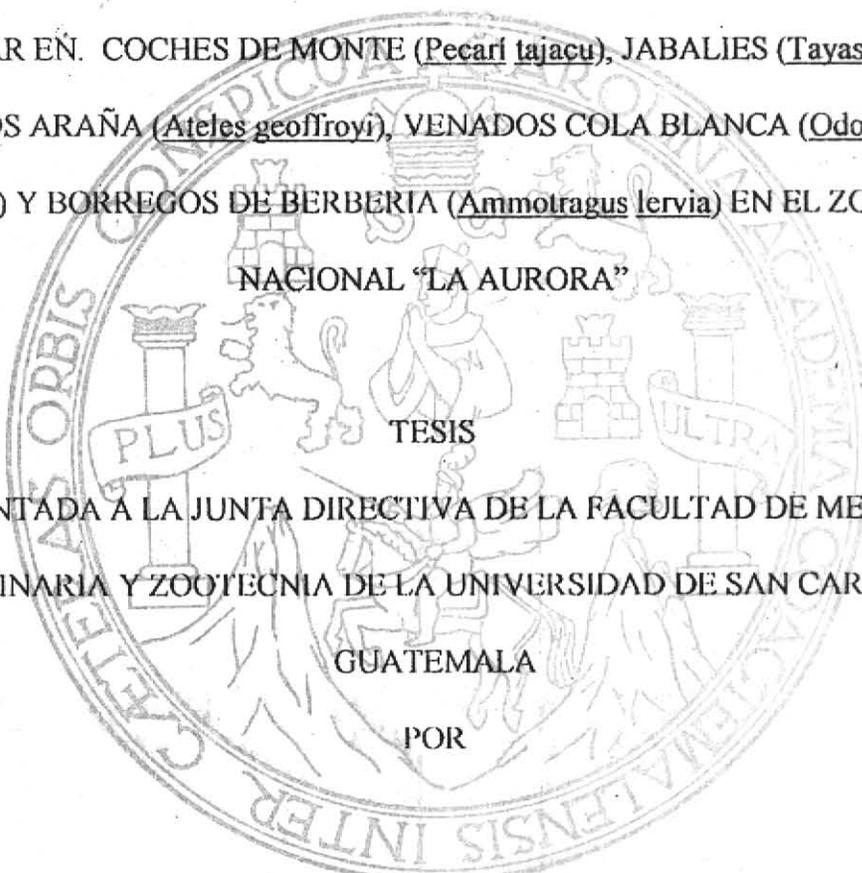


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

DETERMINACION DE REACTORES POSITIVOS A TUBERCULOSIS MAMIFERA  
Y/O AVIAR EN COCHES DE MONTE (Pecari tajacu), JABALIES (Tayassu pecari),  
MONOS ARAÑA (Ateles geoffroyi), VENADOS COLA BLANCA (Odocoileus  
virginianus) Y BORREGOS DE BERBERIA (Ammotragus lervia) EN EL ZOOLOGICO  
NACIONAL "LA AURORA"



TESIS  
PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE  
GUATEMALA  
POR

JOSE ESTUARDO BARRIOS RODRIGUEZ  
AL CONFERIRSELE EL TITULO ACADEMICO DE.  
MEDICO VETERINARIO

GUATEMALA, ABRIL DE 1,998

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

DECANO: LIC. RODOLFO CHIANG SHUM  
SECRETARIO: DR. MIGUEL AZAÑON  
VOCAL PRIMERO: LIC. ROMULO GRAMAJO  
VOCAL SEGUNDO: DR. OTTO LIMA  
VOCAL TERCERO: DR. MARIO MOTTA  
VOCAL CUARTO: BR. JOSE MORENO  
VOCAL QUINTO: BR. EDUARDO RODAS

ASESORES:

DR. GUSTAVO GONZALEZ GONZALEZ

DR. JAIME MENDEZ SOSA

DR. CARLOS ALFARO ARGUETA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

CUMPLIENDO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A  
CONSIDERACION DE USTEDES EL TRABAJO DE TESIS TITUALADO:

DETERMINACION DE REACTORES POSITIVOS A TUBERCULOSIS MAMIFERA  
Y/O AVIAR EN: COCHES DE MONTE (Pecari tajacu), JABALIES (Tayassu pecari),  
MONOS ARAÑA (Ateles geoffroyi), VENADOS COLA BLANCA (odocoileus  
virginianus) Y BORREGOS DE BERBERIA (Ammotragus lervia) EN EL ZOOLOGICO  
NACIONAL "LA AURORA"

QUE ME FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA PREVIO A OPTAR EL TITULO  
ACADEMICO DE:

MEDICO VETERINARIO

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

POR AYUDARME A VENCER CADA OBSTACULO PUESTO  
EN EL CAMINO.

A LA VIRGEN MARIA

POR SU INTERCESION Y AYUDA PARA LLEGAR A ESTE  
MOMENTO TAN PRECIADO.

A MIS PADRES

JUAN MIGUEL BARRIOS Y DELIA RODRIGUEZ DE BARRIOS,  
POR SU TOTAL ESFUERZO, APOYO Y COMPRESION.

A MIS HERMANOS

JUAN CARLOS, DELIA ROSSANA Y KARLA XIOMARA.

A MIS SOBRINOS

VICTOR HUGO, EDGAR ESTUARDO Y JUAN CARLOS.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

A MIS PADRINOS

DRA. ROSMUNDA DE AVENDAÑO

DR. CARLOS DEL AGUILA

DR. JUAN CARLOS BARRIOS R.

A MIS ASESORES

POR SU COLABORACION Y DEDICACION PARA  
REALIZAR EL PRESENTE ESTUDIO.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO Y A LA VIRGEN MARIA

A MIS PADRES: JUAN MIGUEL BARRIOS Y DELIA RODRIGUEZ DE BARRIOS

A MIS HERMANOS: JUAN CARLOS, DELIA ROSSANA Y KARLA XIOMARA

A MIS SOBRINOS: VICTOR HUGO, EDGAR ESTUARDO Y JUAN CARLOS

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS, EN ESPECIAL A LA FAMILIA GUEVARA

BARRIOS.

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A MIS CENTROS DE ENSEÑANZA

ESCUELA NACIONAL URBANA MIXTA "ESTADOS UNIDOS DE  
AMERICA"

INTITUTO NORMAL PARA VARONES "ANTONIO LARRAZABAL"

COLEGIO "LA SALLE"

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

AGRADECIMIENTO ESPECIAL A:

DR. CARLOS DEL AGUILA

DR. MIGUEL AZAÑON

OIRSA

PERSONAL TECNICO DEL ZOOLOGICO NACIONAL "LA AURORA" POR SU  
COLABORACION EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

## INDICE

|  | Página No. |
|--|------------|
| I. Introducción                        | 1          |
| II. Hipótesis                          | 2          |
| III. Objetivos                         | 3          |
| III.1. General                         | 3          |
| III.2. Específico                      | 3          |
| IV: Revisión de Literatura             | 4          |
| IV.1. Tuberculosis                     | 5          |
| 1.1. Definición                        | 5          |
| 1.2. Etiología                         | 6          |
| 1.3. Epidemiología                     | 8          |
| 1.4. Transmisión y especies afectadas  | 12         |
| 1.5. Patogénesis                       | 14         |
| 1.6. Síntomas                          | 17         |
| 1.6.1. Síntomas generales              | 18         |
| 1.6.2. Síntomas por especies afectadas | 19         |

|   | Página No. |
|---|------------|
| 1.7. Diagnóstico                                      | 22         |
| 1.7.1. Pruebas Bacteriológicas                        | 22         |
| 1.7.2. Prueba de Tuberculina Intradérmica             | 24         |
| 1.7.3. Biopsia de Piel                                | 28         |
| 1.7.4. ELISA  | 29         |
| 1.7.5. Placas Radiográficas                           | 30         |
| 1.7.6. Transformación de Linfocitos                   | 30         |
| 1.8. Resultados                                       | 30         |
| 1.8.1. Resultados Negativos                           | 32         |
| 1.8.2. Resultados Falsos Negativos                    | 33         |
| 1.8.3. Resultados Positivos                           | 34         |
| 1.8.4. Resultados Falsos Positivos                    | 34         |
| 1.9. Prevención y Control                             | 36         |
| 1.10. Tratamiento                                     | 38         |
| V. Materiales y Métodos                               | 39         |
| V.1. Materiales                                       | 39         |
| 1.1. Descripción breve del Zoológico Nac. "La Aurora" | 39         |
| 1.2. Recursos humanos                                 | 39         |
| 1.3. Recursos biológicos                              | 40         |
| 1.4. Recursos de campo - captura                      | 40         |

|                               | Página No. |
|-------------------------------|------------|
| 1.5. Otros                    | 41         |
| V.2. Metodología              | 41         |
| 2.1. Procedimiento de captura | 41         |
| VI: Análisis de datos         | 44         |
| VII. Resultados y Discusión   | 45         |
| VIII. Conclusiones            | 46         |
| IX. Recomendaciones           | 48         |
| X. Resumen                    | 49         |
| XI. Bibliografía              | 50         |
| XII. Anexos                   | 52         |

## I. "INTRODUCCION"

Desde hace muchos años las diversas enfermedades zoonóticas pueden atacar a los animales exóticos en todo el mundo, especialmente en los países en vías de desarrollo, es así que debido al peligro que esto representa en la salud humana y animal a nivel mundial, las innumerables instituciones encargadas de la misma, han diseñado e implementado programas adecuados a las necesidades de control y erradicación de diversas zoonosis, especialmente la tuberculosis.

La tuberculosis es una enfermedad zoonótica presente a nivel mundial, constituyendo un serio peligro para la Salud Pública, especialmente lugares donde se encuentran animales en exhibición como son los zoológicos o colecciones privadas de animales silvestres; ya que si un ejemplar de cualquier especie padece dicha enfermedad, originaría un foco epidémico el cual se extendería a otros animales, inclusive a las mismas personas que tienen un estrecho contacto con ellos (guarda animales, Médicos Veterinarios) y el mismo público en general que visita estas instalaciones.

Es así que el estudio que se desea realizar, es el de evaluar a través de un examen intradérmico palpebral, la reacción positiva o negativa en 5 especies de animales con más importancia epidemiológica en el Zoológico Nacional "La Aurora", utilizando tuberculina tipo aviar y mamífera; y debido a que no existen reportes en la literatura sobre este tipo de evaluación en la mayoría de animales exóticos (excepto primates no humanos), nos ayudará a determinar si existe riesgo, tanto en la población animal como humana, de que pueda originarse un foco epidémico de tuberculosis, si algún animal muestreado resultará como reactor positivo a la evaluación.

## II. HIPOTESIS

La prevalencia de tuberculosis mamifera y/o aviar en las diferentes especies animales evaluadas, es menor a 1%.

### III. "OBJETIVOS"

#### III.1. General:

Contribuir al conocimiento epidemiológico de la tuberculosis en el Zoológico Nacional "La Aurora"

#### III.2. Específico:

Determinar la prevalencia de reactivos positivos a la prueba de tuberculina intradérmica, aviar y/o mamífera en: Cochinos de monte (Pecari tajacu), Jabalíes (Tayassu pecari), Monos araña (Ateles geoffroyi), Venados cola blanca (Odocoileus virginianus), y Borregos de berbería (Ammotragus lervia), mantenidos en cautiverio en el Zoológico Nacional "La Aurora".

#### IV. REVISION BIBLIOGRAFICA

Más de cien años han pasado desde que Roberto Koch anunció el descubrimiento del bacilo de la tuberculosis. Koch probó por primera vez, en 1882, la relación causal existente entre el bacilo tuberculoso descubierto por él y la enfermedad.

La tuberculosis es una enfermedad con serias implicaciones para primates de zoológico así como para el personal del mismo. Los primates y la mayoría de animales exóticos son susceptibles a Mycobacterium tuberculosis, Mycobacterium bovis y Mycobacterium avium, y a infecciones por mycobacterias no tuberculosas. No hay método normal para evaluar la tuberculosis en animales exóticos; muy comúnmente muestran reacciones positivas al examen de tuberculina intradérmica (4, 7, 10, 16).

Existen varias enfermedades bacterianas compartidas entre primates no humanos y los humanos (ejemplo: shigelosis, salmonelosis, campylobacteriosis, neumonía estreptocócica). La mayor parte de estas, son adquiridas por los primates no humanos de los humanos, pudiendo suceder una infección en forma inversa. Infecciones entéricas bacterianas son la causa más común de enfermedad en primates no humanos, seguida de neumonía bacteriana (12).

Un incremento en la incidencia de tuberculosis en la población humana, es significativo para la salud al referirse a primates no humanos. Históricamente, el progreso de la enfermedad fue el resultado de una infección con Mycobacterium tuberculosis o Mycobacterium bovis (14).

Primates no humanos son infectados con Mycobacterium tuberculosis primariamente a través del contacto con humanos. La ruta de infección se creía que era por inhalación, puesto que la mayoría de lesiones estaban en los pulmones. Actualmente se sabe que puede ocurrir por ingestión o inoculación. Pueden existir diferencias en cuanto a susceptibilidad a la enfermedad en diversas especies de animales, por ejemplo, en el viejo mundo los primates no humanos son altamente susceptibles y en el nuevo mundo son menos susceptibles a tuberculosis (14).

El humano ha sufrido de tuberculosis desde épocas prehistóricas. La enfermedad ha tenido consecuencias devastadoras en las colonias de primates mantenidos en laboratorios y en zoológicos (10).

El género Mycobacterium ocupa una posición especial en la historia de la bacteriología médica (11).

#### IV.1. TUBERCULOSIS:

##### 1.1. Definición:

Es una enfermedad infecciosa causada por bacilos patógenos, resistentes al ácido, del género Mycobacterium. Aunque comúnmente se define como una enfermedad crónica, debilitante; la tuberculosis a veces puede adoptar un curso agudo, de progresión rápida. La enfermedad afecta prácticamente a todas las especies de vertebrados. Antes de adoptarse medidas de control, era una de las enfermedades principales del hombre y de los animales domésticos, relacionándose los signos y lesiones entre ellos (11, 16).

## 1.2. Etiología:

Las mycobacterias constituyen un grupo de bacilos grampositivos pertenecientes a los actinomicetales por la composición de su pared celular. Poseen metabolismo oxidativo (aerobio). La pared celular consta de peptidoglucano con ácido diaminopimérico, arabinosa y galactosa. Es característica de estas bacterias la elevada proporción de lípidos (ácido micólico, fosfolípidos). Esta riqueza en lípidos de la pared explica, por un lado, lo mal que toman estos bacilos la tinción de Gram (débilmente positivos) y por otro, la resistencia a la decoloración con ácidos si se han teñido con fucsina (acidorresistencia). Las mycobacterias presentan la forma de bacilos ligeramente curvos o de filamentos cortos sin ramificaciones que pueden descomponerse en pequeños bastoncitos o cocos. El género *Mycobacterium* abarca más de 30 especies, patógenas estrictas y facultativas, así como puramente saprófitas (1, 11, 16).

Se reconocen tres tipos principales de bacilos tuberculosos: humano, bovino y aviar o, *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis* y *Mycobacterium avium* respectivamente. Los reservorios principales de estos tipos son: el hombre, el ganado bovino y las aves. Los tres tipos se diferencian en cuanto a las características del cultivo y la patogenicidad. Los dos tipos mamíferos se relacionan más estrechamente entre sí que con el tipo aviar (12, 15).

Los tres tipos de mycobacterias pueden producir infección en especies de animales distintas a las específicas. El tipo humano es más específico ya que rara vez causa enfermedad progresiva en los animales inferiores fuera de los primates no humanos y, a veces en los perros y loros. El tipo aviar es la única especie con consecuencias en las aves,

pero también es patógeno para los porcinos, bovinos, ovinos, visón, perros, gatos y animales ectotérmicos. El tipo bovino es capaz de causar enfermedad progresiva en la mayoría de los vertebrados de sangre caliente, incluso el hombre (11).

Otras especies mycobacterianas podrían también causar enfermedad en humanos y primates no humanos. Mycobacterium bovis es el segundo microorganismo más comúnmente encontrado (12, 15).

Mycobacterias atípicas (Mycobacterium intracellulare, Mycobacterium kansasii, Mycobacterium scrofulaceum, Mycobacterium africanum) han sido también aislados en primates no humanos. Algunas de estas mycobacterias atípicas podrían causar neumonía e infecciones entéricas y/o en piel, y la enfermedad podría ser de lento desarrollo. Clínicamente, estas enfermedades son indistinguibles en lesiones causadas por mycobacterias típicas (11, 12).

Mycobacterium tuberculosis es un bacilo inmóvil, el cual no forma esporas y crece con facilidad en algunos medios de cultivo artificiales. Estos gérmenes se consideran gram positivos. La coloración de Ziehl-Neelsen se emplea corrientemente en el laboratorio para la identificación de estos gérmenes. Entre los medios utilizados para el aislamiento del Mycobacterium está el agar yema de huevo y principalmente el medio de Lowenstein Jensen (11, 15, 16).

El material para el aislamiento debe ser tratado previamente con enzimas o soluciones alcalinas fuertes con el objeto de inactivar los contaminantes y liberar las micobacterias del sustrato mucoso (11, 15, 16).

Los cultivos se incuban a 37 °C a pH de 5.8 a 8.0, por lo general en atmósfera de anhídrido carbónico de 2 al 10 %, siendo este de crecimiento lento. El mycobacterium es más resistente a los desinfectantes que la mayoría de los gérmenes esporulados, resiste la desecación y variaciones en el pH, pero se destruye fácilmente con la luz solar (11, 15, 16).

### 1.3. Epidemiología:

En la epidemiología de las infecciones causadas por Mycobacterium bovis y Mycobacterium tuberculosis en los animales hay que tener en cuenta que los bovinos son los huéspedes principales del primer microorganismo citado y que el hombre lo es del segundo. El contagio propiamente dicho parte de ambas especies. Pero es evidente, sobre todo tratándose de M. bovis que existe la posibilidad de una cadena de contagio realmente activa entre otros animales domésticos, los salvajes y el hombre. Por eso otros animales no bovinos representan también una fuente secundaria de infección de verdadera importancia (11, 16).

El hombre es un miembro importante en la transmisión de M. bovis. En las regiones endémicas hay determinados grupos profesionales (Médicos Veterinarios, técnicos pecuarios, etc.) particularmente amenazados por estar en contacto permanente con animales (16).

El hombre adquiere la infección de M. bovis, por vía digestiva (leche y productos lácteos crudos) y en segundo término por vía aerógena. La infección del hombre por M. avium es rara, predominantemente ocupacional, y las vías de entrada pueden ser tanto la

aerógena (polvo de gallineros) como la digestiva (leche de vacas infectadas por M. avium o ingestión de carne de ave insuficientemente cocida (1, 11, 15, 16).

La eliminación de M. bovis al medio externo se verifica a partir de las lesiones tuberculosas (tuberculosis abierta) con el moco bronquial, las heces, la orina, el moco vaginal, el espermatozoide y desde la glándula mamaria a través de la leche. En los rumiantes ocupa el primer plano la eliminación con el moco bronquial y la leche. En otras especies animales se elimina el bacilo por distintas vías según la localización y la reacción de los tejidos, por el intestino preferentemente (cerdo), con el moco pulmonar en ocasiones (caballo) o en las lesiones fistulosas de la piel y los ganglios linfáticos (carnívoros). Aunque M. bovis no se multiplica fuera del organismo, su resistencia en el medio externo es considerable, pues permanece vivo bastante tiempo (días o meses) en las heces o en el moco desecado, particularmente en los prados no expuestos al sol (1, 16).

Los factores importantes en la epidemiología de la tuberculosis del hombre tiene igual importancia en los seres salvajes. La exposición a la infección, la aglomeración, y la falta de higiene en el ambiente son esenciales en la transmisión de la tuberculosis animal, lo mismo que en la humana. La resistencia del Mycobacterium tuberculosis a la inactivación conlleva a la contaminación prolongada de cualquier zona en la que los casos activos eliminen gérmenes (15).

La tuberculosis de los mamíferos salvajes es más común en los animales que mantienen contacto estrecho con el hombre o con sus animales domésticos, ya que, generalmente, cuanto más estrecha es la asociación, mayor es la probabilidad de que estos

vivan en un medio superpoblado, sucio y encontrarse expuestos a casos activos de tuberculosis humana o de tipo bovino (15).

Motta al describir la epidemiología de la tuberculosis, divide a los animales silvestres en 3 categorías: los que se mantienen en cautividad (como en los parques zoológicos); los que se hallan en libertad, pero que tienen algunos contactos ocasionales con el hombre o con sus animales y los que se hallan en libertad y no tienen contacto con la civilización (15).

El predominio de la enfermedad es mayor en los animales en cautividad. Es con frecuencia difícil distinguir entre los dos grupos de vida en libertad, aunque los brotes de tuberculosis son menos graves entre los animales salvajes en libertad que entre los animales en cautividad que están en contacto más íntimo con el hombre (1, 15).

No se conoce bien el papel que desempeñan los animales en la epidemiología de las mycobacterias atípicas. Sin embargo, el Mycobacterium intracellulare que causa una enfermedad común al hombre y a los animales, ha sido encontrado en el medio ambiente (agua y suelo), pero también ha sido aislado del sapo y otros animales marinos, así como de algunos domésticos (vaca y cerdo), que pudieran servir como fuente constante de este microorganismo y contribuir a su difusión en el hombre (1, 7, 12).

Algunas mycobacterias atípicas colonizan el intestino, causando alguna enfermedad. Estas mycobacterias (especialmente M. kansasii y M. intracellularis) podrían causar enfermedad clínica en humanos. Más organismos atípicos son adquiridos en comida contaminada, tierra, polvo y agua (1, 7, 12).

El mycobacterium atípico es transmitido por aerosol, vía oral o contacto directo. Por lo tanto, estas infecciones en humanos y animales exóticos no son usualmente verdaderas zoonosis, por el contrario las infecciones por ambos son adquiridos en el mismo ambiente de la fuente (1, 7, 12).

La prevalencia de la tuberculosis humana de origen animal ha disminuido mucho en los países donde se impuso la pasteurización obligatoria y donde se realizaron exitosas campañas de control y erradicación de la infección bovina. En los países en los que la leche se consume hervida, entre ellos los de América Latina, la incidencia de infección por M. bovis ha sido siempre más baja. Aun así, tanto las formas pulmonares como extrapulmonares de la tuberculosis humana de origen animal no dejan de ser un problema en las áreas de alta prevalencia de la infección en bovinos. Esto se debe a que no toda la leche se consume hervida, muchos productos son preparados con leche sin pasteurizar y además hay casos de infección por vía aerógena (1).

Es posible la transmisión interhumana de M. bovis, pero hay pocos casos fehacientemente comprobados. En general se puede decir que, como en la mayoría de las zoonosis, el hombre es sólo un huésped accidental de M. bovis y su infección depende de la fuente animal. Si bien M. tuberculosis y M. bovis son muy similares en su efecto patógeno para el hombre, no se entiende porque la infección bovina no se ha constituido en mayor proporción en una enfermedad transmisible interhumana (1)

La infección del hombre por el tipo aviar es rara, y en total existen unos 150 casos registrados en el mundo. La mayor parte son casos de linfadenitis o de tuberculosis

pulmonar. Se conocen algunos casos en América Latina (Argentina, Brasil, Cuba, Chile y Perú) (1, 11).

El gran problema que presentan las infecciones por M. avium es que un alto porcentaje de los enfermos no responden a las drogas antituberculosas. La susceptibilidad del hombre a la tuberculosis aviar es variable en diferentes regiones y se debe no solo a M. avium sino también a otras mycobacterias (1, 11).

#### 1.4. Transmisión y especies afectadas:

Los animales se infectan con mayor frecuencia por la vía respiratoria o por el tracto digestivo, y en ocasiones por la introducción del germen en una herida abierta, siendo rara la tuberculosis congénita (15).

Entre los animales silvestres en cautividad, los primates no humanos (monos) son de especial interés por su susceptibilidad al M. tuberculosis y al M. bovis. Contraen la infección del hombre por vía aerógena. Los primates no humanos tuberculosos constituyen un riesgo para la salud humana. Las aves domésticas, que son el principal reservorio de M. avium, contraen la infección por vía digestiva y son fuente de infección para otras especies de aves y para los mamíferos (1, 15).

Primates no humanos varían en su susceptibilidad a la enfermedad. Macacos (*Macaca sp*) son altamente susceptibles a infección, donde unos diez tubérculos de bacilos inoculados dentro de la tráquea podrían causar una infección fatal. Grandes primates, primates africanos y otros primates asiáticos están intermedios en su susceptibilidad,

mientras que las especies del nuevo mundo y prosimios son más resistentes a la infección (12).

La tuberculosis entre los rumiantes se transmite principalmente por vía aerógena, antes del destete es importante también la vía enterógena. La tuberculosis de los porcinos, caprinos y ovinos tienen como fuente principal de infección a los bovinos y aves, y a veces al hombre. Los porcinos se infectan por vía digestiva y se considera que rara vez pueden retransmitir la infección entre sus congéneres o a otras especies animales, incluyendo al hombre. Los caprinos pueden ser fuente de infección para el bovino y para el hombre (1, 11).

Los perros contraen la infección principalmente del hombre y menos frecuentemente del bovino, y pueden a su vez retransmitirla al hombre y a los bovinos. La transmisión es aerógena y enterógena. Los gatos tienen como fuente principal de infección a los bovinos y en menor grado al hombre. La vía de penetración es principalmente oral. Ocasionalmente, pueden a su vez, ser fuente de infección para el bovino y el hombre (1, 11, 15, 16)

Según Wells, Sargent, y Andrews, mycobacterias no tuberculosas (M. fortuitum, M. terrae y M. nonchromogenicum) fueron aisladas en 3 orangutanes. M. flavescens fue aislada en 3 fuentes de toma de agua. Falta de respuestas a el derivado de proteína purificada de M. tuberculosis en estos animales pudo también sugerir que los orangutanes son más sensibles que otras especies a los antígenos de tuberculina comúnmente usados para la evaluación. Mycobacterias no tuberculosas han sido asociadas con enfermedades en especies de primates y también con reacciones de tuberculina en animales sanos (7).

### 1.5. Patogénesis:

Mycobacterium tuberculosis es probablemente la más conocida bacteria patógena de primates no humanos, y puede extenderse entre humanos y primates no humanos. Causa principalmente, una lenta infección respiratoria progresiva, con un curso de unos pocos meses, y muchas veces no son detectadas hasta que están avanzadas y tienen extensión por todas partes del cuerpo. La tuberculosis puede también comprometer los órganos viscerales, la columna espinal y los ojos (1, 12, 15).

Cuando el bacilo tuberculoso es inhalado y alcanza los espacios alveolares, es ingerido por macrófagos, que no lo destruyen por regla general. Estos macrófagos alveolares varían en su habilidad microbicida y su contenido enzimático. Un macrófago que es rico en ambos destruye al bacilo inmediatamente (15, 16).

Se origina una reacción inflamatoria local y los macrófagos transportan los gérmenes por los vasos linfáticos aferentes a los ganglios linfáticos regionales. Las lesiones tisulares resultantes, así como el curso que adopte el proceso, dependen de la virulencia del agente etiológico y de la susceptibilidad y respuesta inmunitaria del huésped. Son características la proliferación de linfocitos y la estimulación de la actividad de los macrófagos. La interacción de gérmenes y macrófagos conduce a la movilización de los granulocitos y a la formación de células gigantes. Esta reacción celular constituye la base estructural del granuloma tuberculoso con objeto de fijar y localizar el proceso infeccioso. Se trata de una reacción tisular a la que el huésped debe, en el mejor de los casos, la encapsulación del germen con la formación de los característicos tubérculos (forma

productiva) en el llamado "complejo primario completo" (órgano y ganglio linfático regional) o "complejo primario incompleto" (sólo ganglio linfático) (15, 16).

Si la respuesta inmunitaria es deficiente, el complejo primario puede proseguir su desarrollo para dar origen a una forma infiltrativa y difusa o exudativa, con la propagación de la infección a los tejidos vecinos o con la generalización. La inmunidad obedece probablemente a una reacción celular y a la vez humoral (15, 16).

Un bacilo tuberculoso que se multiplica dentro de un macrófago alveolar es difícil de destruir, en este caso, éste está apto para morir. Luego su carga bacilar será ingerida por otros macrófagos provenientes de la corriente sanguínea. Si estos macrófagos no tienen éxito destruyendo al bacilo, el tubérculo muy pronto adquiere un cuerpo necrótico central de macrófagos muertos. Este centro está rodeado por macrófagos jóvenes provenientes de la corriente sanguínea, los cuales entran en la lesión tuberculosa en estado improductivo debiendo ser activados antes de ser capaces de destruir al bacilo tuberculoso. Esta activación ocurre a nivel local, en donde el bacilo y sus productos estimulan a los macrófagos vía linfocitos y linfoquininas y por medio de otros mecanismos (11, 15).

Si el fagocito permanece en el punto en que se ha producido el englobamiento del bacilo, allí se desarrolla la lesión primaria. Posteriormente, al aparecer los macrófagos éstos pueden formar células gigantes. Luego la reacción llega a ser encapsulada por los fibroblastos, los cuales al madurar se convierten en células adultas de tejido conectivo. Como resultado de la acción tóxica del microorganismo se presenta la necrosis caseosa central (11,15).

Los bacilos tuberculosos se multiplican en el fagocito inmobilizado del huésped. Esta célula se rompe eventualmente liberando numerosos gérmenes que son recogidos por los fagocitos que se han acumulado en dicho punto en respuesta al estímulo determinado por la infección. Este proceso prosigue causando un tubérculo macroscópicamente identificable hacia el día catorce (11, 15).

El tubérculo inicial típico se halla formado por un núcleo interno de fagocitos mononucleares que contiene bacterias fagocitadas; estos fagocitos se hallan rodeados por células epiteloides y estas últimas se reúnen con frecuencia para formar una tercera capa compuesta de células gigantes de Langhans, que son células sincitiales grandes con núcleos múltiples ordenados en una media luna periférica. En contraste a la enfermedad en el humano, estas células en el primate son generalmente pocas en número o totalmente ausentes y la calcificación suele ser rara (1, 11, 15, 16, 17).

Se forma entonces un foco primario que, en el hombre y el ganado bovino, normalmente es un pulmón (en las aves de corral, casi siempre es el sistema intestinal). El drenado linfático desde el foco primario en los mamíferos causa formación de lesiones caseosas en ganglios linfáticos adyacentes; estas lesiones, conjuntamente con el foco primario, forman el "complejo primario", progresa lenta o rápidamente. Debido al crecimiento continuo de los microorganismos, estos tubérculos se agrandan, con frecuencia hasta alcanzar un gran tamaño. Algunas veces aparecen grandes masas en las membranas serosas de las cavidades corporales. A medida que los granulomas aumentan de tamaño sus porciones centrales sufren necrosis, finalmente se reducen a masas caseosas con tendencia a la mineralización (1, 11, 15, 16, 17)

En los mamíferos, los tubérculos pueden estar rodeados de tejido conectivo fibroso denso y detener el progreso de la enfermedad (1, 11, 15, 16, 17).

Si un tubérculo invade y penetra en un vaso sanguíneo, un bronquio o un bronquiolo, pueden difundirse rápidamente muchos bacilos a otras partes del organismo. La difusión hematológica da lugar a la tuberculosis miliar, que se manifiesta en la necropsia por muchas lesiones constantes, distribuidas por grandes zonas del organismo, pudiendo ser rápidamente fatal en el huésped. Con la perforación de un tubérculo encapsulado que se encuentra a nivel respiratorio, los bacilos son expectorados y deglutidos con la saliva, exponiendo así la infección del tracto digestivo. Los bacilos son entonces eliminados con las heces, así como también aspirados con el aire (1, 11, 15, 16, 17).

A pesar que la infección tuberculosa probablemente se disemina por más de una ruta, la secuencia más común parece ser los pulmones, bazo, hígado, riñones y membranas serosas. La tuberculosis de la columna vertebral "Mal de Pott" con espondilitis subsecuente, la tuberculosis cerebral y de la piel también han sido descritas. Las lesiones tuberculosas (órganos, ganglios linfáticos locales) son visibles a las 4-6 semanas.(1, 11, 15, 16, 17).

#### 1.6. Síntomas:

Los síntomas de la tuberculosis en los animales salvajes son variables y dependen de cierto número de factores, como la cepa del germen infectante, la vía de infección, el método de diseminación entre los huéspedes, la fase de la infección y la especie de huésped afectado (15).

### 1.6.1. Síntomas generales:

Los síntomas observados dependen de la extensión y localización de las lesiones. Los ganglios linfáticos superficiales agrandados proporcionan un síntoma diagnóstico útil, pero las lesiones localizadas en los ganglios linfáticos profundos tienen poco o ningún valor para establecer el diagnóstico clínico. Los síntomas más sobresalientes son generalmente de conducta y consisten en debilidad así como rechazo a moverse. Los síntomas generales incluyen: debilidad, anorexia, disnea, emaciación y fiebre baja fluctuante. En los mamíferos, los órganos de la cavidad torácica normalmente están afectados. Cuando hay afección pulmonar extensa, normalmente hay tos seca, intermitente. El signo principal de la tuberculosis es pérdida de peso o emaciación crónica a pesar de una buena nutrición y buen cuidado (11, 15).

La infección a nivel de pulmones en la mayoría de las especies da lugar a múltiples lesiones en el parénquima pulmonar o en los bronquiolos y se acompaña de alteraciones respiratorias de gravedad variable. Frecuentemente va acompañada de una tos crónica, suave y húmeda. El proceso puede dar lugar a bronconeumonía con disnea asociada a alteraciones respiratorias graves o mortales (11, 15).

En el tracto digestivo las manifestaciones suelen ser menos discretas más variables en todas las especies. Los síntomas se refieren generalmente a dolor a la presión sobre los órganos viscerales, que se produce como consecuencia del infarto de los ganglios linfáticos abdominales. Se observa, en ocasiones, obstrucción faríngea con disfagia, siendo rara la diarrea. En los casos crónicos puede observarse indiferencia en los comienzos de la infección, inflamación dolorosa de los ganglios superficiales, inapetencia, leves

fluctuaciones febriles y emaciación progresiva. Los primates presentan muchos síntomas idénticos a los otros animales, pero son mucho más susceptibles a la enfermedad (12, 15).

#### 1.6.2 Síntomas por especies afectadas:

En el primate no humano, al progresar la enfermedad, este se sienta en una posición encorvada y exhibe poco interés por la comida; el pelo aparece desmarañado y suele caerse (2, 15).

Después del ejercicio, el animal tuberculoso se cansa rápidamente y presenta disnea, en la tuberculosis visceral o digestiva se presenta una esplenomegalia o bien hepatomegalia; se ve a veces la ulceración de la piel y la supuración de los ganglios linfáticos. Cuando la enfermedad se descubre en forma temprana en la mayoría de las especies, ésta se manifiesta por un aumento de tamaño de los nódulos linfáticos mediastínicos pudiendo presentar nódulos caseosos o supurativos. En estos casos los síntomas son visibles habiendo muertes repentinas, alteraciones en la conducta, anorexia, cansancio después de realizar un esfuerzo y letargia (2, 15).

En un estudio realizado en diciembre de 1984, un bisón (Bison bison) macho murió después de que perdiera condición corporal en un periodo de 4 meses habiendo recibido tratamiento. El animal tuvo tuberculosis pulmonar fulminante, y M. bovis fue aislado (2).

En el estudio realizado en el zoológico de Baltimore, Estados Unidos, en mayo 15 de 1985 a diciembre 16 de 1987; los animales en cuarentena fueron examinados a tuberculosis en 4 tiempos. PPD M. bovis fue inyectada en las regiones cervical y pliegue

caudal, y el control de salina y fenol fueron inyectados en las regiones opuestas, cervical y pliegue caudal. El 24 de junio de 1985 el kudu (Tragelaphus imberbis) comenzó a perder condición. Esto fue descubierto al tener un absceso que envolvió el interior del cuerno izquierdo, no hubo crecimiento bacteriano aeróbico de rutina, pero el animal respondió a antibióticos y empezó de nuevo a ganar peso. Dos meses después volvió a perder peso y fue positivo a exámenes de piel, usando PPD M. bovis en el área cervical izquierda y pliegue caudal izquierdo. El animal tuvo una tuberculosis pulmonar fulminante (2).

Los animales silvestres que viven en libertad, lejos del hombre y de los animales domésticos, por lo general no contraen tuberculosis. En cambio, los animales en cautividad que se encuentran en zoológicos, granjas de animales pilíferos, colonias de laboratorio o los mantenidos en casas de familia, tienen la oportunidad de exponerse al microorganismo e infectarse. Aproximadamente el 70% de las cepas aisladas de los primates no humanos son de tipo humano y el resto de tipo bovino. En zoológicos y también en algunas reservaciones de parques naturales, se han encontrado enfermos, tanto ungulados como en carnívoros silvestres (1).

En los rumiantes la tuberculosis por vía entérica es importante en terneros que se amamantan con leche que contiene bacilos tuberculosos. La forma clínica y patológica más común es la tuberculosis pulmonar. El agente causal al penetrar en los pulmones y multiplicarse, forma el foco primario, que va acompañado de una lesión tuberculosa de los ganglios bronquiales del mismo lado, creándose de esta manera el complejo primario (1, 11, 16).

Si se rompe la resistencia del animal frente al bacilo tuberculoso, la infección puede entonces difundirse a otros órganos por vía linfohemática o por los conductos naturales (1, 11, 16).

La mayoría de las veces, la tuberculosis tiene un curso crónico y limitado a un sólo órgano, el pulmón. El proceso es lento y puede ser clínicamente inaparente por largo tiempo; incluso cierto número de animales pueden pasar toda su vida útil sin sintomatología evidente, pero constituyendo una amenaza potencial para el resto de la población. Otros animales desarrollan una bronconeumonía crónica, con tos y disminución de la capacidad productora. En casos avanzados, cuando gran parte de los pulmones están destruidos, hay una disnea pronunciada (1, 11, 16).

Otra forma que se observa con cierta frecuencia en rebaños infectados, en países donde no hay control de la enfermedad, es la tuberculosis peritonea, o sea la peritonitis o pleuresía tuberculosa. Esta forma clínica tiene importancia no solo desde el punto de vista de la salud pública sino también como fuente de infección para los terneros que se amamantan con la leche en forma natural o artificial. Otras localizaciones orgánicas son en el hígado, bazo, riñón, órganos genitales; presentándose en regiones endémicas (1, 11, 16).

En los porcinos la susceptibilidad abarca a los 3 agentes clásicos de la tuberculosis (bovina, aviar y mamífera). M. bovis es el más patógeno e invasor para esta especie, siendo responsable de la mayor parte de las tuberculosis generalizadas. La vía principal de

infección es la digestiva, por ingestión de leche o productos lácteos contaminados, residuos de cocina y mataderos, excreta de aves y bovinos tuberculosos (1, 11, 16).

El complejo primario se encuentra en la orofaringe y en los ganglios submaxilares, o en el intestino y en los ganglios mesentéricos. No se encuentran lesiones de tuberculosis crónica en órganos aislados, como es común en los rumiantes (1, 11, 16).

La infección por M. avium procede de aves infectadas, y la causada por M. intracellulare proviene del medio ambiente, causando por lo general una adenitis del tracto digestivo y más raramente una generalización de la enfermedad (1, 11, 16).

### 1.7. Diagnóstico:

La prueba de tuberculina es el medio más importante para el diagnóstico en el animal vivo (1, 16).

#### 1.7.1. Pruebas bacteriológicas:

Puede recurrirse a las investigaciones bacteriológicas a partir del material patológico obtenido por necropsia. La observación de bacilos acidorresistentes en extensiones de ese material (secreción bronquial, leche, ganglios linfáticos, órganos) es factible con la tinción de Ziehl-Neelsen. Si se trata de M. bovis, hay que examinar casi siempre varios campos microscópicos o investigar incluso varios frotis hasta lograr ver bacilos aislados. Un método alternativo de tinción es el de la auraminarodamina, que permite observar las micobacterias con una fluorescencia típica empleando luz ultravioleta (1, 16).

El aislamiento del microorganismo suele lograrse únicamente con los animales de experimentación, debido al escaso número en que se presenta el microorganismo y a la flora de acompañamiento (1, 16).

Pueden efectuarse exámenes microscópicos y cultivos en medios adecuados. La identificación se basa en los caracteres culturales y bioquímicos. En todo caso es necesario el examen histológico de la típica reacción celular (granuloma tuberculoso) para confirmar el diagnóstico (1, 16).

Calle, Thoen y Roskop, en el estudio realizado en 12 orangutanes (Pongo pygmaeus) al diagnosticar la presencia de tuberculosis a través de muestras orgánicas recomiendan en primer lugar, el uso de una sonda gástrica (radiopaca) introducida oralmente para aspirar los contenidos gástricos. Si ningún reflujó gástrico se obtuviera, recomiendan en segundo lugar, lavar el estómago con solución estéril al 0,9% de cloruro de sodio sin agentes bacteriostáticos, entonces se transfieren las muestras a un recipiente y se neutralizan inmediatamente al añadirles cloruro de sodio y ácido clorhídrico. Se examinan las muestras para observar bacterias ácidas, así como para la realización de cultivos de mycobacterias. Se usa coloración auramina y cultivo en medio Lowenstein-Jensen y Middlebrook 7 H 11. Los cultivos son incubados a 35 grados en 5% de CO<sub>2</sub> durante 8 semanas. En los resultados obtenidos de los 12 orangutanes estudiados, 11 de ellos evidenciaron presencia de bacterias ácidosresistentes (7, 10).

Esto no es indicativo de la presencia de bacterias ácidosresistentes, ya que no crecieron en los cultivos bacteriológicos propuestos, si no que crecieron otras bacterias tales como Nocardia que también son mycobacterias ácidosresistentes, aisladas en 3

cultivos. De los 11 orangutanes que mostraron evidencia de bacterias ácidosresistentes, 9 fueron positivos a la prueba de tuberculina intradérmica. La relación entre la prueba positiva de tuberculina y la presencia de bacterias ácidosresistentes del lavado gástrico no es concluyente; ya que solamente dos orangutanes que fueron negativos a la prueba de tuberculina demostraron evidencia de bacterias ácidosresistentes (7, 10).

Esto no es indicativo de la presencia de bacterias ácidosresistentes, ya que no crecieron en los cultivos bacteriológicos propuestos, si no que crecieron otras bacterias tales como *Nocardia* que también son mycobacterias ácidosresistentes, aisladas en 3 cultivos. De los 11 orangutanes que mostraron evidencia de bacterias ácidosresistentes, 9 fueron positivos a la prueba de tuberculina intradérmica. La relación entre la prueba positiva de tuberculina y la presencia de bacterias ácidosresistentes del lavado gástrico no es concluyente; ya que solamente dos orangutanes que fueron negativos a la prueba de tuberculina demostraron evidencia de bacterias ácidosresistentes (7, 10).

En el estudio de Calle, Thoen y Roskop; otras mycobacterias como *M. flavescens*, *M. fortuitum* y *M. terrae* fueron aisladas del agua. El estudio reveló el aislamiento de mycobacterias del 50% de las muestras de agua para animales de zoológico o peces. Otras mycobacterias han causado enfermedad en humanos y primates no humanos, pero los orangutanes estudiados no evidenciaron síntomas de enfermedad (7).

#### 1.7.2. Prueba de tuberculina intradérmica:

La reacción de tuberculina, usada en el hombre y los animales domésticos, se emplea así mismo para diagnosticar la tuberculosis en los animales exóticos. La reacción intradérmica estandar que se usa con los animales domésticos consiste en inocular 0.1 ml.

de tuberculina mamífera, intradérmicamente en el pliegue anocaudal. El examen de tuberculina es aplicado en el pliegue caudal, si hay uno adecuado, y si el animal puede ser restringido. Si un examen en el pliegue caudal no es apropiado, el examen es aplicado en el área cervical o en el párpado. El número de unidades de tuberculina que se inyecta varía de 2,000 a 10,000 UI. A mayor dosis de unidades internacionales de tuberculina, la prueba será generalmente más sensible pero menos específica. La efectividad de la prueba depende no solo de la tuberculina y de su correcta aplicación sino también de la capacidad de respuesta del animal infectado. Cuando las respuestas del examen de tuberculina sean encontradas en rumiantes salvajes o en cerdos salvajes o domésticos, se harán otras pruebas o serán sacrificados para coleccionar muestras para el laboratorio (1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 15).

La reacción se lee 72 horas más tarde y la positividad queda indicada por una inflamación caliente y dura en el punto de la inyección. Actualmente se cuenta con 2 tipos de productos para la realización de las pruebas de tuberculina: la tuberculina vieja (OT) y el derivado proteico purificado (PPD). La tuberculina OT modificada y la tuberculina OT de Jensial son manufacturadas de cultivos de M. tuberculosis, mientras que otras tuberculinas OT comerciales son hechas de cultivos de M. tuberculosis y/o M. bovis (1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 16).

Los animales salvajes tuberculosos responden generalmente bien a la reacción intradérmica estandar, sin embargo los primates no responden bien a la reacción estandar por lo que se recomienda la prueba intrapalpebral ideada por Schroeder en 1938. La tuberculina vieja mamífera, la tuberculina vieja aviar y el derivado de proteína purificada

de M. avium o M. bovis, son usadas para evaluar a los primates de tuberculosis, para evaluación de rutina PPD ha mostrado ser menos antigénica que tuberculina vieja mamífera o tuberculina vieja aviar, aunque estas diferencias podrían no ser estadísticamente significativas (1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 14, 15).

En la mayoría de los países solo se emplea una tuberculina mamífera en las campañas de erradicación, reservándose la prueba comparativa (con aplicación simultánea de tuberculina mamífera y aviar) para los rebaños problema cuando hay sospecha de sensibilización para ~~es~~ específica.(1).

Evaluación de tuberculina intradérmica palpebral es la herramienta más comúnmente usada para diagnosticar tuberculosis en primates no humanos. No obstante la evaluación de tuberculina intradérmica a menudo tiene falta de sensibilidad y especificidad las cuales complican la interpretación de ambos resultados, positivos o negativos (10, 14, 15),

En estudios con Macacos Rhesus (Macaca mulata), tuberculina vieja mamífera (OT) fue más exacta en evaluación de tuberculosis que si la evaluación fuera con PPD bovis (10, 14, 15).

La evaluación de rutina con tuberculina, especialmente en primates no humanos, comprende la administración de 0.1 ml. no diluido de tuberculina vieja mamífera intradérmicamente en el párpado superior. El párpado es usado por facilidad de visualización y evaluación postinyección, primariamente para animales que están con dificultad de restricción en un segundo tiempo de lectura del examen. Alternativamente la piel del antebrazo o pecho podrían ser usadas. Esta área podría ser palpada para evaluación

de densidad. Si hay alta exposición a mycobacteria atípica en el ambiente o en el agua, es aconsejable, examinar simultáneamente con 2 antígenos, aviar y mamífera (10, 14, 15).

Exámenes intradérmicos de abdomen y tórax pueden ser aplicados en el mismo tiempo que el examen palpebral. Si el animal reacciona, la comparación por palpación puede ser hecha y biopsias de piel confirmarán la reacción, debido a que puede haber confusión por una mala aplicación de la tuberculina, por una reacción inflamatoria postinyección, etc. Antígenos adicionales pueden ser inyectados en el párpado opuesto pero esto puede impedir la comparación con el párpado no afectado. Los sitios son examinados siempre en 24, 48 y 72 hrs. por hiperemia, eritema, densidad y necrosis. Una reacción positiva es cuando está aumentando el párpado, con caída del mismo, notándose en 48 y/o 72 horas (10, 14, 15).

La tuberculina vieja de Koch modificada es una tuberculina mamífera intradérmica, de fracciones aisladas humanas la cual se prepara a partir de filtrados de cultivos de M. tuberculosis. Se prefiere la utilización de la tuberculina vieja de Koch debido a que es más específica y las reacciones suelen ser más fuertes que las de PPD facilitando esta forma la lectura de la prueba (10, 14).

Los sitios preferidos para la inyección intradérmica de tuberculina son los párpados, el abdomen o el tórax. Para la inyección intrapalpebral el animal debe ser restringido físicamente de manera adecuada, luego el párpado superior debe de ser estirado y así el material será inyectado. Cualquier otra área carente de pelo puede ser utilizada tal como el antebrazo o el área alrededor de la tetilla, o sino el pelo puede ser cuidadosamente cortado de cualquier parte del abdomen. Se requiere de palpación para leer la prueba aplicada en

cualquier sitio que no sea el párpado. Los resultados de la inyección en el párpado pueden ser observados sin necesidad de palpación. La ventaja de este método es la facilidad de reconocer las reacciones positivas sin necesidad de recapturar al animal. Los animales deben examinarse una vez al día durante los tres días siguientes: a las 24, 48 y 72 horas (10, 14).

Orangutanes (Pongo pygmaeus), chimpances (Pan troglodytes) y gorilas (Gorilla gorilla), responden a la prueba de tuberculina, producida de otras mycobacterias no tuberculosas. Los orangutanes también responden a tuberculina de mycobacterias viejas más comúnmente que las otras especies. Es así que los orangutanes son definitivamente susceptibles a la tuberculosis y su respuesta a la tuberculina no puede ser ignorada o disminuida. La respuesta a la tuberculina resulta de la exposición a mycobacterias más que a la exposición del bacilo de la tuberculosis, lo que complica la interpretación de la respuesta a la prueba intradérmica en estas especies (2, 6, 10)

### 1.7.3. Biopsia de piel:

Es una prueba complementaria en los sitios de aplicación de la tuberculina, debe también realizarse para confirmar reacciones de hipersensibilidad cruzadas. Solamente después de la consideración de estos factores, podrá considerarse adecuadamente la respuesta de la prueba intradérmica de tuberculina (2, 10, 16).

En el estudio hecho por Cranfield, Thoen y Kempske, aplicando PPD bovis, tuberculina vieja mamífera y controles de salina y fenol en párpado, región cervical y pliegue anocaudal derechos, en varios animales de pezuña hendida, se tomaron biopsias

de piel de todos los sitios de examen. Fueron tomadas y examinadas histológicamente para diferenciar entre una reacción inflamatoria aguda con infiltración neutrofílica o un retraso en la reacción de hipersensibilidad envolviendo grados variables de infiltración intersticial y perivascular de linfocitos. Todas las respuestas fueron de hipersensibilidad retardada, y la severidad de la reacción histológica fue similar a la severidad de la inflamación densa (2).

#### 1.7.4. ELISA:

Fue descrita para la detección de anticuerpos antimycobacteriales en ciertas especies de animales exóticos expuestos a mycobacterias típicas y atípicas clínicamente. El uso de preparaciones de purificado extraído de cepas virulentas usando deoxicolato o cloruro potásico en ELISA, proporcionan una perfeccionada especificidad (2, 4, 10).

En un hato con historia de tuberculosis y en animales individuales es menos severa la interpretación de ELISA, esto es aconsejable porque los gravemente enfermos pueden también ser resultado de la sensibilización por mycobacterias atípicas u otro tipo de bacterias. En general los títulos no específicos tendrán disminución en la reexaminación después de 6 u 8 semanas (3).

ELISA es prácticamente un valioso instrumento de diagnóstico de tuberculosis en animales de zoológico. En grupos infectados de tuberculosis, una interpretación estricta podría ser usada, mientras que en hatos sin historia de tuberculosis y animales individuales de zoológico, una interpretación más restringida es preferible (3)

ELISA también muestra la promesa para detectar anticuerpos de mycobacterias en especies exóticas. Estudios controlados determinan la eficacia de estos exámenes en primates que no han sido evaluados con esta prueba (7).

#### 1.7.5. Placas Radiográficas:

Las lesiones en las radiografías torácicas pueden tener dificultad al diferenciarse de parásitos, hongos y ciertas lesiones pulmonares. Es por eso que no se toma esta prueba como un diagnóstico definitivo (7).

#### 1.7.6. Transformación de Linfocitos:

El examen de transformación de linfocitos ha sido usado en el estudio de competencia inmune, retardo de hipersensibilidad y alergias. Resultados de los estudios en animales exóticos sugieren al examen de transformación de linfocitos, que podría ser útil como examen complementario, no obstante, correlaciones con los exámenes intradérmicos, cultivo de bacterias y descubrimientos en la necropsia no están de acuerdo, y ocurren resultados falsos negativos y falsos positivos (7).

ELISA y el examen de transformación de linfocitos mostraron variables en correlaciones con los reactores y exámenes comparados de tuberculina con bovinos humanos y aves, no produjeron respuestas significativas (7).

#### 1.8. Resultados:

En ausencia de mycobacterias patógenas, las mycobacterias no tuberculosas son la causa más común de sensibilización a antígenos mycobacterianos. La exposición a otras mycobacterias ha causado respuesta positiva a la prueba de tuberculina en humanos y primates sanos (7).

Al aislarse M. fortuitum, M. terrae, M. nonchromogenicum y M. tuberculosis de muestras de lavado gástrico y de secreciones producidas por la inflamación del tracto respiratorio, desarrollan hipersensibilidad cruzada cuando se utiliza derivado proteico purificado de M. bovis, en otras especies expuestas a M. fortuitum (7).

La tuberculina intradérmica es una técnica valiosa para evaluar la condición de tuberculosis en primates. En algunos casos, respuestas falsas negativas en humanos y primates ocurren en enfermedad avanzada, infección reciente de tuberculosis, o enfermedades concurrentes (especialmente sarampión), reacciones positivas en humanos y primates pueden resultar de la sensibilización a mycobacterias más que a M. tuberculosis o M. bovis. Una impresión clínica común de los veterinarios de zoológico que ha sido corroborada por varias publicaciones, indica que pruebas intradérmicas positivas pueden ocurrir en orangutanes saludables que no han tenido ninguna exposición conocida a M. tuberculosis o M. bovis (7).

Montali y Hirschel en su estudio informan, que los procedimientos de evaluación de tuberculina en primates y en rumiantes de zoológicos, exhibieron alguna uniformidad en los sitios de evaluación, cantidad de tuberculina usada, y los intervalos de tiempo cuando los exámenes fueron leídos. No obstante, estos permanecen en gran cantidad de variabilidad en tipos de tuberculina usada, interpretación de exámenes y disposición de animales. Mayores esfuerzos son necesarios al desarrollar una norma más uniforme para evaluación de las especies que son susceptibles a enfermedades mycobacteriales (6).

En el estudio hecho por Lamberski concluyó que, los resultados de la evaluación de tuberculina intradérmica, son positivos o negativos, no obstante, falsos positivos así como

falsos negativos pueden ocurrir. Históricamente, la evaluación con tuberculina fue usada para proyectar M. tuberculosis o M. bovis. No obstante, el crecimiento de las mycobacterias atípicas como patógenos potenciales fomentan la confusión en el uso y la interpretación de los resultados del examen (14)

El estudio de Wells, Sargent y Andrews concluye en que la falta de un examen de diagnóstico confiable y la inconsistencia en los resultados del examen, hacen difícil establecer un diagnóstico para tuberculosis. Podría ser que la exposición a mycobacterias no tuberculosas juegue un rol en sensibilización de orangutanes y/o que los orangutanes sean más sensibles a los antígenos de tuberculina corrientemente usadas para evaluación (7).

Un protocolo normal esquematizado recomienda procedimientos de diagnóstico que podrían ser desarrollados para evaluación de tuberculosis en orangutanes (Pongo pygmaeus). Esto permitirá la colección de datos los cuales podrían ser más fácilmente recolectados y se proporcionarían a Médicos Veterinarios con normas que ayudarían a confirmar o refutar la presencia de la enfermedad (7).

#### 1.8.1. RESULTADOS NEGATIVOS:

Un examen de tuberculosis negativo verdadero, ocurre cuando en una inmunocompetencia individual faltan respuestas a la inyección intradérmica de tuberculina. Esto es un hecho en las enfermedades mycobacteriales tuberculosas y no tuberculosas (atípicas). El individuo en estudio puede también ser colonizado por mycobacterias atípicas no patógenas (4, 14).

Organismos ácidos fijados pueden sobrevivir en el lumen del tracto gastrointestinal, invadiendo la mucosa. Estos organismos son usualmente detectados en tinturas ácidas fijadas de heces y fluido gástrico. El cultivo y la identificación de los organismos ácidos fijados, ayudará a confirmar la presencia de mycobacterias, y podrá también ayudar en determinar el potencial de patogenicidad de los organismos (4, 14).

#### 1.8.2. RESULTADOS FALSOS NEGATIVOS:

Un falso negativo puede resultar cuando un animal ya no reacciona a la inyección de tuberculina intradérmica, aunque esté infectado con mycobacteria patógena. Reportes de tuberculosis aviar en primates no humanos, usualmente implican o demuestran anomalías inmunológicas. Sin apropiadas interacciones de linfocitos T y macrófagos, la expresión del tipo de hipersensibilidad retardada y lesiones características de tuberculosis son reducidas en el huésped. Clínicamente muchos de los animales afectados tienen enfermedad entérica crónica. En la necropsia, otros procesos patológicos son con frecuencia encontrados sugiriendo supresión inmune. Quimioprofilaxis (isoniazida y etambutol) podría tener inhibida la respuesta a tuberculosis intradérmica en un Macaco Rhesus (*Macaca mulata*) reportado en la literatura (14).

Falsos negativos en exámenes de tuberculina intradérmica, pueden también resultar por errores de procedimiento. Algunos productos de tuberculina pueden perder potencia cuando son expuestos a la luz. Por lo anterior deben de aplicarse lo más pronto posible al animal, ya que pueden también adherirse al plástico de una jeringa desechable, disminuyendo así la potencia del material inyectado (arriba de 25% en 20 minutos). Por lo

tanto los sobrantes de las tuberculinas deberán ser eliminadas inmediatamente después de usarse (14).

Inyección subcutánea puede conducir a una reacción falsa negativa, como puede interpretarse mal el resultado del examen. El margen del párpado podría ser observado de abajo, así que muchos edemas localizados podrían ser notados (14).

### 1.8.3. RESULTADOS POSITIVOS:

Un examen de tuberculina positivo verdadero, resulta cuando un animal tiene una enfermedad mycobacteriana y reacciona a la tuberculina intradérmica. La evaluación de tuberculina intradérmica palpebral con tuberculina vieja mamífera, parece ser el más sensible indicador de una infección temprana con formas mamíferas de tuberculosis, pero no es usualmente útil para la detección de tuberculosis aviar. Animales con mycobacteriosis atípicas, podrían tener una equívoca o débil reacción positiva a tuberculina vieja mamífera o PPD bovis. Estos animales tendrían frecuentemente una reacción positiva intensa si son reevaluados con tuberculina preparada de M. avium (4, 14).

### 1.8.4. RESULTADOS FALSOS POSITIVOS:

Falsos positivos pueden resultar de sensibilización del animal a mycobacterias diferentes que M. bovis o M. tuberculosis. En ausencia de mycobacterias patógenas, las mycobacterias no tuberculosas aisladas son la causa más probable de sensibilización a antígenos mycobacteriales. La mycobacteria puede estar presente en el ambiente o como parte de la flora bacteriana endógena. M. gordoneae, M. fortuitum, M. terrae, M. nonchromogenicum, M. flavescens, M. avium y M. chelonae fueron aisladas de primates asintomáticos que reaccionaron a tuberculina vieja mamífera. M. fortuitum es el

organismo más probable de causar sensibilización, resultando en un examen positivo de tuberculina intradérmica, debido a que comparte determinantes antigénicas con M. tuberculosis (14).

Falsos positivos en exámenes de tuberculina intradérmica palpebral, pueden resultar de trauma asociado con inyección. El trauma usualmente resulta ser eritema con duración suave de 24 horas, que usualmente comienzan a disminuir a las 48 y 72 horas las cuales es inconsecuente con una respuesta de hipersensibilidad retardada. Los primates previamente inmunizados con productos conteniendo células muertas de M. tuberculosis pueden dar reacciones de tuberculina falsas positivas (14).

Resultados del examen de tuberculina deben ser interpretados en una clara historia de tuberculosis en el individuo y otros animales, así como personas que entran en contacto con primates en forma individual. Las rutas de posible exposición deben también ser consideradas (14).

Los resultados del examen deben ser interpretados junto con descubrimientos en el examen físico, comparando con exámenes de tuberculina intradérmica, hematología completa, bioquímica, ELISA, radiografías torácicas y exámenes microbacteriológicos (tinturas ácidas rápidas y cultivos mycobacteriales) de lavados bronquiales, lavados gástricos y heces. Biopsias de los sitios de examen pueden ser tomadas para confirmar una reacción de hipersensibilidad retardada. Esta información debe ser considerada antes de determinar la significancia de las respuestas del examen de tuberculina en primates (14).

### 1.9. Prevención y Control:

En casos de respuestas positivas de tuberculina en especies raras en peligro de extinción, se contacta con el Director o Médico Veterinario del zoológico afectado para hacerle enterar de la situación. Una evaluación deberá realizarse para determinar el estado de tuberculosis a los animales enfermos, examinar el programa de tuberculosis, la habilidad de segregar la respuesta del animal en el zoológico, y el riesgo de la salud humana y determinar si se da tratamiento o se procede a eutanasia de los mismos (5).

La prevención de tuberculosis en primates capturados, es dependiente de muchos factores. Una cuarentena estricta de nuevas adquisiciones, con prueba de tuberculina intradérmica durante este período, es un componente esencial en el control de la tuberculosis en primates. El programa de cuarentena deberá combinarse con la vigilancia de la colonia existente de primates, mediante la rutina de tuberculinización y necropsias de primates que mueren. Los guardianes de los recintos de los primates deben recibir también anualmente prueba de tuberculina (7)

La lucha contra la tuberculosis bovina aspira a erradicar la enfermedad. Los programas de erradicación están basados esencialmente en la práctica sistemática de la prueba de tuberculina y en la eliminación de los reaccionantes. Es imprescindible que el movimiento nacional e internacional de ganado esté sujeto a estrictas medidas de vigilancia. En la inspección de los efectivos sancionados tienen gran importancia la tuberculinización periódica de todo el ganado para descubrir las reinfecciones. La inspección de la carne es otra parte importante. La inmunización activa no tiene validez.

como método de lucha eficaz, sobre todo porque los animales vacunados son sensibles a la tuberculina y habría que excluir ésta para el diagnóstico (11, 16).

En el estudio hecho por Cranfield, Thoen y Kempske, después de que murió un animal infectado con tuberculosis, el zoológico estableció un protocolo de vestimenta para guardianes, disponiendo de ropa adecuada, con gorra de uso en cirugía y máscara; además guantes de latex y un par de botas de caucho para uso exclusivo en esas áreas. Las ruedas de los vehículos que entraban y salían eran rociadas con un desinfectante adecuado. Los guardianes desde entonces tuvieron contacto cerrado con los animales. Se cambiaban de ropa entrando al área regular de cuarentena para trabajar con los animales tuberculosos. Después del procedimiento directo en los corredores de la cuarentena, los guardianes se removían de su ropa de trabajo, se duchaban y se colocaban su ropa de uso diario para pasar a otras áreas de trabajo (2) Hay tres tipos principales de enfoques para el control de la tuberculosis:

- a) Prueba y sacrificio. Al reaccionar el animal positivamente a diversas pruebas de diagnóstico para tuberculosis, se toma la decisión de sacrificar al mismo.
- b) Prueba y separación. Si reacciona el animal positivamente a diversas pruebas de diagnóstico para tuberculosis, se separa el mismo del hato, rebaño, etc., para aislarlo en un área cuarentenable.
- c) Quimioterapia. Al confirmar la presencia de la enfermedad en el animal, se procede a darle un tratamiento adecuado.

Se emplea en la mayoría de países el primer enfoque propuesto (11).

#### 1.10. Tratamiento:

La mayoría de países descartan totalmente implementar un tratamiento en animales que salen positivos a las diferentes pruebas de diagnóstico de tuberculosis, debido a ello emplean el enfoque de prueba y sacrificio, ya que el riesgo que se corre en salud pública es sumamente alto (11).

## V. "MATERIALES Y METODOS"

### V.1. Materiales:

#### 1.1. Descripción breve del Zoológico "La Aurora":

El Zoológico Nacional "La Aurora", se encuentra ubicado en la zona 13 de la ciudad capital de la República de Guatemala, siendo el área más grande de exhibición de la diversa fauna nativa y exótica. Cuenta con una extensión territorial de 89,704.06 metros cuadrados. Fue inaugurado el 25 de diciembre de 1924 bajo el período presidencial del Coronel José María Orellana. Actualmente el Zoológico "La Aurora", preocupado por el deterioro del medio ambiente cuenta con varios objetivos, siendo ellos:

- a. Educación: procurando educar a la población para conservar los recursos naturales y los animales en peligro de extinción.
- b. Recreación: representando un lugar donde poder pasear y tener contacto con la naturaleza dentro de la capital.
- c. Conservación: preservar y conservar una área verde dentro de la capital, así como el establecimiento de programas de reproducción animal especialmente en animales nativos en vías de extinción.
- d. Investigación: realizar investigación científica en áreas de biología, veterinaria, nutrición animal, etc.; para diferentes grados académicos.

#### 1.2. Recursos humanos:

Se contará con la colaboración del siguiente personal:

- 3 Asesores - Medicos Veterinarios
- 5 Jauleros del Zoologico Nacional "La Aurora"
- 1 Estudiante investigador de la carrera de Medicina Veterinaria

1.3. Recursos biologicos:

Diferentes poblaciones de los siguientes animales:

1. 10 Coches de monte Pecari tajacu
2. 10 Jabalics Tayassu pecari
3. 19 Monos arana Ateles geoffroyi
4. 8 Venados cola blanca Odocoileus virginianus
5. 13 Borregos de berberia Ammotragus lervia

100 dosis de tuberculina mamifera (PPD bovis)

50 dosis de tuberculina aviar (PPD avium)

1.4. Recursos de campo - captura:

2 Cerbatanas

50 Dardos

2 Redes

3 Horquillas

1 Binocular

12 Lazos

1 Camara fotografica

2 Rollos fotograficos para diapositivas de 36 exposiciones cada uno.

### 1.5. Otros:

- 100 jeringas desechables de tuberculina 1 cc.
- 100 jeringas desechables de 3 cc.
- 100 jeringas desechables de 10 cc.
- 1 galón de alcohol y 2 libras de algodón
- 15 frascos de anestésico disociativo (hidrocloruro de ketamina)
- 2 frascos de atropina
- 2 frascos de Dopram (Doxapram)
- 50 pares de guantes para cirugía
- 3 frascos de Rompun (Xylazina)

### V.2. Metodología:

La metodología usada para la tuberculinización, se llevó a cabo en las siguientes poblaciones animales a evaluar: 10 Cochinos de monte (Pecari tajacu), 10 Jabalíes (Tayassu pecari), 19 Monos araña (Ateles geoffroyi), 8 Venados cola blanca (Odocoileus virginianus) y 13 Borregos de berberia (Ammotragus lervia); los cuales se encuentran exhibiéndolos en diferentes recintos del Zoológico Nacional "La Aurora", situado en la ciudad capital de Guatemala.

#### 2.1. Procedimiento de captura:

Las especies evaluadas como Cochinos de monte (Pecari tajacu), Jabalíes (Tayassu pecari), fueron anestesiadas con Hidrocloruro de Ketamina a dosis de: 6.0 - 48 mg/kg. Los

Venados cola blanca (Odocoileus virginianus) fueron anestesiados con ketamina a dosis de: 0.71 - 3 mg/kg. y xylazina 3 - 4 mg/kg.; y los Monos araña (Ateles geoffroyi), fueron restringidos con ketamina a razón de 10 mg/kg. Todos ellos se les aplicó las respectivas drogas por medio de teleinyección.. Posteriormente con restricción manual fueron evaluados, para asegurar una inoculación apropiada de la tuberculina y minimizar el riesgo de daño a los animales y sus captores.

Para la captura se usaron dardos consistentes en una jeringa de cámara doble, separadas por un émbolo. La droga se colocó en una de las cámaras (en la que se coloca la aguja), y el aire se colocó en otra, usando otra jeringa normal. Se colocaron los dardos en la cerbatana y el operador expulsó aire a través de la cerbatana para el lanzamiento de los mismos. Junto a ello en los monos araña también se usaron las redes para su restricción, y en los coches de monte y jabalíes se usaron las horquillas.

Mientras que en el caso de los Borregos de berberia (Ammotragus lervia) se usó la restricción manual por medio de lazos.

El método de diagnóstico empleado para el desarrollo del presente estudio de investigación, consistió en la utilización de tuberculina tipo mamífera (PPD bovis), inoculada en el párpado superior derecho, y la tuberculina tipo aviar (PPD avium) inoculada en el párpado superior izquierdo, en todos los animales a evaluar.

Si algún animal evaluado reaccionara positivo a la prueba intradérmica de tuberculina, se procederá a realizar la Prueba Comparativa Cervical o exámenes Microbacteriológicos, para confirmar la presencia de la enfermedad en el mismo. El sitio de inoculación en cada párpado fue 2 a 3 milímetros arriba de las pestañas vía intradérmica

en dosis de 0.1 cc. usando la respectiva jeringa de tuberculina para cada animal. Después de una apropiada administración de la tuberculina, una burbuja transparente fue observada por lo menos durante algunos minutos.

La lectura de la prueba se realizó 24, 48 y 72 horas después de la inoculación por inspección visual, utilizando un binocular para determinar los cambios en el área de inoculación, si se presentan cambios considerables, tendrá que restringirse al animal de nuevo para hacerle una evaluación minuciosa de la reacción intradérmica que presenta.

La respuesta a la prueba de tuberculina fue designada tomando los siguientes criterios:

0 = no reaccionante

1 = cambios leves (hinchazón o eritema)

2 = cambios severos (hinchazón y/o eritema).

3 = cambios muy severos (hinchazón, eritema, superficie áspera y/o exudados).

4. = reacción extrema (necrosis, cierre del párpado). (Ver cuadro inferior).

| Respuesta a la prueba en relación al tiempo de lectura y resultados posibles: |         |         |        |
|---|---------|---------|--------|
|   | 24 hrs. | 48 hrs. | 72 hrs |
| NEGATIVOS   | 0, 1    | 0       | 0      |
| SOSPECHOSO  | 0,1,2,  | 0,1     | 0,1    |
| POSITIVO  | 3,4,    | 2,3,4   | 2,3,4  |

Para el efecto se llevaron fichas de control en las cuales fueron anotados los respectivos resultados para cada especie animal. (Anexo # 1)

**VI. Análisis de datos:**

Se estimó la proporción porcentual de reactores positivos a tuberculosis tipo aviar o mamífera, en las diferentes especies animales evaluadas.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el desarrollo del presente estudio, la población que fue evaluada utilizando la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera y Aviar no presentó reacción positiva a las mismas al momento de realizar la lectura pasadas 72 horas de haberse inoculado.

Sin embargo de la población evaluada, el único animal que reaccionó a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera fue un jabalí (Tayassu pecari), quien mostró a las 72 horas postinoculación, cambios leves como eritema e hinchazón en el área inoculada, clasificándose este tipo de reacción como Grado 1. Días después dicho animal no mostró reacción con grados mucho más altos los cuales indicarían reacción positiva a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera. Al detectarse y clasificarse la reacción en el jabalí como Grado 1, se determinó la sospecha de que esta reacción observada se debía a algún trauma durante la aplicación de la tuberculina mamífera en el párpado superior derecho.

De la población total estudiada, el 1.66 % se clasificó como Sospechosa a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera. Mientras que el 98.34 % reaccionó negativamente a dicha prueba (Anexo # 2).

Mientras que los resultados obtenidos en la Prueba de Tuberculina Intradérmica Aviar, fueron totalmente negativos en la población sometida a este estudio (Anexo # 3) Determinándose así el buen manejo preventivo, nutricional, etc., que se tienen con los animales del Zoológico.

No se corrió ningún tipo de prueba al personal del Zoológico que mantiene contacto directo con los animales evaluados.

Teniendo así los resultados de la población de animales sometida a este estudio, y por el riesgo que puede estar latente en Salud Pública, es conveniente seguir con investigaciones futuras, especialmente en este tipo de animales, ya que siendo este el primer trabajo de investigación realizado utilizando dos tipos de tuberculina (Mamífera y Aviar), es conveniente extenderse a otros Zoológico y/o colecciones privadas de animales para determinar y confirmar la presencia o no de Tuberculosis, eliminándose así el riesgo que los humanos tendrían al tener contacto cercano con estos animales.

## VIII. CONCLUSIONES

1. No existen reactores positivos a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera como Aviar en las cinco especies de animales silvestres evaluados en el Zoológico Nacional La Aurora.
2. El 1.66 % de los animales estudiados, presentó una reacción sospechosa a la inoculación intradérmica de tuberculina mamífera.
3. El porcentaje de animales que reaccionaron negativamente a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera fue del 98.34 % de la población estudiada.
4. El porcentaje de animales que reaccionaron negativamente a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Aviar fue del 0 % de la población estudiada.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Realizar periódicamente pruebas de tuberculina mamífera como aviar en zoológicos públicos, privados o en cualquier grupo de animales silvestres, cautivos o semicautivos y la eliminación de los individuos positivos.
2. Si existieran animales reactores positivos en vías de extinción o que sean valiosos para la fauna nacional, se recomienda el tratamiento de los mismos tomando precauciones pertinentes para evitar la diseminación de la enfermedad.
3. Realizar pruebas de control antituberculosas anualmente a los trabajadores del zoológico o reservas de animales silvestres, para garantizar que se encuentren libres de enfermedades infectocontagiosas que pudieran ser transmitidas a los animales.
4. Realizar por los menos dos Pruebas de Tuberculina Intradérmica Mamífera y Aviar consecutivas a los animales silvestres que recién ingresan a una colección de zoológico, y mantenerlos en cuarentena hasta confirmar su negatividad a dichas pruebas.
5. Realizar examen post mortem a animales silvestres que mueran en cautiverio o semicautiverio, determinando así las causas de su muerte.
6. Promover investigaciones similares en otras áreas del país, con el propósito de detectar posibles animales reactores positivos a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera como Aviar.

## X. RESUMEN

Este estudio fue realizado en cinco especies diferentes de animales del Zoológico Nacional "La Aurora" las cuales incluían Cochinos de Monte (Pecari tajacu), Jabalíes (Tayassu tajacu), Monos Araña (Ateles geoffroyi), Venados Cola Blanca (Odocoileus virginianus) y Borregos de Berberia (Ammotragus lervia), determinando en cada una de ellas la presencia de reactores positivos a la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera y Aviar inoculadas en el párpado superior derecho e izquierdo respectivamente.

La lectura se realizó 24, 48 y 72 horas post-inoculación, llevando un control en las fichas respectivas.

De los resultados obtenidos con la Prueba de Tuberculina Intradérmica Mamífera, un jabalí fue clasificado como Sospechoso a las 72 horas de lectura, siendo así el 1.66 % de la población estudiada; mientras que el 98.34 % de la misma reaccionó negativamente a dicha prueba.

Mientras que con la Prueba de Tuberculina Intradérmica Aviar el 100 % de la población estudiada reaccionó negativamente a dicha prueba.

## XI. BIBLIOGRAFIA

1. ACHA, P.N.; SZYFRES, B. 1977. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. México, OPS. p. 98-109, 611. (Publicación científica No. 354).
2. AMERICAN ASSOCIATION OF ZOO VETERINARIANS (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. An outbreak of Mycobacterium bovis infection in hoofstock at the Baltimore ZOO. Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 117-124.
3. ----- (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. ELISA for diagnosis of tuberculosis and chemotherapy in zoo and wildlife animals. Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 99-102.
4. ----- (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. Mycobacterial infections in exotic animals: pathogenesis and diagnosis. Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 103.
5. ----- (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. Problems in interpreting tuberculin tests in imported animals. Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 104.
6. ----- (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. Survey of tuberculin testing practices at zoos. Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 105-109.
7. ----- (1990, South Padre Island, Texas, USA). 1990. Tuberculosis and tuberculin testing in orangutans (Pongo pygmaeus). Ed. by Richard C. Cambre. South Padre Island, Texas, USA. s. n. p. 110-113.
8. BOOLOTIAN, R.A. 1985. Fundamentos de zoología. Trad. por Esther Sánchez Lozano. México, LIMUSA. 616 p.
9. BUSH, M.; et al. 1990. Bovine tuberculosis in a bactrian camel herd: clinical, therapeutic, and pathologic findings. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (USA)*. 21(2):171-178.
10. CALLE, P.P.; THOEN, CH.O.; ROSKOP, M.L. 1989. Tuberculin skin test responses, mycobacteriologic examinations of gastric lavage, and serum enzyme-linked immunosorbent assays in orangutans (Pongo pygmaeus). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (USA)*. 20(3):307-314.



11. EL MANUAL merck de veterinaria: un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades, para el veterinario. Ed. por Clarence M. Fraser. 3 ed. España, CENTRUM. 1918 p.
12. FOWLER, M.E. 1993. Zoonotic diseases of nonhuman primates. *Zoo & Wild Animal Medicine*. 3 ed. Colorado, USA. s. n. p. 358-363.
13. JANSSEN, D.L.; et al. 1989. Tuberculosis in newly imported tibetan macaques (Macaca thibetans). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine (USA)*. 20(3):315-321.
14. LAMBERSKI, N. 1997. Intradermal tuberculin testing in nonhuman primates. *The North American Veterinary Conference*. (Florida, USA). 11:826-827.
15. MOTTA GILL, C.J. 1990. Prevalencia de tuberculosis en monos araña (Ateles geoffroyi) en cautiverio y semicautiverio, y su asociación con personas que mantienen un contacto directo con ellos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 46 p.
16. NICOLET, J. 1986. Compendio de bacteriología médica veterinaria. Trad. por José Romero Muñoz de Arenillas. España, Acribia. 276 p.
17. TIZARD, Y. 1987. Inmunología veterinaria. Trad. por Carlos Eduardo Casacuberta Zaffaroni. 3 ed. México, Interamericana. 414 p.



## XII. ANEXOS





**RESULTADOS DE LA LECTURA DE TUBERCULINA INTRADERMICA TIPO MAMIFERA  
EN LAS ESPECIES EVALUADAS EN EL ZOOLOGICO NACIONAL  
"LA AURORA" . GUATEMALA 1,998**

| ESPECIE                       | No. ANIMALES | TIEMPO DE LECTURA |     |      | %    |
|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|------|------|
|                               |              | 24                | 48  | 72   |      |
| <u>Pecari tajacu</u>          | 10           | (-)               | (-) | (-)  | 0    |
| <u>Tayassu Pecari</u>         | 10           | (-)               | (-) | *(-) | 1.66 |
| <u>Ateles geoffroyi</u>       | 19           | (-)               | (-) | (-)  | 0    |
| <u>Odocoileus virginianus</u> | 8            | (-)               | (-) | (-)  | 0    |
| <u>Ammotragus lervia</u>      | 13           | (-)               | (-) | (-)  | 0    |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>60</b>    |                   |     |      |      |

\* De los 10 Tayassu Pecari evaluados, uno de ellos fue clasificado como Sospechoso

|            |                |
|------------|----------------|
|            | 72 Hrs Lectura |
| Sospechoso | 0.1            |

0 = No Reaccionante

1 = Cambios Leves (Hinchazon o Eritema)

**RESULTADOS DE LA LECTURA DE TUBERCULINA INTRADERMICA TIPO AVIAR  
EN LAS ESPECIES EVALUADAS EN EL ZOOLOGICO NACIONAL  
"LA AURORA" . GUATEMALA 1,998**

| ESPECIE                       | No. ANIMALES | TIEMPO DE LECTURA |     |     |
|-------------------------------|--------------|-------------------|-----|-----|
|                               |              | 24                | 48  | 72  |
| <u>Pecari tajacu</u>          | 10           | (-)               | (-) | (-) |
| <u>Tayassu Pecari</u>         | 10           | (-)               | (-) | (-) |
| <u>Ateles geoffroyi</u>       | 19           | (-)               | (-) | (-) |
| <u>Odocoileus virginianus</u> | 8            | (-)               | (-) | (-) |
| <u>Ammotragus lervia</u>      | 13           | (-)               | (-) | (-) |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>60</b>    |                   |     |     |

ANEXO No. 3

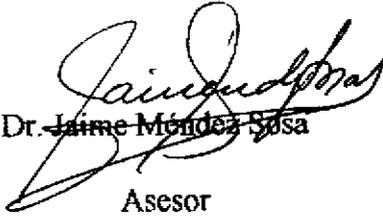


Br. José Estuardo Barrios Rodríguez



Dr. Gustavo González González

Asesor principal



Dr. Jaime Múndez Sosa

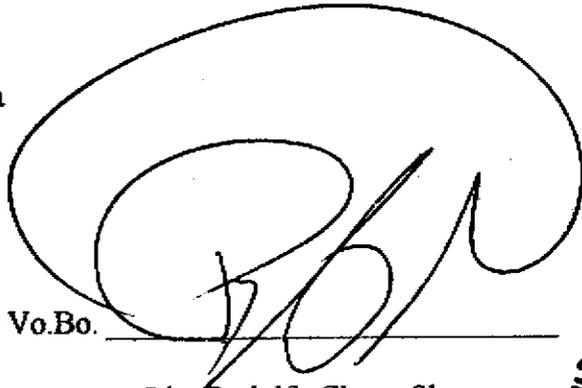
Asesor



Dr. Carlos Alfaro Argueta

Asesor

Imprímase Vo.Bo.



Lic. Rodolfo Chang Shum

Decano

