

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE PARÁSITOS ENTÉRICOS, DE
DOS TROPAS DE MONOS AULLADORES (*Alouatta palliata*), EN
SELVA FRAGMENTADA, EN LA REGIÓN DE LOS TUXTLAS,
VERACRUZ, MÉXICO.**

T E S I S

PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

JULIO GARCÍA HERNÁNDEZ

ASESORES:

DRA. EVANGELINA ROMERO CALLEJAS

M.C. DAVID OSORIO SARABIA

MEXICO, D.F. 2009





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.

El peor pecado que cometemos contra nuestros amigos los animales no es odiarlos, es ser indiferentes con ellos. Esa es la esencia de lo inhumano.

George Bernard Shaw (1856-1950)

Dedicatoria

A mi madre, por nunca dejar de creer, siempre serás un gran ejemplo de fortaleza y cariño, sin importar el momento.

A mi padre, que me dejó como herencia el ejemplo y los valores que me han traído hasta aquí.

A Rodrigo, María, Jorge y Luna; mi familia que siempre ha estado conmigo.

A todos los animales, en especial a los que dieron su vida para mi preparación.

Agradecimientos

A la Dra. Evangelina Romero Callejas, por su gran apoyo, cariño y amistad, por ser mi maestra en el complejo mundo de la parasitología.

Al M.C. David Osorio Sarabia, por su guía y amistad, por mostrarme el camino de la parasitología en animales silvestres.

A Jake y Jurgi, por la confianza de trabajar en conjunto.

A mis amigos: Miguel, Nadia, Susy y América; y a los de la Facultad: Gaby, Bere, Mar, Claudia, Emilio, Belem, Paula, Carmen, Ruth, Ángel, Luis, Jacky, Toño, Roberto y Esther. Por ser parte de mi vida y estar siempre ahí.

A los amables miembros del jurado: MVZ María Teresa Clemencia Quintero Martínez, MVZ Irene Cruz Mendoza, MVZ Dulce María Brousset Hernández Jáuregui y MVZ Gerardo Suzán Azpiri; por sus puntuales revisiones.

Contenido

	Páginas
Resumen	1
Introducción	2
Hipótesis	14
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Material y Métodos	16
Resultados	19
Discusión	31
Conclusiones	34
Literatura Citada	35

Resumen

García Hernández Julio. **Estudio comparativo de parásitos entéricos, de dos tropas de monos aulladores (*Alouatta palliata*), en selva fragmentada, en la región de los Tuxtlas, Veracruz, México.** (Bajo la dirección de la Dra. Evangelina Romero Callejas y el M.C. David Osorio Sarabia)

Con el propósito de estudiar los efectos de la fragmentación del hábitat, en la presencia y carga parasitaria de los monos aulladores (*Alouatta palliata*), se realizó el muestreo de dos grupos de monos en zonas con distinto grado de alteración, en la región de los Tuxtlas en Veracruz, México. Cada grupo conformado por 8 especímenes adultos. El muestreo se efectuó mediante técnicas no invasivas, durante un año, muestreando 8 días al mes cada grupo. Se emplearon las técnicas de flotación y Faust para determinar la presencia de parásitos entéricos, además de la técnica de Mc Master para determinar carga parasitaria. El total de muestras positivas fue de 41% de 61 muestras en el fragmento Rancho Huber (RH) y 36% de 70 muestras para Ruíz Cortines-3 (RC-3). Los parásitos identificados a partir de la presencia de huevos fueron: *Trypanoxyuris* sp (27.9% RH y 11.4% RC-3) y *Strongyloides* sp (1.6% RH y 0% RC-3); oocistos de *Isospora belli* (3.3% RH y 0% RC-3); *Cyclospora* sp (4.9% RH y 18.6% RC-3) y *Eimeria* sp (11.5% RH y 14.3% RC-3). La frecuencia y carga de estos parásitos, se vio afectada por factores tales como el grado de alteración de la zona donde habitan, las temporadas de lluvias y por la presencia de asentamientos humanos.

Introducción

Como parte importante de la gran diversidad biológica del ecosistema selvático del sur de México, se encuentran amplios grupos de mamíferos silvestres, de estos sobresalen por su tamaño y comportamiento tres especies de primates: el mono aullador de manto (*Alouatta palliata*), el mono aullador negro (*Alouatta pigra*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi*), los cuales pertenecen a la familia Cebidae (monos del nuevo mundo).¹

Se estima que los géneros *Alouatta* y *Ateles*, habrán tenido un ancestro común hace aproximadamente 15 ó 16 millones de años.^{2,3,4}

Hasta la fecha se han descrito cinco subespecies: *A. p. aequatorialis*, *A. p. coibensis*, *A. p. mexicana*, *A. p. palliata*, *A. p. trabeata*.⁵ La subespecie *A. p. mexicana* ha sido propuesta para distinguir a los monos aulladores de manto de México de los estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Chiapas y Guatemala. Sin embargo, no existe actualmente un consenso en cuanto a la utilización del status de subespecie para estas poblaciones.⁶

En la actualidad sus poblaciones están restringidas a algunas reservas aisladas y zonas no protegidas, todas ellas en gran parte fragmentadas, a causa de la extensa deforestación que han sufrido.^{7,8,9}

Este aspecto aunado a la caza, comercio ilegal e incluso para su consumo; ha provocado la disminución y aislamiento de las poblaciones silvestres del mono aullador. *A. palliata* está considerado en peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana: Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo,¹⁰ y por la UICN (The World Conservation Union) como vulnerable en el Libro rojo¹¹ y su comercialización

se encuentra restringida por el Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).¹²

Los monos aulladores (*A. palliata*) son arbóreos y aunque utilizan todos los estratos del bosque, ocupan sobre todo el dosel superior y los emergentes.¹³

Rara vez bajan al suelo, algunos investigadores los han visto cruzar áreas deforestadas de hasta un kilómetro para ir de un fragmento de selva a otro, e incluso nadar.¹⁴ Ocupan una variedad de hábitats mayor que cualquier otra especie o género neotropical,^{15,16} se pueden encontrar desde el nivel del mar hasta $\geq 3200\text{m}$, viviendo en selvas inundadas y de tierra firme, bosques caducos y semicaducos muy estacionales, bosques de galería y manglares.¹⁴

A. palliata recibe el nombre común de mono aullador de manto debido a la coloración café claro o dorado del pelaje de sus costados. De manera singular, algunos individuos de esta especie presentan manchas despigmentadas en la piel de las patas y el dermatoglifo, así como una pigmentación cremosa-amarilla en el pelaje de estas extremidades y la cola.⁸

Los caracteres morfológicos externos dominantes en monos aulladores son: la cola prensil que utiliza como si fuera prácticamente un miembro más y el voluminoso¹⁹ complejo hioideo-laríngeo.²⁰ En los machos el hueso hioides se encuentra hipertrofiado, distinguiéndolos claramente de las hembras, siendo el órgano resonador y amplificador de los característicos aullidos del género *Allouata*.²¹ La longitud de la cola es aproximadamente la de la cabeza más la del cuerpo,¹⁷ y la parte desnuda de la cola o dermatoglifo, esta provista de una inervación sensitiva inusualmente abundante.¹⁸ La cola parece tener dos

funciones principales, facilitar la locomoción¹⁹ y los movimientos ejecutados durante las actividades alimenticias.²¹

Una de las características más distintivas de los monos aulladores es la emisión de potentes vocalizaciones.^{22,23,24,25,26} La producción de estas llamadas de largo alcance, es posible por el gran desarrollo del hueso hioides, que parece cumplir funciones de resonancia y amplificación al emitir los rugidos.²¹

En *A. palliata*, los testículos no descienden al escroto hasta que los machos alcanzan la pubertad,^{21,8} lo cual hace difícil distinguir a simple vista los machos de las hembras antes de esa edad. En los adultos la piel del escroto es blanca, mientras que en los inmaduros es negra, y en el caso de las hembras, la zona de la vulva también es blanca.^{27,28}

Viven en grupos sociales permanentes, compuestos de varias hembras adultas, individuos juveniles y de 1 a 4 machos adultos. Generalmente el macho de mayor edad es el dominante. Los machos adultos son los que producen los bramidos matutinos y vespertinos,²⁹ pesan alrededor de seis a siete kilogramos, y las hembras de cuatro a cinco kilogramos.⁸

El mono aullador por su alimentación están clasificados como folívoros-frugívoros.¹⁵ Comen hojas maduras y tiernas, pecíolos, brotes, pulpas, flores, frutas, semillas y pequeñas ramas. También consumen de forma accidental algunos artrópodos, especialmente coleópteros e himenópteros.²⁰ Las familias Moraceae y Leguminosae son componentes importantes en la dieta de los aulladores, determinadas por su presencia en el hábitat.³⁰

Independientemente de sus preferencias alimenticias, los aulladores pueden adaptarse a los cambios en la composición florística del hábitat y a las épocas de escasez de frutos y flores, gracias a su gran flexibilidad alimenticia, y a que pueden aumentar la cantidad de hojas en su dieta.^{14,31,32,33,34}

No presentan un aparato digestivo especializado para la digestión de hojas: su estómago es simple y su superficie total no es mayor que la de otros primates no considerados como folívoros; el ciego tiene una superficie algo mayor que el de otros primates, pero las diferencias son pequeñas; la longitud total del tracto digestivo es muy pequeña aún para una especie folívora-frugívora. La falta de estas especializaciones anatómicas no quiere decir que las bacterias no fermenten la celulosa y hemicelulosa, sino que su eficacia será menor, y sugiere que la adaptación a la dieta folívora de este género es principalmente conductual.^{35,21,36} Estas adaptaciones en su conducta incluyen una dieta selectiva, basada preferentemente en una mezcla de fruta y hojas tiernas de una amplia gama de especies, no necesariamente las más comunes en su ámbito hogareño,³⁷ y un patrón de actividad que optimice el uso de sus recursos ahorrando al máximo la energía.^{38,21} Esta flexibilidad permite a *A. palliata* adaptar su dieta a los recursos disponibles en cada zona de manera que las especies empleadas, así como las frecuencias de alimentación, varían de un lugar a otro.³⁹

Los aulladores son viajeros limitados, ya que energéticamente están restringidos, debido a que las hojas de su dieta son bajas en energía de fácil disposición. Al mismo tiempo, se dice que estos animales viajan casi exclusivamente para alcanzar fuentes alimenticias.²¹

Los aulladores obtienen líquidos de los vegetales que ingieren, aunque también se ha reportado que beben del agua que se acumula naturalmente en el follaje de los árboles.⁴⁰ En condiciones de sequía extrema, se ha observado que los aulladores bajan al suelo en busca de agua.⁴¹

La principal amenaza para estos individuos es la pérdida de su hábitat. En los últimos 50 años se ha reducido en un 90% el área original de los bosques tropicales debido al cambio en el uso del suelo por el incremento de las actividades agrícolas y pecuarias, incendios forestales y por la sobreexplotación forestal. Esto aunado a la práctica de la cacería, por parte de los pobladores locales, principalmente en los estados de Veracruz y Chiapas, quienes lo cazan ilegalmente por su carne y capturan a las crías para venderlas como mascotas.⁴²

A pesar de que los efectos de la fragmentación de bosques sobre especies y procesos ecológicos han sido el foco de considerable atención, la no capacidad para predecir, como se alterarán los procesos y que grupos taxonómicos o funcionales serán más afectados por la fragmentación aun es limitada.⁴³

Si se exceptuará la península de Yucatán, Los Tuxtlas representaría la distribución actual más septentrional de primates neotropicales.^{44,45,46,14} El mono aullador nunca se ha distribuido más al norte de este punto.⁴⁴ En esta región se encuentran dos especies de primates: *Alouatta palliata* y *Ateles geoffroyi*.

La región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, está naturalmente dividida en tres partes: la norte, delimitada por el volcán San Martín Tuxtla; la sur, por el volcán San Martín Pajapan y la central, por la sierra Santa Marta.^{47,48} Esta región fue decretada: Reserva de la Biosfera en 1998.⁴⁹

El clima es cálido a semicálido, con una temperatura media anual de 24 °C a 26 °C (la mínima es de 16 °C y la máxima de 35 °C) y una precipitación anual que oscila entre los 1850 mm y los 4600 mm.^{50,51,52}

La vegetación original en la región es la selva alta perennifolia, la cuál presenta un dosel de 30-35 m de altura.^{53,52}

La pérdida y la fragmentación del hábitat es la principal amenaza para las poblaciones de monos aulladores en Los Tuxtlas.⁵⁴

Las actividades humanas, especialmente agropecuarias, han provocado en esta región la pérdida de un 84% de la vegetación original en los últimos 60 ó 70 años.^{55, 56}

La deforestación se inició en las planicies y se extendió progresivamente. En la actualidad los remanentes de bosque se localizan en las orillas de los cuerpos de agua y, sobre todo, en partes altas (\geq 300-400 msnm) y de difícil acceso.^{55,}

^{45,56} Quedando solo remanentes de vegetación original, que conforman un paisaje de fragmentos de selva en una matriz agropecuaria y porciones de selva continúa en las partes más elevadas de la región.^{57, 45,52}

Esta pérdida del hábitat original ha tenido consecuencias negativas en el tamaño poblacional de los primates de la región,^{8,45} a tal grado que se ha estimado que el 90% de las poblaciones de mono aullador y mono araña han desaparecido en Los Tuxtlas.^{58, 52} La causa principal está asociada a la deforestación de los bosques tropicales, que transforma regiones con cobertura forestal continua en paisajes con fragmentos reducidos de hábitat remanente de diferente tamaño y forma, aislados entre sí por áreas no arboladas, en las cuales pueden existir diferentes tipos de uso de suelo o de vegetación.^{59,60} A

menudo la fragmentación ocasiona una subdivisión en las poblaciones locales de primates, sobre todo en especies con baja capacidad de desplazamiento en el suelo abierto.^{61,62,60}

A partir del crecimiento de las actividades agrícolas, ganaderas e industriales, han aumentado los niveles de contaminación y se han incrementado las tasas de destrucción en todos los ecosistemas, provocando la fragmentación de la cobertura de vegetación natural y, como consecuencia, una disminución de la diversidad biológica en todo el mundo.^{63,64} La fragmentación constituye uno de los problemas ambientales más severos⁶⁵ y ha sido definida como la pérdida de la continuidad de un hábitat homogéneo.⁶⁶ Puede traer consecuencias irreversibles, como la extinción de especies, al ocasionar cambios en los ecosistemas afectados. La fragmentación de la vegetación natural tiene, tiene impactos muy severos en los medios físico y biológico; por ejemplo, modificaciones en el ciclo del agua, elementos químicos del suelo, así como en la temperatura y en la erosión.⁶⁶ Estos cambios físicos provocan, a su vez, cambios bióticos, al generar ambientes que favorecen la extinción de especies y la proliferación de especies exóticas y generalistas, que son más tolerantes a la perturbación.⁶⁷

Conforme el fragmento es más pequeño, hay una mayor densidad de población, lo que favorece el contacto entre los individuos de esta última y de diferentes especies, incluyendo a los animales domésticos y facilitando de esta manera la transmisión de ciertos agentes infecciosos con riesgo para la salud animal y pública.⁶⁷

Aunque la respuesta a la fragmentación es diferente entre especies,^{68,60} una característica común en el género *Alouatta* es su gran capacidad para explotar

recursos alimentarios. Esto puede apreciarse en su amplia distribución y en la gran variabilidad de hábitats que ocupa;^{69,70,71} atributo que le ha permitido sobrevivir aun en fragmentos pequeños.^{72,73} De forma natural se distribuyen en grupos sociales que se comportan como unidades reproductivas semicerradas,^{74,60} por lo que la dispersión es una estrategia reproductiva que adoptan con frecuencia tanto jóvenes como adultos de ambos sexos.^{75,72,60} Este mecanismo ha ayudado a evitar el entrecruzamiento en las poblaciones naturales, lo que permite mantener la variabilidad genética en sus poblaciones.^{76,77,60} En ambientes poco fragmentados se ha podido registrar que más del 70% de los aulladores juveniles abandonan al grupo natal con fines reproductivos.^{75,72} Algunos datos tomados en campo apuntan a que el desplazamiento de los aulladores puede seguir una trayectoria de ruta escalonada que usa los fragmentos de vegetación remanentes como sitios de paso.^{75,60}

La fragmentación del hábitat ha sido considerada como la mayor amenaza para la diversidad biológica y la mayor causa de extinción de especies.^{78,80} En bosques fragmentados, la alteración del hábitat facilita el contacto entre humanos y primates, lo que aumenta la posibilidad de transmisión de parásitos,^{80,79} especialmente si las poblaciones se concentran en pequeños fragmentos.^{81,79} Además los tipos de alimento que un animal ingiere, generalmente tienen efectos directos e indirectos sobre la susceptibilidad potencial a parásitos.^{82,79} 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.^{82,79}

Ciertos alimentos que son seleccionados por los animales, pueden tener compuestos antiparasitarios. Existen muchos compuestos medicinales naturales de plantas, especialmente en los trópicos.^{83,73} Varios estudios apoyan la idea de que cambios en la dieta pueden reprimir infecciones de parásitos. El estado nutritivo del hospedero puede determinar el establecimiento y desarrollo de los parásitos y el curso de la infección.

El comportamiento alimenticio determina la frecuencia al contacto con fuentes de infección,^{82,79} como los insectos (que comúnmente son los huéspedes intermediarios de algunos parásitos), tierra y agua infectadas.^{84, 79}

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^{82,79} sobre todo para parásitos de ciclo de vida directo.

El número de especies de parásitos depende de varios factores interrelacionados, algunos atribuibles al hospedero, otros al ambiente en el que éste vive y algunos inherentes a la biología del parásito mismo, por lo que la fauna parasitaria puede aportar una nueva dimensión al entendimiento de las interacciones ecológicas, al de los patrones de distribución y al de la compleja historia de muchas regiones y biotas.⁸⁵

Los datos obtenidos a partir de estudios parasitológicos sobre la evolución de interacciones ecológicas y de estructura de la comunidad, han determinado que la parasitología constituya una parte integral de programas de investigación sobre biodiversidad.⁸⁵

Así, los parásitos han sido utilizados como pruebas contemporáneas de biodiversidad, y como organismos que permiten monitorear el estado de los

ecosistemas, puesto que su presencia o ausencia hace posible inferir la riqueza de vertebrados e invertebrados en un hábitat particular, mediante el conocimiento de sus ciclos biológicos; de igual manera, la ausencia de ciertos parásitos o la presencia de otros puede ser indicativa del estrés de un hospedero individual, lo que a menudo refleja las alteraciones ambientales.⁸⁵

Cuando la presencia del parásito, causa efectos negativos en el hospedero, es debido a que se ha perdido el equilibrio de la relación huésped-parásito, y entonces el parásito está causando enfermedad en el hospedero y hay manifestaciones clínicas.⁸⁶

Aunque las infecciones por parásitos no siempre producen un efecto perceptible en muchos casos pueden incrementar la susceptibilidad del hospedero a la depredación o disminuir la competitividad del individuo.⁸⁷

El efecto más obvio de la enfermedad sobre la conducta alimentaria es la reducción voluntaria en el consumo de alimento.⁸⁸ Entre más altas son las cargas parasitarias y más agudas las manifestaciones clínicas, más se afecta la ingestión del alimento.^{89,67} Algunos animales tienden a alimentarse en lugares donde existen menores cargas parasitarias,⁹⁰ tal es el caso de caribúes en Alaska, que reducen su tiempo de pastoreo a medida que aumenta la presencia de ectoparásitos.⁶⁷

Las conductas sociales de un individuo enfermo o parasitado pueden alterarse de muchas formas respecto de los animales sanos, e influir también sobre la diversidad biológica. El éxito competitivo de un animal parasitado se reduce y, por lo tanto, representa un individuo que puede ser excluido por los demás miembros de su grupo social, de la misma o de otra especie, volviéndose presa con facilidad. Entre mayor es la intensidad de la infección en un animal, es más

fácilmente que éste sea rechazado del grupo social.⁹¹ De tal manera, si un animal altamente parasitado está más expuesto a que sea depredado, las tasas de mortalidad causadas por depredación pueden estar relacionadas con la virulencia y la prevalencia de alguna enfermedad.⁹² Además, si un parásito afecta a individuos de varias especies, y a diferentes niveles tróficos, los efectos que tendrá un agente infeccioso en la dinámica de los ecosistemas serán todavía mayores. La competencia ha sido postulada como una interacción que regula la dinámica de los sistemas biológicos y se presentan en cualquier comunidad o población. Esta interacción tiene como función la exclusión de especies o la coexistencia estable de éstas.⁹³ Se tienen evidencias de que las enfermedades intervienen en la dinámica competitiva de un ecosistema.⁶⁷

Es importante distinguir la enfermedad de la infección parasitaria, ya que los parásitos son parte de la compleja biología de los hospederos, en este caso los primates.⁹⁴ El aislar a los primates silvestres de los parásitos podría debilitar sus poblaciones impidiéndoles generar la inmunidad necesaria para contrarrestar a estos agentes parasitarios.^{95,94}

La interacción parásito-huésped ha actuado frecuentemente como una importante fuerza de selección, la cual puede afectar la densidad y distribución de las especies.^{96,97,98,99,100,79} La infección por endoparásitos es común entre los primates no humanos, sin embargo, muchos de los estudios que se han realizado al respecto, han estado restringidos a animales cautivos.^{101,79}

El equilibrio de la relación parásito-huésped, depende de tres factores: I) que el parásito pueda entrar en contacto con el huésped, II) que el huésped le proporcione las condiciones adecuadas para su desarrollo y III) que el parásito

sea capaz de resistir la reacción del huésped. Estos factores pueden variar por diversas causas, por lo que se considera que la relación parásito-huésped tiene un equilibrio dinámico.^{94, 79}

El equilibrio dinámico de la relación parásito-huésped conduce a la especificidad. La especificidad parasitaria se define como la adecuación de las especies de parásitos a ciertas especies de hospederos o grupos de estos. Por lo tanto, la especificidad es responsable en determinar la viabilidad de que ciertos hospederos adquieran ciertas especies de parásitos.^{82, 94}

Los parásitos son una parte importante de la diversidad biológica de los bosques tropicales, y la investigación de ellos puede mejorar la comprensión de los sistemas ecológicos, los procesos evolutivos y sus interacciones. El estudio de los parásitos en las poblaciones de primates silvestres proporciona conocimientos para la evaluación de la salud y el riesgo de infección en sus poblaciones.^{102, 103}

La fragmentación del hábitat puede hacer que las poblaciones de primates sean más sensibles a la infección por parásitos y, en algunos casos puede resultar en altas tasas de mortalidad y morbilidad.^{104, 103} Los monos aulladores (*A. palliata*) del sur de México están en peligro de extinción debido a la fragmentación y destrucción de su hábitat a causa de la actividad humana.^{105,}

106, 107,103

Hipótesis

Existe relación entre el grado de fragmentación del hábitat y los parásitos gastrointestinales al comparar la frecuencia y carga parasitaria en dos tropas de monos aulladores de la región de los Tuxtlas, Veracruz, México

Objetivo General

El objetivo de este trabajo fue comparar la frecuencia y carga parasitaria de dos tropas de monos *A. palliata* en dos fragmentos de selva en la región de Los Tuxtlas, Veracruz, México, con distinto grado de alteración, contrastándola por sexo y estacionalidad.

Objetivos Específicos:

- 1.- Determinar la diferencia en la positividad a parásitos, en los dos fragmentos.
- 2.- Encontrar la diferencia en la positividad por especies de parásitos, entre la zona fragmentada y la no fragmentada.
- 3.- Identificar la diferencia en la carga parasitaria, entre ambos fragmentos.
- 4.- Evaluar la diferencia en la positividad por especies de parásitos en relación a las variables de temporalidad, en los dos fragmentos.
- 5.- Determinar la diferencia en la carga parasitaria por especies de parásitos en relación a las variables de temporalidad, en los dos fragmentos.
- 6.- Evaluar las diferencias parasitarias entre sexos en los dos fragmentos.

Material y Métodos

El estudio se realizó analizando muestras de *A. palliata*, en la reserva de la Biosfera de los Tuxtlas (18°26' N y 94°55' O) con una elevación de 0 a 400m sobre el nivel del mar. Colectadas en dos áreas con distinto grado de fragmentación: Rancho Huber (18°36'08.64"N y 95°05'40.22"O) y Ruíz Cortines-3 (18°36'03.54"N y 95°05'36.57"O) (Figura 1). La primera a una altura de 60m sobre el nivel del mar y la segunda aproximadamente a 500m. Con una precipitación anual de 4900mm, durante la temporada de lluvias de marzo a mayo. Con una temperatura anual promedio de 27°C.⁴⁵

Rancho Huber es un gran fragmento con un corredor que se conecta con la selva continua de 244 hectáreas. Ruíz Cortines-3 es un fragmento pequeño de 7.2 hectáreas.

El grupo de estudio en El Rancho Huber es uno de 7 tropas, la particularidad de este grupo es que durante 5 años han estado en continua observación por lo que están habituados a la presencia de humanos, este grupo esta formado por 7 adultos, 4 hembras y 3 machos.

El grupo de estudio de Ruíz Cortines-3 se compone por 7 adultos, 4 machos y 3 hembras, siendo los únicos aulladores del fragmento.

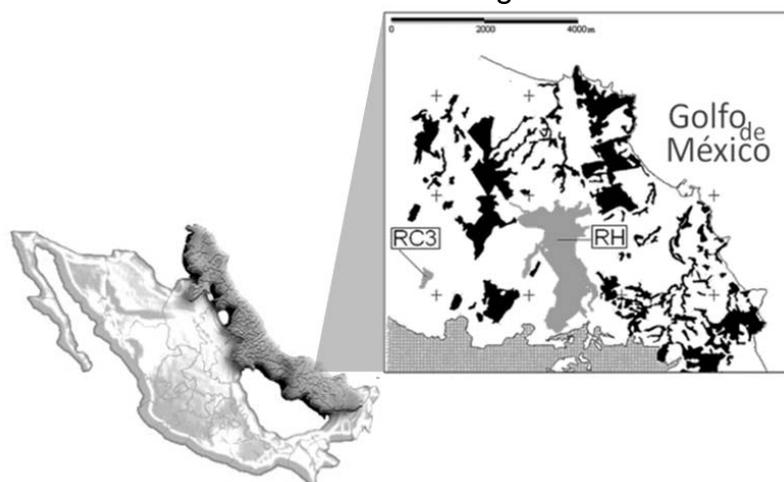


Figura 1: Zonas de muestreo Rancho Huber (RH) y Ruíz Cortines-3 (RC-3) modificado de Dunn¹⁰⁸

Se colectó una muestra de heces de cada mono por día. La colecta fue individual por cada adulto. Cada fragmento se muestreó durante un año, por 8 días, por cada mes desde febrero del 2006 a enero del 2007. El reconocimiento individual de cada mono aullador se realizó por medio de observación de genitales y los patrones característicos de colores en pies y cola (Figura 2).¹⁰⁹

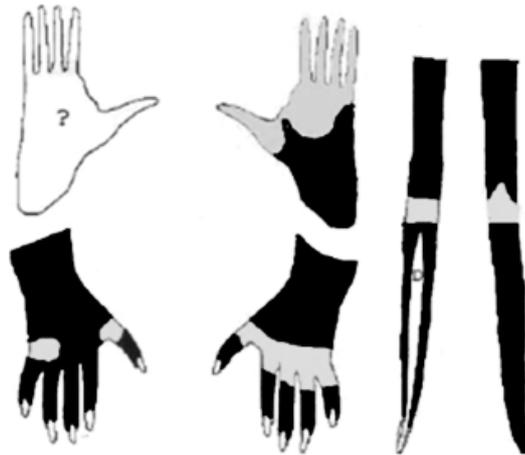


Figura 2: Ejemplo del patrón de coloración de las extremidades posteriores y cola.¹⁴

El muestreo se efectuó mediante técnicas indirectas no invasivas, con el fin de perturbar lo menos posible a los especímenes.¹¹³ El trabajo se realizó con heces únicamente. Las muestras fecales fueron colectadas del suelo, se evitó tomar la parte que queda en contacto con el suelo, se usaron tubos de plástico de 10mL con tapa de rosca, se depositaron aproximadamente 3g de materia fecal por tubo, usando 7mL de formol al 4% como conservador. Se trasladaron al laboratorio de diagnóstico parasitológico de la FMVZ de la UNAM, para su análisis. Por lo cual su identificación fue mediante la clasificación morfológica de los huevos u oocistos.^{114,115,116,117,118}

A las muestras se les realizaron las técnicas de flotación con solución salina saturada y Faust para determinar la presencia de huevos, oocistos y larvas; además de la prueba de Mc Master para cuantificar los huevos y oocistos.¹¹⁰

Los muestreos de cada 8 días se agruparon por cada individuo como muestreo seriado, por cada mes en cada zona de muestreo.

Se usó el modelo estadístico de análisis de ji-cuadrada para comparar las diferencias en la carga parasitaria entre los dos fragmentos (Rancho Huver y Ruiz Cortinez-3) con el programa estadístico EPIDATA versión 3.0,¹¹¹ y la prueba de distribución t de Student, para evaluar diferencias de carga parasitaria entre sexo, fragmentos y temporalidad con el programa estadístico PAST versión 1.83.¹¹²

Para evaluar las diferencias por temporalidad se dividió el período de muestreo en dos, según los niveles de precipitación, los cuales se separaron como temporada de alta precipitación (304.1- 486.3mm) abarcando los meses de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre; y temporada de baja precipitación (23.7-295.9mm) comprendida por los meses de Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Enero.

Resultados

Se analizaron un total de 845 muestras fecales de mono aullador, las cuales se agruparon por individuo y por mes, dando como resultado para el grupo de Rancho Huber (RH) un total de 61 datos individuales (Cuadro 1) y para Ruíz Cortines-3 (RC-3) un total de 70 datos (Cuadro 2). El total de muestras positivas fue de 41% de 61 muestras en el fragmento Rancho Huber (RH) y 36% de 70 muestras para Ruíz Cortines-3 (RC-3).

Se identificaron huevos de nematodos pertenecientes a los géneros: *Trypanoxyuris* sp (27.9% RH y 11.4% RC-3) (Figura 3) y *Strongyloides* sp (1.6% RH y 0% RC-3) (Figura 4); así como ooquistes de los géneros *Isospora belli* (3.3% RH y 0% RC-3) (Figura 5); *Cyclospora* sp (4.9% RH y 18.6% RC-3) (Figura 6) y *Eimeria* sp (11.5% RH y 14.3% RC-3) (Figura 7).

Para determinar el género *Cyclospora* se empleo la tinción de Zielh-Neelsen.¹¹⁹

Cuadro 1

Resultados individuales del grupo RH

Zona de muestreo	Mes de muestreo	Individuo	Trypanoxyuris sp	Cyclospora sp	Eimeria sp	Isospora belli	Strongyloides sp
Grupo RH	Feb	111		150		50	
		112	300	150			
		113					
		114					
		121	300				
		122					
	Mar	123		200			
		111					250
		112					100
		113					
		114					
		121					
	Abr	122					
		123					
		111	100				
		112					
		114					
		121			50		
	May	122					
		123	250				
		111	400				
		112					
		114					
		121	900				
	Jul	122					
		123					
		111	150		100		
		112	300				
		114					
		121					
	Ago	122					
		123	100				
		112	50				
		113					
		114					
		121	200				
	Sep	122	150				
		123	200				
		112					
		113					
		114					
		121					
Oct	122						
	123						
	112	200		150			
	113						
	114						
	121						
Nov	122						
	123	100					
	112	450					
	113			500			
	114			200			
	121	350		400			
Ene	122			300			
	123						
	112						
	113						
	114						
	121						

Cuadro 2

Resultados individuales del grupo RC-3

Zona de muestreo	Mes de muestreo	Individuo	Trypanoxyuris sp	Cyclospora sp	Eimeria sp	Isospora belli	Strongyloides sp	
Grupo RC-3	Feb	211	350	600				
		212		650				
		213						
		221			450	1500		
		222			500	300		
		223			500			
	Mar	224		350	350			
		211		300				
		212						
		213						
		221				350		
		222						
	Abr	223						
		224						
		211						
		212						
		213						
		221						
	May	222						
		223						
		224						
		211						
		212				250		
		213			250	200		
	Jul	221						
		222		150				
		223						
		224						
		211						
		212						
	Ago	213						
		221						
		222						
		223						
		224						
		211						
	Sep	212						
		213						
		221						
		222						
		223						
		224						
	Oct	211						
		212						
		213						
		221						
		222						
		223						
Nov	224							
	211		250					
	212		250					
	213							
	221							
	222							
Ene	223		200					
	224							
	211				1000			
	212			300	900			
	213				850			
	221			400	1000			
222			150	1000				
223				900				
224								



Figura 3: Huevos de *Trypanoxyuris* sp. 45 x 25 μ m (40X).



Figura 4: Huevo de *Strongyloides* sp. 45 x 27.5 μ m (40X).



Figura 5: Oocistos de *Isospora belli*. 22-33 x 10-19 μ m (40X).



Figura 6: Oocisto de *Cyclospora* sp. Tinción de Zielh-Neelsen 7 x 10µm (100x).



Figura 7: Oocisto de *Eimeria* sp. 12 x 10µm (40X).

La positividad anual a parásitos se comparó entre ambos grupos, se utilizó la prueba de Ji-cuadrada, los parásitos que mostraron diferencias significativas fueron *Trypanoxyuris* sp (17 en RH contra 8 en RC-3) y *Cyclospora* sp (3 en RH contra 13 en RC-3), con valores de $P \leq 0.05$ confianza (Cuadro 3, Gráfica 1)

Cuadro 3

Presencia de parásitos encontrados en las dos zonas de muestreo

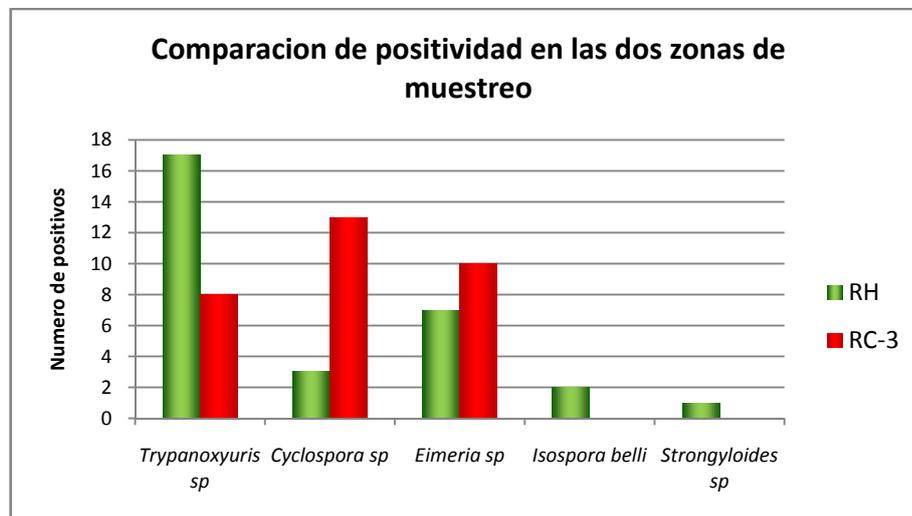
Parásitos	Grupo RH			Grupo RC-3			Prueba de Ji-cuadrada	
	(+)	(-)	Total	(+)	(-)	Total	Estadístico	Valor de P
<i>Trypanoxyuris</i> sp	17	44	61	8	62	70	5,5599	0,0184*
<i>Cyclospora</i> sp	3	58	61	13	57	70	5,3062	0,0212*
<i>Eimeria</i> sp	7	54	61	10	60	70	0,2050	0,6507
<i>Isospora belli</i>	2	59	61	0	70	70	1,6627	0,1972
<i>Strongyloides</i> sp	1	60	61	0	70	70	0,6573	0,4175

RH: Rancho Huber.

RC3: Ruíz Cortines-3.

*Valores de $P \leq 0.05$ con un 95% de confianza.

Gráfica 1



Se compararon los meses de muestreo por cada parásito, entre las dos zonas de muestreo, mediante la prueba de t de Student (Cuadro: 4), el único parásito que presentó diferencia significativa fue *Cyclospora* sp. con un valor de $P \leq 0.05$, con un 95% de confianza (Gráfica 2).

Cuadro 4

Número de individuos positivos a parásitos por mes en las 2 zonas de muestreo

	Mes	<i>Trypanoxyuris</i>	<i>Cyclospora</i>	<i>Eimeria</i>	<i>Isospora</i>	<i>Strongyloides</i>
Grupo RH	Febrero	2	3	0	1	0
	Marzo	0	0	0	1	1
	Abril	2	0	1	0	0
	Mayo	2	0	0	0	0
	Julio	3	0	1	0	0
	Agosto	4	0	0	0	0
	Septiembre	0	0	0	0	0
	Octubre	2	0	1	0	0
	Noviembre	2	0	4	0	0
	Enero	0	0	0	0	0
Grupo RC-3	Febrero	1	7	3	0	0
	Marzo	0	2	1	0	0
	Abril	0	0	0	0	0
	Mayo	2	2	0	0	0
	Julio	1	1	0	0	0
	Agosto	0	0	0	0	0
	Septiembre	0	0	0	0	0
	Octubre	0	0	0	0	0
	Noviembre	3	0	0	0	0
	Enero	1	1	6	0	0
Valores de P	0.27775	0.024439	0.33545	-	-	

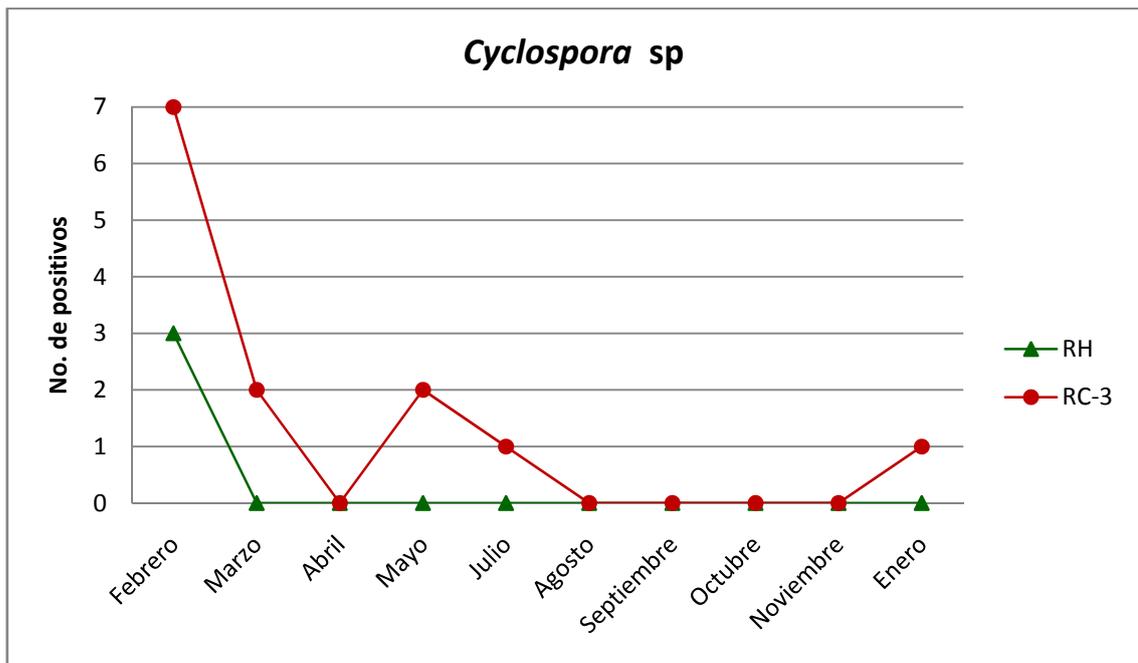
RH: Rancho Huber.

RC3: Ruiz Cortines-3.

Los resultados están expresados en huevos u oocistos promedio por gramo de heces.

*: ≤ 0.05

Gráfica 2



Los resultados de la carga parasitaria por fragmento se agruparon por individuo y fecha de muestreo (Cuadro: 5), en donde se observó que sólo tres parásitos mostraron diferencias estadísticas usando la prueba t de Student los cuales son: *Trypanoxyuris* sp con un valor de $P \leq 0.05$ (Gráfica: 3), *Cyclospora* sp con un valor de $P \leq 0.05$ (Gráfica: 4) y *Eimeria* sp un valor de $P \leq 0.05$ (Gráfica: 5).

Cuadro 5

Resultados promedio de carga parasitaria, de las dos zonas de muestreo.

	Mes	<i>Trypanoxyuris</i>	<i>Cyclospora</i>	<i>Eimeria</i>	<i>Iso spora</i>	<i>Strongyloides</i>
Grupo RH	Febrero	300	167	0	50	0
	Marzo	0	0	0	100	250
	Abril	175	0	50	0	0
	Mayo	650	0	0	0	0
	Julio	167	0	25	0	0
	Agosto	150	0	0	0	0
	Septiembre	0	0	0	0	0
	Octubre	150	0	150	0	0
	Noviembre	400	0	350	0	0
	Enero	0	0	0	0	0
Grupo RC-3	Febrero	350	493	307	0	0
	Marzo	0	325	350	0	0
	Abril	0	0	0	0	0
	Mayo	200	225	0	0	0
	Julio	200	300	0	0	0
	Agosto	0	0	0	0	0
	Septiembre	0	0	0	0	0
	Octubre	0	0	0	0	0
	Noviembre	233	0	0	0	0
	Enero	150	400	942	0	0
	Valores de P	0.027072*	0.0027942*	0.039946*	-	-

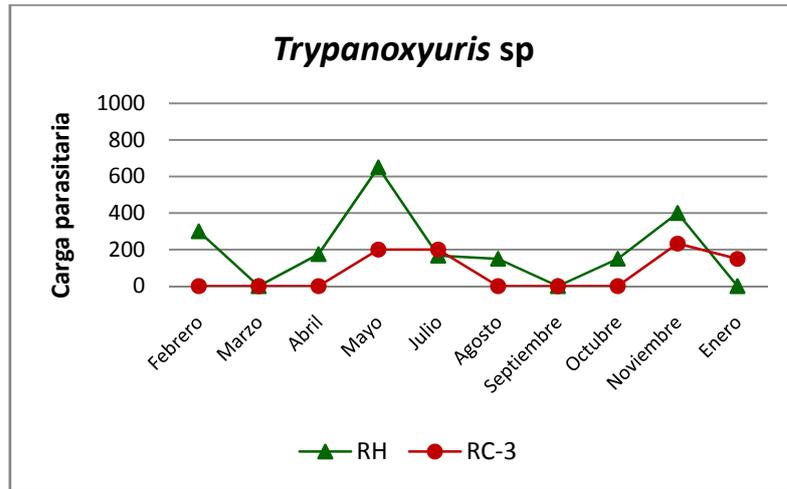
RH: Rancho Huber.

RC3: Ruíz Cortinez-3.

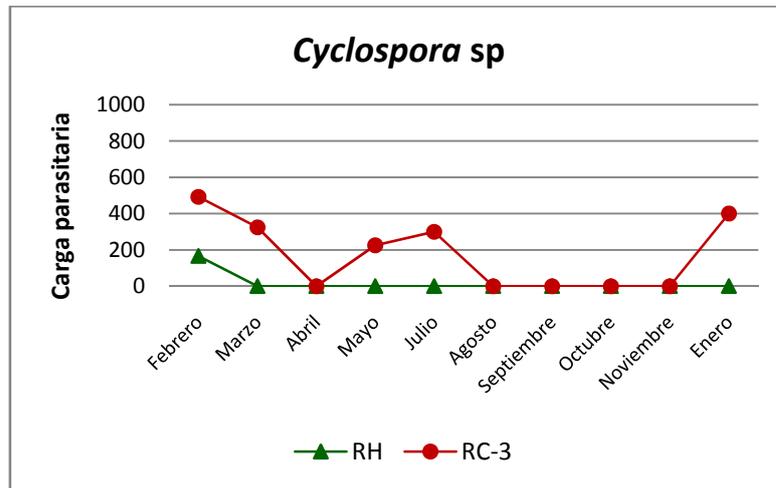
Los resultados están expresados en huevos u oocistos promedio por gramo de heces.

*: ≤ 0.05

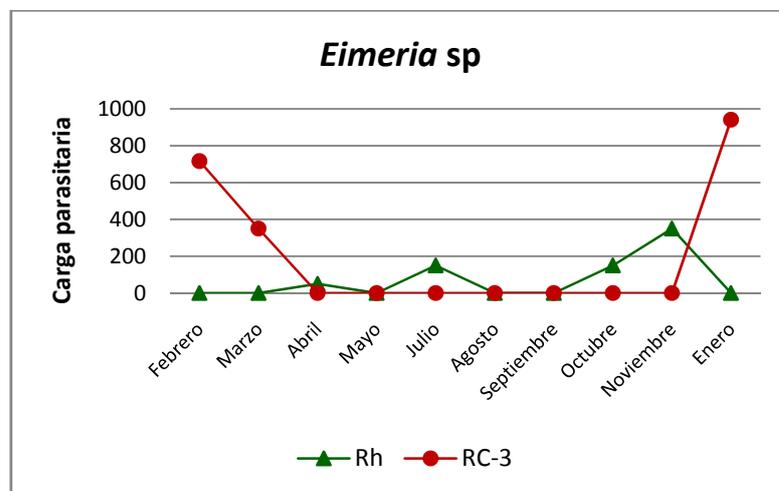
Gráfica 3



Gráfica 4

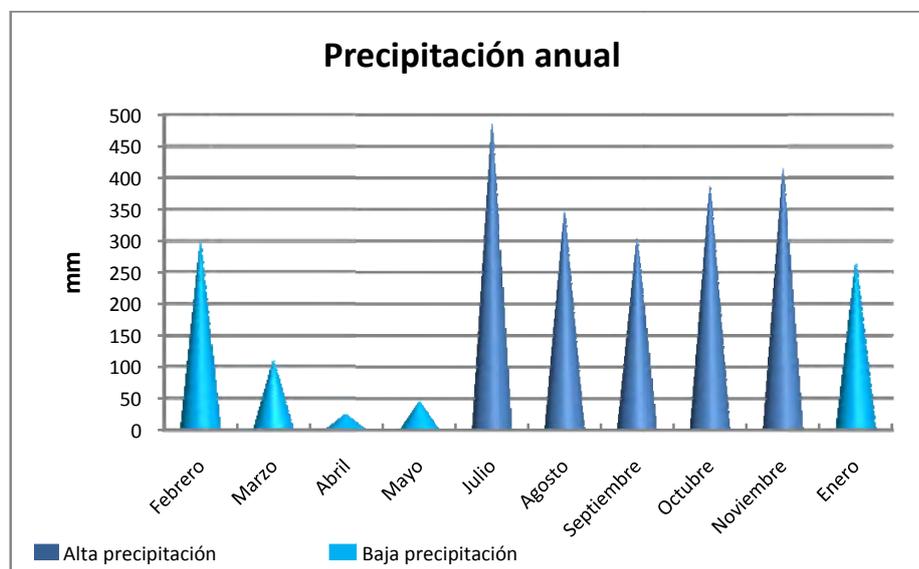


Gráfica 5



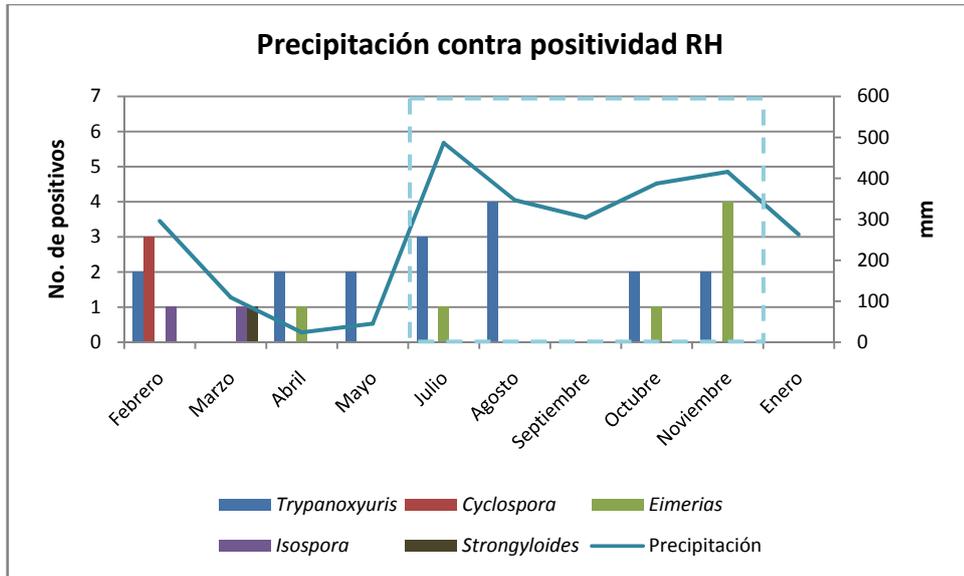
Para evaluar las diferencias por temporalidad se dividió el periodo de muestreo en dos, esto fue por niveles de precipitación, los cuales se separaron como temporada de alta precipitación (304.1- 486.3mm) abarcando los meses de Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre; y temporada de baja precipitación (23.7-295.9mm) comprendida por los meses de Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Enero (Gráfica: 6), estas dos temporadas fueron comparadas para saber si el nivel de precipitación presentaba diferencias significativas, para lo cual se usó la prueba de t de Student en la cual se obtuvo una $P \leq 0,05$ con un intervalo de confianza del 95%. La temperatura no presentó diferencias significativas en el periodo de alta precipitación las temperaturas oscilaron entre 21.6-23.7 °C y el periodo de alta precipitación fue de 23.7-27.1, los cuales mediante la prueba de t de Student se obtuvo un valor de $P \geq 0.05$ con una confianza del 95%.

Gráfica 6

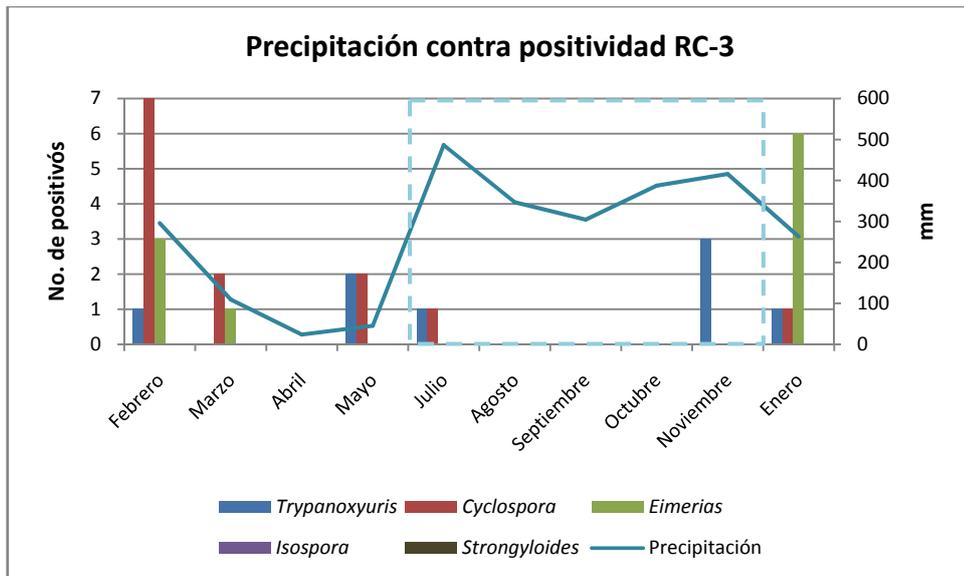


Se compararon los datos de presencia y carga parasitaria por grupos. Donde no hubo diferencias estadísticas mediante la prueba de t de Student, (Gráficas: 7 y 8).

Gráfica 7

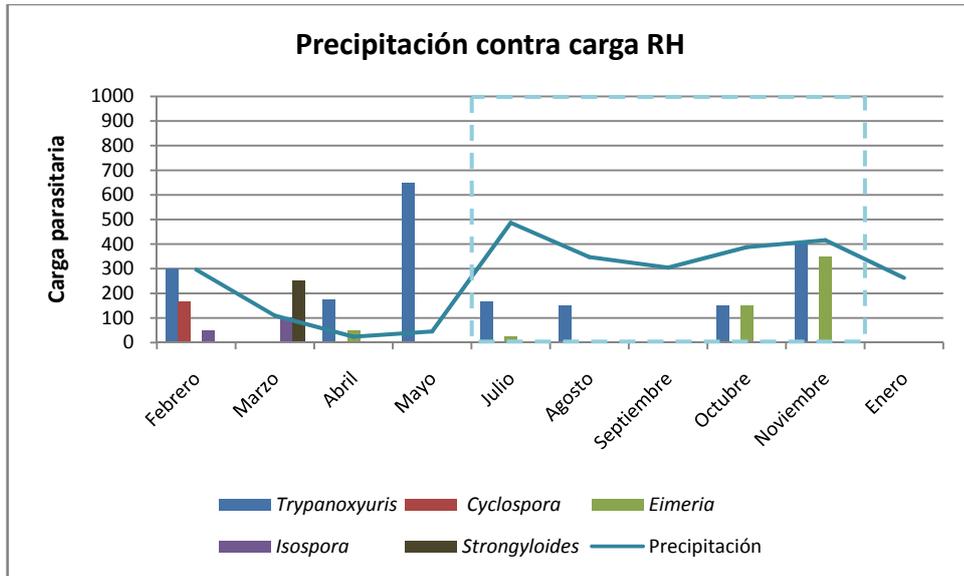


Gráfica 8

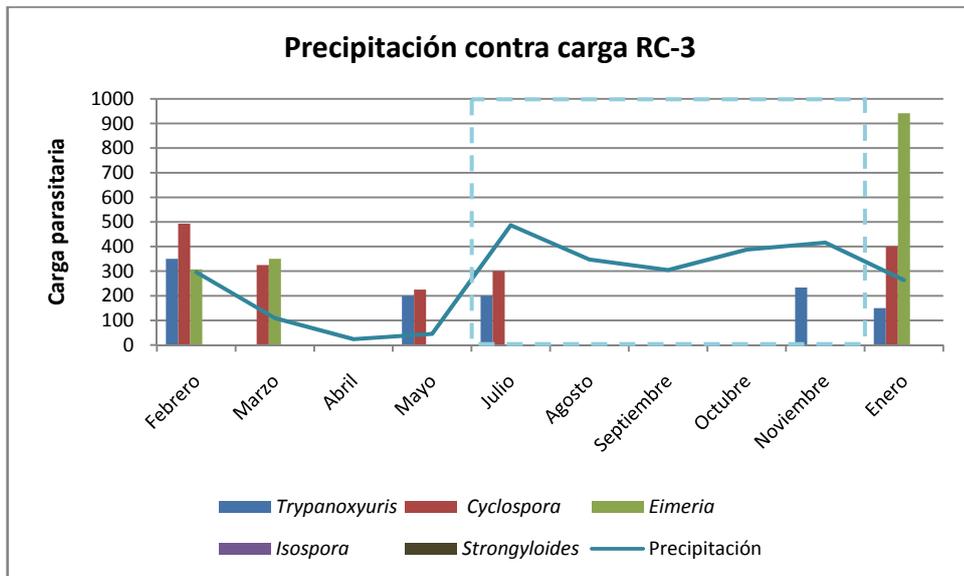


Al comparar la carga parasitaria por zonas de muestreo, no se encontró diferencias estadísticamente significativas mediante la prueba de t de Student (Gráficas 9 y 10). Sólo *Cyclospora* sp. presentó una diferencia muy cercana a lo significativo, al presentar un valor de $P \geq 0.05$ con una confianza del 95%, en el fragmento Ruíz Cortines-3.

Gráfica 9



Gráfica 10



Al comparar presencia y carga parasitaria entre hembras y machos en un mismo fragmento y entre el mismo sexo comparando los dos fragmentos, por cada género de parásitos, no se encontró diferencia significativa.

Discusión

Los datos obtenidos a través de las técnicas coproparasitológicas de flotación y Faust efectuado en las muestras fecales de monos aulladores (*Alouatta palliata*), se identificaron los siguientes parásitos en las dos zonas de muestreo: *Trypanoxyuris* sp, *Strongyloides* sp, *Cyclospora* sp y *Eimeria* sp; estos parásitos coinciden con los datos reportados para el género *Alouatta*,^{120, 121,122} *Isospora belli*, la especie no se encuentra registrada como parásito de los monos aulladores.

Isospora sp se ha reportado en el género *Alouatta*,¹²¹ más el caso de *Isospora belli*, es una coccidia que sólo se ha reportado en humanos, con una distribución cosmopolita siendo más común en regiones tropicales y subtropicales,^{123,124,125} cerdos, perros, ratones, ratas, conejos, cobayos, monos *Rhesus* no son aptos como hospederos definitivos^{126,127} sin embargo, en un estudio, se informó de la presencia de la infección en gibones.¹²⁸ Sin embargo, no se sabe si estos u otros animales pueden servir como huéspedes paraténicos de *I. belli*.¹²⁹ Cabe resaltar que las muestras positivas a *I. belli* son de monos del Rancho Hubert, el cual se encuentra más cerca de asentamientos humanos y es una zona de paso para los habitantes de la región, por lo cual se presume que esta cercanía con las poblaciones humanas podría influir en la presencia de este tipo de coccidias en los primates. El proceso de fragmentación ha hecho que los animales vayan perdiendo espacio, aproximándose cada vez más a la población humana variando su dieta

tradicional.¹³⁰ Esto produce un mayor riesgo de transmisión de parásitos de humanos hacia los monos, especialmente en el caso de los protozoarios.¹³¹

Al comparar las presencias parasitarias entre las dos zonas de estudio se encontró que en el fragmento Rancho Hubert es el menos perturbado fue donde mayor riqueza parasitaria se determinó (*Trypanoxyuris* sp, *Strongyloides* sp, *Cyclospora* sp, *Eimeria* sp e *Isospora belli*), mientras que en la zona de Ruiz Cortines 3 es donde hay mayor fragmentación fue menor la diversidad de parásitos (*Trypanoxyuris* sp, *Cyclospora* sp y *Eimeria* sp). Esto puede deberse a que la zona esta menos perturbada, los monos están en contacto con más variedad de organismos, con lo cual se incrementa la pluralidad en la helminto-fauna de los monos.¹²⁰

El parásito más frecuentemente identificado fue *Trypanoxyuris* sp (27.9% RH y 11.4% RC3), además es de los parásitos que comúnmente se reportan en monos aulladores,¹³² esto puede deberse a que las hembras grávidas del orden Oxyurida, distienden totalmente sus úteros, cuando esto ocurre, la hembra se desprende de su fijación a la pared del intestino y migran libremente dirigiéndose a la porción baja del colon para salir a través del ano para reptar en la región perianal en donde producen un intenso prurito.¹³³ La infección se realiza por ingestión de huevos infectantes.¹³⁴ Los primates al sentir el prurito se rascan con lo cual se contaminan las manos y van diseminando los huevos del parásito.

Al hacer la comparación por temporalidad en los dos grupos se observó que en el grupo Ruiz Cortines 3 la presencia de parásitos disminuyó durante la temporada de alta precipitación; este fenómeno no se presentó en el grupo Rancho Huber, esto puede deberse a que está influenciado por una mayor disposición de hojas en los árboles afectando de manera importante en la carga parasitaria de los monos,¹²¹ también podría influir que los monos al ser arborícolas, en muy raras ocasiones bajan de los árboles, y al aumentar las precipitaciones estas tengan un efecto de barrido diseminando tanto huevos como oocistos lejos de su alcance.¹³⁵

La principal amenaza de los monos y otras especies que comparten hábitat, es la actividad humana, entre la que destaca la ganadería,¹³⁶ la deforestación provoca la pérdida y la fragmentación del bosque original.^{137,138,139}

Los fragmentos de bosque remanente casi siempre son de tamaño reducido y forma irregular, aislados de otros segmentos de bosque.^{140,141,139}

Hay que poner especial atención en los protozoarios, para darle seguimiento en futuros estudios, para tener una visión más clara de la interacción que existe entre las distintas especies que conviven en las zonas, donde los monos aulladores habitan. La estrecha relación filogenética entre los seres humanos y los primates no humanos a resultado en un alto potencial para el intercambio de patógenos.^{142,143}

La Medicina de conservación indica que “las enfermedades juegan un papel muy importante en la dinámica de poblaciones” y que el contacto cercano entre animales y humanos amenaza la salud y la conservación.¹⁴⁴

Conclusiones

Se encontraron diferencias significativas de positividad a parásitos, entre los dos fragmentos.

El parásito mayormente identificado en ambos fragmentos fue *Trypanoxyuris* sp.

La carga parasitaria presentó diferencias ($P \leq 0.05$) en los parásitos *Trypanoxyuris* sp, *Cyclospora* sp y *Eimeria* sp

No fue posible identificar diferencias en la temporalidad ($P > 0.05$) de ambos fragmentos.

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre sexos en los dos fragmentos.

La primo identificación de *Isospora belli* en la especie (*A. palliata*) denota la importancia de estudios como el presente, por lo que se sugiere la realización de estudios adicionales en esta especie.

Literatura Citada

1. Aranda M. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Xalapa, México: Instituto de Ecología A.C., 2000.
2. Schneider H, Schneider MP, Sampaio I, Harada ML, Stahope M, Czelusniak J, Goodman M. Molecular phylogeny of the New World monkeys (Platyrrhini, Primates). *Mol Phylogenet Evol* 1993; 2:225-242.
3. Schneider H, Sampaio I, Harada ML, Stahope M, Czelusniak J, Goodman M. Molecular phylogeny of the New World monkeys (Platyrrhini, Primates) based on two unlinked nuclear genes: IRBT intro I and e globin secuencias. *Am J Phys Antropol.* 1996;100;153-179.
4. Rylands AB, Schneider H, Langguth A, Mittermeier RA, Groves CP, Rodríguez-Luna E. An assessment of the diversity of new world primates. *Neotrop Primates.* 2000;8:61-93.
5. Rylands AB, Groves CP, Mittermeier RA, Cortés-Ortiz L, y Hines JJH. Taxonomy and distributions of Mesoamerican primates. In: Estrada A, Garber PA, Pavelka M, Luecke L, editors. *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior, and Conservation.* New York: Springer. 2005;29-79.
6. Duarte PA. Relaciones sociales entre machos *Alouatta palliata* en Los Tuxtlas, México: Variaciones en función de factores sociodemográficos y ecológicos. (Tesis de Doctorado) Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid, 2007.
7. Estrada A, Coates-Estrada R. Aspects of ecological impact of howling monkeys (*Alouatta*) on their habitat: a review. En: Estrada A, Rodríguez-Luna E, López-Wilchis R, Coates-Estrada R, editores. *Estudios Primatológicos en México.* Xalapa, Ver. Universidad Veracruzana. 1993; 87-117.
8. Rodríguez-Luna E, García-Orduña F, Silva-Lopez G, Canales-Espinosa D. Primate conservation in Mexico. *Primate Conservation.* 1987; 8:114-118.

9. Rodríguez-Luna E, Cortés-Ortiz L, Ellis S, McCance E. Taller de conservación, análisis y manejo planificado para primates mexicanos. *Neotropical Primates* 4 (suplemento) 1996; 113-118.
10. NOM-059-SEMARNAT-2001 Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Abril del 2003.
11. IUCN 2006. *2006 IUCN Red List of Threatened Species*. <www.iucnredlist.org>. 22 Agosto 2007.
12. UNEP-WCMC. 18 March, 2007. *UNEP-WCMC Species Database: CITES-Listed Species* Sobre el [www:http://sea.unep-wcmc.org/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm?displaylanguage=esp&Genus=Alouatta&Species=palliata&source=animals&Country=MX&tabname=status](http://sea.unep-wcmc.org/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm/isdb/CITES/Taxonomy/tax-species-result.cfm?displaylanguage=esp&Genus=Alouatta&Species=palliata&source=animals&Country=MX&tabname=status)
13. Mittermeier RA. Ecology and behavior of neotropical primates. Washington, D.C.: World Wildlife Fund. 1988.
14. Cristóbal-Azkarate J. Determinación de la capacidad de carga de un hábitat y evaluación de la capacidad de adaptación conductual y social de los monos aulladores (*Alouatta palliata mexicana*). (Tesis de Doctorado), Barcelona España: Universitat de Barcelona, 2003.
15. Crockett CM, Eisenberg JF. Howlers: variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT, editors. *Primate Societies*. Chicago: The University of Chicago Press. 1987; 54-70.
16. Crockett CM. Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*. 1998; 19: 549-578.

17. Napier JR, Napier PH. A handbook of living primates. London, G.B.: Academic Press, 1967.
18. Rowe N. Pictorial Guide to the Living Primates. East Hampton, New York, USA: Pogonia Press, 1996.
19. Schön-Ybarra MA. Locomotion and postures of red howlers in a deciduous forest-savanna interface. *American Journal of Physical Anthropology* 1984; 63: 65-76.
20. Milton K. The Foraging Strategy of Howler Monkeys; A Study of Primate Economics. New York, USA: Columbia University Press, 1980.
21. Crockett CM, Eisenberg JF. Howlers: variations in group size and demography. In: Smuts BB, Cheney DL, Seyfarth RM, Wrangham RW, Struhsaker TT, editors. *Primate Societies*. Chicago: The University of Chicago Press. 1987; 54-70
22. Sekulic R. The function of howling in red howler monkeys (*Alouatta seniculus*). *Behaviour*, 1982a; 81: 38-54.
23. Sekulic R. Daily and seasonal patterns of roaring and spacing in four red howler *Alouatta seniculus* troops. *Folia Primatol*, 1982b; 39: 22-48.
24. Whitehead JM. Vox Alouattinae: A preliminary survey of the acoustic characteristics of long-distance calls of howling monkeys. *Int J Primatol*, 1995; 16: 121-144.
25. Cornick LA, Marrowitz H. Diurnal vocal patterns of the black howler monkey (*Alouatta pigra*) at Lamanai, Belize. *J Mammal*, 2002; 83: 159-166.
26. Aguiar LM, Reis NR, Ludwig G, Rocha VJ. Dieta, área de vida, vocalizações e estimativas populacionais de *Alouatta guariba* em um remanescente florestal no norte do estado do Paraná. *Neotrop Primates*, 2003;11:78-86.
27. Glander KE. Reproduction and population growth in free-ranging mantled howling monkeys. *Am J Phys Antropol*, 1980;53:25-36.

28. Jones CB. Reproductive patterns in mantled howler monkeys: Estrus, mate choice and copulation. *Primates*, 1985;26:130-142.
29. Coates-Estrada R, Estrada A. Manual de identificación de campo de los mamíferos de la estación de biología "los Tuxtlas". UNAM, México. 1986.
30. Bicca-Marques JC. 2003. How do howler monkeys cope with habitat fragmentation?. In: Marsh LK, editor. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. New York, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003;283-303.
31. Estrada A, Juan-Solano S, Ortiz-Martínez T, Coates-Estrada R. Feeding and general activity patterns of a howler monkey (*Alouatta palliata*) troop living in a forest fragment at Los Tuxtlas, Mexico. *Am J Primatol*, 1999;48:167-183.
32. Juan S, Estrada A, y Coates-Estrada R. Contrastes y similitudes en el uso de recursos y patrón general de actividades en tropas de monos aulladores (*Alouatta palliata*) en fragmentos de selva de Los Tuxtlas, México. *Neotropical Primates*, 2000;8:131-135.
33. Rodríguez-Luna E, Domínguez-Domínguez LE, Morales-Mávil JE, Martínez-Morales M. Foraging strategy changes in a *Alouatta palliata* mexicana troop released on an island. In: Marsh LK, editor. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. New York, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003;229-250.
34. Silver SC, Marsh LK. Dietary flexibility, behavioral plasticity, and survival in fragments: lessons from translocated howlers. In: Marsh LK, editor. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. New York, USA: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003p;251-265.
35. Milton K. Factors influencing leaf choice by howler monkeys: a test of some hypotheses of food selection by generalist herbivores. *American Naturalist*, 1979;114:362-367.

36. Braza F, Alvarez F, Azcarate T. Feeding habits of the red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in the llanos of Venezuela. *Mammalia*, 1983;47:205-214.
37. Glander KE. Feeding patterns in mantled howling monkeys. In: Kamil AC, Sangent TD, editors. *Foraging Behavior: Ecological, Ethological, and Psychological Approaches*. New York, USA: Garland Press, 1981p; 231-257.
38. Mittermeier RA. *Ecology and behavior of neotropical primates*. Washington, D.C.: World Wildlife Fund. 1988.
39. Neville MK, Glander KE, Braza F, Rylands AB., The howling monkey, genus *Alouatta*, in: A Mittermeier, AB Rylands, A Coimbra-Filho y GAB Fonseca editors. *Ecology and Behaviour of Neotropical Primates*, Washinton, D.C. USA. World Wildlife Found, 1988
40. Glander KE. Howling monkey feeding behaviour and plant secondary compounds: A study of strategies. In: Montgomery GG, editor. *Ecology of Arboreal Folivores*. Washington: Smithsonian Institution Press, 1978;561-574.
41. Gilbert KA, Stouffer PC. Use of a ground water source by mantled howler monkeys (*Alouatta palliata*). *Biotropica* 1989;21:380
42. Zarza-Villanueva H. Ficha técnica de *Alouatta palliata*. En: Medellín R, compilador. *Los mamíferos mexicanos en riesgo de extinción según el PROY-NOM-059-ECOL-2000*. Instituto de Ecología Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W005. México. D.F. 2006.
43. Gillespie TR, Chapman CA. Prediction of Parasite Infection Dynamics in Primate Metapopulations Based on Attributes of Forest Fragmentation. *Conservation Biology*, 2006;2:441-448.
44. Estrada A. Survey and census of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in the rain forest of "Los Tuxtlas", Veracruz, Mexico. *Am J Primatol*, 1982;2:363-372.

45. Estrada A, Coates-Estrada R. Tropical rain forest fragmentation and wild populations of primates at Los Tuxtlas. *International Journal of Primatology*, 1996;5:759-783.
46. Gómez-Marín F, Veà JJ, Rodríguez-Luna E, García-Orduña F, Canales-Espinosa D, Asensio N. The survival of a group of howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana*) in disturbed and restricted habitat al Los Tuxtlas, Veracruz, Mexico. *Neotropical Primates*, 2001;9:60-67.
47. Martín del Pozzo AL. Geología. En González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC, editores. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM, CONABIO, México, D. F.: 1997;25-31.
48. Soto M, Gama L. Climas. En González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC, editores. *Historia Natural de Los Tuxtlas*. UNAM, CONABIO, México, D. F.: 1997;7 23.
49. Diario Oficial de la Federación. 23 de noviembre de 1998. Decreto por el que se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región denominada Los Tuxtlas, ubicada en los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Soteapan y Tatahuicapan de Juárez, en el estado de Veracruz.
50. García E. Modificaciones al Sistema de clasificación de Koeppen. Instituto de Geografía, UNAM, México, D. F. 1981.
51. Soto, M. y E. García. Atlas Climático del Estado de Veracruz. Instituto de Ecología, Xalapa, México. 1989.
52. Escobedo-Morales, Mandrujano. Viabilidad metapoblacional del mono aullador (*Alohuatta palliata mexicana*) en un paisaje altamente fragmentado de los Tuxtlas, México. En Harvey CA, Sáenz JC, editores. *Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Editorial INBio, Heredia, Costa Rica. 2007.

53. Ibarra-Manríquez G, Martínez-Ramos M, Dirzo R, Núñez-Farfán J. 1997. La vegetación. En González-Soriano E, Dirzo R, Vogt RC, editores. Historia Natural de Los Tuxtlas. UNAM, CONABIO, México, D. F.: 1997;61-85
54. Estrada A, Coates-Estrada R. Tropical rain forest conversion and perspectives in the conservation of wild primates (*Alouatta* and *Ateles*) in México. *American Journal of Primatology*, 1988;14:315-327.
55. Dirzo R, Garcia MC. Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical area in southeast México. *Conserv Biol*, 1992;6:84-90.
56. Guevara SS, Laborde JD, y Sánchez-Ríos G. La fragmentación. In: Guevara SS, Laborde JD, y Sánchez-Ríos G, editores. Los Tuxtlas: El Paisaje de la Sierra. Veracruz: Instituto de Ecología, A.C. y Unión Europea. 2004;111-134.
57. García-Orduña F. 1995. Fragmentación del hábitat y demografía de primates en la región de los Tuxtlas, Veracruz. En Rodríguez Luna E, Cortés Ortiz L, Martínez Contreras J, editores. Estudios Primatológicos en México. Volumen II. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 1995;61-80
58. Estrada A, Coates-Estrada R. 1995. La contracción y fragmentación de las selvas y las poblaciones de primates silvestres: el caso de Los Tuxtlas, Veracruz. Rodríguez Luna E, Cortés Ortiz L, Martínez Contreras J, editores. Estudios Primatológicos en México. Volumen II. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 1995;25-60.
59. Chapman C, Peres C. Primate conservation in the new millennium: the role of scientists. *Evolutionary Anthropology*, 2001;10:16-33.
60. Palacios-Silva R, Mandujano S. Análisis de la conectividad de hábitat del mono aullador en un paisaje altamente perturbado de México. En Harvey CA, Sáenz JC, editores. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica. Editorial INBio, Heredia, Costa Rica. 2005

61. Swart J, Lawes MJ. The effect of habitat patch connectivity on samango monkey (*Cercopithecus mitis*) metapopulation persistence. *Ecological Modeling*, 1996;93:57-74.
62. Marsh LK. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. New York, 2003.
63. Manabe S, Wetherald RT. Reduction in summer soil wetness induced by an increase in atmospheric carbon dioxide. *Science*, 1986; 232: 626-628.
64. Schindler DW, Beaty KG, Fee EJ, Cruikshank DR. Effects of climatic warming on lakes of the central boreal forest. *Science*, 1990;250:967-970.
65. Ehrlich PR, Ceballos G. Población y medio ambiente: ¿qué nos espera? *Rev Acad Mex Cienc*, 1998; 48: 19-30.
66. Meffe G K, Carrol CR. *Principles of conservation biology*. Sunderland (Ma): Sinauer Associates, 1994.
67. Suzán G, Galindo F, Ceballos G. La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de fauna silvestre. *Vet Méx*, 2000;31(3):223-230.
68. Marsh LK, editor. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*, Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, USA. 2003.
69. Clarke MR, Zucker EL. Survey of the howling monkey population at La Pacifica: A seven-year follow-up. *International Journal of Primatology*, 1994;15:61-73.
70. Fedigan L M, Rose LM, Morera-Ávila R. Growth of mantled howler groups in a regenerating Costa Rican dry forest. *International Journal of Primatology*, 1998;19:405-432.
71. Clarke MR, Collins DA, Zucker EL. Responses to deforestation in a group of mantled howlers (*Alouatta palliata*) in Costa Rica. *International Journal of Primatology*, 2002;23:365-381.
72. Jones C. Dispersal in mantled howler monkeys: a threshold model. *Mastozoología Tropical*, 1995;2:207-211.

73. Crockett CM. Conservation biology of the genus *Alouatta*. *International Journal of Primatology*, 1998;19:549-578.
74. Fedigan L. *Primate paradigms: sex roles and social bonds*. The University of Chicago Press. 1992.
75. Glander KE. Dispersal patterns in Costa Rican mantled howling monkeys. *International Journal of Primatology*, 1992;13:415-436.
76. Pope TR. The influences of dispersal patterns and mating system on genetic differentiation within and between populations of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*). *Evolution*, 1992;46:1112-1128.
77. Gonçalves EC, Ferrari SF, Silva A, Coutinho PEG, Menezes EV, Schneider MPC. Effects of habitat fragmentation on the genetic variability of silvery marmosets, *Mico argentatus*. En Marsh LK, editor. *Primates in Fragments: Ecology and Conservation*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, USA. 2003;17-28.
78. Terborgh J. Maintenance of diversity in tropical forests. *Biotropica*, 1992;24:493–292.
79. Stoner, González-Di Pierro, Maldonado-López. Infecciones de Parásitos Intestinales de Primates: Implicaciones para la Conservación. *Universidad y Ciencia número especial II*, 2005;61-72.
80. Stuart MD, Strier KB. Primates and parasites: a case for a multidisciplinary approach. *International Journal of Primatology*, 1995;4:577–593.
81. Stoner KE. Prevalence and intensity of intestinal parasites in mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in northeastern Costa Rica: Implications for conservation biology. *Conservation Biology*, 1995;2:539–546.
82. Freeland WJ. Parasites and the coexistence of animal host species. *American Naturalist*, 1983;2:223–236.
83. Caldecott J. Medicine and the fate of tropical forest. *British Medical Journal*, 1987;295: 229–230.

84. Gilbert KA. Endoparasitic infection in red howling monkeys *Alouatta seniculus* in the Central Amazonian basin. A cost of sociality? (Tesis de Doctorado), Rutgers University, New Brunswick. 1994.
85. Pérez-Ponce de León, García-Prieto L. Los Parásitos en el Contexto de la Biodiversidad y la Conservación. *Biodiversitas*, 2001;6(34):11-15
86. Campillo MC, Vázquez FA, Fernández ARM, Acedo MCS, Rodríguez SH, López-Cozar IN, Baños PD, Romero HQ, Varela MC. *Parasitología Veterinaria*. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, 1999.
87. Scott ME. The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. *Conservation Biology*, 1988;2:40–56.
88. Fraser AF, Broom DM. *Farm animal behaviour and welfare*. 3rd ed. London. (UK): Bailliere Tindall, 1990.
89. Kyriazaki I, Tolkamp BJ, Hutchings MR. Towards a functional explanation for the occurrence of anorexia during parasitic infections. *Anim Behav*, 1998;56:265-274
90. Hart BL. Behavioral adaptations to pathogens and parasites: five strategies. *Neurosci Biobehav Rev*, 1990;14:273-294.
91. Porteus IS, Pankhurst SJ. Social structure of the mara (*Dolichotis patagonum*) as a determinant of gastro-intestinal parasitism. *Parasitology*, 1998;116:269-275.
92. Schall JJ, Putman RW. Lizards infected with malaria: physiological and behavioral consequences. *Science* 1982;217:1057-1059.
93. Connell JH. Some mechanisms producing structure in natural communities: a model and evidence from field experiments. In: Cody ML, Diamond JM, editors. *Ecology and evolution of communities*. Cambridge (Ma): Harvard University Press, 1975:460-490.

94. Cordero MC, Vázquez FA, Fernández ARM, Acedo MCS, Rodríguez SH, López-Cozar IN, Baños PD, Romero HQ, Varela MC. Parasitología Veterinaria. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid. 1999.
95. Markell EK, Voge M. Parasitología: diagnóstico, prevención y tratamiento. Manual Moderno, D.F. 1984.
96. Anderson RM. Parasite pathogenicity and the depression of host population equilibria. *Nature* 1979;279:150–152.
97. Anderson RM, May RM. Population biology of infectious diseases. *Nature*, 1979;280: 361–366.
98. Price PW Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1980.
99. Holt RD, Pickering J. Infectious disease and species coexistence: A model of Lotka-Volterra form. *American Naturalist*, 1985;126:196–211.
100. Scott ME, The impact of infection and disease on animal populations: implications for conservation biology. *Conservation Biology* 1988;2: 40–56.
101. Kalter SS. Infectious diseases of nonhuman primates in a zoo setting. *Zoo Biology*, 1989;1:61–76.
102. Gillespie TR, Greiner EC, Chapman CA. Gastrointestinal parasites of the colobus monkey of Uganda. *Journal of Parasitology*, 2005;91:569–573.
103. Trejo-Macías G, Estrada A, Mosqueda Cabrera MA. Survey of helminth parasites in populations of two species of howler monkeys (*Alouatta palliata mexicana* and *A. pigra*) in continuous and in fragmented habitat in southern Mexico. *Int Jour of Primat*, 2007;28:931-945.
104. Shalk G., Forbes MR. Male biases in parasitism of mammals: effects of study type, host age and parasite taxon. *Oikos*, 1997;78:67–74.
105. Cuarón AD, de Grammont PC, Cortés-Ortíz L, Wong G, Silva JCS, Rylands AB, et al. (2003). IUCN Red List of Threatened Species Assessment and Evaluation of *Alouatta pigra*. <http://www.redlist.org/search/details.php?species = 914>.

106. Estrada A, Garber PA, Pavelka M, Luecke LG. Overview of the Mesoamerican primate fauna, primate studies and conservation concerns: An introduction. In Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke L, editors. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: Distribution, ecology, behavior and conservation*. New York: Springer, 2006;1-22.
107. Van Belle S, Estrada A. Demographic features of *Alouatta pigra* populations in extensive and fragmented forests. In Estrada A, Garber PA, Pavelka MSM, Luecke L, editors. *New perspectives in the study of Mesoamerican primates: Distribution, ecology, behavior and conservation*. New York: Springer, 2006;121-142.
108. Dunn JC, Cristóbal-Azkarate J, Veà JJ. Differences in diet and activity pattern between two groups of *Alouatta palliata* associated with the availability of big trees and fruit of top food taxa. *Am. J. Primatol*, 2009;71:1-9.
109. Cristóbal-Azkarate J, Veà J, Asensio N, Rodríguez-Luna E. Biogeographical and Floristic Predictors of the Presence and Abundance of Mantled Howlers (*Alouatta palliata mexicana*) in Rainforest Fragments at Los Tuxtlas, México. *A. J. of Primatology*, 2005;67:209–222.
110. Acevedo HA, Romero CE y Quintero MT. *Manual de prácticas de la cátedra de parasitología y enfermedades parasitarias*. Depto. de Parasitología, Fac. de Med Vet y Zoot. México: UNAM, 1988.
111. OPS/OMS EPIDATA, Programa para Análisis Epidemiológico de Datos Tabulados. Versión 3.0. Xunta de Galicia, Consellería de Sanidade, Dirección Xeral de Saúde Pública Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) Área de Análisis de Salud de Información Sanitaria. 2003.
112. Hamer Q, Harper DAT y Ryan PD. 2001. PAST: Paleontology Statistic software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):9 pp.

113. Gillespie TR. Noninvasive Assessment of Gastrointestinal Parasite Infections in Free-Ranging Primates. *International Journal of Primatology*, 2006;27(4):1129-1143.
114. Adam KMG, Paul J, Zaman V. *Medical and veterinary protozoology an illustrated guide*. Churchill Livingstone. London, 1971.
115. Borchert A. *Parasitología Veterinaria*. 3ª edición, Editorial Acribia, España, 1981.
116. Yamguchi T. *A colour atlas of clinical parasitology*. Wolfe Medical Publications Ltd. Japan, 1981.
117. Foreyt WJ. *Veterinary Parasitology Reference Manual*. Fourth edition. Wiley-Blackwell, 1997.
118. Magaldi-Lara BP. *Determinación de helmintos en Ateles geoffroyi (mono araña) en poblaciones en vida libre*. (Tesis de licenciatura). DF (México) México: UNAM, 2004.
119. Almirall P, Escobedo A, Cimerman S. *Cyclospora cayetanensis*: un protozoo intestinal emergente. *Rev Panam Infectol* 2008;10(1):24-29.
120. Stuart MD, Greenspan LL, Glander KE, Clarke M. A coprological survey of parasites of wild mantled howling monkeys, *Alouatta palliata palliata*. *Journal of Wildlife Disease*, 1990;26: 547–549.
121. Stoner KE, González-Di Pierro A. Intestinal parasitic infections in *Alouatta pigra* in tropical rainforest in Lacandona, Chiapas, Mexico: Implications for behavioral ecology and conservation. In: Estrada A, Garber P, Pavelka MSM, Luecka L, editors. *New Perspectives in the Study of Mesoamerican Primates: Distribution, Ecology, Behavior and Conservation*. Springer Press, NY: 2005;215–240.
122. Bonilla-Moheno M. *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) en Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, D. F.
2002.

123. Fayer R, Gamble HR, Ernst JV. *Isospora suis*: development in cultured cells with some cytological observations. Proc. Helminthol. Soc. Wash, 1984;51:154–159.
124. Junod C, Nault M, Copet M. La coccidiosis a *Isospora belli* chez les sujets immuno-competents. Bull. Soc. Pathol. Exot, 1988;81:317–325.
125. Sorvillo FJ, Lieb LE, Seidel J, Kerndt P, Turner J, Ash LR. Epidemiology of isosporiasis among persons with acquired immunodeficiency syndrome in Los Angeles County. Am. J. Trop. Med. Hyg, 1995;53:656–659.
126. Foner A. An attempt to infect animals with *Isospora belli*. Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. 1939;33:357–358.
127. Jeffery GM. Human coccidiosis in South Carolina. J. Parasitol, 1956;42:491–495.
128. Zaman V. Observations on human *Isospora*. Trans. R. Soc. Trop Med. Hyg, 1968;62:556–557.
129. Lindsay DS, Dubey JP, Blagburn BL. Biology of *Isospora* spp. from humans, nonhuman primates, and domestic animals Clin. Microbiol Rev, 1997 10: 19-34.
130. Gilbert, F.F. & D.G. Dodds. The philosophy and practice of wildlife management. Robert E. Krieger, Malabar, Florida, EEUU. 1978.
131. Chinchilla CM, Guerrero BM, Gutiérrez-Espeleta, Sánchez PR, Rodríguez OB. Parásitos intestinales en monos congo *Alouatta palliata* (Primates: Cebidae) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop, 2005;53:437-445.
132. Amato JFR, Amato SB, Calegari-Marques, Bicca-Marques JC. *Trypanoxyuris* (*Trypanoxyuris*) *minutus* associated with the death of a wild southern brown howler monkey, *Alouatta guariba clamitans*, in rio grande do sul, brazil. Arq. Inst. Biol. 2002;69:99-102.

133. Chester B P, Clifton J R y Wayne C E. Parasitología clínica, 2ª edición Edit, Salvat, reimp, 1992; 327-331.
134. Soulsby E.J.L. Parasitología y enfermedades parasitarias de los animales domésticos. 7ª edición, nueva editorial interamericana, 1987; 157-159.
135. Cheryl M. Davies, Christobel M. Ferguson, Christine Kaucner,1 Martin Krogh, Nanda Altavilla, Daniel A. Deere y Nicholas J. Ashbolt. Dispersion and Transport of *Cryptosporidium* Oocysts from Fecal Pats under Simulated Rainfall Events. Applied and environmental microbiology, 2004;70:1151–1159.
136. Guevara S, Laborde J, Liesenfeld D y Barrera O. Potrereros y ganadería. en E. González-Soriano; R. Dirzo y R. C. Vogt, editores. Historia Nacional de Los Tuxtlas. UNAM, CONABIO, México, D. F. 1997;43-58.
137. Saunders, D. A.; R. J. Hobbs y C. R. Margules. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology, 1991;5:18-32.
138. Fahrig L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic, 2003;34:487-515.
139. Arroyo VR, Mandujano S. Efectos de la fragmentación sobre la composición y la estructura de un bosque tropical lluvioso mexicano. Celia A. Harvey y Joel C. Sáenz, editores. Evaluación y conservación de la biodiversidad en paisajes fragmentados de mesoamérica. Editorial INBio, 2007.
140. Laurance W F, Lovejoy TE, Vasconcelos HL, Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC, Gascon C, Bierregaard RO, Laurance SG, Sampaio E. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. Conservation Biology, 2002;16:605-618.
141. Hill JL, Curran PJ. Area, shape and isolation of tropical forest fragments: effects on tree species diversity and implications for conservation. Journal of Biogeography, 2003;30:1391-1403.
142. Ott-Joslin JE. Zoonotic diseases of nonhuman primates. In Fowler ME. Editor. Zoo and Wild Animal Medicine. W. B. Saunders, Philadelphia, 1993;358–373.

143. Wolfe ND, Escalante AA, Karesh WB, Kilbourn A, Spielman A, Lal AA. Wild primate populations in emerging infectious disease research: The missing link? *Emerg. Infect. Dis*, 1998;4:149–158.
144. Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife-treats to biodiversity and human health. *Science*, 2000;287:443-449.