geoffroyi yucatanensis*. En este estudio reporta doce especies de parásitos siendo las más comunes *Cryptosporidium* sp. y *Giardia* sp. De los trabajos que se han hecho en cautiverio se encuentra un estudio realizado en el zoológico de San Juan Aragón de la Ciudad de México en donde se reportó la presencia de *Entamoeba histolytica* en todos los individuos de *Ateles geoffroyi* (Fuentes 1986). En otro estudio (Gual *et al.* 1990) con

monos araña en el zoológico de Chapultepec de la Ciudad de México reportan dos especies de nemátodos, *Enterobius vermicularis* y *Strongyloides stercoralis*. Otro estudio (Serrano 1998) realizado en el zoológico de Zacango en el Edo. de México, con *Ateles geoffroyi* se reportan dos especies de helmintos. Rodríguez (1995) al analizar muestras de monos araña cautivos en Veracruz, encontró nemátodos del género *Enterobius* y *Strongyloides*.

Tabla 2. Endoparásitos identificados en especies de primates del Neotrópico.

Especie de primates	Especie de parásitos	Referencias
<i>Anthropoidea</i> <i>Atelidae</i> <i>Ateles geoffroyi</i>	Tremátodo <i>Controchis biliophilus</i>	Price 1928
<i>Ateles geoffroyi</i>	Protozoarios <i>Entamoeba histolytica</i>	Fuentes 1986, Romero <i>et al.</i> 1992
<i>Ateles geoffroyi</i>	Nemátodos <i>Strongyloides stercoralis</i> <i>Enterobius vermicularis</i>	Gual <i>et al.</i> 1990
<i>Ateles geoffroyi</i>	Nemátodos <i>Enterobius</i> sp. <i>Strongyloides</i> sp.	Rodríguez 1995
<i>Brachyteles arachnoides</i>	Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp. <i>Tripaxyuris brachytelesi</i>	Stuart <i>et al.</i> 1993
<i>Ateles geoffroyi</i>	Nemátodos <i>Strongyloides</i> sp. <i>Strptopharagus</i> sp.	Serrano 1998
<i>Ateles g. yucatanensis</i>	Ciliados <i>Balantidium coli</i> Coccidios <i>Cyclospora</i> sp. <i>Cryptosporidium</i> sp. <i>Eimeria</i> sp. Nemátodos	Bonilla-Moheno 2002

Tripanoxyuris sp.
Protozoarios
Chilomastix meslinii
Endolimax nana
Entamoeba sp.
E. coli
E. hartmanni
E. poleki
Giardia sp.

C) Parásitos en *Alouatta*

La revisión de literatura de parásitos de monos aulladores, provee bases que permiten tener un panorama más amplio de la significancia ecológica de los estudios de parásitos en primates (Stuart *et al.* 1998). Recientemente los parásitos gastrointestinales, que infectan monos aulladores (*Alouatta* spp.) cautivos y de vida libre han sido estudiados en un contexto socioecológico (Stuart *et al.* 1990, Stuart *et al.* 1993, Stoner 1993).

Se han reportado parásitos intestinales en cinco de las ocho especies de *Alouatta* (Tabla 3). De los primeros estudios que se realizaron sobre endoparásitos que infectan monos aulladores en vida silvestre se encuentra el de Tatcher y Porter (1968). En este estudio encontraron una especie de acantocéfalo (*Prosthonorchis elegans*), una especie de céstodo (*Raillietina* sp.) y una especie de nemátodo (*Parabronema bonnei*) en los monos aulladores pardos (*Alouatta palliata*) en Panamá. Este último parásito se ha reportado en los monos aulladores rojos (*Alouatta seniculus*) como uno de los más costosos en términos de salud (Gilbert 1994b).

En otro trabajo con *A. palliata* en Guanacaste, Costa Rica, reportaron tres especies de endoparásitos, entre ellos el parásito *Ascaris lumbricoides* y sugieren que

pudo haber sido una infección accidental causada por beber agua contaminada por heces humanas (Stuart *et al.* 1990). En un estudio realizado en el noroeste de Costa Rica en bosque tropical húmedo (Stoner 1996) reporta la presencia del nemátodo *Parabronema* sp. y una especie de tremátodo indeterminada en *A. palliata*. En un trabajo hecho con *A. fusca* en la Selva Atlántica de Brasil no se encontraron parásitos (Stuart *et al.* 1993). Atribuyeron este resultado al reducido número de individuos encontrados en la tropa (nueve), lo cual es pequeño comparado con otras tropas de esta especie, que generalmente tienen en promedio 15 individuos (Crockett y Eisenberg 1987).

En otro estudio realizado con el mono aullador rojo *A. seniculus* en la Cuenca del Amazonas en Brasil (Gilbert 1994b) reporta varias especies de endoparásitos, incluyendo un céstodo, (*Railleitina* sp.) un acantocéfalo (*Prosthenorchis* sp.), tremátodos (dos especies indeterminadas) y nemátodos (*Parabronema bonnei*, *Strongyloides* sp., *Tripanoxyuris* sp y una especie indeterminada). A pesar de que la diversidad de especies fue alta, la intensidad de infección por individuo fue baja. En otro trabajo realizado en Argentina con la especie *A. caraya* (Santa Cruz *et al.* 2000), encontraron especies de nemátodos como *Oxyuridae* y *Strongyloides* sp. y un tremátodo *Bertiella mucronata*.

Es importante mencionar que para el mono aullador negro *A. pigra*; (mono saraguato maya), el único estudio que se ha realizado es el de Bonilla-Moheno (2002), en Quintana Roo, México. En este estudio encontró nueve especies de endoparásitos y sugiere que las condiciones ambientales y la fragmentación del hábitat son factores que están influyendo de manera importante en la carga parasitaria de este primate.

Tabla 3. Endoparásitos identificados en especies del género *Alouatta*.

Especie de primate	Especie de parásito	Referencia
<i>Anthropoidea</i> <i>Atelidae</i> <i>Alouatta palliata</i>	Acantocéfalos <i>Prosthenorchis elegans</i> Céstodos <i>Railleitina</i> sp. Nemátodos <i>Parabronema bonnei</i>	Tatcher y Porter (1968)
<i>Alouatta palliata</i>	Nemátodos <i>Ascaris lumbricoides</i> <i>Tripanoxyuris minutus</i> Tremátodo <i>Controrchis biliophilus</i>	Stuart et al. (1990)
<i>Alouatta seniculus</i>	Acantocéfalos <i>Prosthenorchis</i> sp. Céstodos <i>Railleitina</i> sp. Nemátodos <i>Parabronema bonnei</i> <i>Strongyloides</i> sp. <i>Tripanoxyuris</i> sp.	Gilbert (1994b)
<i>Alouatta palliata</i>	Nemátodos <i>Parabronema</i> sp. Especie indeterminada Tremátodos Especie indeterminada	Stoner (1996)
<i>Alouatta caraya</i>	Nemátodos Oxyuridae <i>Strongyloides</i> sp. Tremátodos <i>Bertiella mucronata</i>	Santa Cruz et al. (2000)
<i>Alouatta pigra</i>	Ciliados <i>Balantidium coli</i> Coccidios <i>Cryptosporidium</i> sp. <i>Cyclospora</i> sp. <i>Eimeria</i> sp. Protozoarios <i>Endolimax nana</i> <i>Entamoeba coli</i> <i>E. hartamanni</i> <i>E. poleki</i> <i>Giardia</i> sp.	Bonilla-Moheno (2002)

D) Factores que influyen en las infecciones de parásitos intestinales en primates

El impacto que las infecciones de parásitos tienen en las poblaciones animales en vida silvestre ha sido reconocido como un factor importante que afecta la densidad y la distribución de las especies (Price 1980, Holt y Pickering 1985). El equilibrio dinámico entre la relación parásito-hospedero puede ser afectado por cambios en el ambiente que alteran la susceptibilidad del hospedero (Hudson *et al.* 1992). Es importante mencionar que pocas especies de parásitos tienen un alto potencial de parasitosis. El parásito y el primate hospedero coexisten de tal manera que los síntomas clínicos están presentes durante periodos de cambio o estrés para el hospedero (Kuntz 1982). Sin embargo, existen algunas especies de parásitos que podrían causar la muerte de los monos aulladores (Toft 1986). Dentro de las patologías más frecuentes de los primates neotropicales, se encuentran la parasitosis provocada por helmintos y protozoarios (Pastor-Nieto 1991).

La prevalencia o incidencia (número de individuos infectados por número de individuos examinados) e intensidad (número de parásitos de una especie particular en cada individuo hospedero) de infecciones de parásitos intestinales están determinado por el genotipo, la condición física y la respuesta de los individuos a los cambios ambientales (Stuart y Strier 1995). En muchos casos, si la intensidad de infección es fuerte, las infecciones parasíticas puedan debilitar el hospedero afectando negativamente su capacidad para reproducirse bien y eventualmente pueden causar la muerte del individuo (Smith 1977; Jones 1980; Milton 1982). Entender algunos de los

factores que podrían afectar tanto la prevalencia como la intensidad de infección podría ser importante para entender la base de infecciones secundarias que realmente puedan afectar el bienestar de la población.

Varios factores pueden influir en el parasitismo en primates incluyendo la densidad, humedad, comportamiento, edad, condición reproductiva del huésped y la fragmentación del hábitat.

Densidad

La variación intraespecífica de infección por parásitos ha sido asociada con la densidad de poblaciones. Por ejemplo, Stuart *et al.* (1990) analizaron múltiples muestras de una población de *A. palliata* en el bosque seco de La Pacífica, Costa Rica, encontrando una alta prevalencia de infecciones de parásitos comparado con otros sitios y sugirieron que esto puede estar relacionado con la alta densidad de aulladores en el sitio. Semejantemente, Gilbert (1994a) en Manaus Brasil encontró que el número de muestras con parásitos incrementó con la densidad de monos aulladores rojos (*A. seniculus*). Sus resultados indican que a mayor número de monos aulladores y otros primates en una reserva aislada pequeña, hay una mayor incidencia de infección de endoparásitos. Sin embargo, en un estudio que marca la excepción, Stoner (1995) quien analizó varias muestras de heces de dos tropas de *A. palliata* en el bosque tropical húmedo en la Reserva Biológica de La Selva en el noroeste de Costa Rica, sugiere que la prevalencia de infección por parásitos no está determinada sólo por la densidad de población, sino que hay una complejidad de factores que

probablemente están influyendo de manera importante, como las áreas hogareñas de los primates y las condiciones ambientales (humedad).

Humedad

Diversos estudios han mostrado que el factor climático tiene una influencia importante en la presencia de parásitos (García 1995, Scott 1998, Serrano 1998). Se ha observado que la estación húmeda influye en el incremento de endoparásitos, ya que los ambientes cálido-húmedos favorecen la aparición de estos organismos (Stuart *et al.* 1990, 1993; Stoner 1996).

Las características de humedad parecen promover las condiciones para que suceda una reinfección y una mayor prevalencia de infecciones parasitarias, debido a que tanto huevos como larvas de parásitos excretados en heces tienen mayor sobrevivencia en ambientes húmedos que en áridos (Jones 1994; Stuart y Strier 1995; Stoner 1995).

Comportamiento y edad del hospedero

Otro factor que puede afectar infecciones de parásitos de los monos aulladores es su comportamiento. El hecho de que los monos aulladores sean principalmente arborícolas los hace menos susceptibles a la infección por parásitos, ya que los primates más terrestres podrían tener una mayor probabilidad de entrar en contacto con formas infecciosas que se encuentran en el suelo (Gilbert 1994b). Otro factor importante es que estos primates no despliegan muchos comportamientos sociales

tales como el acicalamiento. Sin embargo a menudo descansan y duermen en grupos en contacto físico pasivo (Gilbert 1994b). Los infantes y juveniles son los individuos que tienen mayor contacto con individuos del grupo, por lo tanto, esto podría provocar que los individuos con estas categorías de edad tuvieran una mayor probabilidad de infectarse (Gilbert 1994b). Además la infección por parásitos en crías y juveniles constituye una situación nueva para la cual podrían no tener inmunidad específica (Stuart *et al.* 1998).

Diferencia de género

La diferencia de género (machos y hembras) es otra de las cuestiones que podría afectar la infección por parásitos intestinales, ya que las hembras adultas están muchas veces lactando o preñadas y estudios con poblaciones animales en vida silvestre y en laboratorio han mostrado un incremento en infecciones por parásitos de hembras adultas durante la lactancia y la preñez. Por lo tanto la condición reproductiva del huésped es otro factor que puede afectar las infecciones por parásitos (Lloyd *et al.*, 1983).

Una de las estrategias que los monos aulladores podrían adoptar para evitar las infecciones es que estos primates defecan en sitios específicos, a menudo en claros pequeños o lugares con poca vegetación (Gilbert 1994a). Este comportamiento sugiere que los árboles en los que se alimentan los monos se mantienen libres de materia fecal que podría contener formas infecciosas (Gilbert 1994b).

Fragmentación

La fragmentación del hábitat ha sido considerada como la mayor amenaza para la diversidad biológica y la mayor causa de extinción de especies (Terborgh 1992). Sus efectos provocan disminución del tamaño de las poblaciones y reducción del área disponible, y esto puede favorecer la depresión endogámica y el parasitismo (Hess 1996). Además la fragmentación expone a los animales a fuentes de estrés externas que deprimen la función inmune y disminuyen la defensa contra enfermedades infecciosas (Lyles y Dobson 1993).

En bosques fragmentados, la perturbación del hábitat facilita el contacto entre humanos y primates, lo que aumenta la posibilidad de transmisión de parásitos (Stuart y Strier 1995), especialmente si las poblaciones se concentran en pequeños fragmentos (Stoner 1995).

E) Efectos de la alimentación de monos aulladores sobre la incidencia e intensidad de infección por parásitos: el caso de *Ficus sp.*

Numerosos estudios han mostrado que los primates seleccionan ciertas especies de plantas en su dieta como una función de la composición de los compuestos secundarios de las plantas (Phillips-Conroy y Knopf 1986). De hecho algunos primatólogos consideran que esta selección está directamente relacionada con la variabilidad en la composición de nutrientes de las plantas (Johns 1996).

Las plantas contienen una proporción variable de compuestos secundarios tales como taninos, alcaloides, fenoles, terpenoides, esteroides, entre otros. Estos

elementos son considerados, al menos en parte, como un mecanismo de defensa de las plantas (Feeny 1975). Sin embargo, estos mismos compuestos cuando son usados en concentraciones específicas pueden tener un aspecto medicinal benéfico (Farnsworth y Bingel 1977). Una cuestión a considerar es si estos compuestos podrían tener un efecto directo sobre el hospedero e indirecto sobre el parásito o si podrían afectar directamente al parásito actuando como una toxina farmacológica.

Las estrategias de alimentación de primates incorporan alimentación selectiva de plantas de las cuales se conoce un gran número que tienen un valor medicinal (Phillips-Conroy 1986). Los tipos de alimento que un animal ingiere generalmente tienen efectos directos e indirectos sobre su susceptibilidad potencial a parásitos particulares (Freeland 1983). La composición de la dieta de los hospederos afecta a los parásitos, ya que los compuestos secundarios de algunas plantas pueden tener efectos adversos sobre estos organismos (Freeland, 1983). La calidad del alimento ha sido identificada como un factor primario que determina la selección de la comida en un gran número de primates, incluyendo los monos aulladores (Glander 1978, Milton 1979, Serio-Silva 1996, Serio-Silva, *et al.* 2002). Las hojas jóvenes son preferidas por estos monos aparentemente debido a que tienen altos contenidos de proteína y menos fibra que las hojas maduras. Los aulladores son altamente selectivos alimentándose algunas veces de los pedicelos del fruto y descartando el fruto como tal. Ellos podrían estar maximizando los beneficios de los nutrientes, mientras minimizan la cantidad de toxinas ingeridas (Glander 1978, 1982).

El género *Ficus* contiene hasta posiblemente 2000 especies de árboles (siempre verdes y deciduos), arbustos, trepadoras leñosas y epífitas, haciendo muy importante a este género tropical (Schultes y Raffauf 1990). Se encuentra

representado en las floras de América, Indo Malasia y Polinesia. Todas las especies tienen látex. En este género se han encontrado alcaloides, esteroides, flavonoides y terpenoides en el látex. Existe una amplia revisión de los usos farmacéuticos del género y uno de los usos principales es que actúa como desparasitante (Schultes y Raffauf 1990). De hecho muchas personas de las comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Montes Azules, Chiapas (zona de estudio) donde habitan los monos aulladores utilizan las hojas del *Ficus* para desparasitarse (Obs. Pers.), sin embargo no existen estudios que relacionan el consumo de *Ficus* por monos aulladores y la intensidad de infección de parásitos intestinales de estos animales.

II. OBJETIVOS

El presente estudio reporta los parásitos gastrointestinales para una población de *A. pigra* en la Selva Lacandona, Chiapas, México. El enfoque de este estudio es identificar la presencia de endoparásitos, así como la incidencia e intensidad de infección. Se evalúa también si existe alguna relación entre la alimentación de *Ficus* sp. y el nivel de parasitismo en este primate. Es importante mencionar que el enfoque de este estudio resulta pionero tanto para la zona en el que se realizó, como para la especie estudiada, ya que es una de las especies menos estudiadas de las ocho especies de monos aulladores que existen (Neville *et al.* 1988). Se ha señalado que los parásitos gastrointestinales podrían constituirse como una de las causas naturales de muerte para los monos aulladores (Neville *et al.*, 1988; Milton 1982).

En términos de conservación es sumamente importante realizar este tipo de estudios, ya que permiten identificar los factores que contribuyen a la disminución de las poblaciones de esta especie que se encuentra amenazada. Con la excepción de la destrucción del hábitat y la muerte causada por humanos, las parasitosis y las enfermedades bacterianas son los factores más importantes que influyen en la mortalidad de los monos aulladores (Smith 1977, Milton 1982).

A) OBJETIVO GENERAL

Evaluar la prevalencia e intensidad de infección de parásitos gastrointestinales en grupos de *A. pigra* en un bosque tropical húmedo.

B) OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar las especies de parásitos intestinales de *Alouatta pigra* en vida silvestre.
- Determinar si el tamaño de grupo afecta la incidencia e intensidad de infección.
- Determinar si existe variación en la incidencia e intensidad parasitaria entre individuos de cada clase de edad (adultos y juveniles) y sexo (hembras y machos).
- Determinar si existe variación estacional en la incidencia e intensidad de parásitos intestinales.
- Evaluar si existe una relación negativa entre el tiempo dedicado a alimentarse de *Ficus* sp. y el nivel de parasitismo.

III. HIPÓTESIS

- Los grupos de *Alouatta pigra* de mayor tamaño tendrán una mayor prevalencia e intensidad de infección que los grupos más pequeños debido a efectos de densidad.
- Las hembras adultas tendrán una mayor prevalencia e intensidad de infección que los machos debido a los costos de lactancia y preñez.
- Los individuos juveniles presentarán una mayor incidencia e intensidad de infección que los individuos adultos, debido a las diferencias inmunológicas que existen entre estas categorías de edad.
- Se observará una mayor prevalencia e intensidad de infección durante la temporada lluviosa debido a que la humedad favorece la infección de parásitos.
- Se encontrará una relación negativa entre el tiempo que un individuo se dedica a consumir *Ficus* y su nivel de parasitismo, si el género *Ficus* actúa como un desparasitante.

IV. MÉTODOS

A) Especie de estudio

Los monos aulladores, género *Alouatta* (CITES Appendices I y II) son los primates más grandes del neotrópico y se encuentran desde México tropical hasta el Norte de Argentina (Wolfeim 1983, Crockett y Eisenberg 1987). Este género está representado por ocho especies: *A. belzebul*, *A. caraya*, *A. coibensis*, *A. fusca*, *A. palliata*, *A. pigra*, *A. sara* y *A. seniculus* (Crockett 1998). Estos primates son principalmente folívoros aunque también se alimentan de frutos y flores de varias especies de plantas (Milton *et al.* 1980, Stoner 1996).

La principal amenaza para la supervivencia de los monos aulladores es la destrucción del hábitat (Mittermeier *et al.* 1986), sin embargo existen otros factores que contribuyen a la mortalidad de estos primates como la depredación, agresión intraespecífica, parásitos y enfermedades infecciosas (Scott 1998, Stoner 1995). Entre las causas naturales que contribuyen a la mortalidad de los aulladores, los parásitos y las enfermedades podrían ser los factores más importantes (Neville *et al.* 1988, Milton 1980). Estos primates parecen ser particularmente vulnerables a la fiebre amarilla (Rodhain 1991) y al parasitismo por moscas (Milton 1996) y otras formas de parasitismo pueden incrementarse en hábitat perturbados (Crockett 1998).

Alouatta pigra es una de las tres especies nativas de primates de México. Su distribución geográfica en Mesoamérica comprende México (este de Tabasco, sur de Chiapas y la península de Yucatán), así como Guatemala y Belice (Smith 1970, Horwich y Jonson 1986). Este primate está catalogado en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana (PROY-NOM-059-ECOL-2000). Las principales amenazas

para la supervivencia de esta especie incluyen la drástica pérdida del hábitat, al transformarse la vegetación original en zonas de cultivo y pastoreo, así como los altos niveles de explotación a los que han sido sujetos, al ser cazados y capturados para alimento, para uso de sus pieles y para ser vendidos como mascotas. Esta situación los coloca dentro de las tres principales especies de mamíferos más cazadas en el sureste mexicano (Cuarón 2000; Duarte y Estrada 2003).

B) Área de estudio

El estudio se realizó en la Selva Lacandona, Chiapas, en la porción sur de la Reserva de la Biósfera Montes Azules (REBIMA; Figura 1). La selva en esta reserva es extensa, cubre alrededor de 3000 km² (16°07' 58"N, 90°56'36"W) (Medellín 1994). La Selva Lacandona constituye uno de los últimos reductos de selvas tropicales lluviosas del país y junto con el Petén guatemalteco y las selvas de Belice, Campeche y Quintana Roo forman uno de los macizos de selva húmeda tropical más importante de mesoamérica, ya que mantienen una continuidad y conforman una misma y extensa masa forestal (Cuarón 2000).

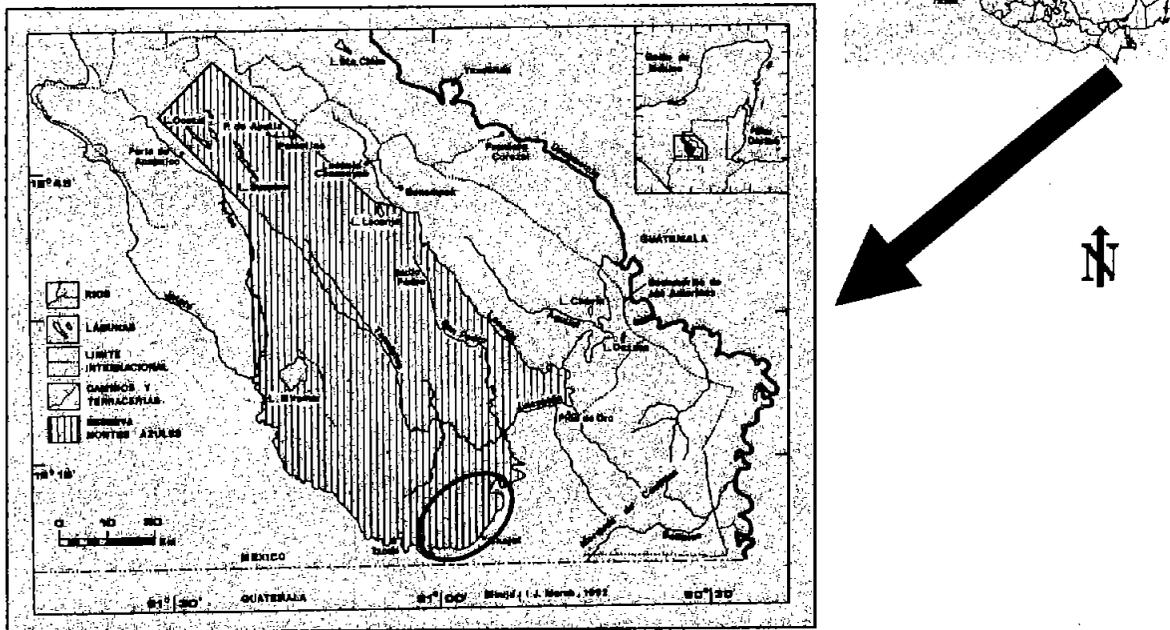


Figura 1. Mapa de la zona de estudio, el círculo representa el área en donde se llevó a cabo el estudio (March y Aranda 1992).

El clima es cálido húmedo. La temperatura media anual es superior a los 22°C, con temperaturas en el mes más frío superiores a los 18°C (Herrera-MacBryde y Medellín 1997). El promedio de precipitación anual es alrededor de 3000 mm y el 88% de esta precipitación se presenta de junio a noviembre (época lluviosa) (Medellín y Equihua 1998; Figura 2).

La mayor parte del área en la Reserva de la Biósfera Montes Azules (REBIMA), está cubierta por selva tropical lluviosa (Siebe *et al.* 1995). La estructura de la selva cambia a través de los diferentes hábitats. La selva más alta (con algunos árboles que alcanzan arriba de los 50m de altura) se encuentra en suelos aluviales, así como algunas áreas que se inundan periódicamente. La selva mediana (con algunos

árboles que alcanzan arriba de los 30m de altura) cubre los lomeríos bajos y las sierras kársticas. Junto a estas selvas, algunas zonas de Chajul están cubiertas por vegetación sabanoide (con árboles de 15m de altura máximo) (Siebe *et al.* 1995). La selva se encuentra en buen estado de conservación, con solamente algunos acahuales cerca del Río Lacantún, donde hubo desmontes en las décadas de los setentas y ochentas, que fueron posteriormente abandonados. En Marqués de Comillas, al otro lado del Río Lacantún, existe una matriz de los mismos tipos de vegetación, pero también hay un mosaico de vegetación antropógena, que incluye pastizales inducidos para ganadería, cultivos (milpas y cacaotales) y acahuales (Cuarón 2000).

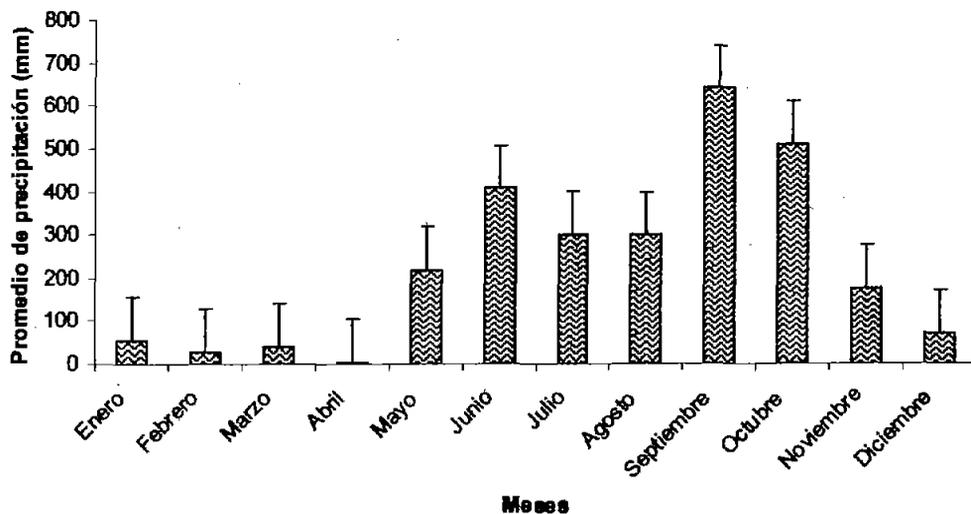


Figura 2. Distribución de la precipitación mensual en Chajul, Chiapas.

C) Colección de datos

El trabajo de campo se realizó de enero del 2003 a octubre del 2003 (excluyendo abril). Se estudiaron tres grupos de *A. pigra* dentro de la reserva (grupo río, grupo tablero y grupo estación). Los grupos fueron seleccionados dependiendo del tamaño (número de individuos) y se encontraban separados cada uno por una distancia de 1.5km aproximadamente (Figura 3). Cada mes, se siguió cada tropa por tres días. Se identificó a los individuos observando marcas únicas según su sexo (machos y hembras) y clase de edad (adultos y juveniles) (NRC 1981; Tabla IV). Se colectó información de forrajeo usando el muestreo de animal focal (Martin y Bateson 1991) por un período de cinco minutos. Se cambió aleatoriamente el animal focal después de cada registro. Se trató de registrar el mismo tiempo para cada individuo. Se registró la especie de planta que estaban comiendo y la parte comida de esa especie (hoja joven, hoja madura, fruto inmaduro, fruto maduro, pecíolo o tallo). De las especies que no fue posible identificar, se colectó una muestra para su posterior identificación con la asistencia de un botánico de la región.

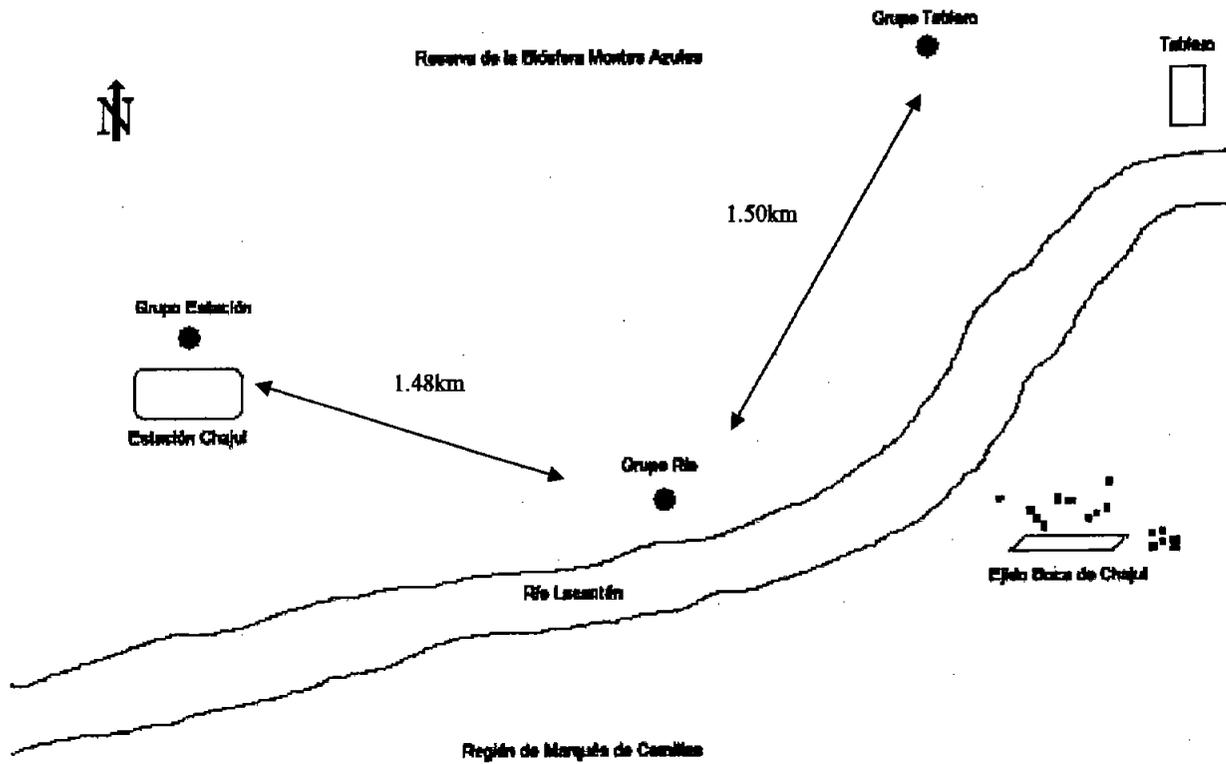


Figura 3. Ubicación de los grupos dentro de la RIBMA, cada círculo negro representa un grupo y las flechas indican la distancia aproximada que los separa.

Tabla IV. Composición de edad y sexo de los grupos.

GRUPO	MA	HA	MJ	HJ	TOTAL
Río	1	2	1	1	5
Estación	2	3		2	7
Tablero	1	2			3
TOTAL	4	7	1	3	15

MA = Macho adulto, HA = Hembra adulta, MJ = Macho juvenil, HJ = Hembra juvenil

D) Muestras fecales:

Se colectaron mensualmente muestras fecales de todos los individuos de los tres grupos de monos aulladores. Las muestras se colectaron inmediatamente después de la defecación, con el fin de identificar el individuo. Se colectaron entre 1 y 5 muestras de cada individuo por mes para asegurar que las infecciones parasitarias puedan ser identificadas. Se guardaron las muestras colectadas en viales plásticos de 30 ml con 10 ml de formalina al 10%. Se añadió una cantidad determinada de muestra fecal que subió la formalina hasta la marca 15 ml en el vial (Brooke y Goldman 1949).

E) Análisis de muestras

Las muestras se analizaron en el Laboratorio de Patología Animal de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH). La identificación de los parásitos fue determinada por diferencias morfológicas, bajo la supervisión del M.V.Z. Dante

Silva Aguilar y por medio de literatura especializada (Ash y Orihel 1997; Markell y Voge 1984). Se realizaron pruebas cualitativas (frotis directo y técnica de flotación) para determinar la presencia de huevos y larvas (Apéndice II). Se analizaron tres láminas de cada muestra por individuo para determinar la intensidad de infección por endoparásitos en los monos aulladores.

F) Análisis de datos

Para determinar si existen diferencias entre grupos, sexos y clases de edad en la frecuencia de individuos infectados, se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM) para cada especie de parásito, aplicando el procedimiento GENMOD (SAS 2000) para medidas repetidas donde el individuo fue la medida repetida. El modelo usa como variables independientes categóricas sexo, grupo, y clases de edad. La variable dependiente fue la proporción de muestras que contenía cada parásito, respectivamente. Los análisis emplean una distribución binomial (p. e si o no) y una función "logit link". Se evaluó si la intensidad de infección varía entre grupos, sexos y clases de edad utilizando el mismo modelo pero con una distribución poisson.

Con el fin de determinar si la estación del año tiene algún efecto sobre las infecciones de parásitos, se utilizó el mismo tipo de análisis para determinar si la frecuencia de individuos infectados varía dependiendo de la estación (ej. seca o lluviosa). Se realizó otro análisis semejante al anterior para evaluar el efecto de la estacionalidad en la intensidad de infección. Para estos análisis se utilizó una $p = 0.1$, lo que se consideró significativo debido a que el tamaño de muestreo en algunos casos fue pequeño.

Para determinar si existió alguna relación entre el tiempo de alimentación de *Ficus* de cada individuo y su nivel de parasitismo, se utilizó una regresión lineal simple utilizando el Proc. Reg. (SAS 2000).

V. RESULTADOS

A) Parásitos de *Alouatta pigra*

En total se colectaron 151 muestras fecales: 52 del grupo río, 30 del grupo tablero y 69 del grupo estación. Se identificaron las siguientes especies de parásitos:

1)Protozoarios: *Blastocystis* sp., *Entamoeba* sp., *E. coli*, *Isospora* sp. 2)Nemátodos: *Enterobius* sp., *Strongyloides* sp., *Trichostrongyloides* sp. 3)Tremátodos: *Dicrocoelium dendriticum* (Figuras 4-11). Los parásitos que se encontraron con mayor frecuencia en las muestras fueron: *Blastocystis* sp. presente en el 65% de las muestras, *Entamoeba* sp. presente en el 42% de las muestras, *E. coli* presente en el 38% de las muestras y *Strongyloides* sp. presente en el 45% de las muestras. Debido a su alta incidencia estos parásitos fueron usados para los análisis estadísticos.

Para determinar si existió alguna relación entre el tiempo de alimentación de *Ficus* de cada individuo y su nivel de parasitismo, se utilizó una regresión lineal simple utilizando el Proc. Reg. (SAS 2000).

V. RESULTADOS

A) Parásitos de *Alouatta pigra*

En total se colectaron 151 muestras fecales: 52 del grupo río, 30 del grupo tablero y 69 del grupo estación. Se identificaron las siguientes especies de parásitos:

1)Protozoarios: *Blastocystis* sp., *Entamoeba* sp., *E. coli*, *Isospora* sp. 2)Nemátodos: *Enterobius* sp., *Strongyloides* sp., *Trichostrongyloides* sp. 3)Tremátodos: *Dicrocoelium dendriticum* (Figuras 4-11). Los parásitos que se encontraron con mayor frecuencia en las muestras fueron: *Blastocystis* sp. presente en el 65% de las muestras, *Entamoeba* sp. presente en el 42% de las muestras, *E. coli* presente en el 38% de las muestras y *Strongyloides* sp. presente en el 45% de las muestras. Debido a su alta incidencia estos parásitos fueron usados para los análisis estadísticos.

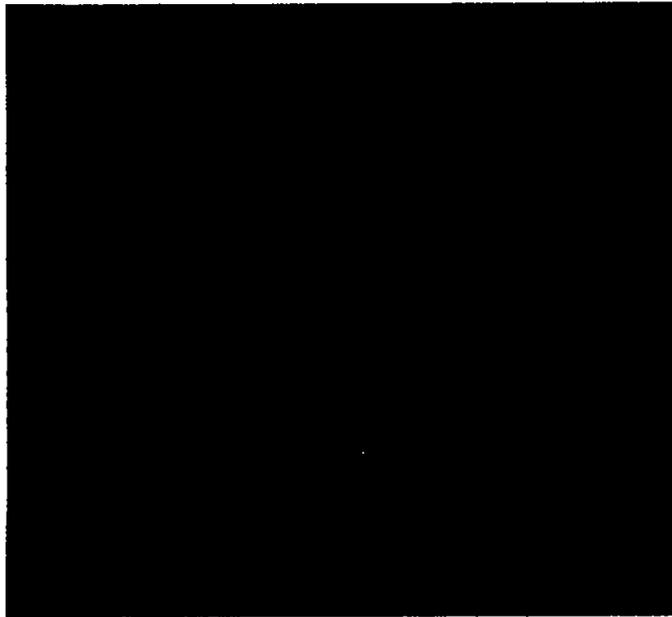


Figura 4. Huevo de protozooario *Entamoeba* sp. (Lente 10X). Se identificó por presentar dos núcleos y por sus medidas 20 μ m x 18 μ m.

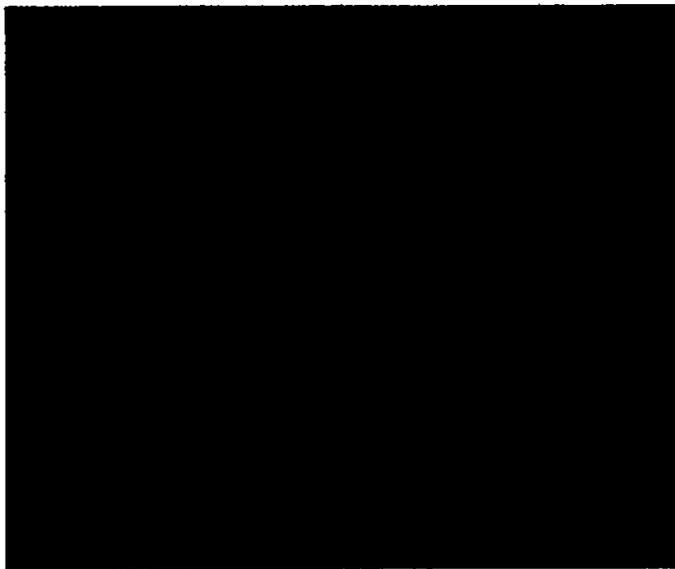


Figura 5. Huevo de protozooario *Entamoeba coli* (Lente 40X). Se identificó por la cromatina en forma de gránulos y sus medidas 25 μ m x 19 μ m.

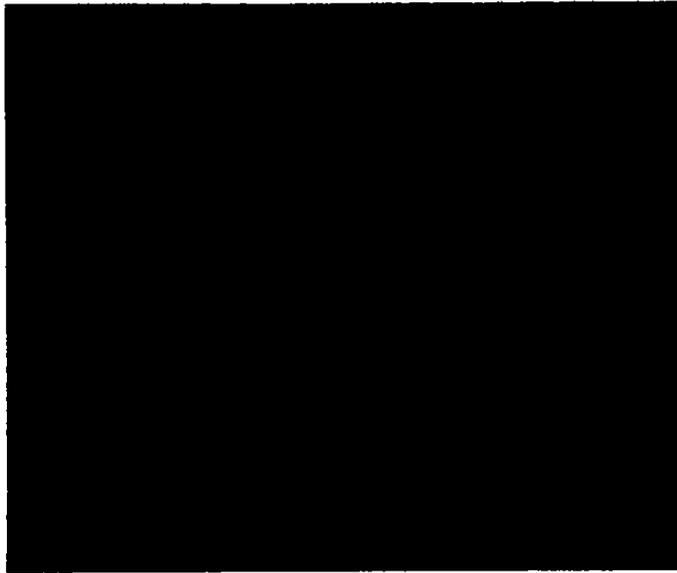


Figura 6. Huevo de Protozooario *Isospora* sp. (Lente 10X). Se identificó por presentar una pared delgada y esporoblastos granulados. Sus medidas 20 μ m x 10 μ m.

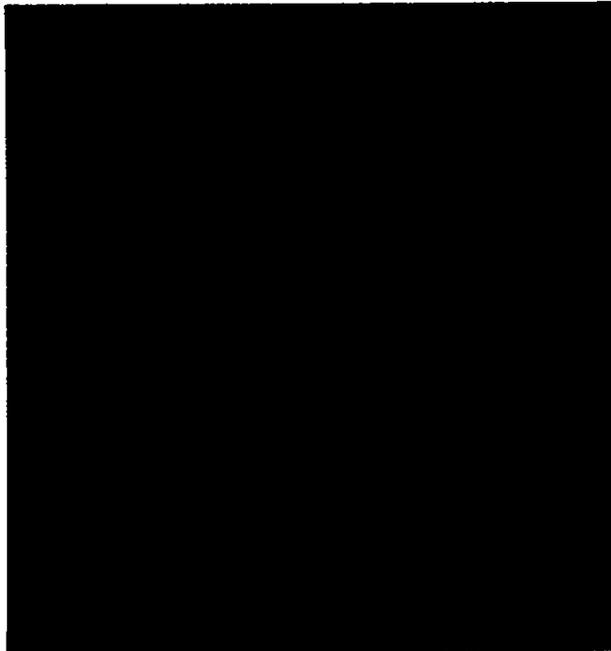


Figura 7. Huevo de nemátodo *Enterobius* sp. (Lente 40X). Fue identificado por ser un huevo alargado con cáscara gruesa y presenta un embrión parcial y sus medidas 50 μ m x 20 μ m.



Figura 6. Huevo de Protozooario *Isospora* sp. (Lente 10X). Se identificó por presentar una pared delgada y esporoblastos granulados. Sus medidas 20 μ m x 10 μ m.

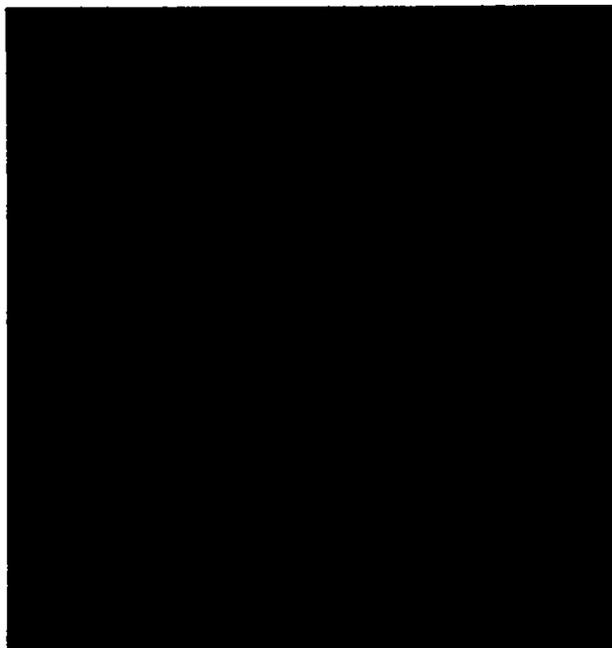


Figura 7. Huevo de nemátodo *Enterobius* sp. (Lente 40X). Fue identificado por ser un huevo alargado con cáscara gruesa y presenta un embrión parcial y sus medidas 50 μ m x 20 μ m.



Figura 10. Huevo de nemátodo *Trichostrongyloides sp* (40X). Se identificó por presentar una pared delgada de color claro, por tener la membrana interna arrugada y sus medidas $75\mu\text{m} \times 40\mu\text{m}$.



Figura 11. Huevo de tremátodo *Dicrocoelium dendriticum* (Lente 40X). Se identificó por su color oscuro, por presentar una cáscara medianamente gruesa y por sus medidas $35\mu\text{m} \times 19\mu\text{m}$.

B) Efecto de grupo y sexo en la incidencia e intensidad de infección

No se encontró un efecto significativo de grupo en la frecuencia de individuos infectados con los distintos endoparásitos: *Blastocystis* sp. ($X^2 = 3.7$, gl = 2; $p = 0.15$), *Entamoeba* sp. ($X^2 = 2.05$; gl = 2; $p = 0.35$), *E. coli* ($X^2 = 1.53$; gl = 2; $p = 0.46$) y *Strongyloides* sp. ($X^2 = 1.11$; gl = 2; $p = 0.57$). Tampoco hubo diferencias significativas entre grupos en la frecuencia de individuos infectados al analizar todos los parásitos en su conjunto ($X^2 = 0.73$, gl = 2, $p = 0.69$; Figura 12). En los análisis sobre la intensidad de infección de parásitos intestinales en los distintos grupos se encontraron diferencias significativas en donde el grupo "estación" presenta una mayor intensidad de infección del endoparásito *Blastocystis* sp. ($X^2 = 4.72$; gl= 2; $p = 0.09$). No se encontraron diferencias significativas entre grupos con los endoparásitos *Entamoeba* sp. ($X^2 = 0.35$; gl = 2; $p = 0.83$), *E. coli* ($X^2 = 4.13$; gl = 2; $p = 0.10$) y *Strongyloides* sp. ($X^2 = 0.8$; gl= 2; $p = 0.66$). Al analizar todos los parásitos se encontró una diferencia significativa con una mayor intensidad de infección del grupo "estación" ($X^2 = 4.95$; gl = 2; $p = 0.08$; Figura 13).

Con respecto al sexo, se encontró que las hembras tuvieron mayor frecuencia de infección que los machos del endoparásito *Blastocystis* sp. ($X^2 = 3.53$; gl= 1; $p = 0.05$). No se encontraron diferencias con *Entamoeba* sp. ($X^2 = 0.74$; gl = 1; $p = 0.39$), *E. coli* ($X^2 = 0.03$; gl = 1; $p = 0.86$) y *Strongyloides* sp. ($X^2 = 0.42$; gl= 1; $p = 0.51$). Al analizar todos los endoparásitos no se encontraron diferencias entre sexos ($X^2 = 0.79$; gl = 1; $p = 0.37$; Figura 14). En cuanto a la intensidad de infección no se encontraron diferencias significativas entre hembras y machos de los parásitos *Blastocystis* sp. ($X^2 = 2.21$; gl = 1; $p = 0.13$); *Entamoeba* sp. ($X^2 = 0.18$; gl = 1; $p = 0.67$); *E. coli* ($X^2 = 0.51$;

gl = 1; p = 0.57) y *Strongyloides* sp. ($X^2 = 0.07$; gl = 1; p = 0.79). Tampoco se encontraron diferencias al analizar a los parásitos en su totalidad ($X^2 = 1.00$; gl = 1; p = 0.31; Figura 15).

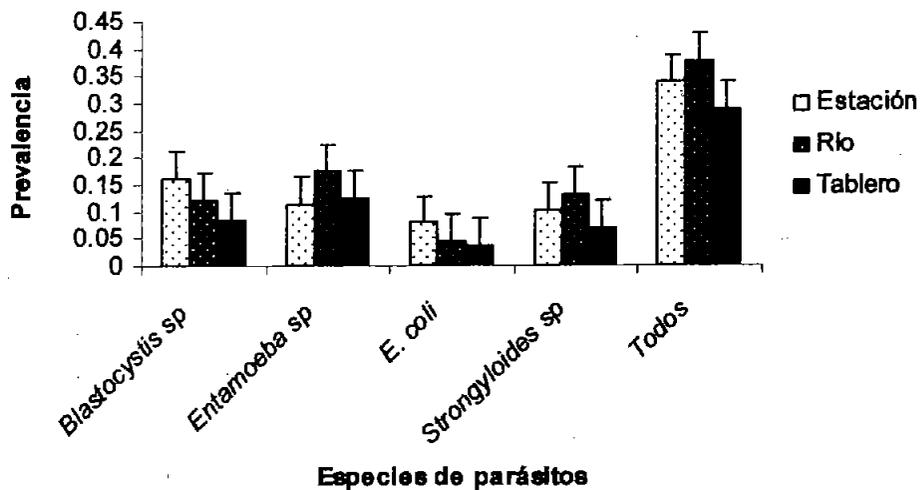


Figura 12. Prevalencia de infección de endoparásitos en los tres grupos de *Alouatta pigra*. Las barras indican error estándar.

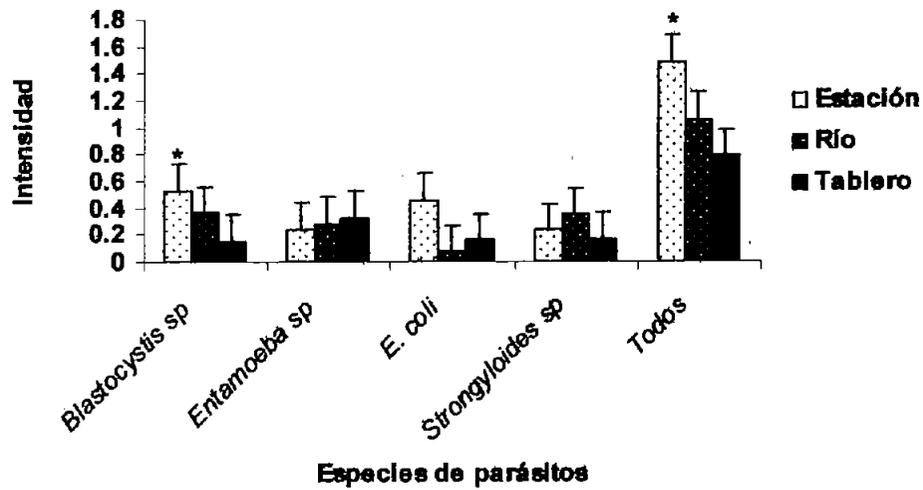


Figura 13. Intensidad de infección de parásitos intestinales en los diferentes grupos. Un asterisco (*) indica $p < 0.1$. Las barras indican error estándar.

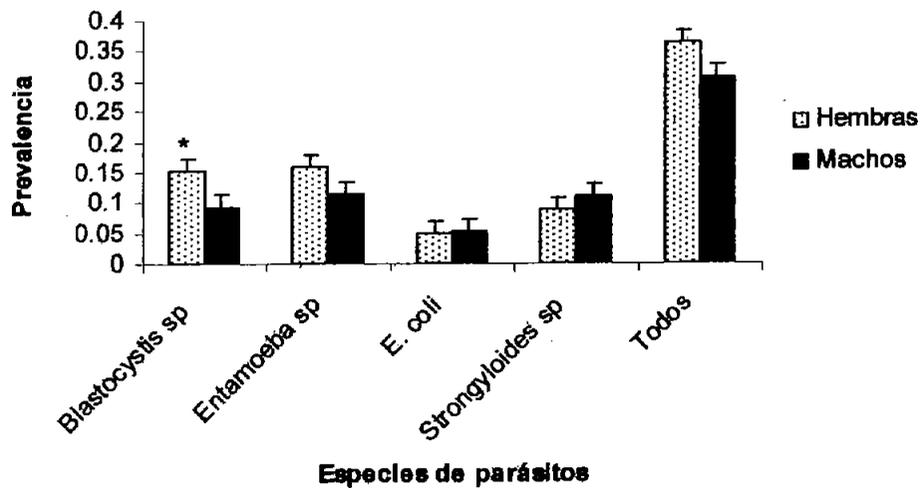


Figura 14. Prevalencia de infección de hembras y machos en los distintos grupos. Un asterisco (*) indica $p < 0.1$. Las barras indican error estándar.

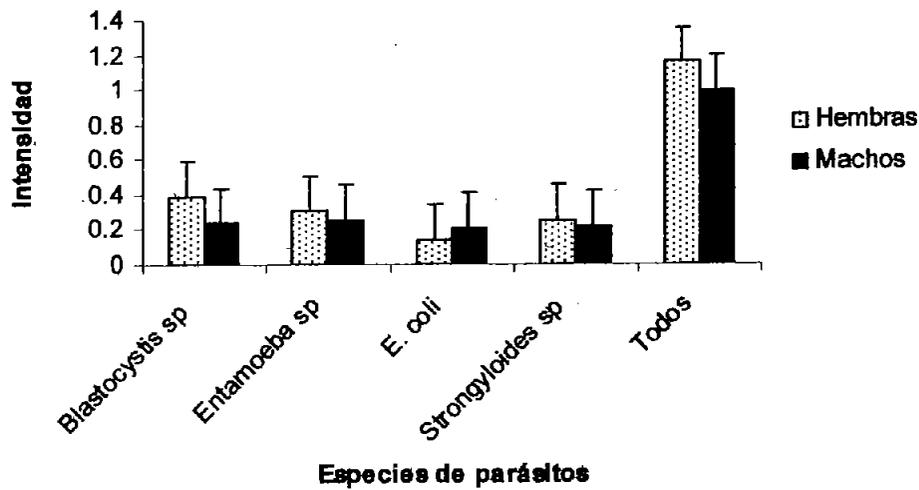


Figura 15. Intensidad de infección de endoparásitos en hembras y machos. Las barras indican error estándar.

C) Efecto de las diferentes clases de edad en la prevalencia e intensidad de infección de endoparásitos

Los análisis de la frecuencia de endoparásitos en adultos y juveniles muestran un efecto significativo en donde los juveniles tuvieron una mayor incidencia de infección de los parásitos *Blastocystis* sp ($X^2 = 4.99$; gl = 1; $p = 0.02$) y *Strongyloides* sp ($X^2 = 3.49$; gl = 1; $p = 0.06$). No se encontraron diferencias con los parásitos *Entamoeba* sp ($X^2 = 0$; gl = 1; $p = 0.9$) y *E. coli* ($X^2 = 0.24$; gl = 1; $p = 0.6$). Al analizar todos los parásitos se encontraron diferencias significativas ($X^2 = 5.71$; gl = 1; $p = 0.01$ Figura 16). Con respecto a los resultados sobre intensidad de infección entre adultos y

juveniles se encontraron diferencias significativas con una mayor intensidad de infección en los juveniles de los endoparásitos *Blastocystis* sp. ($X^2 = 5.2$; gl = 1; $p=0.02$) y *Strongyloides* sp. ($X^2 = 2.7$; gl = 1; $p=0.09$). No hubo efecto significativo con los endoparásitos *Entamoeba* sp. ($X^2 = 2.3$; gl = 1; $p=0.12$) y *E. coli*. ($X^2 = 1.2$; gl = 1; $p=0.2$). Se encontraron diferencias entre adultos y juveniles para la muestra total al analizar todos los parásitos ($X^2 = 2.63$; gl= 1; $p = 0.10$; Figura 17).

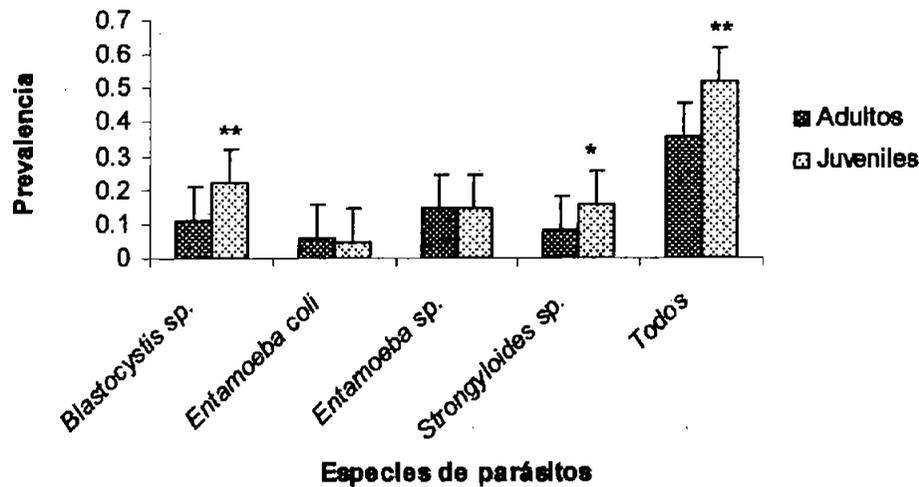


Figura 16. Prevalencia de infección tanto en adultos como en juveniles. Un asterisco (*) indica $p < 0.1$, dos asteriscos (**) indican $p < 0.05$. Las barras indican error estándar.

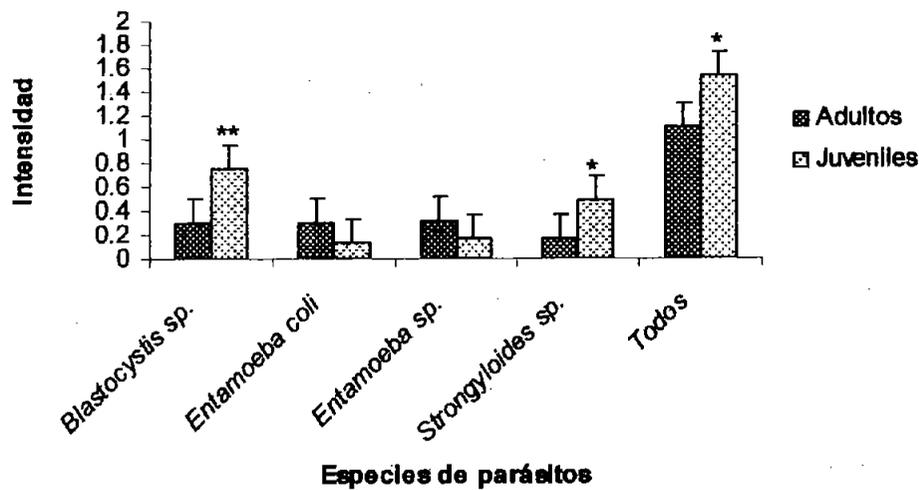


Figura 17. Intensidad de infección de parásitos intestinales en adultos y juveniles. Un asterisco (*) indica $p < 0.1$, dos asteriscos (**) indican $p < 0.05$. Las barras indican error estándar.

D) Efectos estacionales en la incidencia e intensidad de infección de parásitos intestinales.

Al analizar la variación estacional en la incidencia de infección se encontraron diferencias significativas en donde la incidencia fue mayor en la estación seca para los parásitos: *Blastocystis* sp. ($X^2 = 34$; gl = 1; $p = 0.0001$) y *E. coli* ($X^2 = 4.43$; gl = 1; $p = 0.03$). También hubo un efecto significativo para el parásito *Strongyloides* sp. ($X^2 = 14.65$; gl = 1; $p = 0.0001$), sin embargo la incidencia de este parásito fue mayor en la estación lluviosa. El parásito en el cual no se encontraron diferencias significativas fue *Entamoeba* sp. ($X^2 = 2.46$; gl = 1; $p = 0.11$). Se encontraron diferencias significativas al analizar la totalidad de los parásitos, con una mayor prevalencia en la época seca (X^2

= 5.21; $gl = 1$; $p = 0.022$; Figura 18). Al igual que en la incidencia de infección los resultados sobre la intensidad de infección de endoparásitos en ambas estaciones (seca y lluviosa) muestran diferencias significativas teniendo una mayor intensidad en la época seca de los endoparásitos *Blastocystis* sp. ($X^2 = 65.41$; $gl = 1$; $p = 0.0001$) y *E. coli* ($X^2 = 3.32$; $gl = 1$; $p = 0.06$). También se encontraron diferencias significativas para el parásito *Strongyloides* sp. ($X^2 = 4.09$; $gl = 1$; $p = 0.04$) con una incidencia mayor en la estación lluviosa. El endoparásito en el que no se encontró un efecto significativo fue *Entamoeba* sp. ($X^2 = 0$; $gl = 1$; $p = 0.9$). Al analizar todos los parásitos en conjunto se encontraron diferencias significativas con una mayor prevalencia en la estación seca ($X^2 = 9.14$; $gl = 1$; $p = 0.002$; Figura 19).

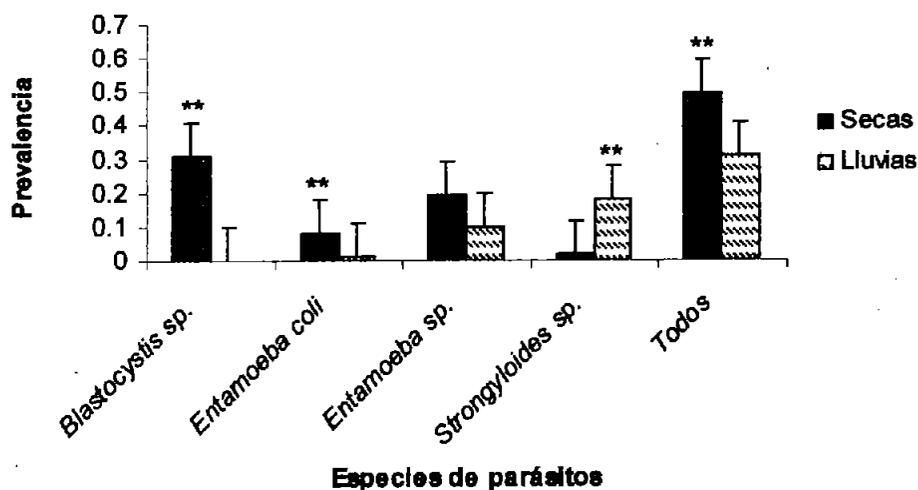


Figura 18. Prevalencia de infección en la época seca y en la época lluviosa.

Los asteriscos (**) indican $p < 0.05$. Las barras indican error estándar.

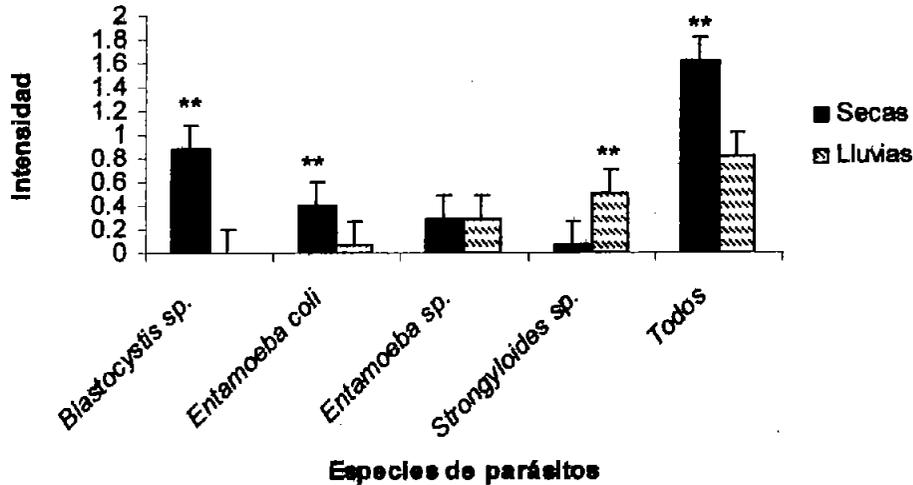


Figura 19. Intensidad de infección de endoparásitos en la época seca y en la época húmeda. Los asteriscos (**) indican $p < 0.05$. Las barras indican error estándar.

E) Alimentación de *A. pigra* y nivel de parasitismo

Se registraron un total de 172 horas de comportamiento y forrajeo de los grupos de monos (grupo río 58 horas, grupo tablero 52 horas y grupo estación 62 horas) utilizando el muestreo de animal focal, tratando de observar el mismo tiempo a todos los individuos. Los monos se alimentaron de 24 especies de plantas, el grupo río cinco especies, grupo tablero seis especies y grupo estación 19 especies. *Ficus tecolutensis* fue la especie de la cual se alimentaron en un mayor porcentaje tanto el grupo río (41.6%) como el grupo tablero (45%). Los individuos del grupo estación se alimentaron de una mayor variedad de especies de plantas (Tabla V). Se encontró

una relación negativa entre la intensidad de infección de parásitos de los individuos y el tiempo de alimentación de *Ficus tecolutensis* ($R^2 = 0.4$; $p = 0.02$; Figura 20).

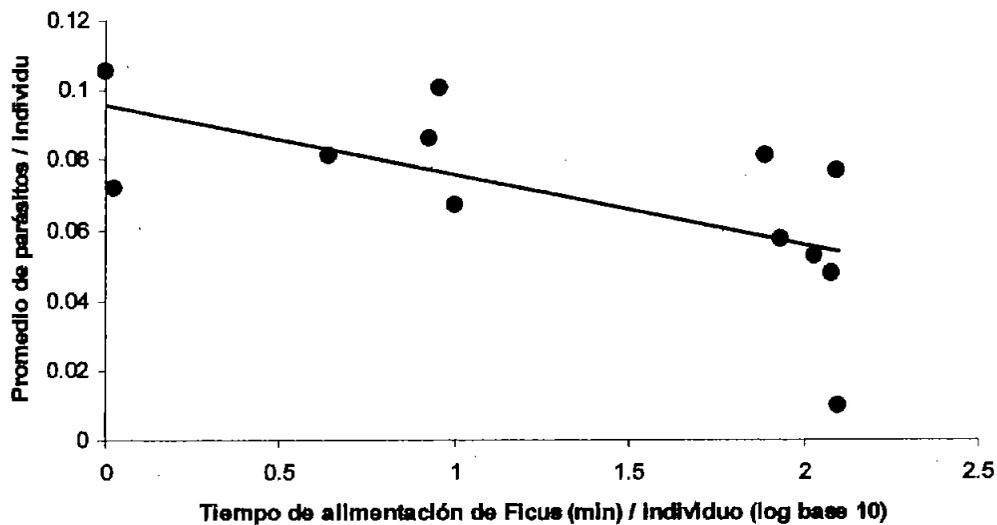


Figura 20. Relación entre la intensidad de infección de endoparásitos y el tiempo de alimentación de *Ficus tecolutensis* de los individuos estudiados.

Tabla V. Tiempo de alimentación de los grupos de las diferentes especies de plantas y la parte de la planta consumida.

Espece	Grupo Río Total 995 mín. (%) Parte consumida %	Grupo Tablero Total 824 mín. (%) Parte consumida %	Grupo Estación Total 1100 mín. (%) Parte consumida %
Acanthaceae			
<i>Bravaisia sp.</i>	0	0	69 (6) 5hj, 1p
Arrabideae			
	0	0	14 (1) 1hj
Bignoneaceae			
	0	109 (13) 13hj	14 (1) 1hm
Caesalpinioideae			
<i>Dialium guianense</i>	0	0	18 (2) 2hj
<i>Schizolobium sp.</i>	0	0	1 (0.1) 0.1p
Cecropiaceae			
<i>Cecropia obtusifolia</i>	0	82 (10) 10hj	59 (5) 3hj, 2fm
Chrysobalanaceae			
<i>Licania platypus</i>	0	0	176 (16) 11hj, 5c
Faboideae			
<i>Lonchocarpus sp.</i>	0	0	48 (4) 4hm
<i>Machaerium sp.</i>	0	0	78 (7) 6hj 1fl
<i>Platymiscium sp.</i>	0	0	338 (31)

			31hj
Magnoliaceae			
<i>Talauma sp.</i>	0	129 (16)	0
		16p	
Malpigiaceae			
	0	0	6 (0.1)
			0.1fl
Mimosoideae			
<i>Acacia usumacintensis</i>	0	1 (0.1)	40 (4)
		0.1hj	4hj
<i>Albizia Leucocalyx</i>	155 (16)	0	0
	5hj, 9hm, 1fm		
<i>Cojoba arborea</i>	0	0	10 (1)
			1hj
<i>Inga sp.</i>	0	0	15 (1)
			1hj
Moraceae			
<i>Brosimum alicastrum</i>	275 (28)	0	48 (4)
	24hj, 4fl		3hj, 1fm
<i>Castilla elastica</i>	0	0	20 (2)
			2fm
<i>Ficus yoponensis</i>	0	133 (16)	0
		16hj	
<i>Ficus tecolutensis</i>	413 (42)	370 (45)	33 (3)
	21hj, 20fm	6hj, 39fm	3fm
<i>Maclura tinctoria</i>	41 (4)	0	0
	4hj		
Rutaceae			
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	109 (11)	0	0
	11hj		
Sapindaceae			
<i>Paulinia fibrifera</i>	0	0	73 (7)

			7hj
Vitaceae			
<i>Cissus microcarpa</i>	0	0	40 (4)
			1hj, 3p
TOTAL	100	100	100

hj = Hoja joven, hm = hoja madura, fi = fruto inmaduro, fm = fruto maduro, p = peciolo, c= corteza y fl = flor.

VI. DISCUSIÓN

A) Parásitos de *Alouatta pigra*

Se identificaron ocho especies de parásitos: 1) Protozoarios: *Blastocystis* sp., *Entamoeba* sp., *E. coli*, *Isospora* sp., 2) Nemátodos: *Enterobius* sp., *Strongyloides* sp., *Trichostrongyloides* sp., y 3) Tremátodos: *Dicrocoelium dendriticum*. Algunas de estas especies de parásitos han sido encontradas en otros estudios de monos aulladores. *Entamoeba* sp. y *E. coli* fueron reportados en el estudio de Bonilla-Moheno (2002) con *A. pigra* en Quintana Roo y en otros estudios con *A. palliata* en cautiverio (Fuentes 1986, Serrano 1988). *Isospora* sp. fue encontrado en un estudio realizado por Stuart *et al.* (1990) con *A. palliata* en Costa Rica, provincia Guanacaste. El parásito *Enterobius* sp. se reportó en el estado de Veracruz en estudios con *A. palliata* (Aceves 1995, Hermida-Lagunes *et al.* 1996). También se encontró en un estudio realizado con la especie *A. fusca* (Koper *et al.* 2000) en Brasil. El nemátodo del género *Strongyloides* fue reportado en los estudios de Stuart (1990 y 1993), así como en un estudio realizado en Argentina con la especie *A. caraya* (Santa Cruz *et al.* 2000). Los endoparásitos encontrados en este estudio que no han sido reportados en estudios anteriores con primates del género *Alouatta* son el nemátodo *Trichostrongyloides* sp. y el tremátodo *Dicrocoelium dendriticum*.

A pesar de que en este estudio se encontraron ocho especies de endoparásitos, la intensidad de infección por individuo fue baja comparado con otros estudios (Stuart *et al.* 1990, Stoner 1996). Esto fue esperado, en el caso de los protozoarios que infectan a los hospederos por ingestión accidental de alimentos o agua contaminada y de los nemátodos que infectan por penetración en la piel o

también por ingestión de alimentos y agua contaminada (Ash y Orihel 1997), ya que la zona en la que habitan los aulladores se encuentra bien conservada y tienen un área de acción extensa. Con respecto a los tremátodos probablemente se deba al bajo porcentaje de invertebrados en su dieta, ya que son los hospederos intermedios de estos parásitos (Ash y Orihel 1997). Otro factor importante es que los monos aulladores no despliegan muchos comportamientos sociales tales como el acicalamiento y por lo tanto tienen poco contacto uno con otro (Gilbert 1994b). Otra de las razones por las que probablemente la intensidad de infección fue baja es que los grupos de *A. pigra* en la zona de estudio son más pequeños (3.9 individuos por grupo) que otras especies de *Alouatta* (López-Chávez, 2002), por lo que la probabilidad de infectarse es menor.

Es interesante que las especies de parásitos más comunes que infectan a los monos aulladores como algunos nemátodos y tremátodos requieran invertebrados como hospederos intermedios. Los monos son los hospederos definitivos de los tremátodos. El primer hospedero intermediario es probablemente un caracol y el segundo una hormiga (Ash y Orihel 1997). Estas infecciones son interesantes debido a que el hospedero intermediario no es típico de la dieta de los monos aulladores. Esto sugiere que los monos probablemente ingieren inadvertidamente estos invertebrados en hojas, frutos o en los hoyos de los árboles que contienen agua y que usan para beber (Gilbert 1994b).

B) Diferencias entre grupos en la incidencia e intensidad de infección de endoparásitos

La hipótesis de que los grupos más grandes presentarían una mayor prevalencia de infección fue rechazada, ya que no se encontraron diferencias significativas en la incidencia de parásitos intestinales entre grupos. Sin embargo los datos estuvieron de acuerdo con la hipótesis de que los grupos más grandes tendrían una intensidad de infección mayor, ya que se encontraron diferencias significativas con una intensidad mayor en el grupo estación, el cual es el grupo con mayor número de individuos (ocho). La diferencia fue para el parásito *Blastocystis* sp.; este parásito se transmite directamente al ingerir alimentos o agua contaminada (Ash y Orihel 1997). Estos resultados probablemente se deban al hecho de ser el grupo más numeroso lo que los hace más propensos a infectarse. Otro factor que podría contribuir a una mayor intensidad de este endoparásito en el grupo estación, es que habitan en un área en donde se encuentra la Estación Chajul, lo que resulta en una presencia humana constante, y muchas veces acampan en esa área resultando en contaminación fecal. Es importante señalar que al ponerse en contacto el humano y los monos se pueden transmitir enfermedades como los parásitos y poner en riesgo la salud de ambos, ya que podrían constituir una situación nueva para la cual pueden no tener inmunidad específica.

Al contrario del trabajo de Stoner (1996) con *A. palliata* en Costa Rica, no se encontró una intensidad de infección alta en el grupo río. Tanto el estudio de Stoner como en este estudio, el hábitat de los grupos del río estaban bordeados por un río de un lado. Sin embargo estas diferencias pueden deberse a que el grupo de Costa Rica

también lo bordeaba un pastizal lo que provocaba un corredor angosto para los aulladores y el grupo de este estudio se encuentra rodeado de selva continua. El hecho de que el grupo tablero del bosque no presente una alta intensidad de infección de ninguno de los parásitos analizados puede ser debido a que su ámbito hogareño es extenso y es sólo selva continua, probablemente también se deba a que es el grupo más pequeño (3 individuos) lo que provoca una menor probabilidad de infección.

C) Diferencias entre sexos en la incidencia e intensidad de infección por endoparásitos

La hipótesis de que las hembras tienen una mayor incidencia de parásitos que los machos estuvo de acuerdo para la incidencia del endoparásito *Blastocystis* sp. ya que la diferencia fue significativamente mayor en las hembras que en los machos. Esto puede estar explicado por procesos fisiológicos que ocurren en las hembras como son la gestación y lactancia. En la primera ocurren alteraciones hormonales que pueden llevar a una reactivación de parásitos. En la lactancia, debido a que la prolactina aumenta de 10 a 12 veces su concentración en la sangre, parece que tiene un efecto adverso en la diferenciación de células linfoides, por lo que la respuesta inmune en la hembra gestante o lactante se puede ver afectada (Cabrera 2000). Es importante mencionar que las hembras cuando llegan a la edad adulta siempre se encuentran preñadas o lactando dentro del grupo (Crockett y Eisenberg 1987). Sin embargo no hubo diferencia en la intensidad de infección entre machos y hembras. Estos resultados coinciden con los reportados por Stuart *et al* (1990) y Stoner (1996) en donde no encontraron diferencias en la intensidad de infección entre géneros.

D) Diferencias entre clases de edad en la incidencia e intensidad de infección de parásitos intestinales

La hipótesis de que los individuos juveniles presentarían una mayor prevalencia e intensidad de infección fue aceptada para los parásitos *Blastocystis* sp y *Strongyloides* sp, así como al analizar a los parásitos en su totalidad. En el caso del protozoario *Blastocystis* sp. el componente hormonal puede ser un factor importante ya que influye en el establecimiento de los protozoarios parásitos en el hospedero (Campillo *et al.* 1999). La infección de *Strongyloides* sp. puede deberse a que una de las características en la epidemiología de los Strongilidos es que los individuos jóvenes son más receptivos a esta enfermedad debido a una variación en su fisiología. Probablemente estos individuos no tengan inmunidad específica a estos tipos de parásitos, por lo que se ven más afectados que los adultos (Campillo *et al.* 1999).

En general estos resultados pueden deberse a que la edad del individuo influye en la capacidad de invasión de los parásitos y de sobrevivir en el hospedero (Forbes y Schalk 1997). El tamaño del cuerpo del huésped también es importante porque determina en parte la selección de la comida y lugar de alimentación, y esto influye en los tipos de parásitos que el hospedero adquiere con sus alimentos (Freeland 1983).

E) Variación estacional en la incidencia e intensidad de infección de endoparásitos

En este estudio la hipótesis de que la incidencia e intensidad de infección de endoparásitos es mayor en la estación húmeda fue aprobada para el nemátodo *Strongyloides* sp. Se ha reportado previamente que la humedad en el ambiente provee condiciones óptimas para la sobrevivencia de las larvas, por lo que se incrementan las oportunidades de infección (Stuart *et al.* 1990, 1993; Stoner, 1996).

En algunos estudios el factor climático parece tener una mayor influencia en la presencia de endoparásitos (García, 1995; Scott, 1998). Sin embargo la incidencia e intensidad de infección de los parásitos *Blastocystis* sp y *Entamoeba coli* fue mayor en la época seca al igual que al analizar todos los parásitos. Esto podría deberse a que los protozoarios como *Blastocystis* sp y *Entamoeba coli*, presentan una membrana muy dura por lo que pueden sobrevivir mejor que otros parásitos en estado de quiste cuando el medio ambiente se seca (Cabrera 2000).

Un factor que podría influir en los resultados es que el año en el que se realizó el estudio (2003) fue un año particularmente lluvioso (Figura 21). Además septiembre, que fue el mes en que se presentó una precipitación mayor, no se encontraron parásitos. Otro de los factores importantes es que los monos estén bebiendo agua de los hoyos de los árboles (obs. pers.) en la época seca, por lo tanto se encuentre estancada ya que no se está renovando con la lluvia. Probablemente el agua está contaminada con materia fecal de aves y otros mamíferos o contenga insectos que puedan ser hospederos intermediarios de parásitos, que los monos estén ingiriendo inadvertidamente y esto provoque la infección en los aulladores. Lo obtenido en este

estudio sugiere que es importante realizar estudios con observaciones más detalladas en distintos años, para obtener mayor confiabilidad en los resultados.

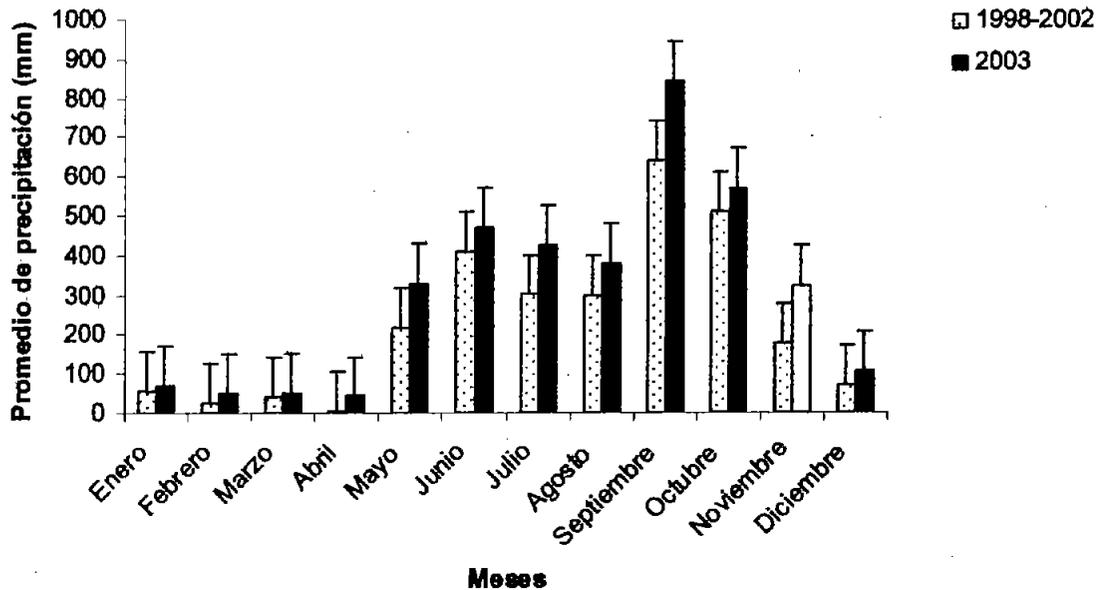


Figura 21. Se muestra el promedio de precipitación mensual en el año en que se realizó el estudio (2003) y el promedio de los años 1998 al 2002.

F) Alimentación de *Ficus* sp y nivel de parasitismo de *A. pigra*

Se encontró una relación negativa ($R^2 = 0.49$, $p = 0.01$) entre la intensidad de infección de parásitos de los individuos estudiados y el tiempo de alimentación de *Ficus tecolutensis*. Los estudios sobre los usos farmacéuticos que se han realizado con el género *Ficus*, han sido con comunidades humanas indígenas en el Amazonas en Brasil y han demostrado que actúa como un desparasitante (Schultes y Raffauf 1990), por lo que probablemente lo mismo esté ocurriendo con los primates. De hecho en la

Selva Lacandona, (zona de este estudio) la gente de las comunidades toman las hojas del *Ficus* haciendo una infusión, con la cual se desparasitan (obs.pers.). Existen también estudios con chimpancés en Uganda (Krief *et al.* 2004), en donde muestran que estos primates seleccionan ciertas especies de plantas para evitar la infección por endoparásitos.

Estos resultados sugieren que la alimentación es un factor importante a considerar cuando se realizan estudios sobre parásitos intestinales. Sin embargo, para poder obtener resultados más contundentes con respecto al efecto de la alimentación en el nivel de parasitismo, es necesario realizar análisis bromatológicos y de compuestos secundarios de las especies de plantas de las cuales se alimenta *A. pigra*, principalmente del género *Ficus*. Esto permitirá determinar también la importancia de esta especie en la dieta de los monos aulladores.

Recomendaciones

Es importante señalar que en el presente estudio existieron algunas limitantes que se deben tomar en cuenta para futuros estudios de este tipo. El número de muestra fue pequeño debido a que sólo se estudiaron tres grupos de monos, por lo que es necesario ampliar el número de tropas con la finalidad de obtener resultados más detallados sobre el efecto de las clases sexo, edad en la prevalencia e intensidad de infección de endoparásitos. Además sería importante incluir más tropas de varios tamaños para determinar de una manera más contundente si el tamaño de grupo influye en la carga parasitaria de los primates sociales. Para evaluar el efecto de la estacionalidad se debería realizar un estudio en diferentes años con variación en la

lluvia, que permitiera tener una visión más amplia del efecto que podría estar causando en los parásitos y por lo tanto en los hospederos.

Con respecto a los proyectos que se podrían seguir en esta línea de trabajo, se puede decir que la relación de la alimentación y el nivel de parasitismo es una cuestión importante a considerar, ya que en este estudio se da un primer enfoque que no ha sido evaluado anteriormente en primates del neotrópico. Es importante mencionar que para este tipo de estudios es necesario estudiar más individuos y realizar análisis bromatológicos y de compuestos secundarios para obtener información acerca de los elementos que contienen las plantas de las cuales se alimentan los primates. Con esto se determinaría la importancia de estas plantas en su dieta y el probable beneficio medicinal que estén teniendo para los monos.

VII. CONCLUSIONES

Con relación a las hipótesis planteadas y los hallazgos principales obtenidos en este estudio, se puede concluir:

1. Los monos aulladores *Alouatta pigra* de la Selva Lacandona presentan ocho especies de parásitos de los cuales hay dos que no han sido encontradas anteriormente para monos aulladores: *Dicrocoelium dendriticum* y *Trichostrongyloides* sp.
2. El tamaño de grupo influye en la intensidad de infección de endoparásitos.
3. Las diferencias de género (machos y hembras) es un factor importante que afecta las infecciones de parásitos intestinales, ya que está implícito la condición reproductiva del huésped (hembras preñadas o lactantes).
4. La diferencia de edad afecta a los hospederos, ya que los juveniles son más susceptibles a ser infectados.
5. La variación estacional afecta de manera distinta a los parásitos, dependiendo del ciclo de vida del parásito y la forma de infección, ya que algunos sobreviven mejor en la humedad y otros son resistentes a la desecación.
6. Los resultados de este estudio sugieren que la alimentación es un factor importante a considerar en los estudios de parásitos intestinales en primates, ya que algunas plantas podrían contener sustancias antiparásitas.
7. *A. pigra* presenta menos infecciones parasíticas que las que han sido descritas para otras especies de *Alouatta* que viven en grupos más grandes.

LITERATURA CITADA

- Aceves, M. 1995. Identificación de nemátodos en monos aulladores (*Alouatta palliata*) en la isla de Agaltepec. Tesina Profesional. FMVZ, UNAM.
- Ash, L. R y T. C. Orihel. 1997. Atlas of Human parasitology. American Society of Clinical Pathologist. 4th edition. Chicago Press.
- Bonilla-Moheno, M. 2002. Prevalencia de parásitos gastroentéricos en primates *Alouatta pigra* y *Ateles geoffroyi yucatanensis* localizados en zonas conservadas y fragmentadas del estado de Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Brooke, M.M. y M. Goldman, 1949. Polyvinyl alcohol fixative as a preservative and adhesive for protozoa in dysenteric stools, and other liquid materials. *J. Lab. and Clin. Med.* 34-1554-1560.
- Cabrera, G. A. 2000. Prevalencia de parásitos gastrointestinales zoonóticos (helminfos y protozoarios) en caninos del centro de zoonosis de Bogotá. D.M.V. Universidad Nacional de Colombia.
- Campillo, M. C., F. A. R. Vázquez., A. R. M. Fernández., M. C. S. Acedo., S. H. Rodríguez., I. N. López-Cozar., P. D. Baños., H. Q. Romero., M. C. Varela. 1999. Parasitología Veterinaria. Editorial McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, España pp. 988.
- Crockett, C. M. 1998. Conservation biology of the Genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology* 3:549-578.

- Crockett, C. M. y J. G. Eisenberg. 1987. Howlers: variations in group size and demography. P. 54-68 en: (Smuts, B.B., D.L. Cheney., R. M. Seyfarth., R.W. Wrangham y T.T. Struhsaker, eds.) *Primate societies*. University of Chicago Press, Chicago.
- Cuarón, A. D. 2000. Effects of land-cover changes on mammals in a Neotropical region: a modeling approach. *Conservation Biology* 14: 1676-1692.
- Dewit, I., W. P. J. Dittus., J. Vercruyse., E. A. Harris., D. I. Gibson. 1991. Gastrointestinal helminths in a natural population of *Macaca sinica* and *Presbytis* spp. at Polonnaruwa, Sri Lanka. *Primates* 3:391-395.
- Duarte, Q. A. y A. Estrada. 2003. Primates as pets in Mexico city: An assessment of the species involved, source of origin, and general aspects of treatment. *American Journal of Primatology* 61:53-60.
- Farnsworth, N. R. y A. S. Bingel. 1977. New natural products and plant drugs with pharmacological, biological and therapeutic activity. Springer, Berlin.
- Feeny, P. 1975. Biochemical coevolution between plants and their herbivores. University of Texas Press, Texas.
- Forbes, M. R. y K. G. Schalk. 1997. Male biases in parasitism of mammals: effects of study type, host age, and parasite taxon. Academic Search Premier. <http://search.epnet.com/direct.asp>.
- Freeland, W. J. 1983. Parasites and the coexistence of animal host species. *American Naturalist* 2:223-236.
- Frenkel, J. K, y O. E. Sousa. 1983. Antibodies to *Toxoplasma* in Panamian mammals. *Journal of Parasitology* 69:244-245.

- Fuentes, R. 1986. Incidencia de amibiasis en los primates del zoológico de San Juan de Aragón. Tesis Profesional. FMVZ, UNAM.
- Gilbert, K. A. 1994a. Parasitic infection in red howling monkeys in forest fragments. *Neotropical Primates 2*: 10-12.
- Gilbert, K. A. 1994b. Endoparasitic infection in red howling monkeys *Alouatta seniculus* in the Central Amazonian basin. A cost of sociality? Ph. K. Diss., Rutgers University, New Brunswick, N. J.
- Glander, K. E. 1978. Howling monkey feeding behavior and plant secondary compound: A study of strategies. P. 561-574 en: (G. G. Montgomery eds.) *Ecology of arboreal folivores*. Washington, D. C. Smithsonian Institution Press.
- Gual, F., C. Guerrero., H. Quiroz. 1990. Determinación de parásitos gastroentéricos en primates del Zoológico de Chapultepec. Tesis profesional. FMVZ, UNAM.
- Hermida-Lagunes, J., D. Canales-Espinosa., D. Osorio., O. García-Serrano. 1996. Relationships between parasitism, hematological values and body weight in adult females of *Alouatta palliata mexicana*. IPS/ASP Congress Abstracts: # 698.
- Herrera-MacBryde. O y R. A. Medellín. 1997. Lacandon Rain Forest region, México. P. 125-129 en: (Davis, S.D., V. H. Heywood., O. Herrera-Macbryde., J. Villa-Lobos y A.C. Hamilton, eds.) *Centres of plant diversity, a guide and strategy for their conservation*. IUCN Publications Unit, Cambridge, U. K.
- Hess, G. 1996. Disease in metapopulation models: implications for conservation. *Ecology 5*:1617-1632.
- Holt, R. D. y J. Pickering. 1985. Infectious disease and species coexistence: A Model of Lotka Volterra form. *American Naturalist 126*:196-211.

- Horwich, R. H. y E. D. Johnson. 1986. Geographical distribution of the black howler (*Alouatta pigra*) in Central America. *Primates* 27: 53-62.
- Hudson, P. J., A. P. Dobson., D. Newborn. 1992. Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology* 61:681-692.
- Johns, T. 1996. The origins of human diet and medicine. Chemical Ecology. Arizona Studies in Human Ecology. The University of Arizona Press, Tucson.
- Jones, C. 1980. The function and status in the mantled howler monkey, *Alouatta palliata* gray; intraespecific competition for group membership in a folivorous neotropical primate. *Primates* 21: 389-405
- Jones, C. 1994. Injury and disease of the mantled howler monkey in fragmented habitats. *Neotropical Primates* 4: 4-5
- Kalter, S. S. 1989. Infectious diseases of nonhuman primates in a zoo setting. *Zoo Biology* 1:61-76.
- Kopper, G., A. Krambeck., Z. Braga., H. Da Silva. 2000. Levantamento preliminar de endoparasitas do tubo digestivo de bigios *Alouatta guarida clamitans*. *Neotropical Primates* 8 (3): 107-108.
- Krief, S., M.T. Martin., P. Grellier., J. Kasenene., T. Sévénét. 2004. Novel antimalarial compounds isolated in a survey of self-medicative behavior of wild chimpanzees in Uganda. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 8:3196-3199.
- Landsoud-Soukate, J., C. E. G. Tutin., M. Fernández. 1995. Intestinal parasites of sympatric gorillas and chimpanzees in the Lope Reserve, Gabon. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology* 89 (1): 73-79.
- Lilly, A. A., P.T. Mehlman., D. Doran. 2002. Intestinal Parasites in Gorillas, Chimpanzees, and Humans at Mondika Research Site, Dzanga-Ndoki National

- Park, Central African Republic. *International Journal of Primatology* 23 (3): 555-574.
- Lloyd, S., P. H. Amerasinghe., E. J. R. Soulsby. 1983. Periparturient immunosuppression in the bitch and its influence on infection with *Toxocara canis*. *Journal of Small Animal Practice* 24:237-247.
- Long, E. G., A. T. Tsin., B. A. Robinson. 1985. Comparison of the FeKal CON-Trate System with the formal-ethyl acetate technique for detection of intestinal parasite. *Journal of Clinical Microbiology* 22:210-211
- López-Chávez, A .B. 2002. Abundancia del mono saraguato maya *Alouatta pigra* en una región de la Selva Lacandona. Comparación de métodos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Lyles, A. M. y A. P. Dobson. 1993. Infectious disease and intensive management: population dynamics, threatened hosts, and their parasites. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 3:315-326.
- March, I. J. y M. Aranda. 1992. Mamíferos de la Selva Lacandona, Chiapas. P. 201-220. en: (Vazquez- Sanchez, M. A. y M.A. Martinez-Ramos eds.) Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. ECOSFERA. Chiapas, México.
- Markell, E. k. y M. Voge. 1984. Parasitología: diagnóstico, prevención y tratamiento. 5^{ta} edición. Editorial El Manual Moderno, México, D.F. pp 413.
- Martin, P. y P. Bateson. 1991. Measuring Behaviour. An introductory guide. Cambridge University Press.

- McGrew, W. C., C. E. G. Tutin, D. A. Collins., S. K. File. 1989. Intestinal parasites of sympatric *Pan troglodytes* and *Papio* spp. at two sites: Gombe, Tanzania and Mt. Assirik, Senegal. *American Journal of Primatology* 2:147-155.
- Medellín, R. A. 1994. Mammal diversity and conservation in the Selva Lacandona, Chiapas, México. *Conservation biology* 3:780-799.
- Medellín, R. A y M. Equihua. 1998. Mammal species richness and habitat use in rainforest an abandoned agricultural fields in Chiapas, México. *Journal of Applied Ecology* 35:13-23
- Milton, D., P. J. Van Soest., J. B. Robertson. 1980. Digestive efficiencies of wild howler monkeys. *Physiological Zoology* 53:402-409.
- Milton, K. 1982. Dietary quality and demographic regulation in a howler monkey population. P. 237-290 en: (Leigh, E., A. Rand y D. Windsor eds.) *The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long term changes*. Smithsonian institution Press, Washington, D.C.
- Milton, K. 1996. Effects of Bot fly (*Alouattamyia baeri*) parasitism on free ranging howler monkeys (*Alouatta palliata*) population in Panama. *J. Zool. Lond.* 239: 39-63.
- Mittermeier, R. A., J. F. Oates, A. E. Eudey, y J. Thornback. 1986. *Primate Conservation*. P. 3-72 en: (G. Mitchell y J. Erwin, eds.) *Comparative primate biology, vol 2a: behavior, conservation, and ecology*. Alan R. Liss, New York.
- Munene, E., M. Otsyula., D. A. N. Mbaabu., W. T. Mutahi., S. M. K. Muriuki., G. M. Muchemi. 1998. Helminth and protozoan gastrointestinal tract parasites in captive and wild-trapped African non human primates. *Veterinary Parasitology* 3:195-201.

- Muriuki, S. M. K., R. K. Murugu., E. Munene., G. M. Darere., D. C. Chai. 1998. Some gastrointestinal parasites of zoonotic (public health) importance commonly observed in old world non human primates in Kenya. *Acta Tropica* 1:73-82.
- Neville, M. K., K. E. Glander., F. Braza., A. B. Rylands. 1988. The howling monkeys, genus *Alouatta* en: (Mittermeier, A., A.B. Rylands., A. Coimbra-Filho y G. A. B Fonseca. eds.) Ecology and behaviour of neotropical primates. World Wildlife Fund. Washington, D.C. EUA.
- National Research Council. 1981. Techniques for the study of primate population ecology. National Academy Press. Washington, D. C.
- Pastor-Nieto, R. 1991. Identificación de helmintos del mono aullador (*Alouatta palliata*). Tesis Profesional. FMVZ, UNAM.
- Phillips-Conroy, J. E., y P. M. Knopf. 1986. The effects of ingesting plant hormones on schistosomiasis in mice: An experimental study. *Biochemical Systematics and Ecology* 6:637-645.
- Price, E. 1928. New helminth parasites from Central American mammals. Proceeding US national museum. P. 1-7 en: (Pastor-Nieto ed.) Preliminary note on the identification of gastrointestinal helminth parasites of a wild troop of Howler Monkeys *Alouatta palliate* in southern Mexico. Vol. 73
- Price, P. W. 1980. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Rodhain, F. 1991. The role of monkeys in the biology of Dengue and Yellow fever. *Comp. Immun. Microbiol. Infect. Dis.*, 14 (1): 9-19.

- Rodríguez, G. 1995. Presencia de nematodos gastroentéricos en monos araña *Ateles geoffroyi* en cautiverio en Pipiapan (Catemaco, Veracruz) mediante exámenes coproparasitológicos. Tesis profesional. FMVZ, UNAM.
- Santa Cruz, A., J. Borda., E. Patiño., L. Gómez., G. Zunino. 2000. Habitat Fragments and Parasitism in Howler Monkeys (*Alouatta caraya*). *Neotropical Primates* 8(4): 146-148.
- SAS Institute, Inc. 2000. SAS user's guide: Statistic. vol. 1. Version 6. 4th edition. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Schultes, R. E y R. F. Raffauf. 1990. The healing forest. Medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia. Dioscorides press. Portland, Oregon.
- Scott, M.E. 1998. The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. *Conservation biology* 2:40-56.
- Serio-Silva, J.C. 1996. Calidad del alimento consumido por *Alouatta palliata* en semilibertad. Tesis de Maestría. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana, 59 pp.
- Serio-Silva, J.C., V. Rico-Gray., L. T. Hernández-Salazar., R. Espinosa-Gómez. 2002. The Role of *Ficus* (Moraceae) in the diet and nutrition of a troop of mexican howler monkeys *Alouatta palliata mexicana*, released on an island in southern Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 913-928.
- Serrano, M. A. 1998. Incidencia de Protozoarios gastrointestinales en Primates del Zoológico de Zacango de Calimaya Estado de México. Tesis Profesional. FMVZ. UAEM.
- Siebe, C., M. Martínez-Ramos., G. Segura-Warnholtz., J. Rodríguez-Velázquez., S. Sánchez-Beltrán. 1995. Soil and vegetation patterns in the tropical rain forest at

- Chajul Southeast México. P. 40-58 en: (Simorangkir, ed.) Proceeding of International Congress on Soils of Tropical Forest Ecosystems. 3rd Conference on Forest Soils (ISSS – AISS – IBG). Volumen 8. Mulawarman University Press, Samarinda, Indonesia.
- Smith, C. 1977. Feeding behavior and social organization in howling monkeys. P. 97-126 en: (Clutton-Brock, ed.) Primate ecology: studies of feeding and ranging behavior in lemurs, monkeys and apes. Academic Press, London.
- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1981. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. 2^a edición. W. H. Freeman and Company, New York.
- Stoner, K.E. 1993. Habitat preferences, foraging patterns, intestinal parasitic infection, and diseases in mantled howler monkeys, *Alouatta palliata* (Mammalia: Primates: Cebidae), in a rainforest in northeastern Costa Rica. Ph.D. dissertation. University of Kansas, Lawrence.
- Stoner, K. 1995. Prevalence and Intensity of Intestinal Parasites in Mantled Howling Monkeys (*Alouatta palliata*) in Northeastern Costa Rica: Implications for Conservation Biology. *Conservation Biology* 2:539-546.
- Stoner, K. E. 1996. Habitat preferences and seasonal patterns of activity and foraging in two troops of mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in a rainforest in northeastern Costa Rica. *International Journal of Primatology* 17:1-30.
- Stuart, M. D., L. L. Greenspan., K. E. Glander., M. Clarke. 1990. A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. *Journal of Wildlife Disease* 26: 547-549

- Stuart, M.D., K.B. Strier., S. M. Pierberg. 1993. A coprological survey of parasites of wild miquis, *Brachyteles arachnoides*, and brown howling monkeys, *Alouatta fusca*. *Journal of Helminthological Society of Washington* 60: 111-115.
- Stuart, M.D. y K. B. Strier. 1995. Primates and parasites: a case for a multidisciplinary approach. *International Journal of Primatology* 4:577-593.
- Stuart, M., V. Pendergast., S. Rumfelt., S. Pierberg., L. Greenspan., D. Glander., M. Clarke. 1998. Parasites of wild howlers (*Alouatta* spp.). *International Journal of Primatology* 3:493-512.
- Tatcher, V. E. y J. A. Porter, Jr. 1968. Some helminth parasites of Panamanian primates. *Transactions of the American Microscope Society* 87:186-196.
- Terborgh, J. 1992. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica* 24:493-292.
- Toft, J. D. 1986. The pathoparasitology of nonhuman primates: A review. P. 571-679. en: (Benirschke, K. ed). *Primates, the road to self-sustaining populations*. New, York.
- Wolfeim. J. H. 1983. *Primates of the world: distribution, abundance and conservation*. New York Zoological Society, Seattle.

Apéndice I.

1. Técnicas cualitativas

1.1. Frotis directo

Esta técnica provee un diagnóstico cualitativo inicial.

Procedimiento:

1. En un portaobjetos se coloca una gota de lugol y en otro portaobjetos se coloca una gota de solución salina.
2. Con una pipeta se toma una muestra y se mezcla con la solución haciendo una suspensión homogénea en cada portaobjetos
3. Se coloca el cubreobjetos y se observa al microscopio, primero con la lente 10X y después con la 40X.
4. La preparación con solución salina sirve para identificar y reportar hallazgos de trofozoitos. La solución de lugol sirve para reportar hallazgos de quistes, huevos y larvas.

1.2. Técnica de concentración por flotación

Esta técnica se utiliza para el diagnóstico de nemátodos, céstodos, Acanthocefalos y protozoarios.

Procedimiento:

1. En un recipiente de plástico se coloca la cantidad de heces dependiendo de la consistencia (4 gramos en este caso).
2. Se agrega una solución glucosada.
3. Se filtra la mezcla con una gasa en un embudo o tamiz, recibiendo la mezcla en otro recipiente.

4. Se centrifuga a 2500rpm. Durante 10 minutos.
5. Se toma el sobrenadante con una pipeta pasteur o con un asa bacteriológica en forma de "L".
6. Se coloca en un portaobjetos y se observa con la lente 10X y 40X.