

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**MALARIA EN PRIMATES HUMANOS Y NO HUMANOS DEL
CENTRO DE REHABILITACIÓN DE FAUNA SILVESTRE "ARCAS"
EN FLORES, PETÉN**

EDUARDO ANIBAL SALGUERO ESTRADA

GUATEMALA MARZO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**MALARIA EN PRIMATES HUMANOS Y NO HUMANOS DEL
CENTRO DE REHABILITACIÓN DE FAUNA SILVESTRE "ARCAS"
EN FLORES, PETÉN**

TESIS

**Presentada a la Junta Directiva de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia**

POR

EDUARDO ANIBAL SALGUERO ESTRADA

Al conferírsele el Grado Académico de

Médico Veterinario

GUATEMALA MARZO DE 2009

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque.
SECRETARIO: Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina.
VOCAL I: Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras.
VOCAL II: Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero.
VOCAL III: Med. Vet. y Zoot. Mario Antonio Motta González.
VOCAL IV: Br. David Granados Dieseldorff.
VOCAL V: Br. Luis Guillermo Guerra Bone.

ASESORES

Mag. Sc. M.V. Dennis Sigfried Guerra Centeno

Med. Vet. Manuel Eduardo Rodríguez Zea

Med. Vet. Jorge David Morán Villatoro

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los Estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo titulado

“MALARIA EN PRIMATES HUMANOS Y NO HUMANOS DEL CENTRO DE REHABILITACIÓN DE FAUNA SILVESTRE “ARCAS” EN FLORES, PETÉN”

Que fuera aprobado por junta directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de

MÉDICO VETERINARIO

ACTO Y TESIS QUE DEDICO

- A DIOS:** Por darme la vida, su amor, compasión, perdón, comprensión, amistad y por sobre todo por cumplir cada una de sus promesas. Todo es por ti y para ti.
- A MI PADRE:** Por ser un ejemplo de amor, trabajo y humildad; te admiro y espero poder ser la mitad de buen hombre que tu sos, pues sería suficiente para ser una persona de bien.
- A MI MADRE:** Por ser tan amorosa, comprensiva, y de gran corazón. Porque siempre estuviste a mi lado haciéndome sentir importante y muy amado, y porque siempre me apoyas en cada paso de mi vida.
- A MIS HERMANA:** Por siempre creer en mí, y por brindarme su amor incondicional. Porque siempre estuvo allí para darme su mano y jamás esperar nada a cambio.
- A MIS ABUELAS Y TIA:** Porque siempre me han querido y cuidado de una forma muy especial, al igual que yo a ustedes.
- A MI FUTURA ESPOSA:** Porque juntos aprendimos a vencer muchos obstáculos con nuestro amor y el amor de Dios, porque serás mi familia y porque te amo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 MALARIA	4
4.1.1 Concepto	4
4.1.2 Factores Ambientales	4
4.2 Malaria en humanos	4
4.2.1 Reseña Histórica	4
4.2.3 Etiología	5
4.2.4 Epidemiología	5
4.2.5 Fisiopatología	6
4.2.6 Diagnóstico	7
a) Caso Confirmado:	7
b) Caso Sospechoso:	7
- Medios de Diagnóstico Alternativos	7
c) Tinción de Field	7
d) Naranja de Acridina	8
e) Técnicas Moleculares	8
4.2.7 Manifestaciones Clínicas	8
4.3 Malaria en primates no humanos	9
4.3.1 Etiología	9
4.3.2 Fisiopatología	9
4.3.3 Distribución Geográfica	10

4.3.4	Ocurrencia de Malaria humana por Plasmodios de Primates no humanos	10
4.3.5	Ocurrencia en los primates no humanos	10
4.3.6	Enfermedad que producen los plasmodios de primates no humanos en el hombre	10
4.3.7	La enfermedad en primates no humanos	11
4.3.8	Fuentes de infección y modo de transmisión	11
4.3.9	Diagnóstico	12
	V. MATERIALES Y MÉTODOS	14
5.1	Recursos Biológicos	14
5.2	Criterios de Inclusión	14
5.3	Recursos Institucionales	14
5.4	Equipo	14
5.5	Procedimiento	15
5.5.1	Área de estudio	15
5.5.2	Toma de Muestra	15
5.5.3	Procesamiento de Muestra	16
5.5.3.1	Frotis sanguíneo	16
5.5.3.2	Gota gruesa	16
5.5.3.3	Tinción	16
5.6	Observación y análisis de muestras	16
5.7	Métodos estadísticos	17
	VI. RESULTADOS Y DISCUSION	18
6.1.1	Resultados	18
6.1.2	Discusión	18
	VII. CONCLUSIONES	21
	VIII. RECOMENDACIONES	22

IX. RESUMEN	23
X. BIBLIOGRFÍA	24
IX. ANEXOS	27

I. INTRODUCCIÓN

La malaria es una enfermedad de gran importancia a nivel mundial, afectando a 500 millones de personas y cobrando la vida de 8 millones de éstas en más de 100 países cada año. La mitad de la población mundial vive en riesgo de adquirir la enfermedad y factores como el calentamiento global y los movimientos poblacionales hacen que aumente el número de países y regiones con la posibilidad de adquirir malaria (Martinez, 2005).

Hasta hace algunos años la malaria era considerada una antroponosis, es decir una protozoosis propia del hombre y transmitida de hombre a hombre por medio de la picadura de mosquitos anofelinos; sin embargo en las últimas décadas se ha acumulado evidencia sobre el parentesco y hasta identidad entre las especies de *Plasmodium* que afectan a primates no humanos y las que afectan a los humanos (Acha y Boris, 2003).

No existe información sobre la prevalencia y especies de *Plasmodium* que afectan a primates no humanos en Guatemala y a las poblaciones humanas relacionadas a éstos.

En el presente estudio pretendo describir algunos aspectos de la malaria en primates no humanos y humanos del centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, en Flores, Petén.

II. HIPÓTESIS

- La prevalencia de malaria es mayor al 50% en primates humanos y no humanos en el centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, Petén.
- No existe efecto del sexo ni edad de los hospederos sobre la prevalencia y carga parasitaria.
- Las especies de *Plasmodium* propias de humanos no afectan a los primates no humanos y viceversa del centro de rehabilitación de fauna silvestre, ARCAS, Petén.

III. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Generar conocimientos epidemiológicos y epizootiológicos de la malaria en Guatemala.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar presencia de malaria en primates humanos y no humanos del centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén.
- Determinar las especies de *Plasmodium* que se encuentren en primates humanos y no humanos en el centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén.
- Determinar el porcentaje de parasitosis por *Plasmodium* en primates humanos y no humanos en el centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén.
- Determinar carga parasitaria como porcentaje de glóbulos rojos parasitados en primates humanos y no humanos en el centro de rehabilitación de vida silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén.
- Determinar efecto del sexo y edad del hospedero sobre la prevalencia y carga parasitaria de *Plasmodium spp.*

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 MALARIA 4

4.1.1 Concepto

Enfermedad infecciosa caracterizada por la invasión de los eritrocitos por parásitos del género *Plasmodium* y que generalmente afecta a los habitantes de zonas de clima cálido o tropical (Aguilar, 1991).

4.1.2 Factores Ambientales

El medio ambiente es particularmente importante en la evolución de los parásitos en el vector anofelino para que se pueda desarrollar la enfermedad. Por debajo de los 16 y por encima de los 34 grados centígrados no existe transmisión malarica, siendo el rango entre 24-30 grados centígrados la temperatura ideal para el desarrollo parasitario (Chawant, 1980).

4.2 MALARIA EN HUMANOS

4.2.1 Reseña Histórica

La malaria es una enfermedad conocida desde tiempos muy remotos. Del antiguo Egipto existen escritos que hacen alusión a la presencia de malaria en sus poblaciones. Empédocles, filósofo y médico griego, alrededor del año 480 A.C., combatió una epidemia secando un pantano (Botero y Restrepo, 1998).

Hipócrates diferenció y describió los síntomas de la enfermedad atribuyéndolas a los vapores de los pantanos, derivando de acá el nombre de paludismo (palus: pantano) y malaria (mal aire) (Aguilar, 1991).

4.2.3 Etiología

Existen más de 150 especies de Plasmodium que infectan diferentes vertebrados, pero solo 4 especies son las que generalmente producen la enfermedad en el hombre: *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* y *P. malariae* (Benenson, 1995).

Las dos especies más comunes son:

- *P. falciparum*: Tiene distribución global pero es más común en África, es además la especie más agresiva causando la muerte por coma o por anemia (Benenson, 1995).
- *P. vivax*: También es de distribución mundial y causa debilidad recurrente pero rara vez mata al individuo (Benenson, 1995).

4.2.4 Epidemiología

En zonas donde la población tiene gametocitos del parásito en su sangre, los mosquitos *Anopheles* hembra se infectan al alimentarse de su sangre. Luego por medio de la picadura inculca a otra persona, la infecta y esta puede desarrollar la enfermedad. Los mosquitos se reproducen en todos los lugares donde puede estancarse el agua (Para la vida, s.f).

4.2.5 Fisiopatología

El período de incubación varía de un parásito a otro. Los esporozoitos del microorganismo entran al huésped humano a través de la picadura de una hembra infectada del mosquito *Anopheles*, llega al hígado, donde se reproducen en el citoplasma de las células hepáticas (fase pre-eritrocitaria), donde crecen y se dividen, formando quistes, que se rompen liberando merozoitos en sangre, donde penetran en los hematíes (fase eritrocitaria) para metabolizar la fracción proteica de la hemoglobina y madurar de trofozoito a merozoito, proceso denominado esquizogonia. Los hematíes se rompen liberando en el plasma merozoitos y restos eritrocitarios, que son los responsables del cuadro clínico, al fijarse a las células del sistema retículo endotelial del bazo, hígado, médula ósea y sistema nervioso central. Los ciclos de reproducción intracorpúscular, ruptura y reinvasión son los responsables de los paroxismos de escalofríos y fiebre (Botero y Restrepo, 1998).

El ciclo eritrocítico es el único que ocasiona manifestaciones clínicas y por su periodicidad se le conoce por los nombres de malaria cotidiana (accesos palúdicos cada 24 horas), terciana (accesos cada 48 horas) y cuartana (accesos cada 72 horas). Después de una serie de generaciones asexuadas, algunos merozoitos se desarrollan en macrogametocitos y microgametocitos. Estos, al ser ingeridos por los anofelinos, maduran y se convierten en microgametos y macrogametos; la fase sexual se completa mediante la fertilización de los macrogametos por los microgametos. Dicho proceso origina la formación de un huevo móvil u ooquineto. Este penetra en la pared del estómago del insecto donde forma ooquistes y cada uno de ellos origina unos 10.000 o más esporozoitos que migran finalmente hacia las glándulas salivales. Al ser inyectados en un huésped vertebrado susceptible, los esporozoitos renuevan el ciclo (Acha y Boris, 2003).

4.2.6 Diagnóstico

El diagnóstico de rutina se basa en la demostración del parásito en la extensión de sangre teñida con giemsa. Se pueden realizar extensiones de sangre, finas y de gota gruesa. Si la muestra de sangre es positiva, es posible observar los parásitos en el interior de los glóbulos rojos (Justine, sf).

a) Caso confirmado:

Se considera como caso confirmado de Malaria el de la persona con hallazgo de *Plasmodium* en una muestra de sangre para examen de gota gruesa (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

b) Caso sospechoso:

Se considera caso sospechoso de Malaria a toda persona con fiebre, escalofríos, sudoración, dolor de cabeza y malestar general o solo síntoma de fiebre, con antecedente de haber presentado cuadro de síntomas anteriores en forma periódica y procedencia o residencia en un área de riesgo de transmisión de Malaria (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

- Medios de Diagnóstico Alternativos

c) Tinción de Field

Sirve tanto para la gota gruesa como para el frotis. Debido a su rapidez y sencillez, es la preferida por los laboratorios de los hospitales tropicales que analizan gran número de muestras. Sin embargo, no siempre permite observar el punteado de Schüffner presente en *P. vivax* y *P. ovale* (Turrientes, 2000).

d) Naranja de Acridina

Es la tinción más sensible (96%) y específica (81-98%) que existe, pero se utiliza únicamente para el frotis y se requiere de un microscopio de fluorescencia para su observación. La sensibilidad es del 96% y la especificidad del 81-98% (Turrientes, 2000).

e) Técnicas moleculares

Se utiliza una técnica de PCR múltiple que permite la detección del DNA genómico de las principales cuatro especies parasitarias. La amplificación por PCR permite incluso la detección de bajas parasitemias, así como la determinación de infecciones mixtas. Al ser una técnica potencialmente cuantitativa, permite controlar la eficacia de cualquier tratamiento administrado, prediciendo las resistencias a los antipalúdicos. Podría ser la técnica de referencia por su altísima sensibilidad y especificidad pero, aparte de no estar comercializada, no está al alcance de todos los laboratorios y no se adapta al diagnóstico de urgencia individualizado. Por el momento, hay que reservar esta técnica para validar los resultados de la microscopía o de la detección antigénica (Turrientes, 2000).

4.2.7 Manifestaciones clínicas

Transcurrido el período de incubación que puede variar según la especie de plasmodium y que puede ir de 10 días a 4 semanas, la enfermedad se manifiesta por malestar general, artralgias, mialgias, cefalea, seguidos por escalofríos y fiebre alta (mayor a 40 grados centígrados).

La fiebre es cíclica (se repite entre 2 y 4 días mas tarde dependiendo de la especie de Plasmodium), producto de la destrucción de los glóbulos rojos infectados. Al examen físico se detecta ictericia, anemia, hepatomegalia y síntomas neurológicos, también dependiendo de la especie (Chawant, 1980).

4.3 MALARIA EN PRIMATES NO HUMANOS

4.3.1 Etiología

Se conocen más de 20 especies de *Plasmodium* que ocurren en los primates no humanos. Algunas de estas especies son de taxonomía incierta. Los siguientes plasmodios de primates inferiores han sido transmitidos en forma natural o experimental al hombre: *P. cynomolgi*, *P. knowlesi*, *P. inui*, *P. schwetzi*, *P. simium*, *P. brasilianum* y *P. eylesi*. En cuanto al plasmodio descrito en chimpancés, al que se dio el nombre de *P. rodhani* es probable que sea *P. malariae* (Collins y Aikawa, 1977).

4.3.2 Fisiopatología

La fisiopatología de la malaria en primates no humanos es la misma que la de los primates humanos descrita anteriormente.

4.3.3 Distribución geográfica

La especie cuartana, *P. brasilianum*, que morfológicamente es similar a *P. malariae* del hombre, está ampliamente distribuida entre los monos neotropicales de Brasil, Perú, Colombia y Panamá. *P. simium*, de las regiones sur y este del Brasil, es una especie terciaria y similar a *P. vivax* del hombre. *P. cynomolgi*, *P. inui*, *P. knowlesi* y *P. eylesi* ocurren en primates no humanos de varios países asiáticos (Acha y Boris, 2003).

4.3.4 Ocurrencia de malaria humana por plasmodios de primates no humanos

Se conocen solo tres infecciones humanas adquiridas en condiciones naturales de campo: dos casos se debieron a *P. knowlesi* en Malasia y uno a *P. simium* en Brasil. En personal de laboratorios de investigación han ocurrido infecciones accidentales con plasmodios de origen simio por picaduras de anofelinos infectados. *P. knowlesi* ha sido transmitido al hombre por picadura

de mosquitos infectados, como también de uno a otro hombre y de hombre a mono. De 204 voluntarios que recibieron sangre parasitada o fueron expuestos a picaduras de mosquitos infectados, 154 se infectaron con plasmodios de origen simio (Acha y Boris, 2003).

4.3.5 Ocurrencia en los primates no humanos

En la región neotropical se ha encontrado *P. brasilianum* en numerosas especies de mono, de la familia Cebidae. La tasa de infección es de cerca de 15% en los monos de los géneros *Alouatta* (mono aullador), *Ateles* (mono araña) y *Cebus* (mono capuchino o blanco). Se ha encontrado *P. simium* en infecciones naturales de *Alouatta fusca* (mono aullador pardo) en cerca de 30% de los individuos, y en *Brahyteles araehnoides* (mono araña lanudo). Entre los primates no humanos de Asia y África la prevalencia de la infección parece ser alta, en áreas con gran número de monos y vectores anofelinos apropiados. En cambio, hay áreas tanto en el Nuevo como Viejo Mundo con escasa población de monos donde la infección no se presenta (Acha y Boris, 2003).

4.3.6 Enfermedad que producen los plasmodios de primates no humanos en el hombre

En términos generales se puede afirmar que la malaria humana por plasmodios de origen simio se asemeja a la infección por plasmodios humanos de curso leve y benigno. La enfermedad es de corta duración, las parasitemias son bajas y las recaídas, raras. La curación es espontánea y muy pocos pacientes necesitan tratamiento. La pauta de los accesos palúdicos depende de la especie del parásito. *P. knowlesi* es una especie cotidiana (24 horas de intervalo entre accesos), mientras que *P. cynomolgi*, *P. sehvetzi*, *P. simium* y *P. eylesi* son tercianas y *P. brasilianum* y *P. inui* son cuartanas (Acha y Boris, 2003).

4.3.7 La enfermedad en primates no humanos

En los huéspedes naturales de Asia la infección produce una enfermedad leve y muchas veces clínicamente inaparente. Así por ejemplo la infección por *P. knowlesi* en *Macaca fascicularis* (macaco cangrejero), huésped natural del oriente asiático, es por lo general asintomática o se caracteriza por una fiebre leve e irregular, mientras que en *Macaca mulatta* (mono rhesus), la infección experimental causa una enfermedad grave y mortal. Las infecciones por *P. inui* o *P. cynomolgi* son aun menos patógenas para los huéspedes naturales. *P. schwezi* produce una infección leve en chimpancés, sus huéspedes naturales; *P. eylesi* causa una alta parasitemia en mandriles. *P. brasilianum* parece ser más patógeno para sus huéspedes naturales. Las infecciones experimentales, sobre todo en *Cebus* y *Ateles*, pueden producir una enfermedad aguda y mortal, o de sintomatología poco grave, de larga duración y con recaídas. (Acha y Bons, 1986).

4.3.8 Fuentes de infección y modo de transmisión

Tanto la malaria humana como la de los primates no humanos se transmiten por medio de mosquitos anofelinos, en los cuales se completa el ciclo sexual del parásito. En el norte de Malasia occidental se pudo comprobar que el vector de *P. cynomolgi* es el *Anopheles balabacensis balabacensis*, que asimismo transmite la malaria humana en esa región, sin embargo, los ciclos de transmisión de la malaria humana y la de los primates no humanos en general son independientes, ya que los vectores de los plasmodios humanos se alimentan en el nivel del suelo, mientras que los de los plasmodios de los simios lo hacen en el nivel de las copas de los árboles (mosquitos acrodendrófilos). (Acha y Boris, 2003).

En Brasil, se ha comprobado que la distribución de *P. simium* y *P. brasilianum* está regida por la presencia de mosquitos acrodendrófilos (*Anopheles cruzi* y *A. neivai*). Este hecho explica la rareza de la infección

humana por plasmodios de origen simio. No obstante, en algunas regiones del Brasil, como en la costa montañosa y selvática del estado de Santa Catarina, *A. cruzi* (que en otras partes es exclusivamente acrodendrófilo) es el vector de la malaria humana y quizás también de la de los monos. En esta región se encontró que *A. cruzi* se alimenta tanto en el nivel del suelo como de las copas de los árboles. En tales condiciones, es posible que ocurran de modo natural infecciones humanas por plasmodios simios. En Malasia occidental existe una situación similar y pueden producirse infecciones zoonóticas, ya que los dos ciclos (humano y no humano) comparten el mismo vector. El riesgo parece estar limitado a quienes habitan o penetran en el área selvática y es poco probable que la infección pueda extenderse a comunidades humanas (Acha y Boris, 2003).

Se considera mínimo el papel que pueden desempeñar los primates no humanos para mantener un foco de infección, si se erradica del mismo la infección humana (Organización Mundial de la Salud, 1979).

4.3.9 Diagnóstico

El diagnóstico de rutina se efectúa por observación de gota gruesa y frotis sanguíneo teñidos con giemsa. La diferenciación de las especies de *Plasmodium* que infectan los primates no humanos se basa sobre todo en los caracteres morfológicos de los diferentes estadios del parásito.

Otro criterio es la especificidad del huésped. Hay grandes dificultades para realizar un diagnóstico específico. Tal es el caso de *P. brasilianum* y *P. simium* que son similares a los plasmodios humanos de *P. malariae* y *P. vivax*, respectivamente. Algunos investigadores creen que los monos americanos han adquirido estos plasmodios del hombre en época quizás reciente. Debido a la imprecisión de las técnicas para diferenciar las especies de plasmodios en el diagnóstico rutinario, es posible que un número no determinado de casos humanos de malaria de origen simio se hayan diagnosticado en forma errónea como causados por agentes palúdicos humanos. Otra dificultad en el

diagnóstico por observación microscópica de preparados de sangre se debe a la baja parasitemia en los primates no humanos (Acha y Boris, 2003).

Los métodos alternativos descritos en la malaria de humanos, también pueden ser utilizados de la misma forma en los primates no humanos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Recursos Biológicos

- Tesista de Medicina Veterinaria
- Tres asesores de tesis
- Primates humanos y no humanos del centro de rehabilitación de fauna silvestre "ARCAS", ubicado en Flores, Petén.

5.2 Criterios de Inclusión

Tomé muestras de todos los primates no humanos y de las personas que hayan permanecido en el centro de rehabilitación de fauna silvestre "ARCAS", por 10 días o más.

5.3 Recursos Institucionales

- Instalaciones del centro de rehabilitación de fauna silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén.
- Instalaciones del laboratorio clínico de enfermedades transmitidas por vectores del centro de salud de Santa Elena, Petén.
- Instalaciones del laboratorio clínico del hospital de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5.4 Equipo

- Redes de captura
- Lancetas estériles
- Algodón
- Agujas calibre 21
- Colorante Giemsa

- Metanol
- Agua tamponada ph 7.2
- Láminas portaobjetos
- Microscopios
- Bolígrafos y marcadores
- Alcohol

5.5 Procedimiento

5.5.1 Área de estudio

Realicé el estudio en el centro de rehabilitación de fauna silvestre, ARCAS, ubicado en Flores, Petén; localizándose a una altura de 130 metros sobre el nivel del mar, dentro de la zona de vida de bosque tropical muy húmedo (De la Cruz, 1982).

El clima del departamento de Petén, en términos generales, puede clasificarse como de tipo tropical cálido y húmedo. Se caracteriza como tropical variable húmedo con períodos largos de lluvia y con época seca muy desarrollada pero de duración variable, entre los meses de diciembre y mayo, pudiendo tardar su inicio entre enero y febrero, dependiendo de los distintos territorios que constituyen los departamentos. La temperatura media mensual varía entre los 22°, para el mes de enero y 29°, para el mes de mayo. Las temperaturas máximas no obstante varían entre 27° y 37° centígrados y las mínimas entre 17° y 23° centígrados (Schulze, 2000).

5.5.2 Toma de muestra

Tomé la muestra durante la primera semana del mes de diciembre del año 2007 a 21 primates no humanos (*Ateles geoffroyi*) y a 11 personas mediante la punción con una lanceta estéril en la yema del dedo índice izquierdo en los humanos y por punción de la cola o dedo con aguja estéril calibre 21 o lanceta

en algunos casos para los primates no humanos. En ambos casos realicé frotis sanguíneo y gota gruesa.

5.5.3 Procesamiento de muestra

5.5.3.1 Frotis sanguíneo

Recogí una gota de sangre en un portaobjetos y realicé una extensión en capa fina (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

5.5.3.2 Gota gruesa

Recogí 3 gotas de sangre sobre un portaobjetos y con la esquina de otro las uní en movimientos rápidos, extendiéndola en una capa gruesa y uniforme. (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

5.5.3.3 Tinción

Utilicé la tinción Giemsa en ambos casos, pero sólo el frotis sanguíneo se fijó con metanol previamente a la tinción. (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

5.6 Observación y análisis de muestras

Observé todas las muestras en el microscopio con objetivo 10x40 para la selección de campos, y posteriormente revisé 200 campos con objetivo 100x (Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999).

Realicé este procedimiento en el laboratorio clínico del centro de salud de Santa Elena, Petén, con la ayuda de técnicos especialistas, y posteriormente en el laboratorio clínico del hospital de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia para la determinación de presencia de *Plasmodium*.

Para la identificación de las distintas especies de *Plasmodium*, examiné los frotis sanguíneos de las muestras positivas y las tipifiqué según las características morfológicas del parásito (Botero y Restrepo, 1998).

No fue posible determinar la carga parasitaria pues únicamente observé *Plasmodium* en la parte de gota gruesa de la lámina y en el proceso de la misma se lisan los eritrocitos por lo que no podemos ver el parásito dentro de ellos y no se puede calcular el porcentaje de parasitosis.

5.7 Métodos estadísticos

Por los resultados obtenidos, únicamente pude realizar un análisis descriptivo de la presencia y prevalencia de *Plasmodium* en los individuos muestreados.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1.1 Resultados

1. De las 11 personas muestreadas, dos resultaron positivas a *Plasmodium vivax* en estado de gametocitos (18% de prevalencia). No fue posible determinar el porcentaje de glóbulos rojos parasitados en los casos positivos pues, únicamente se pudo observar la presencia de *Plasmodium vivax* en las muestras en la parte de gota gruesa, en el cual se produce ruptura del eritrocito. (Ver ANEXO 1).
2. No se encontró *Plasmodium* en ninguno de los primates no humanos muestreados. (Ver ANEXO 2).
3. El haber encontrado 18% de prevalencia en humanos y 0% en primates no humanos me hace desestimar la hipótesis inicial que sugería que la prevalencia total sería mayor del 50%.

6.1.2 Discusión

El hecho de que se encontrara gametocitos de *Plasmodium vivax* únicamente en la parte de gota gruesa, pudo deberse a que en parasitemias muy bajas o crónicas puede encontrarse un resultado negativo en extendido fino y en gota gruesa puede ser positivo debido a que en ella se puede observar una mayor cantidad de eritrocitos (Botero y Restrepo, 1998).

El haber encontrado únicamente gametocitos de *Plasmodium vivax*, podría explicar la ausencia de síntomas, pues son los estadios asexuales sanguíneos los responsables de los síntomas al producir la ruptura del eritrocito parasitado (Botero y Restrepo, 1998). La razón por la cual los gametocitos no pueden destruir los eritrocitos es porque no tienen la capacidad de multiplicarse (Aguilar, 2001).

Considero a las personas positivas como portadores asintomáticos pero no necesariamente como una fuente de infección potencial para otros seres humanos, pues en malaria es necesario que haya una gran cantidad numérica de gametocitos en circulación y además una proporción similar de ambos sexos para que se pueda producir la infección de los mosquitos y posteriormente a otras personas (Botero y Restrepo, 1998). Por lo tanto el presente estudio sugiere que las dos personas positivas no representan peligro potencial en la transmisión de la enfermedad.

El hecho de no haber encontrado parásitos en los primates no humanos podría deberse a:

1. Los primates muestreados no tienen ningún tipo de plasmodio.
2. En el momento de obtener la muestra, no habían plasmodios circulando en sangre periférica.
3. El diagnóstico por observación microscópica de preparados de sangre en primates no humanos es más difícil que en humanos debido a que presentan menor grado de parasitemia (Acha y Boris, 2003).
4. En Guatemala la mayoría de casos de malaria por *Plasmodium vivax*, el vector es *Anopheles albimanus* (Laboratorio de Entomología Médica, 1987), y las condiciones específicas del centro hacen que el vector antes mencionado sea el mas probable que predomine en el lugar; por lo que puedo sugerir que el vector ha seguido su comportamiento natural al tener preferencia por picar dentro de las casas (endofilico), y alimentarse de su fuente preferida, los humanos (antropofilicos) (Andrade y Brandao, 1987).

Dado que la ausencia de síntomas en un individuo con estadios sexuales sanguíneos se debe a la adquisición de inmunidad adquirida (Aguilar, 2001), esto podría sugerir que los dos individuos positivos padecieron en algún momento de su vida la enfermedad, la cual produjo inmunidad al organismo y así lo protege de nuevas infecciones. Otra alternativa es que durante una infección en el pasado, los individuos hayan recibido un tratamiento anti malarico incompleto o parcialmente eficiente pues los gametocitos pueden permanecer por mucho

tiempo más que cualquier otra de las formas parasitarias y aún después del uso de algunos tratamientos que eliminan la infección y los síntomas (Botero y Restrepo, 1998).

El presente trabajo contribuyó a mostrar la situación epidemiológica y epizootiológica de la malaria en el centro y podrá utilizarse como una herramienta de ayuda en futuros estudios de la situación de la enfermedad en el departamento de Petén o en todo el país.

VII. CONCLUSIONES

1. No se determinó la presencia de *Plasmodium* en primates no humanos y la prevalencia en humanos es baja.
2. La presencia de *Plasmodium vivax* en dos personas del centro de rehabilitación de fauna silvestre "ARCAS", no representa peligro en la transmisión de malaria para ninguno de los dos taxones.
3. En el presente estudio no se pudo estimar el efecto del sexo en ninguno de los dos taxones por los resultados obtenidos.
4. El grado de plasmodia encontrado en los individuos muestreados fue nulo o en bajas cantidades.
5. No encontré evidencia que pueda haber transmisión de *Plasmodium spp.* entre ambos taxones.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Implementar un estudio similar al realizado durante los meses de más lluvia debido al aumento en el número de vectores.
2. Realizar un estudio similar implementando un método diagnóstico con mayor sensibilidad como naranja de acridina, para identificar mayor cantidad de portadores asintomáticos.
3. Realizar un estudio para identificar las especies de vectores anofelinos específicos del centro, para darle validación y enriquecimiento al presente estudio.
4. Realizar un estudio similar en otras áreas donde existan primates no humanos y humanos relacionados a éstos.

IX. RESUMEN

La malaria es una enfermedad infecciosa, causada por parásitos del género *Plasmodium*, que necesita de clima cálido y de un vector para su transmisión, el cual debe ser alguna especie de anopheles hembra. Las especies de *Plasmodium* que afectan a humanos y a primates no humanos, son en algunos casos muy similares y hasta idénticas en otros casos.

Dado que en Guatemala no hay información acerca de la prevalencia y especies de *Plasmodium* que afectan a primates no humanos y a humanos que estén relacionadas a estos, desarrollé este trabajo en el centro de rehabilitación de fauna silvestre, ARCAS, en Flores, Petén; lugar en el cual se encuentran varias personas que viven en el centro o que han pasado bastante tiempo en el mismo y también varios primates no humanos que están en distintos recintos.

Realicé un muestreo de 11 personas y 21 primates no humanos mediante la punción del dedo izquierdo con lancetas estériles en los humanos y de la cola o dedo con aguja 21 o lanceta en primates no humanos.

En ambos casos procesé las muestras con la técnica rutinaria y de referencia para Guatemala, la cual es gota gruesa y extendido fino coloreadas con Giemsa y posteriormente observé las muestras en el laboratorio clínico de Santa Elena, Petén con la ayuda de técnicos del programa de control de malária.

Encontré *Plasmodium vivax* en su forma de gametocitos en muy baja cantidad, en dos humanos, mientras que todos los primates no humanos resultaron negativos.

Con los resultados obtenidos sugiero que las personas positivas son portadores asintomáticos que padecieron la enfermedad en alguna etapa de su vida, y que luego de curarse, permanecieron algunos gametocitos del parásito, pero que no representan peligro para que se desarrolle la enfermedad o que halla transmisión de la misma en ninguno de los taxones pues se necesita una gran cantidad de gametocitos de ambos sexos para que se pueda completar el ciclo en el vector, cosa que no está sucediendo en el centro.

Este estudio nos muestra la situación epidemiológica y epizootiológica de la malaria en el centro y puede utilizarse como referencia para estudios similares en el departamento y en Guatemala.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acha, P; Boris, S. 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales. 3 ed. Washington, DC, OPS, publicación científica No.503. 989 p.
2. Andrade, RM; Brandao, H. 1987. Contribuicao para o conhesimento da fauna de anofeiros de estado do Espirito Danto por cidades, vilas o povoados. 4 ed. Brasilia, Doenca Educao. 73.
3. Aguilar, FJ. 1991. Parasitología Médica. 2 ed. Guatemala, s.e 292 p.
4. Aguilar, JC. 2001. Malaria: Subclinical infection among school children in Palacios, Mosquito Coast (en línea). Consultado 16 ago. 2008. Disponible en [http://www.saludelpueblo.org.hn/subclinical_infetion_malaria/Plasmodios Malaria in mosquitia.pdf](http://www.saludelpueblo.org.hn/subclinical_infetion_malaria/Plasmodios_Malaria_in_mosquitia.pdf)
5. Benenson, AS. 1995. El control de las enfermedades transmisibles en el hombre. 10 ed. Washington, D.C, House Press. 406 p.
6. Botero, D; Restrepo, M. 1998. Parasitosis Humanas. 3 ed. Medellín, Co. CIB. 202 p.
7. Chawant, LJ. 1980. Essential Malariology. 2 ed. London, GB. Heinem. 54 p.
8. Collins, WE; Aikawa, M. 1977. Plasmodia of nonhuman primates. 3 ed. Nueva York, US. Academy Press. 387 p.
9. Cogswell, F. 2000. Malaria and Piroplasms of Non Human Primates (en línea). Consultado 10 oct. 2007. Disponible en <http://www.sph.tulane.edu/tropmed/people.htm?Action=Detail&id=139>.

10. Cruz, JR de la. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 42p.
11. Justine, F. s.f. Paludismo: Nuevos enfoques terapéuticos contra una vieja epidemia (en línea). Consultado 25 oct. 2007. Disponible en <http://www.farmaciaesencia.com/Notas/00000102.pdf>.
12. Martinez, I. 2005. Guía para manejo de urgencias; Malaria grave y complicada (en línea). Consultado 10 oct. 2007. Disponible en http://www.fepafem.org.ve/Guias_de_Urgencias/Procesos_infecciosos/Malaria_grave_y_complicada.pdf
13. Ministerio de salud pública y asistencia social, 1999. Malaria: Manual de referencia para la aplicación de las normas de atención. Guatemala. SIAS. 27 p.
14. Organización Mundial de la Salud, 1979. Zoonosis parasitarias: Informe científico. Ginebra, CH. OMS. 433 p.
15. Para la vida. s.f. El Paludismo (en línea). Consultado 10 oct. 2007. Disponible en http://www.unicef.org/spanish/ffl/10/key_messages.htm
16. Schulze, MD. 2000. Behavior, diet, and breeding biology of double-toothed kites at a guatemalan lowland site. Condor (US) 76(102):113-126.
17. Sokal, RR; Rohlf, FJ. 1995. Biometry; the principles and practice of statistics in biological research. 3 ed. New York, W.H. Freeman and Company. 887 p.
18. Turrientes, MC. 2000. Aspectos prácticos del diagnóstico de laboratorio y profilaxis de la malaria (en línea). Consultado 5 Feb. 2009. Disponible en http://www.seimc.org/control/revi_para/malaria.htm

19. Wilson, G; Camponovo, E. 2006. Malaria por Plasmodium falciparum en el servicio de medicina del Hospital San Camilo de San Felipe Centro Parasitológico latinoamericano (en línea). Consultado 13 Mayo. 2008. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-77122006000100012&lng=es&nrm=iso. ISSN 0717-7712.

IX. ANEXOS

Anexo 1

El siguiente presenta los resultados del muestro en humanos. Al momento de realizarse la toma de muestra ninguna de las personas presentaba síntomas característicos de malaria.

HUMANOS	SEXO	EDAD (años)	RESULTADO
1	Masculino	19	Negativo
2	Femenino	34	Negativo
3	Femenino	19	Negativo
4	Masculino	27	Negativo
5	Femenino	20	Negativo
6	Masculino	25	Negativo
7	Masculino	37	Negativo
8	Masculino	45	+ <i>Plasmodium vivax</i>
9	Masculino	35	+ <i>Plasmodium vivax</i>
10	Masculino	22	Negativo
11	Femenino	46	Negativo

De las 11 personas muestreadas, cinco eran extranjeros de distintas nacionalidades pero que ya habían estado en el centro el tiempo suficiente para haber adquirido la enfermedad y ser detectada mediante el método que utilicé. Las otras seis personas muestreadas son guatemaltecas, trabajadoras del centro de rehabilitación de fauna silvestre "ARCAS", y cuatro de ellas son originarias de Petén y han permanecido una gran parte de su vida en dicho departamento. Las personas que resultaron positivas fueron dos de las cuatro originarias del departamento del Petén.

Anexo 2

El siguiente cuadro presenta los resultados de los primates no humanos muestreados. Todos los primates muestreados fueron *Ateles geoffroyi* y ninguno de ellos presentaba algún signo característico de malaria o enfermedad.

PRIMATES NO HUMANOS	SEXO	EDAD (años)	RESULTADO
1	Hembra	3	Negativo
2	Hembra	3	Negativo
3	Macho	2	Negativo
4	Macho	2.5	Negativo
5	Macho	2	Negativo
6	Macho	2	Negativo
7	Hembra	4	Negativo
8	Macho	1.5	Negativo
9	Hembra	3.5	Negativo
10	Macho	8	Negativo
11	Hembra	7	Negativo
12	Hembra	10	Negativo
13	Hembra	4	Negativo
14	Hembra	10	Negativo
15	Hembra	7	Negativo
16	Macho	11	Negativo
17	Macho	6	Negativo
18	Hembra	3	Negativo
19	Macho	8	Negativo
20	Macho	9	Negativo
21	Hembra	10	Negativo