

01674

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA
PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD ANIMAL**

**“Seroprevalencia de *Leptospira spp* en roedores
silvestres de los bosques de pino-encino con diferente
manejo (con y sin pastoreo) en Chapa de Mota, Estado de
México”**

TESIS

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA
EN CIENCIAS**

PRESENTA

Martha Alejandra González Dardayrol

TUTOR

Dr. Carlos González-Rebeles Islas

Matr.: 333163.

COMITÉ TUTORAL

**Dr. Jorge Isaac Torres Barranca
Dr. Gerardo Ceballos González**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

115

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

ÍNDICE

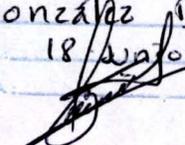
	Paginas
Introducción	1
Leptospirosis	6
Características generales	
Resistencia y medio ambiente	
Epidemiología	
Transmisión	
Patogenia y manifestaciones clínicas	
Diagnóstico	
Interacción huésped-parásito	15
Epidemiología de la infección en roedores	16
Roedores y leptospirosis	18
La leptospirosis y su diagnóstico en fauna silvestre	19
Bosque y pastoreo	20
Roedores silvestres	22
Justificación	26
Objetivo general	26
Objetivos específicos	27
Hipótesis	27
Material y métodos	28
Área de estudio	
Sitios de muestreo	
Captura y muestreo de roedores silvestres	
Obtención de muestras de sangre	
Prueba de aglutinación microscópica	
Diagnóstico	
Interpretación	
Análisis estadísticos	

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

NOMBRE: Martha Alejandra

González Davidyrol

FECHA: 18 Julio 09

FIRMA: 

Resultados	40
Discusión	45
Conclusión	50
Literatura citada	53
Anexos	57
Figuras	60
Cuadros	65

ÍNDICE DE ANEXOS

	Paginas
Anexo 1 Hoja de colocación de trampas en un cuadrante en el bosque	57
Anexo 2 Hoja de campo para la identificación y valoración de roedores	58
Anexo 3 Hoja descriptiva de las especies de roedores silvestres	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fotografías de las cuatro especies de roedores silvestres capturados	60
Figura 2 Municipio de Chapa de Mota, Estado de México	61
Figura 3 Fotografía de mapa aéreo de Chapa de Mota	62
Figura 4 Fotografía de colocación de trampas tipo Sherman	62
Figura 5 Fotografía de cámara para anestesiar roedores	63
Figura 6 Fotografía de obtención de muestras de sangre	63
Figura 7 Porcentaje de sueros positivos en los roedores de Chapa de Mota	68
Figura 8 Porcentaje de sueros positivos en los ovinos de Chapa de Mota	73
Figura 9 Porcentaje de sueros positivos en los bovinos de Chapa de Mota	73
Figura 10 Porcentaje de sueros positivos en los caprinos de Chapa de Mota	75
Figura 11 Porcentaje de sueros positivos en los porcinos de Chapa de Mota	75
Figura 12 Porcentaje de sueros positivos en los equinos de Chapa de Mota	77

ÍNDICE DE CUADROS	Paginas
Cuadro 1 Diferencias observadas entre especies de <i>Leptospira</i>	7
Cuadro 2 Ubicación de <i>Leptospira</i> a nivel mundial y sus principales huéspedes	10
Cuadro 3 Serovariedades de <i>Leptospira</i>	35
Cuadro 4 Especies de roedores capturados en la zona de pastoreo y no pastoreo	65
Cuadro 5 Resultados de las especies, sexo, las medidas y la condición corporal	66
Cuadro 6 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en los roedores silvestres	67
Cuadro 7 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en <i>Peromyscus maniculatus</i>	68
Cuadro 8 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en <i>Peromyscus levipes</i>	68
Cuadro 9 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en <i>Reithrodontomys</i>	70
Cuadro 10 Resultados de la prueba de AM en los animales domésticos	71
Cuadro 11 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en ovinos	72
Cuadro 12 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en bovinos	72
Cuadro 13 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en caprinos	74
Cuadro 14 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en porcinos	74
Cuadro 15 Serovariedades de <i>Leptospira</i> detectadas en equinos	76
Cuadro 16 Sueros positivos en la prueba de AM en los roedores	78
Cuadro 17 Sueros positivos en la prueba de AM por serovariedad para cada especie	79
Cuadro 18 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Icterohaemorrhagiae	80
Cuadro 19 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Canicola	80
Cuadro 20 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Ballum	81
Cuadro 21 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Patoc	81

Cuadro 22 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Bratislava	82
Cuadro 23 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjobovis	82
Cuadro 24 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjoprajitno	83
Cuadro 25 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjoprajitno H-89	83
Cuadro 26 Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Icterohaemorrhagiae Palo Alto	84

RESUMEN

Las actividades agrícolas, ganaderas e industriales han generado diversos impactos a los ecosistemas afectando su integridad y "salud". La *Leptospira* es una enfermedad infecciosa que afecta al hombre, animales domésticos y silvestres. El objetivo de este trabajo fue identificar y comparar la seroprevalencia de anticuerpos contra *Leptospira* en roedores silvestres en dos zonas del Estado de México, una sujeta a pastoreo y otra sin pastoreo. Se evaluó si existe correlación entre serovariedades presentes en los roedores muestreados en el área de pastoreo y animales domésticos (bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y equinos). El área de estudio se localiza en Chapa de Mota, Estado de México. Aquí se encuentra el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril de la UNAM. Se capturaron 28 ejemplares de roedores silvestres los cuales 16 correspondían al sitio de pastoreo y 12 al no pastoreado. Las especies, muestreadas mostraron las siguientes proporciones: *Peromyscus maniculatus* (15/28), *P. levipes*, (5/28), *Reithrodontomys* (7/28) y *Rattus rattus* (1/28). De los 28 roedores capturados 11 (39.3%) resultaron positivos a *Leptospira*, 9 de ellos se encontraron en el pastoreo con un porcentaje de 32.1% y solo 2 en no pastoreo con el 7.2%. Se mostró que hay una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los sueros positivos de los roedores en pastoreo y los sueros de los roedores del no pastoreo. Adicionalmente, se realizó un muestreo de 131 animales domésticos que se encontraban en pastoreo, de los cuales 28 eran caprinos (53.5% positivos), 42 bovinos (33.3% positivos), 8 porcinos (100% positivos), 5 equinos (80% positivos), 46 ovinos (60% positivos) y 2 caninos que resultaron negativos. Es necesario continuar con investigaciones de este tipo para poder determinar la importancia epidemiológica de la leptospirosis en los animales silvestres y domésticos para entender la interacción que existe entre el hospedero y la bacteria.

ABSTRACT

Industry, agriculture and livestock production systems have produced diverse impacts to ecosystems, affecting their integrity and "health". Leptospirosis is an infectious disease that affects man, domestic animals and wildlife. The objective for this study was to identify and compare the presence and types of *Leptospira* spp. antibodies in serum of wild rodents from two different sites in the State of México, one under grazing conditions and the other without. We evaluated if there was some correlation among rodents captured from the grazed site and domestic grazing animals (cattle, swine, sheep, goats, and horses). Study site is localized in the "Municipio de Chapa de Mota", State of Mexico. This is the site for the "Centro de Enseñanza, Investigación y Extension en Producción Agrosilvopastoril". We captured 28 rodents, 16 from the site under grazing and 12 from the site without grazing. Species sampled showed the following proportions: *Peromyscus maniculatus* (15/28), *P. levipes* (5/28), *Reinthonomys* sp. (7/28) y *Rattus rattus* (1/28). From the 28 captured rodents 11 resulted positive to *Leptospira*. Additionally, grazing domestic animals where sampled, there where in total 131 animals, from which 28 where goats (53.5% positive), 42 cattle (33.3% positive), 8 pork (100% positive), 5 horses (80% positive), 46 sheep (60% positive) and 2 dogs which resulted negative.

DEDICATORIA

A mis padres: Roberto González T. y Ana Maria Dardayrol R.

*Por haberme dado la vida, el cariño y el apoyo sin eso nunca hubiera
podido seguir adelante*

A mi hermano, y cuñada

Roberto y Jessica por apoyarme y quererme

A mi sobrina Danna Paola

*Por haber nacido e inyectarme toda la felicidad y las ganas de seguir
adelante*

A mi novio, amigo, compañero y confidente J. Gabriel Cadena López

*Por estar conmigo siempre que lo he necesitado, apoyarme en todo y por
quererme mucho, sin él esto no habría sido posible*

A Dios por darme vida, salud y amor.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlos González Rebeles por toda la ayuda y apoyo brindado para la realización de esta tesis.

Al Dr. Jorge Torres Barranca por toda su confianza y amistad brindada.

Al Dr. Gerardo Ceballos por la guía brindada.

A los miembros del jurado Dr. Alejandro de la Peña M. y al Dr. Francisco A. Galindo M. por sus comentarios y contribuciones para la tesis.

A la MenS Nora Rojas S. por estar conmigo siempre que fue necesario y por todo lo que me ayudo y asesoro para realizar esta tesis.

Al Dr. Luis P. Moles y a la Dra. Dolores Gavaldon por todo su apoyo, ayuda, guía y enseñanzas para lograr el término de la tesis.

Al laboratorio de Leptospira de la UAM-X a Paty Melendez por todo el apoyo para realizar el análisis de mis muestras y a MVZ Miguel A. Cisneros P. quien tuvo la gran idea de decirme que estudiara una maestría.

Al Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP) y a su Director Técnico el Dr. Víctor M. Casas Pérez y el MenC Guillermo López por todas las facilidades otorgadas para la captura de los roedores y a todo los que laboran ahí.

Al Dr. José J. Martínez Maya quien me asesoro en la parte estadística.

Al Biol. Juan Cruzado por la ayuda y asesoría para la captura e identificación de los roedores y por el préstamo de las trampas.

A la MenC Ivonne Heuze de Icaza responsable del bioterio de la UAM-X por proporcionarme las cámaras de gases de los roedores.

A mis amigos Iram, Dulce, Saeth, Karla, Jaime, Roberto y Salvador por ayudarme y apoyarme.

1. INTRODUCCIÓN

La zona ecológica templada subhúmeda de México es característica de las cadenas montañosas del país y comprende varios tipos de vegetación. Estos son los principales tipos de vegetación: 1) bosques de encino, 2) bosque de pino, 3) bosque de pino y encino y 4) bosque de oyamel. México es el centro primario mundial de diversidad de pinos (*Pinus spp*) y es centro primario de diversidad del hemisferio occidental de los encinos (*Quercus spp*), dos de los bosques más importantes económicamente hablando con lo que respecta al clima templado. Debido a lo benévolo de su clima, tanto para la comunidad y bienestar humana, como para la producción agrícola, fertilidad de sus suelos y estaciones bien definidas, estas zonas han sido habitadas y cultivadas durante milenios. Se sabe de antemano que los bosques de pino y encino se regeneran con relativa rapidez, siendo estos ecosistemas considerablemente resistentes a las actividades antropogénicas, siempre y cuando estas no sean tan intensas (Challenger, 1998).

Sin embargo, a partir del comienzo de las actividades agrícolas y del establecimiento de poblaciones sedentarias, los bosques de pino y encino fueron los tipos de vegetación más afectados por el asentamiento y las actividades de subsistencia del ser humano. A partir de la adopción de la agricultura moderna mecanizada, se modificó paulatinamente la vegetación y aumentó la tasa de destrucción forestal. La expansión de la agricultura de roza, tumba y quema y la producción extensiva de ganado se sumaron durante el siglo XX y provocaron la destrucción de enormes extensiones de bosque de pino y encino de México, perdiéndose así la diversidad biológica y por ende ocasionando cambios climáticos que han pasado de escalas regionales a una global (Challenger, 1998; Suzán, 2000). Rzedowski (1978), explica que las actividades antropogénicas han destruido los bosques de pino en 50 a 67% de su área de distribución natural en México, de modo que en la actualidad, estos solos cubren el 5% del territorio nacional.

En respuesta a estos problemas, se han promovido una serie de programas y actividades de conservación, que involucran desde una protección estricta de los ecosistemas (como sucede en ciertas reservas naturales y parques nacionales), hasta modelos que integran la protección con el aprovechamiento controlado de ciertos recursos como una herramienta de conservación. En particular, para los ecosistemas de los bosques se han desarrollado diferentes modelos agrosilvopastoriles, como por ejemplo, se puede citar el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril (CEIEPASP) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) el cual se encuentra ubicado en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México a 1.5km de la cabecera municipal, en el km 68.5 de la carretera Atizapán-Jilotepec (Vega y Mendoza 2001).

El centro cuenta con 248 ha distribuidas en agricultura de temporal 30 ha, bosque y pastizal nativo 215 ha e instalaciones 3 ha. Su tipo de vegetación es bosque latifoliado esclerófilo caducifolio (bosque de pino y encino). Este sitio tiene como objetivo contribuir a la enseñanza, investigación y difusión de la producción agrosilvopastoril a través de la generación de un modelo de producción con ovinos, caprinos, bovinos y cerdos en pastoreo, abejas, árboles frutales y fauna silvestre mediante el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos, pastizal, agrícola y forestal (Vega y Mendoza 2001).

El sistema agrosilvopastoril tiene como objetivo una agricultura secuencial para la producción de granos, forrajes y heno como apoyo estratégico en épocas críticas a la ganadería en pastoreo. La silvicultura, para el aprovechamiento racional del recurso forestal, sin alterar la integridad de la flora, fauna, suelo y fuentes de agua, para obtener madera para la autoconstrucción, venta y transformación, con posibilidades a futuro para la fabricación de muebles utilitarios de calidad. Ganadería integral con varias especies mediante la aplicación de pastoreo holístico planificado, para un aprovechamiento racional de la vegetación de

hiervas, pastos, bellotas, tejocotes, raíces, estolones y arbustos. Con estas formas de producción se busca abatir costos, recuperar la fertilidad del suelo, su contenido de materia orgánica, porosidad y su capacidad de retención y almacenamiento de agua y crear las condiciones favorables para mejorar la salud del bosque, su humedad, la densidad de plantas, recuperar especies perdidas, introducir nuevas así como para recuperar la fauna local (Vega y Mendoza 2001).

No obstante, en las acciones de conservación se han detectado una serie de problemas relacionados con la salud de diferentes especies silvestres y el hombre mismo. Las actividades humanas, han causado fuertes impactos al ambiente, caracterizados, por ejemplo por: a) un empobrecimiento de la diversidad biológica, pues incluye tanto la disminución del tamaño de poblaciones, la pérdida de especies y la afectación de procesos ecológicos; b) una intoxicación global, por la diseminación directa de contaminantes o por la transformación de productos; c) cambios globales, del clima y de la atmósfera y d) y el efecto directo de la explosión demográfica, ocupando progresivamente más espacio y consumiendo recursos. Todos estos efectos están afectando severamente “la salud” de diversos ecosistemas y de la biosfera de manera global. Pero también se esta afectando directamente la salud de poblaciones e individuos, tanto de poblaciones animales como la del hombre. Las enfermedades infecciosas reincidentes o emergentes se están manifestando cada vez más como indicadores de las fallas en “la salud” de nuestra biosfera (Aguirre *et al.*, 2002).

Las enfermedades están presentes en todos los sistemas biológicos y participan en la regulación de la diversidad biológica, a través de procesos evolutivos como la distribución biológica de las especies y la especiación. Sin embargo los efectos del impacto humano han puesto en desvalance la asociación y equilibrio natural entre el huésped, el agente y el ambiente, que mantenían dichos procesos (Aguirre *et al.*, 2002). Actualmente las enfermedades se consideran como una causa importante de mortalidad en fauna silvestre. Entre estas enfermedades se puede incluir a las parasitarias, las bacterianas y las virales. La distribución de las

enfermedades infecciosas ha estado favorecida por el contacto entre los huéspedes y los parásitos, aunado a un alto incremento en la tasa de densidad de poblaciones de huéspedes (Challenger, 1998; Suzán, 2000). Es una enfermedad de distribución mundial, considerada además como una zoonosis de importancia en la salud pública y una enfermedad ocupacional (Blood y Henderson, 1992; Merck, 1993; Koneman, 1997).

La leptospirosis es una enfermedad infecciosa que afecta al hombre, animales domésticos y silvestres; sin embargo es evidente que en especies exóticas y de la vida silvestre es más difícil de diagnosticar. Esta enfermedad trae consigo grandes pérdidas económicas debidas a abortos, gastos en el tratamiento y medidas de control (Jiménez, 1986; Bolin, 1991; Moles *et al.*, 1992; Faine *et al.*, 1999).

Las leptospiras se han aislado más frecuentemente de roedores, bovinos, caninos y fetos porcinos abortados (Bolin, 1990; 1991). Siendo los roedores el principal reservorio, por ello es importante su control para reducir la transmisión de algunas serovariedades (Blood y Henderson, 1992; Merck, 1995). La principal fuente de transmisión de la leptospirosis es el contacto, con orina y/o materiales clínicos contaminados procedentes de animales infectados (Bearden y Fuguey, 1982; Ramírez, 1982; Bolin, 1990; Merck, 1995;).

Como se mencionó con anterioridad, la perturbación de los ecosistemas puede promover que existan interacciones entre el huésped y el parásito favoreciendo la aparición de enfermedades y el proceso de epidemias (Challenger, 1998; Suzán, 2000). En el caso de la leptospirosis, se sabe que puede haber interacciones en la transmisión de serovariedades entre diferentes especies de animales. En particular si se favorece el contacto directo entre éstas (Faine *et al.*, 1999).

La leptospirosis es una infección que se encuentra distribuida ampliamente en nuestro país, sobretodo en animales domésticos como bovinos, porcinos y caninos. Sin embargo, ha sido poco estudiada en fauna silvestre; sin que se halla podido determinar el posible factor de riesgo que representa para el hombre y otros animales. El presente trabajo pretende determinar la seroprevalencia de leptospirosis en roedores capturados en dos sitios diferentes, uno que está remitido a un pastoreo intensivo holístico por diversos animales domésticos (bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y equinos), y un segundo sitio colindante en el cual no existe el pastoreo; con el fin de conocer cuales son las serovariedades de *Leptospira* predominantes en los roedores de cada una de las dos áreas y determinar su posible relación con otras especies domésticas con las cuales cohabitan.

Los roedores son una de las principales especies reservorio de *Leptospira*, y la transmiten directa o indirectamente al hombre y se cree que también a diferentes especies de animales domésticos (Torten *et al.*, 1994; Giraldo de León *et al.*, 2002). Por lo antes citado, juegan un destacado papel en el mantenimiento endémico de la infección en un determinado lugar, por lo cual se consideró de interés investigar la infección por leptospiras en roedores silvestres, presentes en dos zonas diferentes del bosque de Chapa de Mota, estado de México bajo condiciones de pastoreo y no pastoreo.

2. LEPTOSPIROSIS

La distribución de esta enfermedad es cosmopolita, es producida por especies patógenas del género *Leptospira* el cual contiene más de 250 serovariedades diferentes (Morilla, 1987; Faine *et al.*, 1999). Es considerada una zoonosis y tradicionalmente se ha considerado como una enfermedad ocupacional en el humano. Se sabe que el contacto con animales es un factor de riesgo para adquirir la infección (Blood y Henderson, 1992; Merck, 1995; Koneman, 1997).

Se ha reportado que en el ganado es causa de abortos, muerte embrionaria, momificaciones, mortinatos, nacimientos de animales débiles, pérdida de peso, anemia y muerte y también se ha encontrado relación entre la infección y la falla reproductiva (Faine *et al.*, 1999). La principal fuente de transmisión de la leptospirosis es el contacto con orina y/o materiales clínicos contaminados procedentes de animales infectados (Bearden y Fuguey, 1982; Blood y Henderson, 1992; Merck, 1995).

Características Generales

Son organismos filiformes, delgados de aproximadamente 0.1 μ m de diámetro y de 6 a 15 μ m de longitud, aunque pueden llegar a medir hasta 30 ó 40 μ m. Los extremos del microorganismo están doblados en forma de gancho; presentan movimientos de rotación sobre su eje, flexión, translación, propulsión y ondulación activa (Edwin, 1981; Sonnenwirth, 1980).

Las leptospiras contienen múltiples componentes antigénicos. Entre otros destaca en la envoltura externa el lipopolisacárido, considerado como el antígeno principal serovariedad específico. Para su desarrollo requieren de la presencia de ácidos grasos en el medio de cultivo (González *et al.*, 1990). A continuación se describe su clasificación taxonómica:

Reino: *Procaryotae*
 División: *Bacteria*
 Orden: *Spirochaetales*
 Familia: *Leptospiraceae*
 Especies: *Leptospira interrogans*, *L. santarosai*, *L. noguchii*, *L. weilli*,
L. kirschneri, *L. borgpetersenii*, *L. alexanderi*, *L. inadai*, *L.*
fainei y *L. biflexa*

Son reconocidas nueve especies de *Leptospira* patógenas y una de saprófita. Las leptospiras saprófitas o acuáticas se encuentran predominantemente en las aguas dulces superficiales y con menor frecuencia en el mar. Las leptospiras patógenas se detectan en forma natural en un gran número de mamíferos domésticos o silvestres de todo el mundo (Cuadro1) (Faine *et al.*, 1999).

Cuadro 1. Diferencias observadas entre especies de leptospiras patógenas y saprófitas en medio de cultivo

Características fisiológicas	Patógenas	Saprófitas
Movilidad	+	+
Desarrollo a 13 °C	-	+
Patogenicidad	+	-
Desarrollo con 8-azaguanina	+	-
Actividad oxidasa	-	+

González *et al.*, 1990

Resistencia y medio ambiente

Las leptospiras son muy sensibles a la acción de los diferentes factores físicos y químicos. La desecación y la luz solar provocan muy rápidamente su muerte. A una temperatura de 56 °C las leptospiras mueren pasados 30 minutos y a 60 °C pasados 5 minutos; las temperaturas bajas hasta -30 °C no provocan la muerte de las leptospiras. Estando congeladas no pierden su capacidad vital durante 45 días (Faine *et al.*, 1999). Diferentes sustancias químicas destruyen rápidamente a las leptospiras por ejemplo: Fenol al 5%, formol desde 0.5%, ácido clorhídrico al 2%, emulsión de creolina al 5%, sosa cáustica al 2% y solución de ácido sulfúrico al

0.05%. Son muy sensibles a la solución hipertónica de sal común (2.8%). El jugo gástrico y la bilis actúan como leptospiricidas. En la saliva sobreviven de 2 a 12 horas, y en el jugo intestinal y pancreático 2 horas (González *et al.*, 1990).

Las leptospiras son microorganismos aeróbicos y para sobrevivir requieren un alto grado de humedad ambiental, así como un pH y temperatura adecuados. La humedad ambiental es de importancia primaria en la ecología de la leptospirosis; sin humedad, las leptospiras no sobreviven mucho tiempo (Edwin, 1981). La humedad y el pH del suelo en valores neutros y a temperatura cerca o menor de 25 °C son esenciales para la sobrevivencia del agente fuera del huésped. En aguas de cañerías las leptospiras permanecen viables hasta 30 días y en aguas estancadas y áreas húmedas desde una hasta varias semanas (Faine *et al.*, 1999).

El pH del agua es un factor determinante para la sobrevivencia de las leptospiras. Si bien parece haber diferencias entre serovariedad, se puede hacer una afirmación general de que las leptospiras tienen una sobrevivencia mucho más larga en aguas neutras o alcalinas que en ácidas. *L. Icterohaemorrhagiae* no sobrevive más de 10 días en agua destilada con un pH de 5.7; en cambio, en un pH de 7 a 8 puede sobrevivir hasta 3 meses; indudablemente otros factores intervienen en alargar o abreviar la vida en el medio ambiente; tales son las poblaciones microbianas, composición del suelo y temperatura (González *et al.*, 1990).

Epidemiología

Las leptospiras pueden sobrevivir en la orina diluida en agua por un lapso de 35 días, y hasta 6 meses en suelos saturados con orina. En la orina del cerdo las leptospiras mantienen su movilidad 6 días. Esto es un factor importante para su propagación (González, 1990). Por otro lado los cambios climatológicos también son importantes, por ejemplo los huracanes (lluvias torrenciales) que son causa de

desbordamiento de ríos, presas y lagos, pueden dar lugar a la propagación de las leptospiras entre animales domésticos, silvestres y los humanos (González *et al.*, 1990).

Anteriormente se consideraba a los perros como los principales portadores de *Leptospira*, pero conforme se fueron realizando más investigaciones se descubrió una gama más amplia de huéspedes incluyendo varias especies de animales domésticos y diversos mamíferos salvajes, entre los que destacan los murciélagos, los venados, las mangostas y otros (Cepero, 1989).

Para la mayoría de las serovariedades de *Leptospira* los hospedadores-portadores más importantes son roedores, perros y cerdos como se observa en el Cuadro 2 (Blood y Henderson 1992; Brock y Madigan, 1993). Diferentes serovariedades como: Pomona, Tarassovi y Hardjo se han adaptado a ciertos animales en particular como huéspedes de mantenimiento (Sonnenwirth, 1980; Bolin, 1990; Blood y Henderson, 1992). Existen serovariedades, algunas asociadas a determinados hospedadores por ejemplo Canicola a perros, Icterohaemorrhagiae a roedores, pero la relación microorganismo/tipo de hospedador puede variar según las regiones (Seijo, 1996).

Cuadro 2. Ubicación de *Leptospira* a nivel mundial y sus principales hospederos.

Serovariedad	Importancia geográfica	Principal animal hospedero	Animales adicionales hospederos
Icterohaemorrhagiae	Todo el mundo	<i>Rattus norvegicus</i>	Otras ratas, perros, zorros, ovejas, cerdos, caballos, bovinos
Canicola	Todo el mundo	<i>Canis familiaris</i>	Caballos, bovinos, cerdos, hámster
Pyrogenes	Sureste de Asia, U.S.A., Europa	<i>Rattus brevicaudatus</i>	Otros roedores
Pomona	Europa, norte y sur de América, Australia, Indonesia	<i>Sus suis</i>	Bovinos, caballos, roedores, gato montes
Hebdomadis	U.S.A., Japón, sureste de Asia, Europa	<i>Microtus montebello</i>	Bovinos, perros, otros roedores
Sejroe	U.S.A., centro y sur de Europa, sureste de Asia	<i>Mus spicilegus</i> <i>Apodemus sylvaticus</i>	Otros roedores, caballos, perros, bovinos
Grippotyphosa	Sur y este de Europa, sureste de Asia, Israel, Africa, U.S.A.	<i>Microtus arvalis</i>	Otros roedores, bovinos, mapaches y mofetas
Tarassovi	Centro y sur de Europa, sur de América, Australia	<i>Sus suis</i>	Caballos, bovinos
Australis	Todo el mundo	<i>Rattus culmorum</i> <i>Rattus conatus</i>	Otros roedores, perros, caballos, ovinos
Hardjo	Todo el mundo	<i>Bos taurus</i>	Otros rumiantes

Sonnenwirth, 1980

La orina es la fuente principal de contaminación debido a que los animales, sobre todo los cerdos, incluso después de sanados clínicamente, pueden liberar leptospiras en la orina durante periodos prolongados (Blood y Henderson, 1992; Brock y Madigan, 1993; Merck, 1995; Moles *et al.*, 1997).

Transmisión

Como en cualquier infección, para que la leptospirosis se establezca es necesaria la existencia de un agente patógeno, un medio ambiente favorable y un huésped susceptible. Las leptospiras penetran habitualmente en el organismo por medio de las mucosas nasales, oculares, orales y genitales; y a través de la piel siempre y cuando existan escoriaciones. Es poco probable que puedan atravesar la piel intacta o la mucosa gastrointestinal (Faine *et al.*, 1999). Existen varios métodos de transmisión:

Indirecta. Se produce cuando los animales adquieren la infección y a través de la orina pasa la bacteria al ambiente contaminándolo. Este tipo de transmisión se favorece especialmente en zonas húmedas con grandes áreas de encharcamiento, lodo y pH alcalino; las cuales son condiciones adecuadas que benefician la sobrevivencia del microorganismo (Ellis *et al.*, 1986).

Cutánea. Bajo este tipo de transmisión la infección puede desarrollarse a partir de un contacto de las mucosas o piel escarificada con orina, fango o agua contaminada.

Directa. Sucede cuando el agente infeccioso pasa de un huésped infectado a uno susceptible, por contacto directo con orina contaminada, principalmente.

Venérea. Aunque mucho se ha descrito que el riñón es el órgano de predilección para que *Leptospira* se implante, la transmisión también llega a ocurrir a través del tracto genital tanto de hembras como de machos, de tal modo, que en las unidades de producción porcina con montas directas o en aquellas en las cuales se utiliza la inseminación artificial con semen fresco, puede existir una transmisión venérea (Ellis *et al.*, 1986).

Transplacentaria. Algunos investigadores sugieren que las leptospiras pueden pasar a través de la placenta en el período septicémico e infectar al producto (Ellis *et al.*, 1986).

Lactancia. Las leptospiras pueden llegar a localizarse en la glándula mamaria y ser excretadas en la leche (Ellis *et al.*, 1986).

Es importante dilucidar las consecuencias que la infección provoca a la gestación, si está ocurre durante el primer tercio de la preñez se manifestará como una reabsorción embrionaria y un incremento en la repetición irregular de las cerdas; en el segundo tercio se provocará la infección y muerte de los fetos ocurriendo el aborto, y probablemente la momificación de los productos y finalmente si el proceso infeccioso ocurre en el último tercio de la gestación, se presentará el nacimiento de camadas débiles al parto (Kingscote, 1986; Morilla, 1989; Bolin, 1990; Rocha 1990).

Patogenia y manifestaciones clínicas

La leptospirosis como enfermedad se manifiesta de diversas formas:

Forma aguda: Después de penetrar por la piel o por las mucosas, los microorganismos se multiplican rápidamente en el hígado (a partir de lo cual sucede la implantación en el riñón) y después migran a otros órganos vía torrente sanguíneo, momento en el cual aparecen anticuerpos en el sistema circulatorio. Durante su migración es factible aislarlos de la sangre periférica durante varios días. Finalmente los microorganismos son eliminados en la orina después de alojarse en los túbulos contorneados renales (Blood y Henderson, 1992, Merck, 1995).

Forma septicémica: Durante el periodo temprano de septicemia puede producirse suficiente hemolisina para causar hemoglobinuria manifiesta. El hecho de que se produzca o no hemólisis depende aparentemente de que la serovariedad particular

produzca una hemolisina. El daño capilar es común a todas las serovariedades, y durante la fase septicémica las hemorragias petequiales en la mucosa constituyen la expresión de ese daño (Blood y Henderson, 1992; Merck, 1995). Por otra parte, también ocurre daño vascular en riñón y si la hemólisis es suficientemente intensa, se suman a esta lesión vascular básica una anoxia anémica y nefrosis hemoglobinúrica. Al ubicarse la infección en el parénquima renal ocasionando nefritis intersticial y debido a la presencia de leptospiras en estas lesiones se produce una leptospiruria prolongada (Blood y Henderson, 1992).

Aborto: Una secuela frecuente después de la invasión generalizada es el aborto causado por la muerte del feto, con degeneración placentaria o sin ella. Ambos efectos son resultantes de la invasión al producto durante la fase septicémica de la enfermedad. El aborto casi siempre sobreviene varias semanas después de la septicemia, ocurre con mayor frecuencia en la segunda mitad de la preñez, posiblemente esto es debido a que resulta más fácil la invasión de la placenta en esta etapa, no obstante el aborto puede ocurrir en cualquier momento de la gestación. Es también frecuente que se produzca aborto sin que exista enfermedad clínica previa (Blood y Henderson, 1992; Merck, 1995).

Diagnóstico

Se emplean métodos serológicos y de biología molecular. Los métodos serológicos son de absorción y aglutinación cruzada. Estos métodos son limitados, algunos laboratorios y centros de referencia que tienen anticuerpos monoclonales pueden realizar la prueba de Aglutinación microscópica, referentes para la identificación de aislamientos (Myers, 1985).

Métodos serológicos: Estos se pueden separar en pruebas género específicas y pruebas serovariedades específica (Myers, 1985).

La aglutinación microscópica (AM) es la prueba serológica más ampliamente utilizada por ser serovariedad específica y constituye el ensayo de referencia para la valoración de otras técnicas diagnósticas (Myers, 1985).

Las pruebas género-específica comúnmente empleadas son:

- a.- Aglutinación macroscópica en placa
- b.- Aglutinación macroscópica en placa con antígeno termoresistente
- c.- Hemaglutinación indirecta (HA)
- d.- Pruebas inmunoenzimáticas (ELISA)
- e.- Inmunofluorescencia indirecta

Métodos de biología molecular: se emplean pruebas de hibridación in situ y de dot blotting para detectar ADN de *Leptospira* en muestras clínicas, sin embargo la técnica más utilizada en el diagnóstico de la Leptospirosis es la prueba de Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Se ha demostrado que esta técnica permite realizar un diagnóstico rápido o confirmar un caso mediante la detección de ADN de *Leptospiras* en muestras de orina o suero (López, 2004).

En México se han aislado tres serovariedades de *Leptospira* las cuales se utilizan actualmente para el diagnóstico de referencia con la prueba de AM en el laboratorio de la Universidad Autónoma de México. El primer aislamiento es del serogrupo Sejroe, serovariedad Hardjoprajitno, cepa H-89 obtenida de un aborto bovino en la cuenca lechera de Tisayuca Hidalgo, la cual contaba con una población de 22,000 animales de la raza Holstein. Se tenía evidencia de un alto porcentaje de abortos, asociado a títulos de anticuerpos contra la serovariedad Hardjoprajitno. El aislamiento se realizó en la UAM-X a partir del riñón de un feto bovino recién abortado (Salomón *et al.*, 1989). El segundo aislamiento es del serogrupo Icterohaemorrhagiae, serovariedad Icterohaemorrhagiae, cepa Palo Alto obtenida de un caso clínico de un canino de tres meses de edad, hembra, no vacunada, criolla la cual murió presentando vómito, fiebre, ictericia, y hemorragia gastrointestinal. Este aislamiento fue logrado por Luna y colaboradores en 1990 en

el INIFAP Palo Alto. Por último el tercer aislamiento del serogrupo Canicola, serovariedad Portlandvere, cepa Sinaloa ACR fue obtenida durante un brote de abortos en cerdos en el estado de Sinaloa el cual coincidió con el final del periodo de lluvias e inundaciones. Los abortos se observaron en diferentes estadios de la gestación en más del 30% de las hembras, los fetos presentaban lesiones de leptospirosis y a partir del riñón de un feto abortado se obtuvo el aislamiento por MVZ Cisneros *et al.* 1991 (Rojas *et al.*, 1994).

3. INTERACCIÓN HUÉSPED-PARÁSITO

La leptospirosis es catalogada como zoonosis, pues forma parte del grupo de enfermedades que se transmite entre animales y seres humanos. La *Leptospira* se asocia con animales domésticos y silvestres, como perros, gatos, bovinos, caprinos, porcinos, caballos, roedores y mamíferos marinos (lobos de mar), entre otros (Faine *et al.*, 1999).

La bacteria se elimina fundamentalmente a través de la orina. Los animales infectados, especialmente los roedores y animales silvestres, generalmente no presentan signos clínicos. La *Leptospira* se elimina rápidamente de todos los tejidos, excepto del cerebro y los ojos, en los riñones es, donde sobrevive y se multiplica para luego eliminarse. La bacteria permanece en el huésped por semanas o meses y, en el caso de los roedores, puede reproducirse y ser eliminada durante toda la vida (Ellis, *et al.*, 1986, Faine *et al.*, 1999).

Una vez que es excretada por el huésped, sobrevive por semanas o meses en el agua y en el suelo. Tanto el ser humano como los animales adquieren la infección por contacto directo con agua contaminada, desde donde penetra en el cuerpo a través de erosiones o cortes en la piel y de las mucosas oculares, nasales y bucales. El ser humano también puede contraer la enfermedad por contacto directo con sangre, tejidos, órganos y orina de animales infectados. La transmisión

persona a persona es extremadamente rara (González *et al.*, 1990; Faine *et al.*, 1999).

Los roedores son los principales reservorios de la bacteria y, por lo tanto, los animales que la transmiten con mayor frecuencia al hombre. Las ratas, son reservorios de la serovariedad *Icterohaemorrhagiae*, que provoca ictericia y causa una de las formas más graves de la enfermedad (Faine *et al.*, 1999).

4. EPIDEMIOLOGÍA DE LA INFECCIÓN EN ROEDORES

Dentro de una misma población, la tasa de infectados aumenta con la edad y no muestra relación con el sexo. En las primeras observaciones realizadas en Amsterdam, 1934 se encontró para *R. norvegicus* una tasa de infección del 3% y 45% para ejemplares jóvenes y adultos respectivamente. Trabajos posteriores confirmaron estos hallazgos en diversos países. En términos generales el aumento en la incidencia se asoció con la madurez sexual. En *R. rattus* la incidencia de infección por leptospiras *Copenhageni* y *Ballum* puede ser 1:4 entre individuos no maduros y maduros sexualmente, y el doble para *Icterohaemorrhagiae* en *R. norvegicus*. Este tipo de incidencia con tasas mayores de maduros vs prematuros se mantiene también en zonas rurales. Diferentes estudios consideran la posibilidad de transmisión sexual, sin embargo es posible que el aumento de la incidencia más bien se relacione con factores del medio ambiente (Seijo, 1996).

En un estudio que se realizó en Malasia sobre leptospirosis animal se establecieron tres tipos de intensidad de transmisión: 1) Baja intensidad (aislamientos de leptospiras en el 3.5% y seroreactividad en el 4.5% de la población) ocurre en ambientes con suelos secos. La circulación puede ser de una o más serovariedades, y se cree necesaria la participación de la vía sexual. 2) Mediana intensidad, este tipo de transmisión ocurre en un medio donde los suelos son húmedos. La vía de infección sería por contaminación urinaria del suelo.

Existe la posibilidad de circulación de varias serovariedades 3) Alta intensidad, sucede en casos de poblaciones muy numerosas (sobrepobladas). La vía de infección es por suelos contaminados con orina. Se produce dentro de la misma población y por lo general se origina a partir de una sola serovariedad (Seijo, 1996).

Se conoce que la tasa de infección aumenta con el crecimiento de la población. Si bien se acepta la vía sexual, la transmisión en general se produce a través de suelos y aguas contaminados. Para perpetuar la infección dentro de una población es necesario mantener una densidad alta de individuos, pero con condiciones ecológicas muy favorables se puede perpetuar con densidades de cinco ejemplares por hectárea. Hasta comienzos de la década de los 70's se disponían de listas actualizadas de aislamientos de leptospiras de todo el mundo. El origen de la mayoría de aislamientos de la serovariedad Grippotyphosa correspondía a roedores silvestres, el hombre y secundariamente animales domésticos o roedores sinantrópicos. En Argentina sólo se aisló de *Cavia pamparum* (ratón) y de dos casos humanos. Uno de ellos correspondió a una enferma de la provincia de Misiones que vivía en una zona rural/selvática (Seijo, 1996).

La mayoría de las especies de roedores exhiben una alta capacidad dispersiva lo que representa una característica relevante para la transmisión de la enfermedad. Esto se debe tener en cuenta para determinar la extensión espacial de las medidas de control. Además, deben considerarse los desplazamientos asociados a las perturbaciones del ambiente; porque es común un alto desplazamiento de los mismos cuando se producen manipulaciones extensivas como las actividades agrícolas, algunas de las cuales, por ejemplo la cosecha, se asocian a movimientos dispersivos y el contacto de los roedores silvestres con depósitos de leña u otros lugares del ambiente humano (Leiva, 2002).

5. ROEDORES Y LEPTOSPIROSIS

Es posible que la leptospirosis haya tenido origen en el sureste asiático, y que sólo en épocas recientes (medida en milenios) se haya producido la dispersión a Europa. La gran penetración de *Rattus norvegicus* en este continente favoreció la difusión de *Icterohaemorrhagiae*. En América aparecen cronológicamente impreciso serovariedades cuyo origen podría ser importado a través de la colonización y la introducción de animales de cría y compañía (Seijo, 1996).

La simple presencia de roedores en zonas habitadas por humanos, no es directamente un factor de riesgo, aunque los roedores presenten la infección. Además de los factores medioambientales señalados, deben existir actitudes y actividades del hombre que propicien la infección (Sunbul *et al.*, 2001). En 1953 se reportó que una población de ratas en la ciudad de Bogotá alojaban la serovariedad *Icterohaemorrhagiae* en un 32%, se asumió que estas eran hospedadoras y a pesar de la intensa convivencia con la población humana, no se encontraron datos clínicos o serológicos de infección en humanos.

En otro estudio realizado en Argentina en una comunidad donde los humanos tenían contacto con perros y ratas, se encontró una tasa de aislamientos y seroprevalencia del 16.6% en ratas. Asimismo, se observó que en el 44.4% de los enfermos humanos, estos habían adquirido la enfermedad estando expuestos a ciertas situaciones como maniobras militares, recolección de basura, inundaciones o actividades recreativas relacionadas con agua, donde los roedores juegan un papel importante en la contaminación del medio. En estos estudios, las especies *R. norvegicus* y *R. rattus*, fueron las que tuvieron un papel fundamental en el mantenimiento y la transmisión de esta zoonosis (Seijo, 1996; Merck, 1995).

La vía de transmisión desde la rata hacia otros animales domésticos tendría los mismos condicionamientos mencionados (Sunbul *et al.*, 2001). En un estudio realizado en una población de 223 perros de la zona conurbada de Buenos Aires,

la alta tasa de seroprevalencia encontrada en perros (57.5%) se asoció a hábitos de calle y presencia de agua estancada en la vecindad del domicilio, pero no fue significativo el hábito de cazar o la simple presencia de roedores en los domicilios (Seijo, 1996).

6. LA LEPTOSPIROSIS Y EL DIAGNÓSTICO EN FAUNA SILVESTRE

En el año de 1992 se realizó un análisis en el Panda Gigante (*Aluropoda melanoleuca*) del zoológico de Chapultepec, de la Ciudad de México, el cual sufría de disfunción renal, uno de los trastornos de leptospirosis clínica. La prueba de AM reportó anticuerpos contra las serovariedades Icterohaemorrhagiae, Hebdomadis, Pyrogenes y Canicola con los títulos de 1:800, 1:1600, 1:1600 y 1:1600 respectivamente (Moles, *et al.*, 1992)

En estudios realizados en Panamá en 1961 se comprobó que los mamíferos silvestres, incluyendo las mangostas (exóticas en la región), excretan leptospiras por medio de sus deyecciones do orina, de esta forma pueden contaminar corrientes de agua, constituyendo un peligro potencial desde el punto de vista epizootiológico (Cepero *et al.* 1989).

En 1971 en Granada, se sometieron a mangostas a investigación, las cuales resultaron positivas a la serovariedad Icterohaemorrhagiae y de igual forma se realizaron pruebas en Trinidad y Tobago en 16 Mangostas las cuales 10 resultaron positivas a las serovariedades Icterohaemorrhagiae y Canicola (Cepero *et al.*, 1989).

A partir del deterioro del ambiente se han instrumentado una serie de medidas que intentan mantener, recuperar o aumentar poblaciones silvestres. Estas medidas pueden estar relacionadas con el manejo del hábitat de las poblaciones a través de programas de introducción, reintroducción y translocación. Este tipo de manejo hace necesario cuidar la introducción de enfermedades como la leptospirosis. El

conocimiento de posibles hospedadores de *Leptospira* permite la aplicación de medidas tendientes al control de la enfermedad y a la prevención de posibles transmisiones hacia animales domésticos y hacia el humano (Faine *et al.*, 1999).

Se han realizado estudios serológicos y bacteriológicos dirigidos a la identificación de fuentes potenciales de infección entre la fauna silvestre, a la cual se le reconoce como portadora o como reservorio natural de *Leptospira interrogans* (Parás *et al.*, 1992; Godinez *et al.*, 1999); lo cual sería muy interesante comprobar ya que los animales domésticos podrían contagiar a lo animales silvestres en caso de compartir hábitats.

7. BOSQUE Y PASTOREO

La zona templada subhúmeda cubre las principales cadenas montañosas de México y ocupa el 14% del territorio nacional. El área, cubre 687 millones de hectáreas, de las cuales 15% son terrenos agrícolas, 11% ganaderos, 11% de vegetación distinta a bosques y 63% son bosques. Las áreas forestadas tienen gran relevancia biológica por la cantidad de taxa endémicos tanto de plantas como de animales, en contra de la creencia generalizada de que estos endemismos son menos abundantes que los bosques tropicales del país. Los bosques de pino y encino de México son notablemente abundantes y cubre una superficie cercana a 33 millones de hectáreas en más de 1000 municipios de 20 estados (Challenger, 1998; Ramamoorthy *et al.*, 1998).

La distribución actual de los bosques de pino, de los bosques de encino y de pino-encino dentro de la zona ecológica templada subhúmeda de México, ha sufrido alteraciones las cuales pueden deberse a varias causas. Por ejemplo, ciertos bosques de pino son comunidades secundarias que se derivaron de otros bosques que existieron hace millones de años (Rzedowski, 1978). Se ha estimado que la agricultura y otras actividades han eliminado 37% de la vegetación natural de esta zona ecológica. La enorme alteración de la mayoría de los bosques de pino y

encino de México se ha debido a que los agricultores han manipulado estos ecosistemas, y provocando diversos tipos de perturbaciones. A partir del comienzo de las actividades agrícolas y del establecimiento de las poblaciones, los bosques resultan ser los tipos de vegetación más afectados; como resultado de esto, hace mucho tiempo que se vienen destruyendo en varias áreas de su distribución natural (Challenger, 1998).

El pastoreo con diferentes especies animales permite una eficiente utilización del forraje producido, pues se aprovecha la mayor parte de las especies vegetales. Sin embargo, es importante considerar el efecto que tienen los diferentes tipos de ganado en el suelo y en la repoblación natural del bosque. Por ejemplo, los cerdos pueden ser considerados como un mecanismo de rehabilitación de las zonas boscosas si se planifica adecuadamente su pastoreo. Con su trompa remueven el suelo mejorando el reciclaje de nutrientes entre éste y el mantillo orgánico del bosque. También favorece su aireación, la dispersión de especies vegetales y crean una mejor cama de siembra para las semillas del bosque. Por otro lado, el ganado porcino aprovecha los alimentos que otras especies animales de interés zootécnico como los ovinos y caprinos no pueden hacer. Por lo general este tipo de ganado no consume las plantas forrajeras como los zacates y las arbustivas. Sin embargo, si no se planea adecuadamente la época de pastoreo, dicha actividad puede reducir el establecimiento de plántulas al ser arrancadas con la trompa del cerdo durante la remoción del suelo. En cuanto a la repoblación natural de los encinos, se considera que el pastoreo por el ganado porcino puede no ser una causa determinante que afecte el establecimiento de los árboles, pues factores físicos del ambiente como la humedad, temperatura, suelo, viento y fuego, también afectan el establecimiento de plántulas (Vega y Mendoza, 2001).

8. ROEDORES SILVESTRES

Los mamíferos silvestres al igual que sus hábitats, han soportado la influencia de las poblaciones humanas desde tiempos remotos, esta influencia ha sido drásticamente aumentada debido al incesante incremento de la población y consecuentes demandas de espacio y recursos que han ocasionado en muchas regiones modificaciones profundas en el medio ambiente y por ello la existencia de la biocenosis ha sido amenazada (Ceballos y Galindo, 1984; Hernández, 1990).

El orden Rodentia incluye al 40% de todas las especies de mamíferos. Cinco familias que pertenecen a este orden habitan en la cuenca de México: *Sciuridae*, *Geomyidae*, *Heteromyidae* y *Cricetidae*, las cuales son básicamente herbívoras, ya que se alimentan de corteza, pastos, semillas, etc. Y la quinta familia, *Muridae*, que comprende a las tres especies de roedores introducidos, habitantes de las ciudades y campos de cultivos, presentan una dieta omnívora (Ceballos y Galindo, 1984).

Los sciúridos (ardillas), heterómidos (ratones de abazones) y cricétidos (ratones y ratas de campo) tienen una alta preferencia por las semillas de las plantas como base de su alimentación. Estos mamíferos ejercen una importante influencia en las comunidades vegetales en las que viven. Las dos primeras familias viven en comunidades xerófitas y los cricétidos viven tanto en estas comunidades, como en los bosques templados (Ceballos y Galindo, 1984).

La familia de los cricétidos esta ampliamente distribuida en todo el mundo e incluye especies como el ratón y rata de campo. Tienen tamaños variables y son de hábitos terrestres. La mayoría corren, saltan o escarban. Por lo general hacen sus nidos de vegetación seca, en troncos tirados, túneles o grietas. En la cuenca de México representan a la familia 8 géneros: *Oryzomys*, *Reithrodontomys*, *Peromyscus*, *Baiomys*, *Sigmodon*, *Neotomodon*, *Neotoma* y *Microtus* (Ceballos y Galindo, 1984; Hernández, 1990). Entre las especies más comunes en el Estado

de México en la zona templada tenemos a las siguientes: *Reithrodontomys megalotis saturatus* (ratón), *Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis* (ratón), *Reithrodontomys sumichrasti sumichrasti* (ratón), *Reithrodontomys fulvescens toltecus* (ratón), *Reithrodontomys microdon wagneri* (ratón), *Peromyscus maniculatus labecula* (ratón), *Peromyscus melanotis* (ratón), *Peromyscus boylii levipes* (ratón), *Peromyscus aztecus hylocetes* (ratón), *Peromyscus truei gratus* (ratón), *Peromyscus difficilis amplus* (ratón), *Peromyscus maniculatus* (ratón) *Peromyscus melanophrys melanophrys* (ratón), *Peromyscus melanophrys zamorae* (ratón).

Uno de los géneros más abundantes y comunes en los bosques de pino y encino es el roedor del género *Peromyscus*. Sin embargo, este roedor sobresale también por su compleja taxonomía debido a que las características que tipifican a sus taxa son difíciles de interpretar y diferenciar, ya que su variación morfológica es poco conocida. (Ceballos y Galindo, 1984; Hernández, 1990). Dentro de las especies más comunes en el Estado de México, se encuentran las siguientes:

Peromyscus levipes, es de tamaño mediano, tiene una longitud de la cola mayor que la longitud de la cabeza y cuerpo y se encuentra bien distribuido en la zona del estado de México de los bosques tropicales de pino, encino y mixto (Figura 1). Así como el *Peromyscus maniculatus*, las características de estos ratones es que no presentan un surco longitudinal en los incisivos superiores. Este ratón presenta una coloración dorsal que va de grisáceo a café rojizo. El vientre y las patas son blancos; la cola bicolor (café y negro), la cual es menor de la longitud de la cola y cuerpo. Es una especie ampliamente distribuida. Esta ubicua especie posee una notable capacidad para vivir en áreas modificadas por las actividades humanas, de hecho puede encontrarse en sitios tan contaminados como son los bordes de los canales de aguas industriales. Tienen un peso promedio de 18 a 35g tienen hábitos nocturnos y aparecen poco después del atardecer (Figura 1) (Ransom, 1981; Ceballos y Galindo, 1984).

Otra especie que también se encuentra comúnmente en los bosques templados pertenece al género *Reithrodontomys*. Los ratones de este género presentan un surco longitudinal en los incisivos superiores. Este ratón orejudo tiene una coloración dorsal, mezclada con café oscuro u negro. Tienen las orejas oscuras, su cola bicolor puede ser mayor o menor que la longitud del cuerpo y las patas son blancas. Este es el animal más pequeño de este género. Su peso promedio es de 9 a 17g son animales nocturnos y su alimentación depende principalmente de hojas, tallos, frutos y semillas. Habita zonas con vegetación densa en pastizales y borde del bosque (Figura 1) (Ransom, 1981; Ceballos y Galindo, 1984).

La familia *Muridae*, originaria de Europa, Asia y África, se ha dispersado ampliamente, usando los eficientes medios de transporte del hombre, constituyen la principal plaga en las zonas urbanas y transmiten gran cantidad de enfermedades. Dos géneros, *Rattus* y *Mus*, con tres especies, viven en la cuenca de México.

Rattus, rattus (rata negra) esta especie es de regular tamaño, tiene las orejas grandes, su coloración varía entre el café y negro, presenta una cola, desnuda y escamosa que es de menor longitud que su cabeza y cuerpo. Su peso es de 115 a 350g es original de las estepas de Asia, en la actualidad viven a expensas del hombre (Figura 1) (Ransom, 1981; Ceballos y Galindo, 1984).

Rattus norvegicus (rata gris) es de color café grisáceo y con el vientre gris pálido o blanco amarillento, esta enorme rata tiene una cola bicolor y más pequeña que el cuerpo, llega a pesar de entre 195 a 485g. Vive principalmente en las ciudades, son de actividad tanto diurnas como nocturnas y come prácticamente de todo. *Mus musculus* (ratón gris) es un ratón pequeño de coloración grisácea con el vientre gris y la cola mayor que el cuerpo. Es fácilmente distinguible del género *peromyscus*, ya que estos tienen el vientre y las patas blancas y del

reithrodontomys en la coloración y el surco longitudinal de los dientes incisivos, llega a pesar de 11 a 23g (Ransom, 1981; Ceballos y Galindo, 1984).

9. JUSTIFICACION

En el área de estudio existe un pastoreo que involucra a varias especies de ganado doméstico que incluye a porcinos, ovinos, caprinos, bovinos y equinos. Estos se llevan a pastar como manada en diferentes secciones del bosque. Aquí los animales comparten hábitat y eventualmente pudieran entrar en contacto con roedores silvestres endémicos, pero además como se mantienen por la noche en corrales en una sección del rancho conviven también con roedores domésticos por lo que la transmisión de organismos como *Leptospira* es factible. Por lo tanto es importante considerar que perros domésticos acompañan regularmente a estos animales en pastoreo.

Es importante evaluar la posible transmisión de *Leptospira* entre estas especies considerando sobretodo que en estudios anteriores, donde se han realizado pruebas serológicas se han encontrado títulos de anticuerpos antileptospira.

10. OBJETIVO GENERAL

Identificar la prevalencia de anticuerpos séricos contra *Leptospira* en roedores silvestres y ganado doméstico en un área compartida por estas especies (CEIEPASP, Chapa de Mota, Estado de México) y compararlos con la prevalencia de anticuerpos contra *Leptospira* de roedores silvestres de otra área cercana donde no existe contacto con el ganado doméstico.

11. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la prevalencia de anticuerpos séricos contra 28 serovariedades de serovariedades de *Leptospira* en roedores silvestres de CEIEPASP, Chapa de Mota, bajo dos diferentes condiciones ambientales. La primera donde existe un sistema de pastoreo intensivo y la segunda donde no hay pastoreo.
2. Determinar la correlación existente entre los anticuerpos contra las serovariedades presentes en los roedores silvestres capturados en el área de pastoreo y las diferentes especies de ganado doméstico (bovinos, porcinos, caprinos, ovinos, equinos y caninos) presentes en el área de estudio.
3. Determinar la correlación existente entre los anticuerpos contra las serovariedades presentes en los roedores capturados en el área de pastoreo y los roedores capturados en al área sin pastoreo.
4. Evaluar el estado físico de los roedores muestreados con base en su peso y condición corporal.

12. HIPOTESIS

Los roedores endémicos de una zona de pastoreo del CEIEPASP presentan anticuerpos séricos contra algunas serovariedades de *Leptospira spp*, contra las cuales los animales domésticos en pastoreo también presentan anticuerpos séricos a diferencia de los roedores endémicos de una zona sin pastoreo que no muestran relación serológica antileptospira con los roedores de la zona de pastoreo.

13. MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Chapa de Mota se localiza al noroeste del Estado de México, sus coordenadas son 99° 25' 13" y 99° 40' 15" mínima y máxima de longitud Oeste; 19° 43' 57" y 19° 54' 15" mínima y máxima de latitud Norte. La altitud media es de 2,750 metros sobre el nivel del mar (msnm). Colinda al Norte con los municipios de Jilotepec y Villa del Carbón, al Sur con el municipio de Morelos, al Este con Villa del Carbón y al Oeste con Timilpan y Morelos (Figura 2). La extensión territorial del municipio es de 299.82 km² y representa el 1.3% del territorio estatal (Figura 3) (Vega y Mendoza, 2001).

La temperatura media anual oscila entre los 14 y 29 °C y la precipitación pluvial media anual de los 1000 hasta los 1200 mm, con una frecuencia de granizadas de 2 a 14 días y heladas de 60 a 80 días. En términos generales se puede decir que el municipio de Chapa de Mota es semifrío húmedo, con lluvias en verano (Vega y Mendoza, 2001).

Las cadenas montañosas ubicadas en el municipio se dividen en dos importantes secciones. Por un lado, una cadena que va en dirección de Villa del Carbón, Morelos y Timilpan, teniendo como eje a Chapa de Mota, y la otra que se orienta de Tepeji del Río a Jilotepec. En la primera sección están los cerros de Las Ánimas, Chapa el Viejo, Piedras Coloradas, Las Mesas, Yandeni, Bodenqui, Honti, Las Palomas (con una altitud que llega a los 3,450 msnm). En la segunda se localizan los cerros de Ojo de Agua, Los Baños, Fresno, Cerro Verde, Las Pilas, Paneté, El Campamento, El Coyote y El Castillo. Estas dos cadenas de montañas dan lugar a un prolongado valle con depresiones, entre ellas las dos secciones que pertenecen a la Sierra Madre Occidental (Vega y Mendoza, 2001).

Debido al clima y a la altitud sobre el nivel del mar que van de los 2,600 a los 3,450 m predominan en la región los bosques de pino, oyamel, encinos, robles, madroño, ocote y escoba y otros. Los bosques de pino se encuentran en la parte sur del municipio, los especímenes tienen un promedio de 20 m de altura y un diámetro de 35 cm y más. Se aprovecha la madera del pino y oyamel para hacer cintas, vigas, tablonés y morillos, también se explota la resina y el carbón vegetal. Entre los árboles frutales de la región se encuentran: el peral, manzano, capulín, tejocote, ciruelo, durazno, nogal, chabacano, membrillo y granada (Vega y Mendoza, 2001).

La fauna de especies menores se compone de conejo, coyote, zorrillo, liebre, tlacuache, ardilla, armadillo, tejón, hurón, gato montés, onza, cacomiztle y zorra. Entre las aves silvestres se encuentran las aguilillas, agachonas, calandrias, cuervos, cucuríes, chichicuilotés, gallaretas, garzas, gavilanes, gorriones, guajolotes, güilotas, mirlos, patos, tórtolas, ceniztos y zopilotes. Reptiles como el camaleón, lagartija, víbora de cascabel, culebra, alicante, coralillo, escorpión. Los recursos forestales son la mayor riqueza del municipio, cuenta con 13,592.8 ha que representan el 46.9% del territorio (Vega y Mendoza, 2001).

Sitios de muestreo

Por lo que se refiere a la primera área de muestreo (con pastoreo) está se localiza dentro del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro Silvo Pastoral (CEIEPASP) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México. Se localiza a 1.5 km de la cabecera municipal, en el km 68.5 de la carretera Atizapán-Jilotepec. El centro cuenta con 248 ha distribuidas en: agricultura de temporal (30 ha), bosque y pastizal nativo (215 ha) e instalaciones (3 ha). Está localizado a 19°50'38" latitud Norte, presenta vegetación de bosque latifoliado esclerótico caducifolio, se encuentra a una altitud de 2,590 a 2,950 msnm. Presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano,

precipitación de 870 mm anuales y temperatura media de 11 a 13 °C (Vega y Mendoza, 2001).

El CEIEPASP se ha manejado desde 1997 bajo el sistema de administración holística de los recursos. De acuerdo con la información proporcionada por el Director Técnico del Centro; la superficie pastoreada de los agostaderos y la cantidad de ganado, ha mostrado grandes fluctuaciones a través de los años (comunicación personal del Dr. Víctor Manuel Casas Pérez, Chapa de Mota 2001).

Este sitio tiene como objetivo contribuir a la enseñanza, investigación y difusión de la producción agrosilvopastoril a través de la generación de un modelo de producción con ovinos, caprinos, bovinos y cerdos en pastoreo, abejas, frutales y fauna silvestre mediante el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos, pastizal, agrícola y forestal. El sistema agrosilvopastoril tiene como objetivo una agricultura secuencial para la producción de granos, forrajes y heno como apoyo estratégico en épocas críticas a la ganadería en pastoreo. La silvicultura, se realiza para el aprovechamiento racional del recurso forestal, sin alterar la integridad de la flora, fauna, suelo y fuentes de agua. Se obtiene madera para la auto-construcción, venta y transformación, con posibilidades a futuro para la fabricación de muebles utilitarios de calidad. Se realiza la ganadería integral con varias especies mediante la aplicación de pastoreo holístico planificado, para un aprovechamiento racional de la vegetación de hierbas, pastos, bellotas, tejocotes, raíces, estolones y arbustos. Con estas formas de producción se busca abatir costos, recuperar la fertilidad del suelo, su contenido de materia orgánica, porosidad y su capacidad de retención y almacenamiento de agua y crear las condiciones favorables para mejorar la salud del bosque, su humedad, la densidad de plantas, la recuperación de especies perdidas, la introducción de nuevas especies, así como para recuperar la fauna local (Vega y Mendoza, 2001).

Se estima que el ganado pasta en los agostaderos alrededor de 8 horas al día. Los efectos desfavorables del pastoreo son minimizados con largos periodos de recuperación, que por lo general varían de 7 a 8 meses, exceptuando las zonas del bosque que presentan una mayor cobertura de pastos, en donde los periodos de recuperación fluctúan de 60 a 150 días. Con el efecto del pastoreo no se ha afectado las condiciones de los agostaderos manejados; por el contrario, los no manejados, han mantenido su condición e incluso presentan un deterioro tendencia negativa, indicando un deterioro de los mismos (Vega y Mendoza, 2001).

Por lo que se refiere al segundo sitio de estudio, es una zona donde no se pastorea y donde no existen animales domésticos que puedan interactuar o convivir con los roedores silvestres. Este lugar es el rancho cinegético particular llamado "El Encuentro" ubicado en el km 61 de la carretera México Chapa de Mota, a unos cuantos kilómetros del CEIEPASP que presenta el mismo ecosistema, suelo, altitud, topografía y clima.

Captura y muestreo de los roedores silvestres

El muestreo se realizó durante el mes de agosto de 2003, en ambos sitios de muestreo (con pastoreo y sin pastoreo) se capturaron roedores silvestres con trampas de tipo Sherman cebadas con crema de cacahuete. Se utilizaron 99 trampas durante 6 días, estas fueron cebadas y colocadas al atardecer y fueron revisadas al día siguiente. Estas fueron situadas en áreas que estaban fuera de la vista de caminos, veredas, rutas u otras áreas de actividad humana (Figura 4).

La colocación de las trampas fue realizada siguiendo dos enfoques metodológicos. El primer método que se utilizó fue a través de cuadrantes, que es una versión más elaborada del muestreo sistemático de puntos a lo largo de una línea formando un cuadrado (Ojastí, 2000) (Anexo 1). Debido a que con el primer método de muestreo no se lograron muchas capturas posteriormente se utilizaron

los transectos en línea; el cual puede ser considerado como una extensión de un trayecto para estimar un índice de abundancia relativo a la distancia. El observador se desplaza a lo largo de una línea recta de longitud conocida y coloca las trampas existentes en ambos lados (Ojastí, 2000).

En los dos métodos se mantuvieron intervalos de 10 m entre las trampas para que fuera más fácil ubicarlas a la mañana siguiente. Se caminó en línea recta de la trampa colocando cada una seguida de la otra lo más niveladamente posible. Se indicó el comienzo de cada línea de trampas con un pequeño pedazo de cinta y se marcó el número de cada línea de las trampas (Ojastí, 2000).

Al colocar cada trampa en su sitio, se controlaba el mecanismo disparador para comprobar su ajuste y sensibilidad. Se buscó colocar las trampas cerca de pilas de leña, troncos caídos, madrigueras u otros lugares que normalmente proveen de refugio a los roedores. Se evitó colocar las trampas de manera que quedaran expuestas al sol directo. Cuando esto no era posible, las trampas se cubrían con hojas o ramas.

Se inicio la revisión de las trampas a las 6:30 am, cada una de las trampas se examinó para ver si hubo captura o si fue visitada. Se considero que las trampas había sido visitadas cuando contenían orina, materia fecal o pelo. Cuando la trampa se encontraba con la puerta cerrada, esta era revisada con cuidado sin sacudirla. La trampa fue tomada a una distancia igual al largo de un brazo, se empujaba suave y cuidadosamente la puerta para confirmar la presencia del roedor capturado. Las trampas que contenían roedores fueron colocadas dentro de una bolsa plástica doble que se cerró perfectamente y trasladadas al CEIEPASP dentro de las primeras 3 horas. Las bolsas se abrieron solamente cuando se llegó al lugar Laboratorio del CEIEPASP. Las bolsas con los roedores fueron transportadas en la parte trasera de una camioneta y se cubrieron con una lona para proteger a los animales del sol.

Las trampas conteniendo animales capturados o que fueron visitadas por animales fueron desinfectadas sumergiéndolas y cepillándolas con una solución de cloruro de benzalconio al 10% para posteriormente lavarlas con agua.

Los roedores capturados fueron colocados en una cámara de gases diseñada y proporcionada por la Dra. Ivonne M. Heuze de Icasa, Responsable del bioterio de la Universidad Autónoma de México unidad Xochimilco (UAM-X). A la cámara se le colocaron algodones impregnados de éter al 100% para anestesiarse a los animales (Figura 5).

La identificación de las especies y el estado de salud fue realizada con el apoyo de guías de campo (Burt y Grossenheider, 1979; Ceballos y Galindo, 1984) y el apoyo de un Biólogo Juan Cruzado. Haciendo énfasis en las medidas de la cola, patas y cuerpo. Durante el examen físico general se tomó el peso y se evaluó la condición corporal, la cual se determinó mediante una valoración de cuerpo mediante cinco categorías las cuales fueron: emaciada, delgada, buena o normal, pesada y obesa a las cuales se les dieron puntuaciones que iban de número 1 al 5 respectivamente asimismo se obtuvo una muestra de sangre como se describe posteriormente (Anexo 2 y 3).

Obtención de las muestras de sangre

La obtención de muestras de sangre de los roedores capturados se hizo mediante la punción cardiaca, utilizando jeringas de 3ml con aguja de 21x32 o jeringas insulínicas estériles, después de colocó la tapa plástica a la aguja de la jeringa para retirarla y vaciar la sangre en tubos estériles sin anticoagulante (Figura 6). Para separar el suero, los tubos con la sangre se inclinaron y se dejaron en reposo durante 20 minutos a temperatura ambiente.

La toma de un muestras de sangre de los animales domésticos que se encontraban en pastoreo intensivo, se realizó a partir de la vena yugular en el

caso de los porcinos, ovinos, caprinos y equinos, de la vena coccígea o caudal de los bovinos y de la vena radial de los caninos, utilizando jeringas de 5ml con agujas de 21x32. La sangre se colocó en tubos estériles sin anticoagulante y se dejaron en reposo como se describió anteriormente.

Todas las muestras de sangre recolectadas fueron transportadas en refrigeración al Laboratorio de Leptospirosis de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X). Para obtener el suero, las muestras fueron centrifugadas a 1500 rpm durante 15 minutos, el suero fue conservado a -20 °C hasta la realización de la prueba de aglutinación microscópica (AM).

Prueba de aglutinación microscópica

Para determinar la presencia de anticuerpos específicos contra *Leptospira* se utilizó la prueba de aglutinación microscópica (AM) descrita por la oficina Internacional de Epizootias (OIE, 1992). Se utilizaron 25 serovariedades de *Leptospira* provenientes de la Unidad de Diagnóstico y Referencia Epidemiológica de WHO/FAO/OIE-Collaborating Center for Reference and Research on Leptospirosis, Australia and Western Pacific Region, Queensland, Australia y tres cepas de *Leptospira interrogans*, aisladas en México y caracterizadas en el departamento de Agricultura de los EEUU, en Ames Iowa nacionales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Serovariedades de *Leptospira* que fueron utilizadas como antígenos en la prueba de aglutinación microscópica.

Especie	SEROGRUPO	SEROVARIEDAD	CEPAS
<i>L. interrogans</i>	Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	RGA
<i>L. interrogans</i>	Hebdomadis	Hebdomadis	Hebdomadis
<i>L. interrogans</i>	Pyrogenes	Pyrogenes	Salinem
<i>L. kirschneri</i>	Grippotyphosa	Grippotyphosa	Moskva V
<i>L. interrogans</i>	Canicola	Canicola	Hond Utrecht IV
<i>L. interrogans</i>	Pomona	Pomona	Pomona
<i>L. borgpetersenii</i>	Sejroe	Hardjo	Hardjo bovis
<i>L. interrogans</i>	Sejroe	Hardjo	Hardjo prajitno
<i>L. interrogans</i>	Sejroe	Wolffi	3707
<i>L. borgpetersenii</i>	Tarassovi	Tarassovi	Perepelitsin
<i>L. interrogans</i>	Australis	Bratislava	Jes-Bratislava
<i>L. interrogans</i>	Autumnalis	Autumnalis	Akiyami A
<i>L. santarosai</i>	Shermani	Shermani	1342K
<i>L. noguchii</i>	Panama	Panama	CZ 214
<i>L. borgpetersenii</i>	Ballum	Ballum	Mus-127
<i>L. interrogans</i>	Bataviae	Bataviae	Van Tienen
<i>L. biflexa</i>	Semaranga	Patoc	Patoc 1
<i>L. interrogans</i>	Australis	Australis	Ballico
<i>L. kirschneri</i>	Cynopteri	Cynopteri	3522C
<i>L. weilli</i>	Celledoni	Celledoni	Celledoni
<i>L. interrogans</i>	Djasiman	Djasiman	Djasiman
<i>L. interrogans</i>	Icterohaemorrhagiae	Lai	Lai
<i>L. kirschneri</i>	Pomona	Mozdok	5621
<i>L. noguchii</i>	Australis	München	München C90
<i>L. borgpetersenii</i>	Mini	Mini	Sari
<i>L. interrogans</i>	Canicola	Portlandvere	Sinaloa ACR*
<i>L. interrogans</i>	Sejroe	Hardjoprajitno	H-89*
<i>L. interrogans</i>	Icterohaemorrhagiae	Icterohaemorrhagiae	Palo Alto*

(Faine, et al. 1999) * Aislamientos nacionales

La prueba de aglutinación de antígenos vivos, es la técnica de referencia empleada a nivel mundial y recomendada por la Organización Mundial de la Salud para confirmar los casos de leptospirosis. Es empleada tanto en el diagnóstico como en la clasificación serológica de las cepas de *Leptospira*. Los investigadores han estandarizaron la técnica para el diagnóstico de la leptospirosis estableciendo los tiempos y temperatura de incubación, la lectura, el título que representaría, el punto de corte, la densidad y edad del cultivo. La AM representa "diluciones seriadas del suero mantenidos en contacto con igual volumen de una suspensión

de antígeno de *Leptospira*, a una cierta temperatura, por un determinado período de tiempo y leídas microscópicamente para estimar un 50% de aglutinación como título de corte de la reacción” (López y Moros, 2004).

En la AM se deben emplear las serovariedades circulantes representativos del área, pero generalmente estos no son conocidos por lo que se recomienda emplear las serovariedades de referencia listados en el manual del Royal Tropical Institute de Holanda (López y Moros, 2004).

Para mantener y preparar los antígenos, las serovariedades fueron cultivadas en un Medio de Cox Modificado. A continuación se enlistan los ingredientes utilizados: (Cox, 1957; Yanagawa, 1977)

Caldo biotriptasa	2g
KH ₂ PO ₄ 1/15 M	40ml
Rojo de fenol 0.4%	1ml
Agua destilada	1008ml

Preparación: Todos los ingredientes se mezclaron y se ajustó el pH 7.2-7.4. Se esterilizó en autoclave a 121 °C, 15lb, durante 15 minutos y posteriormente se realizó la prueba de esterilidad.

Al medio se le agregó el 10% de suero de conejo estéril y descomplementado. Y para inactivar el complemento el suero de conejo fue colocado en baño maría a 56 °C durante 30 minutos. Los cultivos fueron incubados a 28 °C durante siete días. El crecimiento fue determinado por la observación de un microscopio con campo obscuro (120x).

Descripción de la Prueba AM

1. El antígeno es una suspensión de cultivo puro y vivo. Se utilizó en la fase tardía de crecimiento logarítmico de leptospiros cultivadas por 7 días en medio

de Cox líquido a 28-30 °C. La densidad final no debió ser menor de 1 a 2×10^8 leptospiras/ml.

2. Se analizaron diluciones dobles seriadas se los sueros a partir de 1:5 en el caso de los roedores y de 1:25 en los animales domésticos en pastoreo, con una solución amortiguadora de fosfatos (SAF), pH 7.4.
3. En una microplaca se colocaron 50 μ l de las diluciones del suero y se agregó la mismo volumen de los antígenos vivos de Leptospira con lo que se obtuvo las diluciones finales de suero de los roedores de 1:10, 1:20, 1:40 y 1:80, y de 1:50, 1:100, 1:200 y 1:400 en los sueros de los animales domésticos.
4. Como control negativo se utilizaron los antígenos vivos diluidos 1:2 con SAF.
5. Se incubó a temperatura ambiente durante una hora en cámara húmeda.
6. El grado de aglutinación se determinó utilizando un microscopio de campo oscuro magnificado a 160 aumentos.
7. El título de anticuerpo se determinó en la dilución máxima del suero en donde el 50% o más de las leptospiras se encontraron aglutinadas; en comparación con un control de leptospiras mezcladas con una solución amortiguadora de fosfatos (SAF) sin anticuerpos y en el que no debe haber aglutinación.

Interpretación diagnóstica de la prueba AM

La interpretación de esta prueba es compleja ya que sus resultados pueden variar de una persona a otra y de un laboratorio a otro. Se han realizado intentos de estandarización de la prueba y para establecer mecanismos de control de calidad a nivel internacional, por lo que los laboratorios de referencia de Holanda y Australia han tenido la excelente iniciativa de hacer estos controles externos desde el año 2001 y cada vez mas laboratorios en el mundo se suman a este control (López y Moros, 2004).

Para interpretar los resultados obtenidos de forma correcta se deben determinar la seroconversión o aumento al menos de cuatro veces en los títulos de anticuerpos.

Cuando un suero aglutina a diferentes serovariedades se asume que el paciente o individuo fue infectado con una *Leptospira* del mismo serogrupo o serovariedad al que pertenece la cepa con la que obtuvo el más alto título, sin embargo esta conclusión puede ser válida en estudios epidemiológicos pero en el diagnóstico de rutina se han observado diferentes niveles de reacción cruzada e inclusive se ha logrado el aislamiento de una serovariedad y títulos de anticuerpos a serovariedades heterólogas (López y Moros, 2004).

El grado de aglutinación con cada antígeno fue determinado, de acuerdo a la siguiente escala de 1+ a 4+.

0	Negativo - sin aglutinación, 100% de leptospiras libres
1+	25% de aglutinación, 75% de leptospiras libres
2+	50% de aglutinación, 50% de leptospiras libres
3+	75% de aglutinación, 25% de leptospiras libres
4+	100% de aglutinación, 0% de leptospiras libres

Una reacción positiva se considera cuando existe aglutinación a 2+ o superior.

La OPS menciona que cuando la prueba de AM es positiva, la correcta interpretación del diagnóstico de laboratorio es:

Presuntiva de infección, cuando existen títulos de 1:1600 además de presentar signología compatible con leptospirosis. Infección anterior o en curso, cuando se determina un título de 1:100 en una sola muestra. Infección en curso, cuando en muestras pareadas obtenidas con una diferencia de 15 días, existe un aumento de cuatro veces o más en el título del suero (seroconversión).

El hecho de que un animal resulte serológicamente positivo, no necesariamente indica que esté enfermo clínicamente, sino es señal de que estuvo o está expuesto a alguna serovariedad de *Leptospira* y que por lo tanto en algún momento podría presentar la enfermedad (García e Ibarra, 1992).

Las reacciones de aglutinación se realizaron a diferentes diluciones dependiendo de la procedencia de la muestra. Para los roedores silvestres se hicieron diluciones en 1:10, 1:20, 1:40 y 1:80 y se consideraron positivos los sueros que reaccionaron a la aglutinación 1:10, ya que se trata de una población que nunca ha sido evaluada contra leptospirosis, para los animales domésticos la dilución se inicio en 1:50, 1:100, 1:200 y 1:400 y se consideraron positivos aquellos sueros que reaccionaron a la dilución 1:100 o superiores.

Análisis Estadístico

Se utilizó la prueba de t de student para evaluar la diferencia ($p \leq 0.05$) entre los sueros positivos de los roedores capturados en la zona de pastoreo y los roedores del la zona de no pastoreo. Además se realizó la prueba de X^2 (Chi cuadrada) combinada con la prueba de Fisher de cuadrado de 2 x 2 para analizar las hay diferencias ($p \leq 0.05$) para cada serovariedad detectada en los roedores de la zona de pastoreo y las serovariedades detectadas en los animales domésticos.

RESULTADOS

Se capturaron un total de 28 roedores de los cuales 16 (57.1%) provenían de la zona del pastoreo y 12 (42.9%) de la zona no pastoreada. Dentro de los roedores capturados se encontraron *Peromyscus maniculatus* (n=15), *Peromyscus levipes* (n=5), *Reithrodontomys megalotys* (n=7) y *Rattus rattus* (n=1). La distribución de estas especies fue de la siguiente manera: seis ejemplares de *Peromyscus maniculatus* dentro del área pastoreada y nueve fuera de ella, cuatro ejemplares de *Peromyscus levipes* en el área pastoreada y solamente uno en el área no pastoreada, seis *Reithrodontomys megalotys* en el sitio pastoreada y uno en el sitio no pastoreada y finalmente solo se capturó un ejemplar de *Rattus rattus* en el área no pastoreada (Cuadro 4) (Figura 1).

Por lo que se refiere a la condición corporal de los roedores, que fue medida para cada animal, los resultados revelaron que 26 animales (92.8%) presentaron una condición tipo 3, la cual se consideró como buena, un animal (3.6%) mostró una condición tipo 4, considerada como condición corporal obesa o pesada y uno más (3.6%) se encontró dentro de una condición 2, la cual se refiere a un roedor emaciado o delgado (Cuadro 5).

Del total de roedores capturados tanto en el área de pastoreo como en el área de no pastoreo 11 muestras reaccionaron contra una o más de las serovariedades de *Leptospira interrogans* utilizadas en el estudio, siendo la más frecuente Icterohaemorrhagiae con 3 sueros (10.7%) en diluciones 1:10 y 1:20, a ésta le siguieron Canicola, Ballum, Patoc e Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto con 2 sueros (7.14%) cada una en la dilución 1:10; y por último Hardjobovis, Hardjoprajitno, Bratislva y Hardjoprajitno cepa H-89 con un sólo suero cada una (3.57%) en diluciones 1:10 y 1:20 (Cuadro 6) (Figura 7).

De estos 9 sueros que se presentaron en la zona de pastoreo el porcentaje de positividad fue de 39.3% y solo 2 sueros se mostraron en la zona no pastoreada con un 32.1% de positividad.

En los sueros de las diferentes especies de roedores capturados en la zona de pastoreo y de no pastoreo los resultados por serovariedad fueron los siguientes:

En el caso de los roedores de la especie *Peromyscus maniculatus* capturados en la zona de pastoreo 3 (20%) reaccionaron contra la serovariedad *Icterohaemorrhagiae*, 1 (6.6%) contra alguna de las siguientes serovariedades de *Leptospira Canicola*, *Ballum*, *Patoc* y *Hardjoprajitno H-89*. De los roedores de la misma especie capturados en la zona de no pastoreo ninguno presentó títulos de anticuerpos antileptospira en la dilución 1:10 (Cuadro 8).

En la especie *Peromyscus levipes* los resultados fueron los siguientes las serovariedades *Hardjoprajitno*, *Icterohaemorrhagiae* y *Bratislava* con 20% cada una, la primera siendo detectada en la zona de pastoreo y las otras dos en la zona de no pastoreo (Cuadro 9).

Para los roedores de la especie *Reithrodontomys megalotys* las serovariedades detectadas fueron *Icterohaemorrhagiae*, *Hardjobovis*, *Ballum* y *Patoc* con un 14% para cada una de ellas, todas presentes en la zona de pastoreo (Cuadro 10).

La única *Rattus rattus* capturada en la zona de no pastoreo reaccionó contra las serovariedades *Icterohaemorrhagiae* y *Canicola* con un título de 1:10 y 1:20 respectivamente.

En la prueba estadística se encontró una diferencia significativa ($p \leq 0.05$) entre los sueros positivos de los roedores de la zona de pastoreo y los sueros de los

roedores de la zona de no pastoreo determinándose que si hay una mayor prevalencia de animales seroreactivos a *Leptospira* en la zona de pastoreo.

En cuanto a los animales domésticos, se recolectaron un total de 131 muestras obtenidas de cinco especies diferentes de animales entre las que se encuentran 46 ovinos, 42 bovinos, 28 caprinos, 8 porcinos, 5 equinos y 2 caninos.

De estas se encontró un porcentaje de positividad para los ovinos de 60%, en los bovinos fue 33.3%, los caprinos 53.3%, los porcinos 100%, los equinos presentaron 80% y los caninos resultaron negativos (Cuadro 11).

Por lo que se refiere a los resultados por serovariedad de los sueros de las diferentes especies de animales domésticos muestreados fueron: para la especie ovina Hardjoprajitno 33%, Bataviae 20%, Shermani 17%, Canicola 15%, Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto 13% y Bratislava 9% (Cuadro 16) (Figura 8).

Para los bovinos las serovariedades presentaron las siguientes frecuencias: Hardjoprajitno 23%, seguido de Tarassovi y Hardjoprajitno cepa H-89 con 19%, Bratislava e Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto con 12% y por último Icterohaemorrhagiae con 9% (Cuadro 13) (Figura 9).

Las serovariedades detectadas en los caprinos fueron: Canicola con un 52%, seguida de Pyrogenes y Portlandvere con 37%, Bratislava y Hardjobovis con 33% y Hardjoprajitno cepa H-89 con un 30% (Cuadro 12) (Figura 10).

Las serovariedades detectadas en los porcinos fueron las siguientes: Bratislava con 100%, Tarassovi, 63%, Hardjoprajitno cepa H-89 e Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto 50%, Portlandvere y Pomona 38% e Icterohaemorrhagiae, Hardjoprajitno y Hardjobovis con un 13% cada una (Cuadro 14) (Figura 11).

Por último, para los equinos las serovariedades detectadas fueron: Panama 80%, Patoc y Hardjoprajitno cepa H-89 60%, Tarassovi, Icterohaemorrhagiae y Bratislava 40% y Bataviae 20% (Cuadro 15) (Figura 12).

Cabe mencionar que en el caso de los caninos muestreados los cuales fueron 2 no se encontró seroreactividad o positividad para ninguna serovariedad de *Leptospira*.

Es importante resaltar que la serovariedad detectada en todas las especies, incluidos los roedores fue Bratislava, seguida de Hardjoprajitno cepa H-89 identificadas en 5 especies e Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto, Canicola, Icterohaemorrhagiae y Hardjoprajitno encontrada en 4 especies cada una (cuadro 16).

En relación al estudio comparativo de las nueve serovariedades positivas en los sueros de los roedores y los sueros de los animales domésticos de las mismas serovariedades de la zona de pastoreo, se encontró que para la serovariedad Icterohaemorrhagiae si existe diferencia significativa en los roedores contra dos especies que son los ovinos y los caprinos (Cuadro 18). Respecto a la serovariedad Canicola se comprobó que si existe diferencia solamente entre los roedores y los caprinos (Cuadro 19). Con relación a las serovariedades Ballum y Patoc no se encontró una diferencia significativa entre los sueros de las diferentes especies y los roedores capturados en la zona de pastoreo (Cuadros 20 y 21). Por lo que respecta a la serovariedad Bratislava si se encontraron diferencias entre los roedores y los caprinos y porcinos (Cuadro 22). Para la serovariedad Hardjobovis sólo se encontró diferencia para los caprinos con respecto a los roedores (Cuadro 23). En la serovariedad Hardjoprajitno nada mas existió diferencia entre un especie doméstica la cual fue bovinos (Cuadro 24). Con relación a la serovariedad Hardjoprajitno cepa H-89 también se halló diferencia significativa en dos especies animales que fueron los porcinos y equinos (Cuadro 25) y por último para la serovariedad Icterohaemorrhagiae cepa

Palo Alto solamente existió diferencia entre los roedores y los porcinos (Cuadro 26).

DISCUSIÓN

Ya que esta investigación se realizó con el fin de detectar anticuerpos antileptospira en los animales domésticos del centro experimental en Chapa de Mota y para determinar la relación existente con las serovariedades detectadas en los roedores silvestres, considerando que estos son la principal fuente de infección para los animales domésticos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se demostró que los roedores silvestres localizados en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México, existe una seroprevalencia de leptospirosis de 39.2% y aunque los títulos serológicos son bajos indican una infección natural, lo que a su vez favorece la infección de esta bacteria. Además con este estudio se demuestra por primera vez la identificación de anticuerpos antileptospira en los roedores silvestres.

Se acepta que la leptospirosis se presenta con mayor frecuencia en regiones consideradas como trópicas húmedas, heladas en invierno y abundantes lluvias en verano. De acuerdo a este estudio hace suponer que a pesar de las condiciones ecológicas de esta región las cuales de de copiosas lluvias, permite la transmisión de un individuo a otro, ya sea de roedor a roedor o de roedor a animal doméstico.

En este trabajo también se demostró que las serovariedades más frecuentes en roedores fueron Icterohaemorrhagiae, Canicola, Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto, Hardjobovis, Hardjoprajitno, Bratislava, Hardjoprajitno cepa H-89, lo que coincide con lo observado por Álvarez y colaboradores en 1997

Tradicionalmente la serovariedad Icterohaemorrhagiae se ha relacionado con los roedores por ser el hospedero principal, existen publicaciones de esta década donde esta serovariedad es muy mencionada por los autores con un 32.2% (Sunbul *et al.*, 2001)

Cabe mencionar que los roedores muestreados presentaron títulos de anticuerpos contra dos de los aislamientos nacionales que fueron Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto y Hardjoprajitno cepa H-89 con un 7.1 y 3.6% respectivamente lo que puede demostrar que hay reacción cruzada con estas serovariedades o que hay una respuesta inmune.

El análisis de los resultados muestra que algunas de las serovariedades son comunes en diferentes especies de los animales domésticos de esta región, lo que indica que puede existir transmisión ínterespecie al compartir el mismo espacio ecológico.

Los estudios de seroepidemiología son útiles para entender la dinámica de enfermedades, en este caso la leptospirosis en la fauna silvestre y los animales domésticos que cohabitan en la naturaleza.

A pesar de que la seroprevalencia puede ser variable y se pueden llegar a detectar falsos positivos, los resultados indican que todas las especies de roedores capturados y los animales domésticos han estado en contacto con *Leptospira* de campo

La seroprevalencia de los roedores coincidió con la reportada por la literatura para los roedores de ciudad, en la cual se menciona a la serovariedad Icterohaemorrhagiae con la mayor frecuencia (Faine *et al.*, 1999; Seijo, 1996).

Con respecto a las especies domésticas, los resultados concuerdan con reportes previos, ya que las serovariedades presentes por cada especie son las asociadas al huésped. En el caso de los porcinos la serovariedad Bratislava (Faine *et al.*, 1999), los bovinos y ovinos Hardjoprajitno (Faine *et al.*, 1999). Resulta importante mencionar que los equinos presentaron con mayor frecuencia anticuerpos contra la serovariedad Panama, que no se ha reportado como hospedero en la literatura.

Varias razones podrían explicar por que un solo suero presentó anticuerpos frente a una sola serovariedad de *Leptospira*. Una de ellas es que las espiroquetas que infectan al roedor, no son las homólogas en la producción de anticuerpos para reaccionar con los antígenos usados, aunque lo más probable es que estos pequeños mamíferos no reaccionan inmunológicamente frente a aquellas serovariedades a las cuales se han adaptado. Pero este resultado puede deberse también a que la respuesta frente al antígeno es débil y los títulos séricos generalmente inferiores a 1:50 o inexistentes, debido a la inmunotolerancia. También se debe recordar, que la respuesta serológica depende no sólo de la serovariedad infectante, sino también del huésped. La escasa reactividad ha sido descrita previamente por diferentes autores (Giraldo de León, 2002).

La infección por *Leptospira* se presenta en diferentes mamíferos sin que existan barreras de especie, pudiendo producirse una transmisión entre individuos de la misma o de diferentes especies (Faine *et al.*, 1999); por lo que en este estudio queda evidente que la bacteria se encuentra ampliamente difundida o diseminada por la zona del pastoreo de Chapa de Mota.

Para la prevalencia de leptospirosis en un área geográfica determinada es importante la existencia de hospedadores de mantenimiento, ya que las serovariedades patógenas no se multiplican fuera del hospedador. La difusión de la infección en los hospedadores accidentales depende en gran medida de las condiciones ambientales. Sin embargo, en los hospedadores de mantenimiento la infección se mantiene independientemente de las condiciones ambientales (Álvarez *et al.*, 1997).

Los roedores son los hospedadores de mantenimiento para diversas serovariedades, sin embargo, para algunas serovariedades como Hardjo y Pomona su hospedador es un animal doméstico (bovino y cerdo respectivamente) (Álvarez *et al.* 1997). La presencia de anticuerpos antileptospiras detectadas mediante pruebas serológicas en los animales

domésticos, sugiere que estos participan en la diseminación de la enfermedad entre la fauna. Dado que algunos roedores resultaron positivos a estas serovariedades.

Diferentes estudios en animales silvestres, entre los que se encuentra roedores de campo, han encontrado que la frecuencia de seropositividad varía considerablemente entre las distintas especies y entre unas zonas u otras (Álvarez *et al.*, 1997).

En un estudio realizado en Chapa de Mota con 205 sueros de cerdos de la variedad pelón mexicano (Casas *et al.*, 1999), fueron sometidos a la prueba de aglutinación microscópica, los resultados indicaron que el 30.4% fueron positivos a Bratislava lo que concuerda con los resultados obtenidos en este estudio, en donde esta serovariedad fue la más frecuente.

Con relación a las serovariedades detectadas en cerdos de México (Cisneros, *et al.*, 1998) Bratislava, Icterohaemorrhagiae e Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto y Pomona son las más frecuentemente reportadas lo cual coincide con lo encontrado en el presente trabajo. En un estudio realizado por Moles y colaboradores (1998) en producciones porcinas del altiplano de México se encontró que Bratislava y Pomona fueron las serovariedades con mayor frecuencia los que concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Al analizar bovinos en la zona centro y Norte de México se encontró que la serovariedad más frecuente fue Hardjo (Moles, *et al.*, 1997). Cabe destacar que en el presente estudio Hardjoprajitno y Hardjoprajitno cepa H-89 fueron las serovariedades más frecuentes en esta especie animal con 23% y 17% respectivamente. Resalta también en los ovinos la presencia de Hardjoprajitno con 33%. Estos resultados sugieren la posible existencia de una asociación a hospedero en cada una de las especies domésticas.

Según Rojas y colaboradores en 1994 menciona que las serovariedades más importantes en el bovino son Hardjo y Wolffi, además de haber encontrado muy constantemente la cepa H-89. La primera serovariedad antes mencionada y la cepa se encuentran en este estudio lo que refleja una gran coincidencia.

Al efectuar un estudio en México en el 2002, se encontró que 10% de las ratas atrapadas en un establo reaccionaron contra las serovariedades Icterohaemorrhagiae y en segundo lugar Hardjo, lo que concuerda con las mismas serovariedades detectadas en los roedores capturados en Chapa de Mota.

En Buenos Aires Argentina, al llevar a cabo un estudio se comprobó que entre 20 y 40% de las ratas urbanas (*R. rattus* y *R. norvegicus*) pueden eliminar leptospiras por la orina y que los porcentajes de seroreactividad de los animales domésticos pueden oscilar entre 20 y 40 %, dependiendo de la especie y región. También se demostró la infección en varios mamíferos silvestres (Seijo, 1996). Esto puede sugerir que en el trabajo realizado con los roedores silvestres y los animales domésticos, los roedores del establo donde duermen dichos animales pudieran ser los diseminadores de la bacteria y estos a su vez llevarla al bosque.

Giraldo de León y colaboradores (2002) mencionan que existen evidencias de un alto grado de infección por *Leptospira* en roedores de ciudad y concluyen que cualquiera de los animales (roedores y domésticos) estudiados tienen un papel importante como diseminadoras del microorganismo en la naturaleza. El estado de portador asintomático es crucial desde el punto de vista epidemiológico, ya que la eliminación del microorganismo a través de la orina puede prolongarse por varios meses e incluso años (Myers, 1985).

CONCLUSIONES

Es la primera vez que se detectan anticuerpos antileptospira en roedores de esta región del país, por lo que se debe dar un seguimiento para investigaciones posteriores.

En el CEIEPASP por medio de la prueba de aglutinación microscópica de detectó la presencia serológica de *Leptospira* y las serovariedades y cepas más importantes detectadas en los roedores silvestres en este estudio fueron *Icterohaemorrhagiae*, *Canicola*, *Icterohaemorrhagiae* cepa Palo Alto, *Hardjobovis*, *Hardjoprajitno*, *Bratislava*, *Hardjoprajitno* cepa H-89.

De la investigación realizada se concluye que los animales domésticos muestreados en Chapa de Mota el 55.9 % resultó ser positivo a alguna de las 28 serovariedades de *Leptospira* estudiadas.

Los roedores son muy importantes como reservorios y como transmisores de enfermedades que pueden afectar al hombre y a los animales domésticos. Dichas enfermedades, relativamente estables, son parte integral de las comunidades bióticas; sin embargo, su dispersión ha aumentado de dos maneras importantes, una es la introducción de vectores por medio de actividades agrícolas y ganaderas y la otra es propiciada por la dispersión de vectores al cambiar las condiciones originales por hábitats uniformes como las grandes extensiones cultivadas o las reforestaciones uniespecíficas.

El mayor problema que causan los roedores se debe a la introducción accidental de las especies exóticas, procedentes de Asia. El ratón gris (*Mus musculus*) y la rata negra (*Rattus norvegicus*) llegaron al continente americano en barcos y se dispersaron, invadiendo las ciudades, acabando con cultivos, transmitiendo enfermedades y desplazando a especies nativas.

En este trabajo se reporta la seroprevalencia de *Leptospira spp* en los ratones de la zona de pastoreo en mayor proporción que en los de la zona de no pastoreo de Chapa de Mota, Estado de México. Esta información proporciona un perfil serológico de esta enfermedad en la zona para todos los animales domésticos con los cuales se trabaja diariamente y así se pueden tomar las precauciones necesarias para el manejo y control de la enfermedad por su transmisión de animales al hombre.

Es necesario continuar con investigaciones de este tipo para poder determinar la importancia epidemiológica de la leptospirosis en los animales silvestres y domésticos en otras regiones y para entender la interacción que existe entre el hospedero y la bacteria.

La interacción de los roedores tanto el ratón doméstico (*Mus musculus*) como la rata café y la negra (*Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*) y el medio urbano o rural con los animales domésticos y el hombre, merece especial atención tanto en salud pública como veterinaria, ya que los hábitos de estas especies de roedores constituyen un riesgo mayor para la diseminación de las serovariedades patógenas de *Leptospira spp* en el medio.

Por todo lo anterior se puede mencionar que la serología en el caso de la leptospirosis es un diagnóstico aceptable al no haber reportes previos de esta enfermedad en esta especie de roedores silvestres. Con esta, información se puede contribuir al estudio epizootiológico de la leptospirosis y en consecuencia, los exámenes serológicos que pueden tener gran trascendencia en estudios epidemiológicos no tienen validez para determinar si el animal está infectado en ese momento (Giraldo de León, 2002). La serología con la prueba de Aglutinación microscópica es muy útil para los estudios epizootiológicos.

Cabe destacar que no existen estudios previos sobre leptospirosis en estas especies de roedores. La detección de seroreactores positivos en esta zona contribuye de manera importante en el estudio epizootiológico de esta

enfermedad; sin embargo, la presencia de títulos no determina que los animales se encuentren infectados en ese momento.

Una vez más este trabajo destaca y confirma el papel tan importante de los roedores tanto ratón doméstico como rata café y negra en el mantenimiento y diseminación de la infección de esta bacteria tanto en medio rural como en el medio urbano.

LITERATURA CITADA

Aguirre AA, Ostfeld RS, Tabor GM, House C y Peral MC. Conservation medicine ecological health in practice. Oxford University Press. New York. 2002

Álvarez MM, De la Puente RVA y Antelo NFR. Curso sobre zoonosis. Facultad de veterinaria, 1997 Universidad de León.

Bearden HJ y Fuquay J. Reproducción Animal Aplicada. Editorial Manual Moderno, 1982. México.

Blood DC, Henderson JA. Medicina Veterinaria. 7ª edición. Interamericana, 1992 México.

Bolin AC, Cassells AJ. Isolation of *Leptospira interrogans* serovar *bratislava* from stillborn and weak pigs in Iowa. JAVMA 1990; 196: 10 1601-1604.

Bolin AC, Cassells AJ, Hill TH, Frantz CJ, Nielsen NJ. Reproductive failure associated with *Leptospira interrogans* serovar *bratislava* infection of swine. J. Vet. Diagn. Invest. 1991; 3: 152-154.

Brock DT y Madigan TM. Microbiología. 6ª edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana S.A. 1993 México.

Burt WH, y Grossenheider RP. A field guide to the mammals. 3th edition. The Peterson Field Guide series, Houghton Mifflin Company Boston, 1976.

Casas GSB, León MIR, Valencia BFJC, Torres BJI, Moles CLP, Ramírez NR, Cisneros PMA, Mota RD y Alonso SML. Presencia de anticuerpos contra *Leptospira* en cerdo pelón mexicano. XXXIV Congreso nacional de AMVEC Mérida, Yucatán. México 1999 p. 195-197

Ceballos G y Galindo C. Mamíferos silvestres de la cuenca de México. Ed. Limusa, 1984 México D. F.

Cepero O, Silveira AE, González JA y Morlote C. Comunicación pesquizaje serológico a leptospirosis en mangostas; Cienc. Tec. Agric. Veterinaria, 1989 v. 7 num. 1; Universidad central de las villas, Villa clara, Cuba.

Cisneros PMA, Moles CLP, Calderón E, Massa A, Torres BJI y Gavaldon RD. XXXIII Congreso nacional de AMVEC Guanajuato, Gto. México 1998 p. 192-193

Challenger A, Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. México D. F.: CONABIO, Instituto de Biología UNAM y sierra Madre AC 1998.

Cox CD y Larson AD. Colonial growth of leptospirae. J. Bacteriology. 1957; 73 587-589.

Edwin HL. Manual de Microbiología Clínica. Salvat Editores S.A. 1981

Ellis AW, McParland JP, Bryson GD, Thiermann BA, Montgomery J. Isolation of leptospire from the genital tract and kidneys of aborted sows Vet. Rec. 1986; 118: 294-295.

Faine S, Adler B, Bolin C y Perolat P. *Leptospira* and Leptospirosis. Segunda edición Publisher by CRC Press. Melbourne, Australia. 1999.

García SMC y Ibarra ZS. Estudio serológico de *Leptospira* canina en la ciudad de Toluca. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, México D. F. 1992

Giraldo de León G, Orrego UA y Betancurth MA. Los roedores como reservorios de *Leptospiras* en planteles porcinos de la zona cafetera de Colombia Archivo Med. Vet. 2002. Vol. 3 N. 1.

Godinez J, Antibodies againts *Leptospira interrogans* in California sea lion pups gulf of California. Journal of wildlife disease 1999; 35 (1) 108-111.

González GJA, Tamayo S y Machado A. Leptospirosis C.I.D.A. Cuba. 1990

Hernández CJJ. Taxonomía y distribución del género *Peromyscus* (Rodentia: Cricetidae) en el estado de México. Instituto Politécnico Nacional México D. F. 1990.

Jiménez GE, Díaz RC y Doporto DJ. Detección de anticuerpos contra *Leptospira* de 4354 sueros porcinos. Vet. Méx. 1986; 17: 35 - 38.

Kingscote BF. Leptospirosis outbreak in a piggery in the Southern Alberta. Can. Vet. J. 1986; 27: 188 - 190.

Koneman, WE. Diagnóstico Microbiológico. 3ª edición. Editorial Médica Panamericana. México. 1997.

López LEA y Moros VR. Diagnóstico de laboratorio de leptospirosis en Humanos. Simposium Internacional sobre *Leptospira* y leptospirosis en las Americas, México 2004. UNAM, México D. F. 2004.

Leiva G. La dolencia de la pobreza, Buenos Aires Argentina, Asociación civil Alihuen, Asociación Ambientalista no Gubernamental 2002. .

Merck Manual Merck de Veterinaria. 5ª edición. Océano - Centrum. Barcelona, España. Editorial Huemul, 1995.

Moles CLP, Pulido J, Banda RVM, Luna AMA y Torres BJ.. Leptospirosis en un panda gigante. Diagnostico serológico, Reunión Nacional de Investigación Pecuaria; Chihuahua, 1992; 267.

Moles CLP, Aguirre EJ, Gavaldon RD y Torres BJI. Análisis de resultados de leptospirosis bovina en cinco estados de la zona Centro y Norte de México. XXI Congreso Nacional de Buiatria AMMVEB Colima, Colima, México, 1997.

Moles CLP, Urrutia VRM, Diosdado VF y Morilla GA. Frecuencia de *Leptospira interrogans* en unidades de producción porcina del altiplano de México. Vet. Mex. 1998 29 (1) 49-52.

Morilla GA. Inmunología Veterinaria. Editorial Diana. México 1989.

Myers DM. Manual de Métodos para el Diagnóstico de Laboratorio de Leptospirosis. Centro Panamericano de Zoonosis. OPS. Nota Técnica 35. Mendoza, Argentina. 1985.

Ojastí J. Manejo de fauna silvestre neotropical Dallmeier (ed.) SIMAB serie N° 5 Smithsonian Institution/MAB, Program. Washington, D. C. 2000.

Office Internacional des Epizooties. Manual of Standards for Diagnostic test vaccines 2nd ed. Paris 1992.

Parás GA, Suárez GF y De la Peña MA. Serología de *Leptospira* y *Brucella* en una población cautiva de venado cola blanca *Odocoileus virginianus* en el zoológico de Chapultepec en la ciudad de México. Vet. Mex. 1992; 4. 349-352.

Rojas SN, Cisneros PMA, Moles CLP, Gavaldon RD, Luna AMA y Torres BJI. Situación actual de la leptospirosis en México. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias PANVET Acapulco, México. Octubre 1994.

Ramamoorthy TP, Bye LA y Fard J. Diversidad Biológica de México: Orígenes y Distribución, Instituto de Biología, UNAM, México 1998.

Ramírez NR, Pijoan C. Diagnóstico de las Enfermedades del Cerdo. Editorial AMMVEC. 1982 México.

Ransom, JE. Harpes Row's complete field guide to North American wildlife. Harpes Row's. publishers, New York, N. Y. USA. 1981.

Rzedowski J. Diversidad y orígenes de la flora fanarogámica de México. Acta Botánica Mexicana 1978; 14: 3-21.

Rocha T. Isolation of *Leptospira interrogans* serovar mozdok from aborted swine fetuses in Portugal. Vet. Rec. 1990; 126: 602.

Seijo A. Leptospirosis como problema de salud pública. Buenos Aires, Argentina

Sepúlveda, M. A.; Santiago, D. J. y Preciado R. F. J. 2002 La rata y el perro, importantes vectores de la leptospirosis en explotaciones pecuarias de Cd. Guzman, Jalisco. Rev. Cubana Med. Trop. 1996 54 (1): 21-23.

Sonnenwirth AC.. Granwahlis Clinical Laboratory Methods and Diagnosis. Vol. two. Edited Bx Sonnenwirth Jarett. 1980

Sunbul M, Esen S, Leblebicioglu H, Hokelek M, Pekbay A y Eroglu C. *Rattus norvegicus* acting as reservoir of *Leptospira interrogans* in the middle back sea region of turkey, as evidenced by PCR and presence of serum antibodies to *Leptospira* strain, Scand J. Infect Dis 2001 33: 896-898.

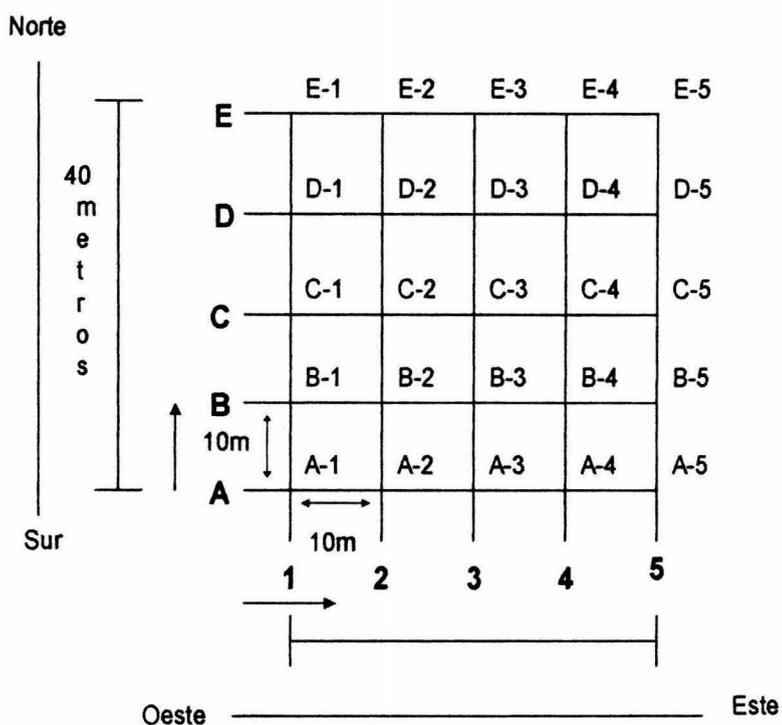
Suzán AG, Galindo MF, y Ceballos GG. La importancia del estudio de enfermedades en la conservación de fauna silvestre. Vet. Mex, 2000; 31 (3) 223-230.

Torten MRB. Leptospirosis. En: G. W. Beran y J. H. Steel, Eds., Handbook of Zoonosis. Section A: Bacterial, Rickettsial, Chlamydial, and Mycotic. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, USA., p. 245-264. 1994.

Vega LA y Mendoza DR. Evaluación de la condición de los agostaderos del centro de enseñanza, investigación y extensión en producción agro-silvo-pastoril, ubicado en el municipio de Chapa de Mota, Secretaria de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2001.

Yanagawa R y Adachi Y. Identification of some Japanese leptospiral strains as serotypes *copenhageni* and *icterohaemorrhagiae* by precipitin-absorption test in gel. Zbl. Bakt. Hyg., J. Abt. Orig. A 1977; 237: 96-103.

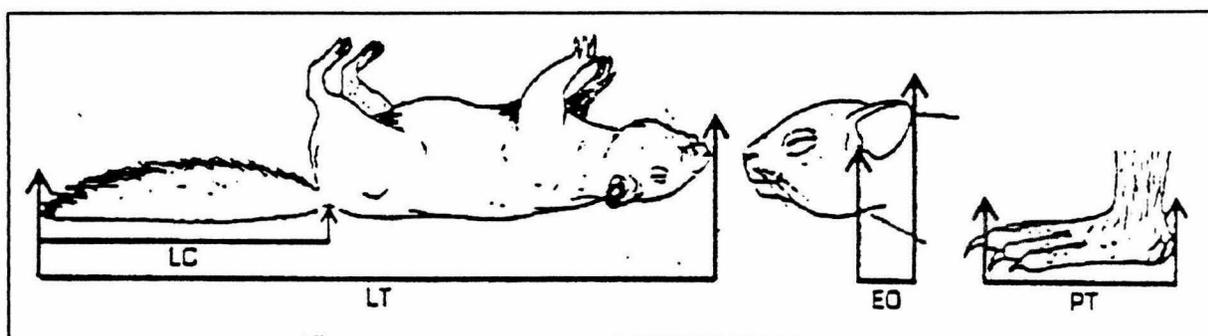
Anexo 1. Hoja de colocación de trampas en un cuadrante en el bosque de pino y encino (Adaptado de Ojastí, 2000)



Letras y números en negritas representan coordenadas del cuadrante en el ejemplo. La colocación de las trampas dentro del cuadrante esta marcado con letra-número, la separación entre cada trampa es de 10 m. Las flechas indican la dirección que fue seguida para la colocación de las trampas

Anexo 3. Hoja para poner las medidas y la clasificación de las especies de roedores silvestres

 MAMIFEROS	MEXICO	EDC	FECHA		
	LOCALIDAD:		No. CATALOGO		
NOMBRE CIENTIFICO:			NOMBRE COMUN:		
LUGAR DE CAPTURA		HORA DE CAPTURA		TIPO DE CAPTURA	
SEXO	GI. mm	PESO. g	BACULUM.	MUDA.	GRASA:
GD. mm					
ASOCIACION VEGETAL			OBSERVACIONES.		



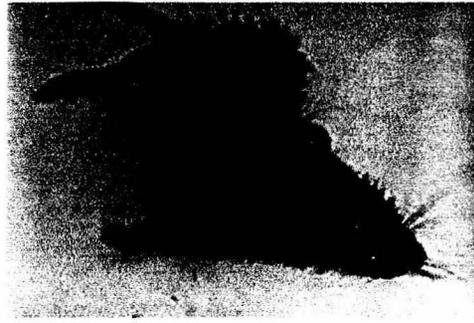
Símbolos	Características	Medida en mm
LC	Longitud cola	
LT	Longitud total	
EO	Escotadura oreja	
PT	Pata trasera	



a. *Peromyscus maniculatus*



b. *Reithodontomys*



c. *Rattus rattus*



d. *Peromyscus levipes*

Figura 1. Fotografías de las cuatro especies de roedores silvestres capturados en el municipio de Chapa de Mota

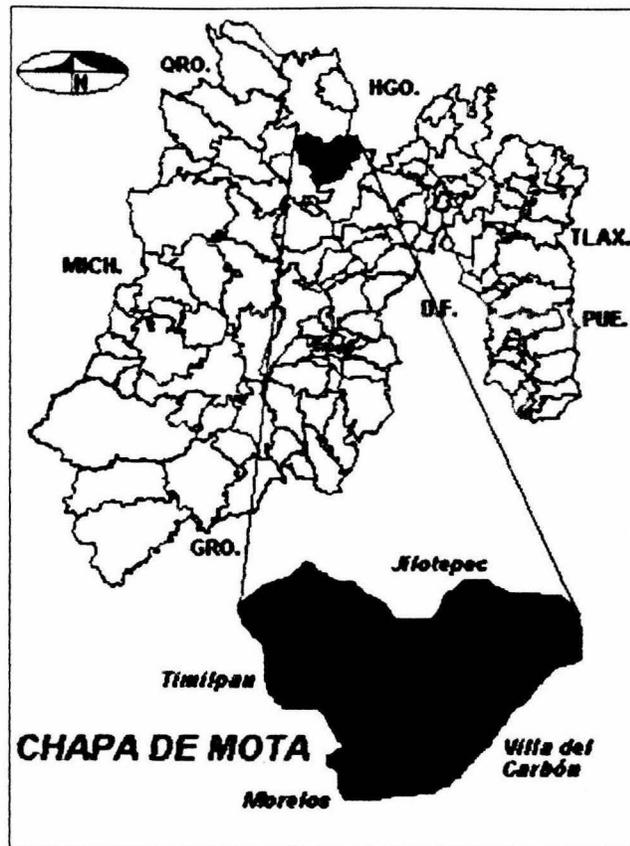


Figura 2. El municipio de Chapa de Mota posee una extensión total de 299.82 km², lo que representa el 1.3% del territorio estatal. Limita al Norte: con los municipios de Jilotepec y Villa del Carbón; al Sur con el municipio de Morelos; al Este con Villa del Carbón y al Oeste con Timilpan y Morelos.

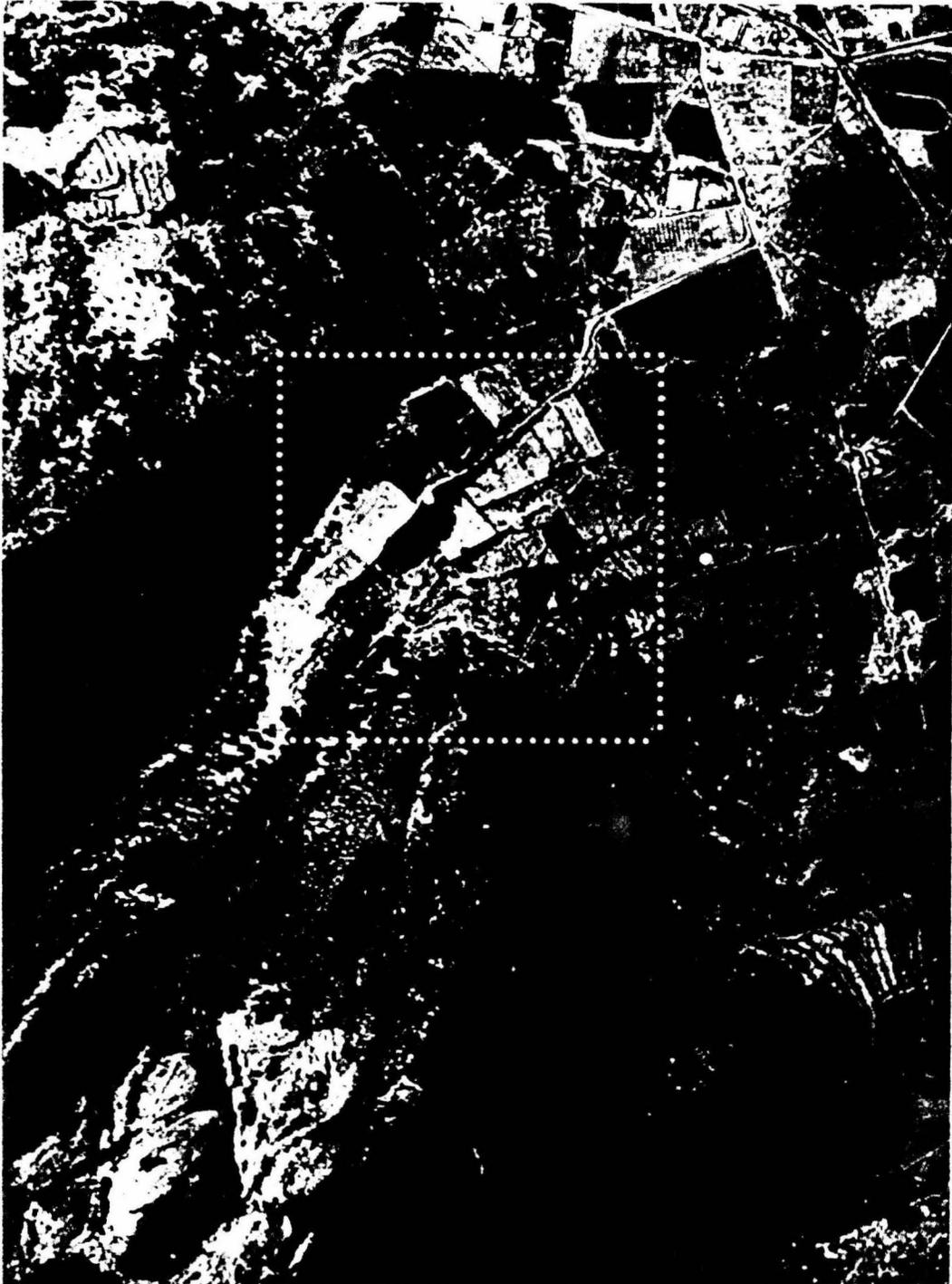


Figura 3. Fotografía del mapa aéreo de la zona de Chapa de Mota



Figura 4. Fotografía de colocación de trampas tipo Sherman para la captura de roedores silvestres

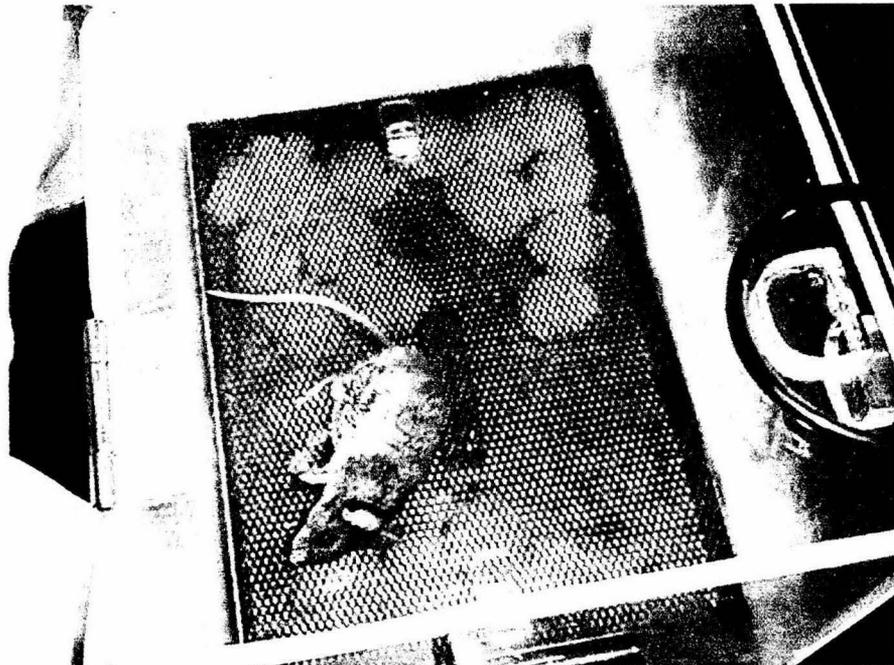


Figura 5. Fotografía de cámara para anestesiar roedores



Figura 6. Fotografía de obtención de muestras de sangre en los roedores silvestres capturados en Chapa de Mota, Estado de México

Cuadro 4. Especies de roedores capturados en la zona de pastoreo y en la zona de no pastoreo y la cantidad de reactores a *Leptospira interrogans* en relación de título de anticuerpos*

Especie	Pastoreo	Positivos ≥1:10	Negativos	No Pastoreo	Positivos ≥1:10	Negativos	Total
<i>Peromyscus maniculatus</i>	6	5	1	9	0	9	15
<i>Reithrodontomys megalotys</i>	6	3	3	1	0	1	7
<i>Peromyscus levipes</i>	4	1	3	1	1	0	5
<i>Rattus rattus</i>	0	0	0	1	1	0	1
Total	16	9	7	12	2	10	28

*Técnica de aglutinación microscópica (OIE)

Cuadro 5. Resultados de las especies de los roedores, sexo, medidas y la condición corporal

N° trampa	Especie	Sexo	Longitud pata mm	Longitud oreja mm	Longitud Cola mm	Longitud total	Peso en gr.	Condición corporal*	Zona P/NP
A-1	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	20	14	89	184	30	4	P
C-4	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	21	16	92	193	29	2	P
A-1	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	20	13	79	161	16	3	P
B-4	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	21	15	89	187	29	3	P
C-4	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	21	17	82	180	29	3	P
B-3	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	22	17	90	190	28	3	P
A-3	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	H	17	13	77	153	18	3	P
B-1	<i>Peromyscus levipes</i>	H	21	17	99	202	39	3	P
C-3	<i>Peromyscus levipes</i>	H	21	17	99	202	39	3	P
D-3	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	M	17	12	85	166	17	3	P
E-3	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	M	17	15	85	170	19	3	P
A-5	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	20	16	94	196	31	3	NP
B-4	<i>Peromyscus levipes</i>	H	20	16	91	199	31	3	P
E-5	<i>Rattus rattus</i>	H	42	21	185	381	234	3	NP
B-2	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	M	17	12	71	143	12	3	P
C-1	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	21	18	30 corta	127	30	3	NP
E-4	<i>Peromyscus levipes</i>	M	23	15	97	206	32	3	P
A-1	<i>Peromyscus levipes</i>	M	21	17	97	196	26	3	NP
D-4	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	20	17	91	192	31	3	NP
C-2	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	22	14	89	189	30	3	NP
A-5	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	21	16	89	190	29	3	NP
E-1	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	20	14	79	164	16	3	NP
D-4	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	21	15	89	187	29	3	NP
C-2	<i>Peromyscus maniculatus</i>	H	21	17	85	185	29	3	NP
B-5	<i>Peromyscus maniculatus</i>	M	22	15	91	193	28	3	NP
E-3	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	H	18	12	73	140	12	3	P
B-2	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	M	17	12	71	143	18	3	P
D-5	<i>Reithrodontomys megalotys</i>	H	18	14	70	145	19	3	NP

*Condición corporal 2 = delgado; 3 = Buena; 4= Pesado.

P = pastoreo

NP = No pastoreo

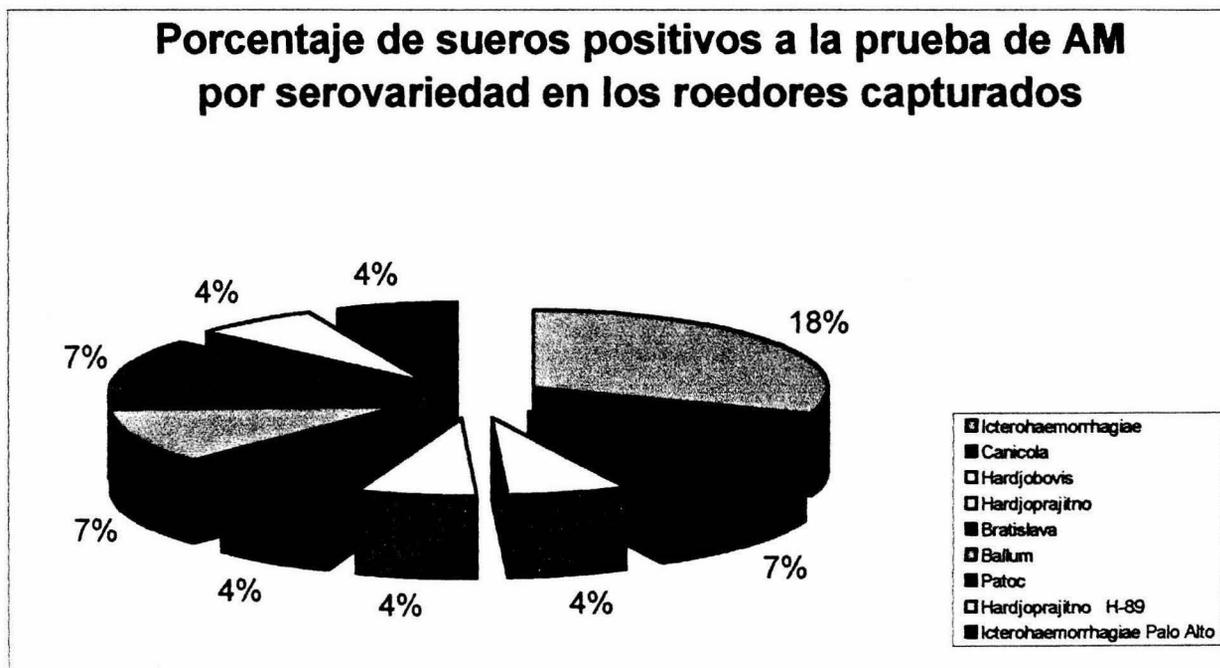
Cuadro 6. Serovariedades de *Leptospira interrogans* detectadas en los roedores silvestres mediante la AM y su porcentaje de positividad**

Serovariedad	Animales positivos	Porcentaje de positividad
Icterohaemorrhagiae	3	10.7
Canicola	2	7.1
Ballum	2	7.1
Patoc	2	7.1
Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto*	2	7.1
Hardjobovis	1	3.6
Hardjoprajitno	1	3.6
Bratislava	1	3.6
Hardjoprajitno cepa H-89*	1	3.6

*Cepa aislada en México

** Técnica de aglutinación microscópica (OIE)

Figura 7.



Cuadro 7. Serovariedades de *Leptospira* presentes en *Peromyscus maniculatus* y su porcentaje de positividad

<i>Peromyscus maniculatus</i> (n=15)			
Serovariedad	Sueros positivos	Porcentaje	Zona P/NP
Icterohaemorrhagiae	3	20.0	P
Canicola	1	6.6	P
Ballum	1	6.6	P
Patoc	1	6.6	P
Hardjoprajitno cepa H-89*	1	6.6	P

*Cepa aislada en México

P = pastoreo NP = No pastoreo

De los *Peromyscus maniculatus* muestreados en la zona de no pastoreo ninguno reaccionó a las diluciones 1:10 y 1:20

Cuadro 8. Serovariedades de *Leptospira* presentes *Peromyscus levipes* y su porcentaje de positividad

<i>Peromyscus Levipes</i> (n=5)			
Serovariedad	Sueros positivos	Porcentaje	Zona P/NP
Hardjoprajitno	1	20	P
Bratislava	1	20	P
Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto*	1	20	NP

*Cepa aislada en México

P = pastoreo

NP = No pastoreo

Cuadro 9. Serovariedades de *Leptospira* presentes en *Reithrodontomys megalotys* y su porcentaje de positividad

<i>Reithrodontomys megalotys</i> (n=7)			
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje	Zona P/NP
Icterohaemorrhagiae	1	14	P
Hardjobovis	1	14	P
Ballum	1	14	P
Patoc	1	14	P

P = pastoreo

NP = No pastoreo

De las siete muestras obtenidas de la zona de no pastoreo, ninguno reacciono a las diluciones 1:10 y 1:20.

Cuadro 10. Resultados de la prueba de AM en los animales domésticos**

Especie	Positivos (≥ 1:100)	Negativos	Total
Ovinos	28 (60%)	18 (40%)	46
Bovinos	14 (33.3%)	28 (66.6%)	42
Caprinos	15 (53.5%)	13 (46.4%)	28
Porcinos	8 (100%)	0	8
Equinos	4 (80%)	1 (20%)	5
Caninos	0	2 (100%)	2
Total	69 (52.6%)	62 (47.4%)	131

** Técnica de aglutinación microscópica (OIE)

Cuadro 11. Serovariedades de *Leptospira* detectadas en los ovinos y su porcentaje de positividad

Ovinos (n=46)		
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje
Hardjoprajitno	15	33
Bataviae	9	20
Shermani	8	17
Canicola	7	15
Icterohaemorrhagiae		
cepa Palo Alto*	6	13
Bratislava	4	9

*Cepa aislada en México

Cuadro 12. Serovariedades de *Leptospira* detectadas en los bovinos y su porcentaje de positividad

Bovinos (n=42)		
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje
Hardjoprajitno	10	23
Hardjoprajitno cepa H-89*	8	19
Tarassovi	8	19
Bratislava	5	12
Icterohaemorrhagiae		
cepa Palo Alto*	5	12
Icterohaemorrhagiae	4	9

*Cepa aislada en México

Figura 8.

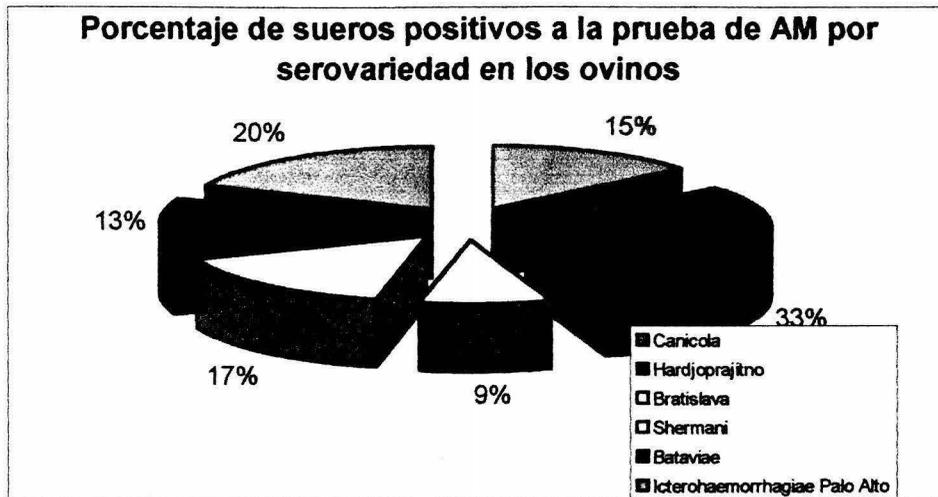
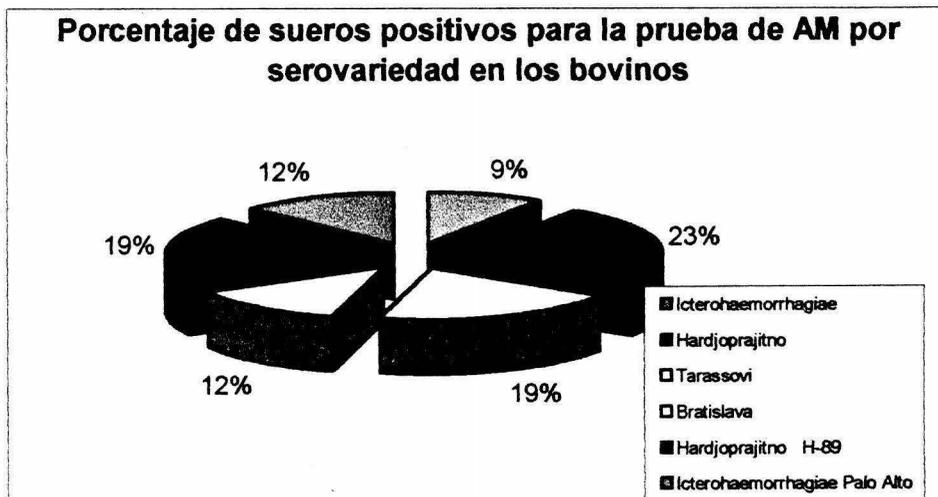


Figura 9.



Cuadro 13. Serovariedades de *Leptospira* detectadas en los caprinos y su porcentaje de positividad

Caprinos (n=28)		
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje
Canicola	14	52
Pyrogenes	10	37
Hardjobovis	10	37
Bratislava	9	33
Portlandvere	9	33
Hardjoprajitno cepa H-89*	8	30

*Cepa aislada en México

Cuadro 14. Serovariedades de *Leptospira* detectadas en los porcinos y su porcentaje de positividad

Porcinos (n=8)		
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje
Bratislava	8	100
Tarassovi	5	63
Hardjoprajitno cepa H-89*	4	50
Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto*	4	50
Portlandvere	3	38
Pomona	3	38
Icterohaemorrhagiae	1	13
Hardjoprajitno	1	13
Hardjobovis	1	13

*Cepa aislada en México

Figura 10.

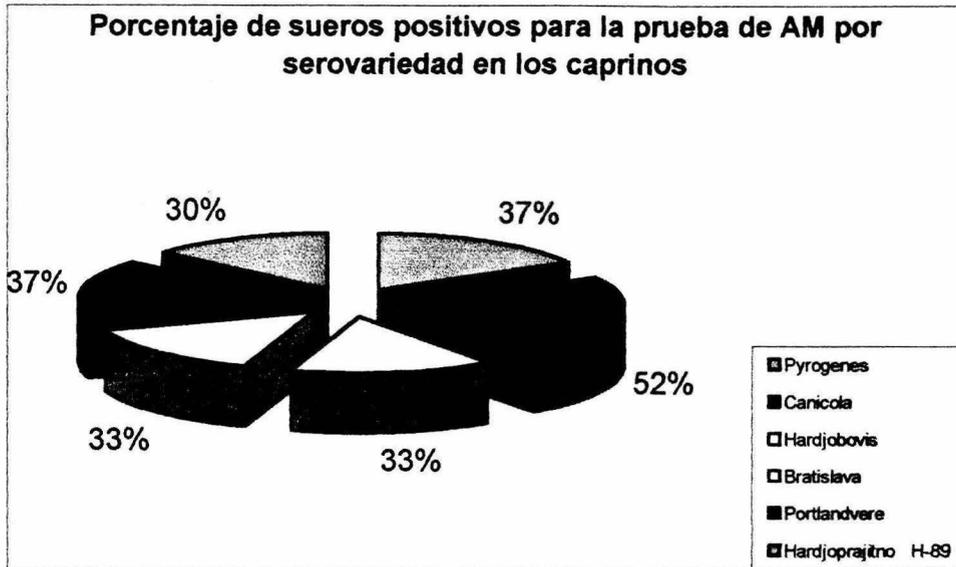
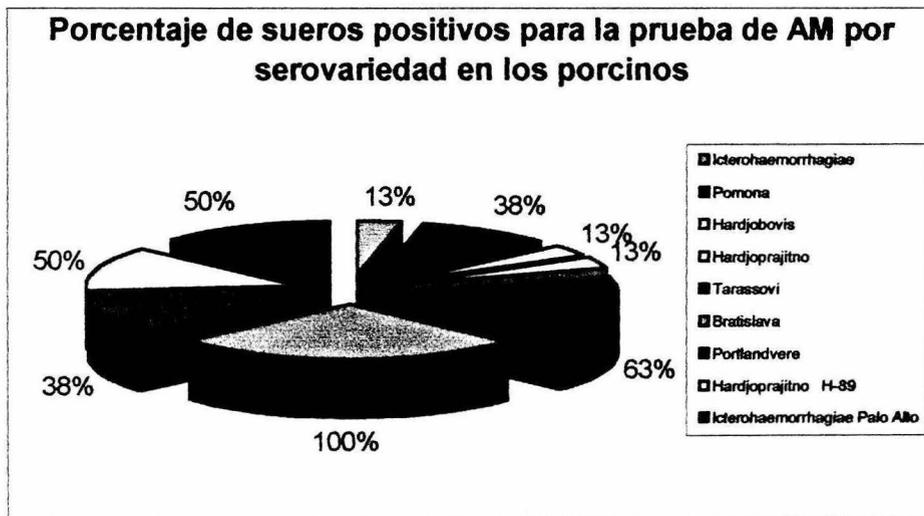


Figura 11.

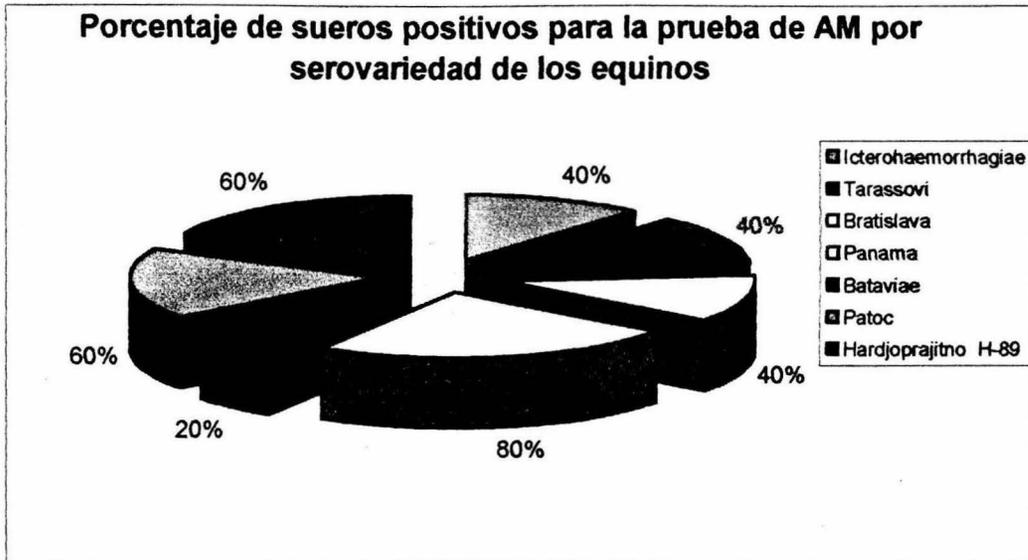


Cuadro 15. Serovariedades de *Leptospira* presentes en los equinos y su porcentaje de positividad

Equinos (n=5)		
Serovariedad	Sueros Positivos	Porcentaje
Panama	4	80
Patoc	3	60
Hardjoprajtno cepa H-89*	3	60
Tarassovi	2	40
Icterohaemorrhagiae	2	40
Bratislava	2	40
Bataviae	1	20

*Cepa aislada en México

Figura 12.



Cuadro 16. Sueros positivos en la prueba de AM de los roedores y de cada una de las especies domésticas**

Serovariedades	Roedores	Porcinos	Bovinos	Equinos	Caprinos	Ovinos	Caninos
Icterohaemorrhagiae	5	1	4	2	----	----	----
Canicola	2	----	----	----	14	7	----
Ballum	2	----	----	----	----	----	----
Patoc	2	----	----	3	----	----	----
Bratislava	1	8	5	2	9	4	----
Hardjobovis	1	1	----	----	9	----	----
Hardjoprajitno	1	1	10	----	----	15	----
Hardjoprajitno cepa H-89*	1	4	8	3	8	----	----
Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto*	1	4	5	----	----	6	----
Total serovariedades	9	6	5	4	4	4	0

*Cepa aislada en México

** Técnica de aglutinación microscópica (OIE)

Cuadro 17. Sueros positivos a la prueba de AM por serovariedad para cada una de las especies domésticas y los roedores**

Especies	Icterohaemorrhagiae	Pyrogenes	Canicola	Pomona	Hardjobovis	Hardjoprajitno	Tarassovi	Bratislava	Shermani	Panama	Ballum	Bataviae	Patoc	Portlandvere	Hardjoprajitno H-89*	Icterohaemorrhagiae Palo Alto*
Roedores (n=28)	5	0	2	0	1	1	0	1	0	0	2	0	2	0	1	
Ovinos (n=46)	0	0	7	0	0	15	0	4	8	0	0	9	0	0	0	
Bovinos (n=42)	4	0	0	0	0	10	8	5	0	0	0	0	0	0	0	8
Caprinos (n=28)	0	10	14	0	9	2	0	7	0	0	8	4	0	10	8	
Porcinos (n=8)	1	0	0	3	1	1	5	8	0	0	0	0	0	3	4	
Equinos (n=5)	2	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0	1	3	0	3	
Caninos (n=2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total de especies positivas	4	1	3	1	3	5	3	6	1	1	2	3	2	2	5	
Total de sueros positivos	12	10	23	3	11	29	15	27	8	4	10	14	5	13	24	

*Cepa aislada en México

** Técnica de aglutinación microscópica (OIE)

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Cuadro 18. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Icterohaemorrhagiae

Icterohaemorrhagiae				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	4	12	16	-----
Ovinos	0	46	46	b
Bovinos	4	38	42	a
Caprinos	0	28	28	b
Porcinos	1	7	8	a
Equinos	2	3	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 19. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Canicola

Canicola				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	1	15	16	-----
Ovinos	7	39	46	a
Bovinos	0	42	42	a
Caprinos	14	14	28	b
Porcinos	0	8	8	a
Equinos	0	5	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 20. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Ballum

Ballum				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	2	14	16	----
Ovinos	0	46	46	a
Bovinos	0	42	42	a
Caprinos	0	28	28	a
Porcinos	0	8	8	a
Equinos	0	5	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 21. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Patoc

Patoc				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	2	14	16	-----
Ovinos	0	46	46	a
Bovinos	0	42	42	a
Caprinos	0	28	28	a
Porcinos	0	8	8	a
Equinos	3	2	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 22. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Bratislava

Bratislava				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	1	15	16	-----
Ovinos	4	42	46	a
Bovinos	5	37	42	a
Caprinos	9	19	28	b
Porcinos	8	0	8	b
Equinos	2	3	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 23. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjobovis

Hardjobovis				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	1	15	16	-----
Ovinos	0	46	46	a
Bovinos	0	42	42	a
Caprinos	9	19	28	b
Porcinos	1	7	8	a
Equinos	0	5	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
 b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 24. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjoprajitno

Hardjoprajitno				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	1	15	16	-----
Ovinos	15	31	46	b
Bovinos	10	32	42	a
Caprinos	0	28	28	a
Porcinos	1	7	8	a
Equinos	0	5	5	a
Caninos	0	2	2	a

a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)

b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 25. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Hardjoprajitno cepa H-89

Hardjoprajitno cepa H-89				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	1	15	16	-----
Ovinos	0	46	46	a
Bovinos	8	34	42	a
Caprinos	8	20	28	a
Porcinos	4	4	8	b
Equinos	3	2	5	b
Caninos	0	2	2	a

a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)

b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)

Cuadro 26. Relación de los roedores con cada uno de los animales domésticos para la serovariedad Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto

Icterohaemorrhagiae cepa Palo Alto				
Especies	Positivos	Negativos	Total	Diferencia
Roedores	0	16	16	-----
Ovinos	6	40	46	a
Bovinos	5	37	42	a
Caprinos	0	28	28	a
Porcinos	4	4	8	b
Equinos	0	5	5	a
Caninos	0	2	2	a

- a. No existe diferencia significativa ($p \geq 0.05$)
b. Existe diferencia significativa ($p \leq 0.05$)