



**SEROPREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS CON LEPTOSPIROSIS
BOVINA EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA, CASANARE, COLOMBIA EN EL
AÑO 2015.**

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTA D.C
2018**



**SEROPREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS CON LEPTOSPIROSIS
BOVINA EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA, CASANARE, COLOMBIA EN EL
AÑO 2015.**

KAREN ESTEFANY ESTUPIÑAN PINEDA
JHOFRANY FERNANDA RODRIGUEZ SUAREZ

Asesor interno:

William Alberto Méndez Hurtado
Médico Veterinario
Especialista en pequeñas especies

Asesora externa:

Carmen Yanira Chaparro Lemus
Bacterióloga y Laboratorista clínica.
Msc en Sistemas Integrados de Gestión de Calidad
Quality Control Laboratorio Clínico Veterinario ZOOLAB S.A.S

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO
TRABAJO DE GRADO
BOGOTA D.C
2018**

DEDICATORIA

A mi madre, por ser fuente de energía que siempre me acompaña e ilumina mi camino.

A Mateo, por ser mi fuente de paz.

Estefany Estupiñan

A mi madre quien con su amor, esfuerzo y dedicación ha forjado en mí una persona con perseverancia y coraje.

A Ni por su paciencia, camaradería y complicidad.

Fernanda Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

A nuestra asesora de trabajo de grado Doctora Yanira Chaparro, quien nos dio las más grandes lecciones y aprendizajes a lo largo de este proyecto.

A nuestro asesor de trabajo de grado Doctor William Méndez, quien depositó su confianza en nosotras y nos apoyó siempre.

A nuestros docentes del énfasis en Diagnóstico Clínico y Veterinario, Doctora Ingrid Pinillos, Doctora Ruth Páez y el Doctor Orlando Torres, quienes reforzaron nuestro interés por dirigirnos a la investigación en el área de Diagnóstico Clínico veterinario.

Al Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S al Doctor y Director Técnico Pablo Gómez, Doctora Karen Moreno y el Doctor Andrés Baena, quienes nos han acogido y nos han preparado para ser futuras profesionales íntegras y seguir aportando en el área de la investigación.

A nuestra Alma Máter Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por cada uno de los aprendizajes, competencias y la formación para ser profesionales en el área de la salud como Bacteriólogas.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	7
RESUMEN	13
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
INTRODUCCIÓN	1
1. ANTECEDENTES.....	4
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1 DISTRIBUCIÓN DE LEPTOSPIROSIS EN COLOMBIA	8
2.2 ETIOLOGÍA Y TAXONOMÍA	14
2.3 MORFOLOGÍA	21
2.4 RESERVORIOS	22
2.5 PATOGENIA	24
2.5.1 PATOGENIA EN ANIMALES	24
2.5.2 PATOGENIA EN HUMANOS	30
2.6 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN Y FUENTES DE INFECCIÓN	35
2.6.1 CONTACTO DIRECTO.....	36
2.6.2 CONTACTO INDIRECTO	39
2.8 DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO	39
2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE <i>Leptospira</i> spp.....	41
2.8.2 AISLAMIENTO DE <i>Leptospira</i> spp.	41
2.8.3 PRUEBAS SEROLÓGICAS.....	42
2.8.4 PRUEBAS MOLECULARES.....	46
2.9 PREVENCIÓN Y CONTROL.....	47

2.9.1 VACUNACIÓN.....	49
2.9.2 TRATAMIENTO	51
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	52
3.1. TIPO DE ESTUDIO	52
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS DEL ESTUDIO	52
3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN, MUESTRA	53
3.4. VARIABLES E INDICADORES	53
3.4.1 Variables.....	54
3.4.2 Indicadores	54
3.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	54
3.4.1 DISEÑO MUESTRAL.....	54
3.4.2 ZONAS DE INTERVENCIÓN	56
3.5 DISEÑO Y APLICACIÓN DE ENCUESTA EPIDEMIOLOGICA	57
3.6 TOMA Y ALISTAMIENTO DE MUESTRAS.....	59
3.7 REALIZACIÓN DE MÉTODO DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO	60
3.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	64
3.8.1 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS.....	64
3.8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EPI INFO.....	64
4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	67
4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.....	67
4.1.1 CARACTERIZACIÓN DE PREDIOS.....	67
4.2 PREVALENCIA	91
4.2.1 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS GLOBAL COMPARADA EN ANIMALES Y PREDIOS	91

4.3 FACTORES DE ASOCIACIÓN A LEPTOSPIROSIS BOVINA	102
4.3.1 FACTORES ASOCIADOS A LEPTOSPIROSIS BOVINA.....	103
4.3.2 FACTORES ASOCIADOS A MENOR PREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS BOVINA.....	107
4.3.3 REGRESIÓN LOGÍSTICA	108
5. CONCLUSIONES	112
6. RECOMENDACIONES.....	118
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122
8. ANEXOS.....	132

Tabla 1. Estudios sobre prevalencias y positividad leptospirosis en Colombia 1933 – 2010.....	11
Tabla 2 Clasificación taxonómica para <i>Leptospira</i> spp.....	15
Tabla 3 Características diferenciales entre <i>Leptospira interrogans</i> y <i>Leptospira biflexa</i>	16
Tabla 4 Clasificación especies y serogrupos de <i>Leptospira</i> spp.....	17
Tabla 5 Reservorios de <i>Leptospira</i> spp.	23
Tabla 6 Hallazgos de laboratorio para Leptospirosis no específicos.	40
Tabla 7 Censo total bovinos Tauramena, Casanare (2015)	54
Tabla 8 Cálculo de CHI CUADRADO.	65
Tabla 9 . Factores de asociación a leptospirosis bovina.....	103
Tabla 10 Factores asociados a menor prevalencia de leptospirosis bovina.	107

Figura 1 Georreferenciación de estudios seleccionados sobre prevalencias de leptospirosis en animales y humanos en Colombia 2000 – 2012.	9
Figura 2. Modelo de membrana de <i>Leptospira</i> spp.....	20
Figura 3. Estructura morfológica y partes de una espiroqueta.....	22
Figura 4 . Protocolo de Vigilancia en Salud Pública sobre Leptospirosis.....	35
Figura 5. Ciclo de transmisión de <i>Leptospira</i> spp.	38
Figura 6 Tratamiento para el portador renal bovino.	51
Figura 7. Diseño muestral (Win Epi)	55
Figura 8. Montaje MAT.	61
Figura 9. Montaje MAT.	61
Figura 10. Montaje MAT.	62
Figura 11 Geo distribución de Leptospirosis bovina en el municipio de Tauramena,Casanare,Colombia.....	98
Figura 12 REGRESIÓN LOGISTICA	109

Gráfica 1 VACUNAS APLICADAS EN LOS PREDIOS.....	67
Gráfica 2 MANEJO DE VACUNAS-VACUNADOR	69
Gráfica 3 MANEJO DE VACUNAS- CONDICIONES SANITARIAS.....	70
Gráfica 4 MANEJO DE VACUNAS-FRECUENCIA DE RESIDUOS VACUNALES	71
Gráfica 5 MANEJO DE VACUNAS-TERNERA Y VACA POS VACUNACIÓN.....	72
Gráfica 6 INFRAESTRUCTURA	73
Gráfica 7 FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	74
Gráfica 8 MANEJO SANITARIO	76
Gráfica 9 TIPO DE ORDEÑO	77
Gráfica 10 FLUJO DE ANIMALES	79
Gráfica 11 TENENCIA DEL PREDIO.....	80
Gráfica 12 CARACTERISTICAS DEL PREDIO	81
Gráfica 13 ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO.....	82
Gráfica 14 MANEJO REPRODUCTIVO.....	83
Gráfica 15 CARACTERIZACIÓN CLINICA	85
Gráfica 16 CARACTERIZACIÓN DE ABORTOS.....	87
Gráfica 17 MANEJO DE RESIDUOS DE ABORTOS	89
Gráfica 18 SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA	90
Gráfica 19 PREVALENCIA DE PREDIOS POS VS NEG	91
Gráfica 20 PREVALENCIA DE ANIMALES POS VS NEG	91
Gráfica 21 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR SEROVARES EN ANIMALES.....	93
Gráfica 22 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR VEREDAS	96
Gráfica 23 . PREVALENCIA DE SEROVARES DE LEPTOSPIROSIS POR PREDIOS.....	99
Gráfica 24 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR SEXO	100
Gráfica 25 PREVALENCIA DE ANIMALES POR GRUPO ETÁRIO	101



**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**

**SEROPREVALENCIA Y FACTORES ASOCIADOS CON LEPTOSPIROSIS
BOVINA EN EL MUNICIPIO DE TAURAMENA, CASANARE, COLOMBIA EN EL
AÑO 2015.**

RESUMEN

El presente trabajo de grado consiste en dar a conocer información acerca de la leptospirosis bovina, la cual es una de las enfermedades bacterianas infecciosas en animales y transmisible en el hombre, que presenta mayor número de casos en profesionales con actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, clínica veterinaria, productores, propietarios y a la comunidad en general; la cual presenta una alta prevalencia en países tropicales y tiene una amplia distribución mundial.

El planteamiento del problema de este trabajo es el interés por dar a conocer la prevalencia de leptospirosis bovina, en el municipio de Tauramena en el departamento del Casanare (Colombia) correspondiente al año 2015; ya que

determinar la seroprevalencia y los factores asociados, aporta información epidemiológica que será de utilidad para las autoridades sanitarias con evidencias objetivas de la situación de leptospirosis bovina en Tauramena.

El objetivo general del trabajo es establecer la seroprevalencia y factores de asociación de *Leptospira* spp., en ganado bovino en el municipio de Tauramena-Casanare (Colombia) en el año 2015, a partir de la información obtenida del estudio realizado por el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S. donde se tabularon diferentes variables a tener en cuenta tanto de los predios como del estado de salud de los animales, en cuanto a vacunación y la cantidad de abortos que se han presentado. Se llevó a cabo el análisis de información, de los resultados que determinaron la seroprevalencia de *Leptospira* spp., por medio de la prueba de aglutinación microscópica (MAT) en ganado bovino en el municipio.

PALABRAS CLAVES

Leptospira spp., Microaglutinación (MAT), Seroprevalencia, Factores asociados, Factores no asociados.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Establecer la seroprevalencia y factores de asociación de *Leptospira* spp. en ganado bovino en el municipio de Tauramena, Casanare (Colombia) en el año 2015 de acuerdo a la base de datos del Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la población bovina muestreada en el municipio de Tauramena, Casanare, Colombia en el año 2015.
- Analizar los resultados de la prueba de aglutinación microscópica (MAT) para determinar la seroprevalencia de *Leptospira* spp. en ganado bovino en el municipio de Tauramena, Casanare, Colombia en el año 2015.
- Determinar los factores asociados a leptospirosis bovina en el municipio de Tauramena, Casanare, Colombia.
- Identificar las veredas que presentan mayor seroprevalencia para leptospirosis bovina de acuerdo a su distribución geográfica en el Municipio de Tauramena-Casanare Colombia.

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis es una enfermedad de carácter endémico y una de las zoonosis de origen bacteriano más frecuentes, causada por la espiroqueta *Leptospira* spp., y de gran relevancia a nivel mundial debido a su amplia distribución¹, es una infección que afecta a mamíferos, incluyendo el ser humano convirtiéndose en una importante problemática de salud pública en países tropicales como Colombia². En el ganado bovino se ha visto involucrada de manera directa no solamente sobre el estado de salud del animal por el efecto que ocasiona sobre la reproducción del mismo; sino también de manera indirecta sobre la economía nacional ya que la disminución en producción de leche pone en alerta a los propietarios ganaderos y se ve reflejada en pérdidas económicas³. De igual manera cabe resaltar el problema que se genera al no tener conocimiento sobre el estatus sanitario de leptospirosis en el ganado bovino del municipio, siendo primordial crear una cultura preventiva de esta zoonosis ya que se desconoce la prevalencia exacta de esta enfermedad en la región.

Por lo anterior, es necesario determinar la seroprevalencia de la leptospirosis bovina en el municipio de Tauramena, la cual se desconoce y actualmente no está sujeta a control oficial en el ganado bovino en el país. A su vez se desea proporcionar un aporte en salud pública a través del análisis y S de la información epidemiológica que será de utilidad ya que la zona de análisis es destacada por la producción y comercialización de carne y leche fresca natural y sus derivados para los consumidores de la región según el Sistema de Información Técnica de FEDEGAN–Proyecto Local de Tauramena⁴, considerando que la calidad de la producción primaria es fundamental para la seguridad alimentaria. La información a analizar se obtendrá de la base de datos del Laboratorio Clínico y Veterinario Zoolab S.A.S que en el año 2015 realizó en conjunto con la Alcaldía de Tauramena un proyecto para determinar el estatus sanitario de enfermedades no sujetas a control oficial en el municipio.

La distribución mundial de *Leptospira* spp, su fácil diseminación, la inespecificidad en los síntomas durante el curso de la patología, sumada a los diferentes hospederos y la transmisión al humano que la convierte en una zoonosis, hace necesario identificar los factores de asociación que pasan desapercibidos para ganaderos, médicos veterinarios, estudiantes, profesionales de la salud y a la comunidad en general, ya que no poseen información adecuada, sobre la forma de contagio, la prevención y medidas adecuadas de manejo de las producciones pecuarias.

Tras investigaciones realizadas a nivel mundial, se han publicado reportes donde se pone de manifiesto la necesidad de hacerle frente a esta zoonosis que no solo afecta a humanos, sino que tiene gran impacto en la economía regional y nacional⁶.

Es difícil determinar la prevalencia de la enfermedad, debido a la falta de datos en general. Existen reportes de zonas conocidas de alto riesgo en diferentes países de Latinoamérica que evidencian que la leptospirosis bovina tiene gran importancia en países en desarrollo, tanto en zonas rurales como urbanas, aunque está más extendida en países de clima tropical, debido a la mayor supervivencia del microorganismo en ambientes cálidos y húmedos. Así mismo, la enfermedad presenta una cierta estacionalidad, presentándose más casos en verano y otoño en los países templados y durante las épocas de lluvia en países cálidos⁶.

El presente proyecto intenta, por una parte, aportar datos estadísticos y epidemiológicos sobre la seroprevalencia de leptospirosis en el ganado bovino de una importante zona de la Orinoquia Colombiana ubicada en la parte suroccidental del departamento del Casanare en el municipio de Tauramena.

Por otra parte, se pretende aportar información que permita detectar aquellos factores asociados que afecta la salud del ser humano y de diferentes animales,

convirtiéndose en una infección en zonas endémicas como Colombia asignándole una importancia a nivel de salud pública a la hora de mencionar enfermedades zoonóticas de origen bacteriano.

1. ANTECEDENTES

Según datos de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), la leptospirosis bovina, causada por cualquier miembro patógeno de la bacteria *Leptospira* spp., es una enfermedad transmisible de los animales y del hombre. “Todas las leptospiras patógenas se clasificaron anteriormente como miembros de la especie *Leptospira interrogans*; sin embargo, el género ha sido reorganizado recientemente y las leptospiras patógenas ahora se clasifican en 20 e incluye nueve especies patógenas, cinco intermedias y seis saprófitas. Existen más de 300 serotipos distintos de leptospiras reconocidos, que se clasifican en 25 serogrupos”⁵.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha catalogado la leptospirosis como una zoonosis, típica en climas tropicales y subtropicales, caracterizada porque su agente causal logra desarrollarse en aguas estancadas y de flujo continuo, los bovinos y roedores sobresalen entre los demás reservorios porque la alcalinidad de su orina favorece su posterior diseminación. En aquellos países donde se cuenta con estaciones a lo largo del año, la temporada de lluvia es la que más casos de leptospirosis bovina permite evidenciar dado por las condiciones climatológicas ^{7,8}.

Para Acosta y Moreno (1994)³, en Colombia existen informes aislados de leptospirosis que datan desde el año 1933; los cuales estaban orientados a identificar los reservorios animales. Para Bravo y Restrepo³, el primer caso humano informado fue en el año 1968.

A nivel mundial se ha reportado la presencia de *Leptospira* spp., en países del trópico, en muchos casos sin establecer datos de prevalencia verídicos. En cuanto a América se refiere, en la industria pecuaria de Estados Unidos la prevalencia

oscila entre el 35-50% (2005), en Venezuela logró evidenciarse alrededor de 80% (2000), en Río de Janeiro 36,1% (2001). En Buenos Aires - Argentina se reportó una prevalencia del 45,8 % (2001), en donde las condiciones urbanas poco adecuadas respecto al saneamiento se vieron directamente involucradas en los reportes. Por otro lado, en Colombia (2003), los reportes de literatura exponen casos de leptospirosis bovina en Antioquia, Atlántico, Boyacá, Córdoba, Eje Cafetero, Casanare, Meta, Tolima, Sucre y Valle, donde la base de la economía se fundamenta en la ganadería doble propósito, de cría, de levante y ceba; donde además de esto las lluvias, la humedad, la estructura y composición del suelo aportan los requerimientos necesarios para que los diferentes serovares de *Leptospira* spp., logren desarrollarse³.

Sin embargo, la posibilidad de que se encuentren casos de leptospirosis bovina sin reportar es sumamente alta, ya que no se ejerce ningún tipo de control sobre la prevalencia de esta zoonosis, además su presentación clínica puede ser similar a la de otros agentes que causan problemas reproductivos. Dentro del cuadro clínico se evidencian diferentes manifestaciones entre las cuales sobresale un cuadro agudo/hiperagudo en el cual el bovino cursa con fiebre, hematuria, hemoglobinuria, meningitis e incluso puede llevarlo a la muerte tras un cuadro crónico cuya única sintomatología aparente es el fallo reproductivo⁹.

En el caso de las hembras el cuadro crónico de tipo reproductivo produce abortos, ya que las toxinas de la espiroqueta poseen la capacidad de lesionar la barrera placentaria, afectando así a los eritrocitos, de manera que los lisa y el feto muere por anoxia, también provoca la mortalidad de terneros e incluso favorece la repetición de celo, en cuanto a los machos, se convierte en fuente importante de infección debido a que no solamente eliminan la bacteria a través de orina como los demás animales sino que a través del semen instauran una forma de transmisión venérea¹⁰.

En los bovinos adultos, se debe sospechar de leptospirosis aguda siempre que aparezcan animales con disminución repentina y marcada de la producción láctea, fiebre, ictericia y meningitis. La leche, que parece calostro, puede contener coágulos de sangre y el recuento de células blancas es muy alto. Las ubres aparecen normales o algo blandas al tacto y los cuatro cuarterones están afectados. Por el contrario, se establece la sospecha de leptospirosis crónica en casos de fallos reproductivos. Las lesiones no son específicas de la enfermedad, siendo de escasa utilidad para el diagnóstico. En los animales adultos, las lesiones se localizan principalmente en los riñones, el cual es uno de los órganos más implicados. Se pueden encontrar lesiones en el hígado, útero, placenta y en algunos casos, en pulmones y bazo. En todos los órganos, las características de las lesiones van a depender del serovar implicado⁹.

En la actualidad, se cuenta con un gran número de técnicas de laboratorio que facilitan la identificación del agente patógeno, pero previamente a la realización de estas pruebas, es conveniente realizar una búsqueda del foco de manera exhaustiva que permita orientar en el diagnóstico. Las técnicas utilizadas para el diagnóstico de laboratorio se pueden dividir en dos grupos: técnicas indirectas, que se basan en detectar anticuerpos (Acs) frente a las *Leptospira* spp., y técnicas directas que se basan en la detección de leptospiras o sus antígenos y/o ácidos nucleicos en los tejidos y/o fluidos corporales⁹. Las características morfológicas de esta espiroqueta hacen que su identificación se torne compleja, así que el procesamiento ideal de las muestras se basa en la realización de ensayos serológicos y moleculares, donde las herramientas moleculares permiten la identificación de nuevas especies a partir de aislamientos obtenidos de diversas fuentes y permiten orientar programas de prevención y control de esta zoonosis¹¹.

Para el diagnóstico de leptospirosis bovina se utiliza, “El Test de Aglutinación Microscópica (MAT), el cual es considerado la prueba Gold estándar” según la Organización Mundial de la Salud (OMS), así mismo la Organización de Sanidad

Animal (OIE) afirma que la prueba MAT es la prueba serológica más ampliamente utilizada, ya que “constituye la prueba de referencia frente a la que se evalúan todas las otras pruebas serológicas y se utiliza en las comprobaciones para la importación/exportación”⁵. Para obtener una sensibilidad óptima la OIE recomienda emplear antígenos representativos de todos los serogrupos conocidos que existen en la región en la que se han encontrado los animales y preferiblemente, cepas que representan a todos los serogrupos conocidos⁵.

Actualmente las iniciativas a favor de la sanidad animal por parte de los entes de control no se han hecho esperar, de modo que el ICA y la gobernación del Casanare firmaron el pasado mes de febrero del 2017, un convenio con el objetivo de fortalecer la sanidad agropecuaria del departamento. “Este convenio está encaminado al reforzar la multiplicación de las buenas prácticas agropecuarias en la producción primaria, donde sobresale el inventario bovino del Casanare el cual es de 1 millón 800 mil animales, aproximadamente”¹².

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DISTRIBUCIÓN DE LEPTOSPIROSIS EN COLOMBIA

Según estudios de la prevalencia en humanos donde se encuentran anticuerpos anti-*Leptospira* spp., se han hallado casos entre un 13.1% y 22.4%³. Dentro de los brotes epidémicos en Colombia se encuentran ciudades como Barranquilla, Buenaventura y municipios como Lérica (Tolima). Se debe tener en cuenta que estos estudios de prevalencia determinan la frecuencia de la enfermedad en pocas áreas del país y a nivel nacional ya sea por falta de identificación de casos o porque el cuadro clínico es inespecífico en la mayoría de casos reportados no se hacen estudios que permitan demostrar la real situación de la leptospirosis³.

La situación actual de leptospirosis bovina y la asociación de factores de riesgo es poco conocida, sin embargo, se documentan diferentes estudios de prevalencia que indican que es de carácter zoonótico y demuestra que es una zona endémica como lo podemos apreciar en el siguiente mapa de Colombia (*Imagen 1*)³.

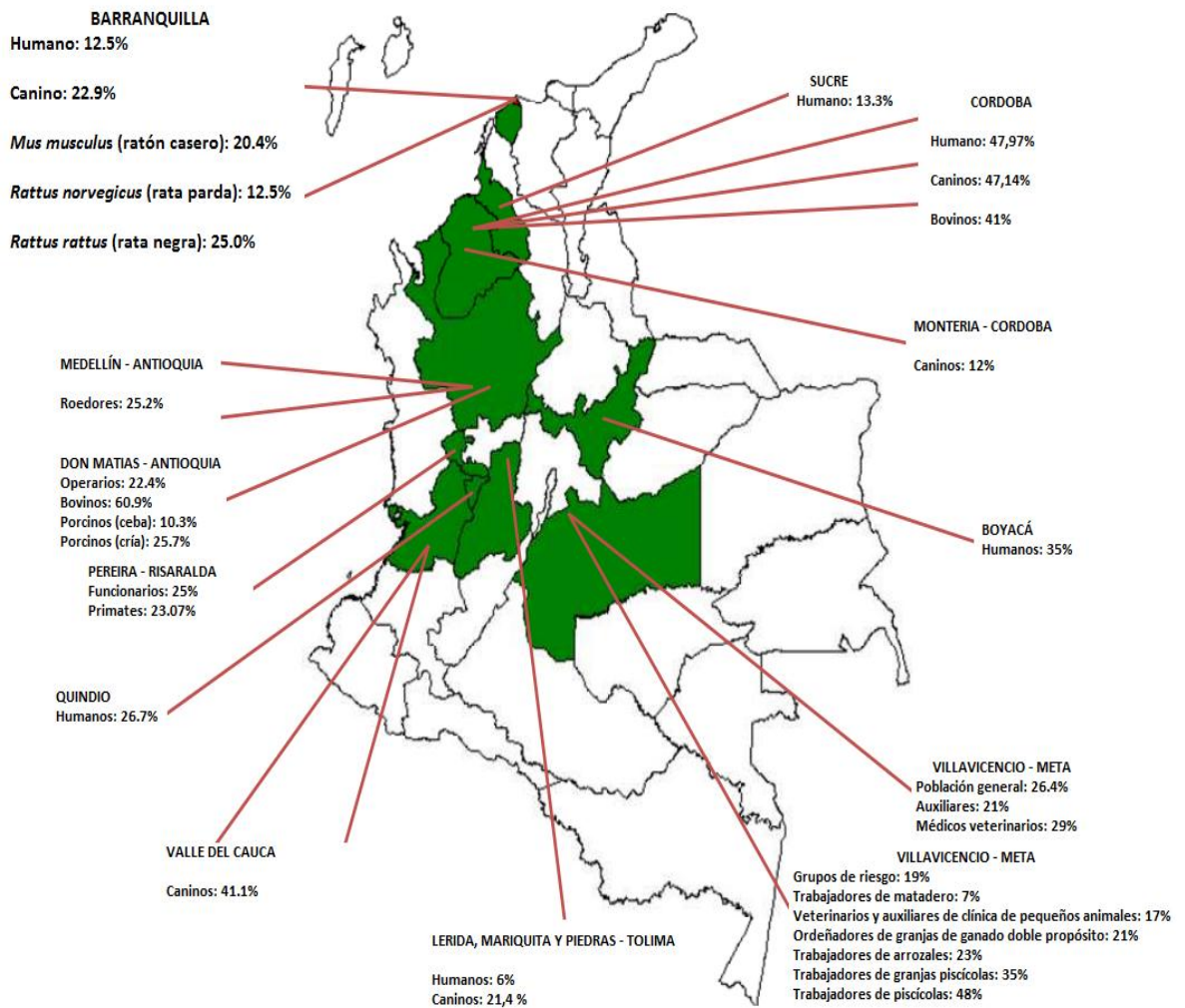


Figura 1 Georreferenciación de estudios seleccionados sobre prevalencias de leptospirosis en animales y humanos en Colombia 2000 – 2012.

Fuente: Carreño Buitrago LA. Prevalencia de Leptospirosis en Colombia; Revisión Sistemática de Literatura [Tesis]. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina; 2014

En Colombia, la leptospirosis se considera como un evento de notificación obligatoria e individual al SIVIGILA (Sistema Nacional de Vigilancia) partiendo

desde el año 2007, el hecho de poseer conocimiento sobre las características de la enfermedad, se convierte en una fuente fundamental para fortalecer tanto las acciones de vigilancia, como las de control frente al evento, sin embargo, en Colombia, las investigaciones realizadas se han dirigido a poblaciones limitadas, por lo tanto, las publicaciones reportadas no permiten tener información completa sobre la seroprevalencia a nivel nacional¹³.

El primer registro llevado a cabo en Colombia sobre la leptospirosis fue de finales de la década de los 60, donde se registra la enfermedad humana causada por el serovar *Icterohaemorrhagiae* con 4,28% de humanos positivos. Y el único brote epidémico documentado en el país se inicia en agosto de 1995, en el departamento de Atlántico, con un total de 47 casos confirmados y 284 casos sospechosos, con una letalidad del 17%¹⁴ (como se evidencia en la Tabla 1).

Se evidenció también un aislamiento un año después en el Departamento Administrativo de Salud de Barranquilla, donde se aisló *Leptospira* spp., de las serovariedades *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona* y *Canicola*¹⁴.

De acuerdo con la información del Sistema Nacional de Vigilancia en salud Pública, hasta la semana epidemiológica 52 de 2013, se han notificado al SIVIGILA 2263 casos totales de leptospirosis en Colombia y en comparación con el mismo periodo del año anterior, se observa un aumento del 13,94% de la notificación para el 2013¹⁴.

Las cinco entidades territoriales con mayor proporción de casos confirmados hasta la semana 52 del año 2013 son:

- Antioquia (33,04%)
- Valle del Cauca (19,07%)
- Cartagena y Atlántico (4,61% cada una)
- Barranquilla (3,86%)¹⁴.

Para un total del 65,21% de la notificación del país, en cuanto a los serovares más frecuentes reportados en nuestro país los cuales asociados principalmente a los porcinos y ratas se encuentran:

- *Australis*
- *Autumnalis*
- *Icterohaemorrhagiae*¹⁴.

Tabla 1. Estudios sobre prevalencias y positividad leptospirosis en Colombia 1933 – 2010.

ANIMALES				
AÑO	REGIÓN / CIUDAD / DEPARTAMENTO	CASOS	SEROVARES / % PREVALENCIA - POSITIVIDAD	TIPO ESTUDIO / ENTIDAD
1933	-	-	-	Identificación de reservorios animales
1989	-	-	Icterohaemorrhagiae y Grippotyphosa Prevalencia:18,4%	Seropositividad general animales
1997	Cartagena (19 casos) La Guajira (44) Tolima (7)	75 muestras	Reactividad en el 20%	Registros de Corpoica-Ceisa
1998	Tolima	201 muestras (suero)	43 (positivos)	Corpoica y Ceisa
1999	Cartagena	161 muestras	Resultando positivas el 25,5%	ICA-CEISA
2006	Bogotá	-	Copenhageni Prevalencia: 51.4% Hardjo prajitno Prevalencia: 2.3%	Población canina

-	Bogotá D.C	18 - 36 muestras	Prevalencia general: 50% Copenhageni (5 sueros) Prevalencia: (13.9%) L. icterohaemorrhagiae (1) suero Prevalencia: (2.8%), L. bratislava (1) Prevalencia: (2.8%), L. australis (2) Prevalencia: (5.6%) <i>L. pomona</i> (2) Prevalencia: (5.6%)	Centro de Zoonosis
-	Población canina	-	-	Determinación de la seroprevalencia de la enfermedad en la población canina Secretaría Distrital de Salud
HUMANOS				
1957	-	-	L. interrogans serovar icterohaemorrhagiae Prevalencia: 4,28%	Prevalencias generales para diferentes poblaciones humanas
1968	-	-	-	Primer caso humano informado
1995	Costa Atlántica	47 casos confirmados (17% de letalidad) 284 casos sospecho	Leptospira interrogans: Icterohaemorrhagiae, Pomona y Canícola	Prevalencia anticuerpos en humanos

		SOS		
1995-1998	-	-	serovariedad Icterohaemorrhagiae 12 y 20%	Seropositividad a leptospirosis en humanos el ICA
2000-2005			Grippotyphosa y Copenhageni	Estudio anticuerpos para 14 serovariedades de <i>Leptospira</i> spp. Instituto Colombiano de Medicina Tropical – CES
2010	Valle del Cauca (600 casos) Antioquia (265) Risaralda (196) Vaupés (1) Amazonas Caquetá (2)	5,4802 por 100.000 individuos, (63 muertes) Tasa de letalidad de 2,68 por cada 100.000.	-	Reporte de la tasa de incidencia ante la OIE INS - SIVIGILA
-	Córdoba (comunidad indígena)	-	Prevalencia: 18.1%	ELISA Seroprevalencia encontrada
-	Región de Urabá (población urbana)	-	-	-

Fuente: Carreño Buitrago LA. Prevalencia de Leptospirosis en Colombia; Revisión Sistemática de Literatura [Tesis]. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina; 2014

2.2 ETIOLOGÍA Y TAXONOMÍA

Leptospira spp., corresponde a un género de bacterias enrolladas de forma helicoidal, flexibles; provenientes del griego *leptos* que significa “delgado” y del latín “*spira*” que significa espiral¹⁵, pueden desarrollarse como saprofitos de vida libre, en asociación con un hospedero(s) o como patógenas. Se define leptospirosis como una zoonosis bacteriana común de distribución mundial que genera un importante problema de salud pública, adicionalmente produce grandes pérdidas económicas a nivel pecuario y repercusiones graves para la salud humana. A pesar de esto son pocos los estudios que se realizan de los ciclos silvestres de esta enfermedad y su relación con el ecosistema¹⁶.

Dentro de las características generales de estas bacterias se encuentran las siguientes: son aerobias obligadas, catalasa y oxidasa positivas y para obtener energía usan sales de amonio y ácidos grasos de cadena larga, estos últimos metabolizados por β - oxidación y por esta razón son de crecimiento lento (hasta cuatro semanas) en los medios de cultivo artificiales enriquecidos y debe hacerse a una temperatura entre 28-30 °C, se les considera bacterias hidrófilas ya que en la mayoría de estudios se le relaciona con ambientes de alta humedad relativa y pH neutral. Pueden sobrevivir largo tiempo en el agua o ambiente húmedo, templado, con pH neutro o ligeramente alcalino¹⁷. Son muy sensibles a condiciones adversas como la desecación, cambios bruscos de pH y temperatura, y es debido a esto, que su aislamiento requiere condiciones especiales para favorecer su crecimiento¹⁷.

En cuanto a la taxonomía este género pertenece la familia *Leptospiraceae*, debido a sus epítomos (determinantes antigénicos). La clasificación taxonómica es la siguiente (**Tabla 2**):

Tabla 2 Clasificación taxonómica para *Leptospira* spp.

TAXONOMÍA	CLASIFICACIÓN
DOMINIO	Bacteria
FILO	Spirochaetes
CLASE	Spirochaetes
ORDEN	Spirochaetales
FAMILIA	Leptospiraceae
GÉNERO	Leptospira spp.

Fuente: Picón T, Casa Diegos J, Navarro W, Rincón A. Exposición Bioseguridad en Leptospirosis [Internet]. [Citado 18 May 2017]. Disponible en: <https://www.slideshare.net/taliapicongonsales/exposicion-bioseguridad-leptospirosis>

Existen especies saprófitas (Por ejemplo, *Leptospira biflexa*), intermedias y patógenas (Por ejemplo, *Leptospira interrogans*). En la siguiente tabla se muestran algunas diferencias entre las especies saprófitas y patógenas (Tabla 3).

Tabla 3 Características diferenciales entre *Leptospira interrogans* y *Leptospira biflexa*.

CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES	<i>L. interrogans</i>	<i>L. biflexa</i>
Crecimiento a 13 °C	NO	SÍ
Patogenicidad	SÍ	NO
Crecimiento en caldo soya-tripticasa	NO	SÍ
Túbulos citoplasmáticos	NO	SÍ

Fuente: Chavarría Joya L, Lara Gutiérrez D, Méndez Hurtado W. Moscoso Gama J. *Leptospira*: revisión del agente causal de una enfermedad zoonótica. Revista Biociencias [Internet]. 2015 [Citado 18 May 2017]; 10 (2): 65-80. Disponible en: <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/biociencias/article/view/455>

Actualmente, la clasificación del género *Leptospira* spp. está basado en la homología del ADN y está dividido en 17 especies; definido en 70% de homología y 5% de divergencia en el ADN¹⁸.

Para fines diagnósticos, epidemiológicos y de investigación se utiliza la clasificación por serogrupos¹⁷, donde existen más 200 serovares para *L. interrogans* y más de 60 para *L. biflexa*, también teniendo en cuenta sus propiedades antigénicas pueden ser agrupados en más de 50 serogrupos¹⁷. Actualmente el género *Leptospira* spp. comprende 21 especies agrupadas en Grupo I (especies patógenas) con 9 especies; Grupo II (especies patógenas intermedias) con 5 especies; y Grupo no patógeno o saprofitas con 6 especies y una especie adicional que incluye serovares patógenos y saprofitos (*L. meyeri*) (Como se evidencia en la Tabla 4)¹⁹.

Las leptospiros pueden clasificarse según su especie de acuerdo a su análisis genético además de su estructura antigénica (serovar); estos dos sistemas de

clasificación basados en los términos de serovar y especie no siempre coinciden, y las cepas pertenecientes al mismo serovar pueden pertenecer a diferentes especies de *Leptospira* spp. Por lo tanto, la clasificación genética puede diferir de la clasificación serológica²⁰.

Tabla 4 Clasificación especies y serogrupos de *Leptospira* spp.

GRUPO I: ESPECIES PATÓGENAS		
ESPECIE	SEROGRUPO	SEROVARIEDADES
<i>L. alexandrei</i>	Manaho	Manaho3
	Hebdomadis	Manzuhang
		Nanding
<i>L. alstonii</i>	No designado	Sichuan
	Ranarum	Pinchang
	Ballum	Arborea
		Castellonis
	Hebdomadis	Jules
	Javanica	Javanica
<i>L. borgpetersenii</i>		Batavia
	Mini	Mini
	Sejroe	Hardjo
		Sejroe
	Tarassovi	Guidae
<i>L. interrogans</i>	Australis	Australis
		Bangkok
		Bratislava
		Lora
	Autumnalis	Autumnalis

		Bulgarica
	Bataviae	Bataviae
		Paidjan
	Mini	Pomona
	Pomona	Pomona
		Pyrogenes
		Hardjo (Hardjoprajitno)
	Pyrogenes	Recreo
	Sejroe	
	Grippotyphosa	Grippotyphosa
		Copenhageni
		Icterohaemorrhagiae
	Icterohaemorrhagiae	Monymusk
		Copenhageni/Ictero
		Szwajizak
		Pomona
<i>L. kirschner</i>	Autumnalis	Bim
		Bulgarica
	Cynopteri	Cynopteri
	Grippotyphosa	Grippotyphosa
	Icterohaemorrhagiae	Grippotyphosa
	Pomona	Grippotyphosa
		Mwogolo
		Mozdok
<i>L. kmety</i>	Tarassovi	Malaysia
<i>L. noguchii</i>	Australis	Barbudensis
	Autumnalis	Fortbragg
	Bataviae	Argentiniensis
	Djasiman	Huallaga

	Louisiana	Louisiana
	Panama	Panama
	Tarassovi	Bac 1376
<i>L. santarosai</i>	Autumnalis	Alice
	Bataviae	Bataviae
	Hebdomadis	Borincana
	Javanica	Fluninense
	Mini	Tabaquite
	Pyrogenes	Pyrogenes
	Sarmin	Machiguenga
	Sejroe	Trinidad
	Tarassovi	Bravo
	Canicola	Canicola
		Galtoni
		Portlandvere
		Djasiman
GRUPO II: ESPECIES PATÓGENAS INTERMEDIAS		
<i>L. broomii</i>	No designado	No designado
<i>L. inadai</i>	Lyme	Lyme
<i>L. fainei</i>	Hurstbridge	Hurstbridge
<i>L. licerasiae</i>	No designado	Varillal
<i>L. wolffii</i>	No designado	No designado
<i>L. weilii</i>	Celledoni	Celledoni
	Javanica	Coxi
	Sarmin	Sarmin
GRUPO ESPECIES SAPRÓFITAS		
<i>L. biflexa</i>	Andamana	Andamana
<i>L. terpstrae</i>	Semaranga	Patoc I
<i>L. vanthielii</i>	Icterohaemorrhagiae	Hualin

<i>L. wolbachii</i>	Holland	Holland
<i>L. yanagawae</i>	Codice	Codice
<i>L. idonii</i>	Semarang	Saopaulo
ESPECIE CON MEZCLA DE SEROVARES PATÓGENOS Y SAPRÓFITOS		
<i>L. meyeri</i>	Ranarum	Ranarum, Hardho y Seramanga

Fuente: Romero C, Falconar A. *Leptospira* spp. y leptospirosis humana. Revista Científica Salud Uninorte [Internet]. 2016 [citado 28 Agos 2017]; 32(1): 123-143. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n1/v32n1a11.pdf>

Esta diferencia entre serovares es posible por las desigualdades que presentan las cadenas laterales de los carbohidratos presentes en los lipopolisacáridos (LPS) de la membrana externa y que se evidencian por las reacciones de aglutinación con sueros de conejo. Aunque dicha membrana es compleja se han identificado proteínas cruciales tanto para su clasificación como para estudiar su patogenia y posible creación de vacunas a partir de las mismas^{17,21}, se debe tener en cuenta que aquella clasificación genética y serológica puede cambiar debido a que hay cepas pertenecientes a un mismo serovar que pueden pertenecer a otras especies de *Leptospira* spp., lo que genera por ejemplo reacciones cruzadas en las pruebas a base de suero^{17, 18}.

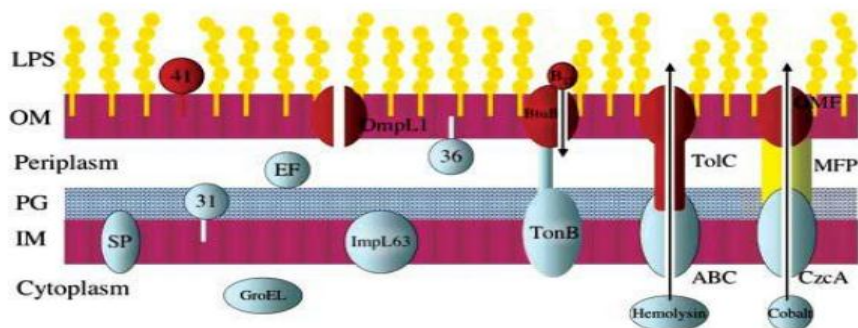


Figura 2. Modelo de membrana de *Leptospira* spp.

OM	Membrana externa
IM	Membrana citoplasmática o interna
PG	Peptidoglicano (pared celular)
LPS	Lipopolisacáridos
Proteínas de <i>Leptospira</i> spp.	-Porina: OmpL1 - Lipoproteínas: LipL36 y LipL41

Fuente: Nascimento A.L.T.O, Verjovski-Almeida S, et al. Genome features of *Leptospira interrogans* serovar Copenhageni. Brazilian Journal of Medical and Biological Reserch [Internet]. 2004. [citado 09 Sep 2017]; 37(4). Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-879X2004000400003

2.3 MORFOLOGÍA

Son espiroquetas delgadas de 6 a 20 μm de longitud y 0,1 a 0,2 μm de diámetro aproximadamente, como se mencionó anteriormente tiene forma helicoidal o espiral presentando apariencia de gancho en uno o en ambos extremos con características de flexibilidad, movilidad de tipo rotación, ondulatorio y de traslación el cual se da por la ausencia de flagelos externos y depende de dos flagelos periplásmicos o axiales que se encuentran en su parte polar o dentro de su cuerpo en el espacio periplásmico y cuya principal función es la locomoción y aporta característica de patogenicidad. Presenta una envoltura celular similar a las bacterias Gram negativas, que consiste en una membrana citoplasmática interna y otra externa. “Sin embargo, la capa de peptidoglicano está asociada con la membrana citoplasmática en vez de la membrana externa, algo que es único de las espiroquetas¹⁶”. Para su visualización es necesario la microscopia de campo oscuro o de contraste, ya que mediante microscopía óptica normal o de luz

convencional no es posible debido a su tamaño y a que son muy delgadas, a pesar de que su estructura es de una bacteria Gram negativa no se tiñe con facilidad con colorantes a base de anilinas, pero otras técnicas de coloración incluyen tinción con plata, entre otras¹⁷.

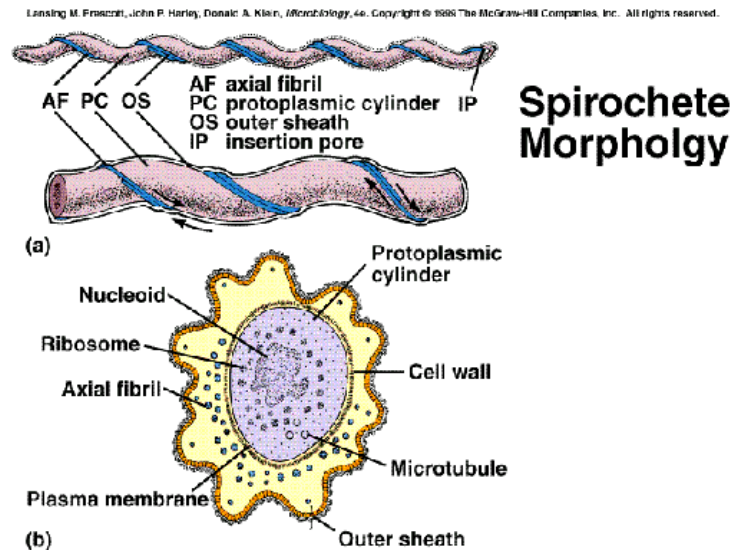


Figura 3. Estructura morfológica y partes de una espiroqueta.

Fuente: Hidalgo A. *Espiroquetas*. [Internet]. 2013 [actualizado 16 Abr 2013; citado 09 Sep 2017]. Disponible en: http://3.bp.blogspot.com/-nt3r1DbOeYw/UW4xMkKTMSI/AAAAAAAAARU/VtpPFW_5Oms/s1600/3.png

2.4 RESERVORIOS

La publicación científica y técnica de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) del año 2011, tiene en cuenta dos grandes grupos considerados como reservorios de leptospirosis, los animales silvestres y domésticos²¹; dentro de los más comunes se encuentran: roedores, bovinos, caninos, cabras, conejos, equinos, porcinos, zorrillos y murciélagos. “Las ratas y los bovinos se han considerado como los reservorios más importantes, debido a que el pH de la orina de estos animales es alcalino”, en los bovinos el pH varía de 7.4 a 8.4²² y en roedores de 7.44 ± 0.04 ²³, favoreciendo así la supervivencia de *Leptospira* spp.

En el ser humano el pH de la orina varía de 4.6 a 8.0²⁴, es decir, el hombre al tener la orina relativamente ácida para *Leptospira* spp., es considerado como un “mal reservorio” no adecuado para la supervivencia de la bacteria, dándole la atribución de “huésped accidental”²⁵ y se considera un huésped susceptible a todas las serovariedades patógenas de *Leptospira* spp.¹⁴.

Según la literatura se tiene en cuenta dos tipos de reservorios para *Leptospira* spp., los "huéspedes reservorios primarios", los cuales comúnmente son animales salvajes y "huéspedes de reservorio incidentales o accidentales". En el caso de los bovinos se consideran reservorios primarios para las siguientes serovariedades: *L. hardjo* y *L. pomona*²⁵.

A continuación, se presentan los reservorios típicos y serovares para *Leptospira* spp¹⁷ (**Tabla 5**).

Tabla 5 Reservorios de *Leptospira* spp.

HUÉSPED (reservorio primario)	SEROVAR
BOVINO	<i>L. hardjo</i> , <i>L. Pomona</i> y <i>L. grippotyphosa</i>
PERRO	<i>L. canicola</i>
PORCINO	<i>L. pomona</i> y <i>L. tarassovi</i>
EQUINOS	<i>L. bratislava</i>
ROEDORES (rata y ratón)	<i>L. icteohaemorrhagiae</i> , <i>L. copenhageni</i> <i>L. ballum</i> , <i>L. arborea</i> , <i>L. bim</i>
OVINOS Y CAPRINOS	<i>L. ballum</i> y <i>L. hardjo</i>
MURCIÉLAGO	<i>L. cynopteri</i> y <i>L. wolfii</i>

Fuente: Céspedes M. Leptospirosis: Enfermedad Zoonótica Emergente. Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública [Internet]. 2005 [Citado 20 May 2017]; 22 (4)290-307. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1726-46342005000400008

2.5 PATOGENIA

2.5.1 PATOGENIA EN ANIMALES

La espiroqueta *Leptospira* spp., afecta a gran número de mamíferos, dentro de las especies susceptibles se encuentran animales de importancia económica como bovinos, cerdos, equinos, ovinos y caprinos. En general cualquier mamífero puede ser hospedero accidental y se considera como reservorio principal a los roedores²⁹.

2.5.1.1 PATOGENIA EN BOVINOS

Después de penetrar la piel o la mucosa, *Leptospira* spp., tiene un periodo de incubación de 4 a 10 días, donde se multiplica rápidamente y comienza su diseminación en ciertos órganos como el hígado, riñones, pulmones, tracto reproductor (en el caso de la placenta) y líquido cefalorraquídeo (LCR), después realiza migración donde puede ser aislada de sangre periférica durante varios días. La presencia de anticuerpos y de *Leptospira* spp., en la orina se observa 6-10 días después de iniciada la fase leptospirémica o de leptospiremia (bacteremia)³⁰.

Cuando alcanza el torrente sanguíneo y se multiplica en el parénquima hepático por un periodo de 2-30 días, aparte de la fase leptospirémica también produce un estado febril, eliminación de leptospiras en leche, anorexia y daño a funcional de los órganos invadidos³¹.

En la leptospirosis el cuadro clínico se ve influenciado por varios factores como lo son: la respuesta del sistema inmune del bovino, el serovar que lo está afectando, la edad del hospedero, la ubicación geográfica donde se encuentra el animal, y el órgano que se ve principalmente afectado. Los signos clínicos pueden variar desde como una infección de tipo subclínico o incluso la muerte por falla multiorgánica^{27,30}.

La clínica de la leptospirosis presenta dos fases:

- Fase leptospirémica
- Fase inmune o fase de leptospiruria

La fase leptospirémica (también llamada fase de leptospiremia) corresponde al período de tiempo comprendido después de las primeras 48 horas hasta los 7 días aproximadamente donde la espiroqueta logra diseminarse a todos los tejidos y las manifestaciones se hacen evidentes de manera abrupta, con localización especial en riñón, hígado, corazón, músculo esquelético y en la cámara anterior del ojo como en las meninges, donde los anticuerpos tienen poco acceso. El animal puede presentar fiebre elevada, escalofríos, cefalea, postración y mialgias que involucran los músculos de las pantorrillas, muslos, regiones paravertebrales y abdomen, resultando doloroso a la palpación y pudiendo a veces simular un abdomen agudo quirúrgico. Puede cursar con anorexia, náuseas, vómitos, constipación, diarrea, artralgia, hiperemia o hemorragia conjuntival, fotofobia y dolor ocular. La hepatomegalia y la esplenomegalia, aunque con menos frecuencia también pueden llegar a darse, como las complicaciones de las manifestaciones gastrointestinales, que se exteriorizan bien sea por melena o enterorragia y

pancreatitis^{27,32,33,13,34}.

La fase inmune (fase de leptospiruria) por su parte abarca el lapso de tiempo donde empieza a surgir la carga de anticuerpos con el fin de contrarrestar la acción de la bacteria. Esta fase tiene una duración aproximada de 5 a 7 días donde los anticuerpos específicos favorecen el proceso de opsonización de la espiroqueta así que deja de estar presente en sangre y se inicia la eliminación a través de la orina lo cual puede ocurrir durante semanas e incluso meses¹³.

Respecto a los factores de virulencia, el primero del cual se obtuvo un reporte, fue del gen de la lipoproteína de superficie Loa22, el cual se encuentra conservado en los serovares patógenos y tras experimentación logró demostrarse que su ausencia en hamsters atribuía menos patogenicidad a una cepa de *L. interrogans* la cual era estudiada en ese momento¹⁹. Tras este hallazgo otros cinco genes fueron descritos como los encargados de causar hemólisis y contribuir a lesión del endotelio en los pequeños vasos, todos estos, codificantes para esfingomielinasas donde se encuentra el gen sphA y sphH.

Por otro lado, como factor trascendental se encuentran las adhesinas, para lo que se ha identificado los genes Lig (Lig A, Lig B y LigC) los cuales codifican para proteínas de superficie que pueden unirse a la elastina, laminina, fibronectina y tropoelastina¹⁹. Estas proteínas son factores de virulencia que codifican determinantes en cepas patógenas de *Leptospira* spp., y se han utilizado como marcadores para el diagnóstico temprano de la leptospirosis²¹.

Adicional a esto, es clave tener en cuenta el gen LipL32 el cual codifica para la lipoproteína que se une al colágeno tipo I, IV, V, a la fibronectina dependiente de calcio y a la laminina, lo que explica claramente su tropismo por las estructuras del riñón¹⁹. Esta proteína es importante en la patogenia de leptospirosis ya que, al encontrarse de manera abundante en la superficie de la membrana externa,

también se encuentra en la membrana citoplasmática y según estudios realizados se evidencia que esta proteína LipL32 es el antígeno responsable de la respuesta inmune humoral, es encargada de producir hemólisis mediada por esfingomielinasa SphH y se ha considerado llamarla Hap-1 (Proteína asociada a hemólisis)²¹.

Cabe resaltar la importancia del antígeno O, componente de los lipopolisacáridos (LPS) de superficie los cuales son el mayor componente de su membrana externa, del cual conforme a sus variaciones le aporta diversidad antigénica a las diferentes cepas¹⁹. Donde las variaciones en las cadenas laterales de carbohidratos son las responsables de la diversidad antigénica observada entre las diferentes cepas de *Leptospira spp*²¹.

Las espiroquetas, incluyendo las bacterias del género *Leptospira spp.*, posee una membrana citoplasmática y una membrana externa donde existen tres tipos de proteínas de la membrana externa (OMP) las cuales desempeñan un papel importante en la patogénesis de la enfermedad, estas son:

- Transmembranales
- Lipoproteínas
- Proteínas periféricas de la membrana²¹.

2.5.1.1.1 FORMAS DE PRESENTACIÓN CLINICA EN BOVINOS

2.5.1.1.1.1 FORMA AGUDA

Este es el periodo temprano donde se presenta septicemia (leptospiremia o fase leptospirémica) donde se puede producir suficiente hemolisina para causar

hemoglobinuria o hemólisis intravascular³⁰. En la fase aguda ocurre en menos del 10% en animales adultos y la mortalidad no es tan usual. En el caso de los terneros la mortalidad alcanza el 100%. Los animales que se recuperan de la fase aguda se convierten en portadores de leptospirosis y se da proliferación de la bacteria por los diferentes fluidos corporales (orina, leche, semen, secreciones vaginales), residuos de aborto y partos¹⁰.

La muerte puede darse por esta septicemia, anemia hemolítica o ambas y se le atribuirá a una uremia causada por nefritis intersticial³⁰.

Dentro de los signos clínicos presentados por *L. hardjo* en animales jóvenes se encuentran:

- Fiebre
- Postración
- Anorexia
- Disnea
- Neumonía
- Cuadro nervioso
- Muerte

Este tipo de infecciones causan a su vez producción anormal de leche (agalactia) y mastitis.

2.5.1.1.1.2 FORMA SUBAGUDA

Se caracteriza porque tras el proceso infeccioso a causa de *Leptospira* spp., el bovino afectado sufre vasculitis sistémica, con un compromiso del endotelio en su mayoría capilar, extravasación de la sangre, anoxia local, hemoglobinuria, hemorragia pulmonar y abortos. La lesión renal se debe a que la infección persiste en este órgano tiempo después de haber desaparecido en otros tejidos. En la fase

subaguda el animal puede morir de septicemia, anemia hemolítica o por combinación de ambas^{27, 19}.

2.5.1.1.1.3 FORMA CRÓNICA

En el caso crónico de tipo reproductivo se presenta:

- Aborto: causado por la muerte del feto, con degeneración placentaria o sin ella; en ambos casos, se trata del efecto resultante de la invasión al producto durante la fase septicémica de la enfermedad. El aborto ocurre con mayor frecuencia en la segunda mitad de la preñez, quizás porque es más fácil la invasión de la placenta en esta etapa, pero puede ocurrir en cualquier momento, a partir de los 4 meses de la gestación¹⁰.
- Mortalidad de terneros
- Mortalidad embrionaria
- Repetición de celos
- En los machos se eliminan las bacterias por orina y por semen, lo cual conlleva a una infección de tipo venéreo¹⁰.

2.5.1.1.1.4 ABORTO Y MUERTE DE TERNEROS

Después de la infección inicial tras el paso de 3 a 10 semanas, es común evidenciar abortos y/o mortinatos, que en caso de presentarse en un hato que sea de explotación tipo cría, es una opción para sugerir infección por *Leptospira* spp., aunque inicialmente los primeros signos pasen desapercibidos.³⁵

El serovar que más se atribuye de forma directa al aborto en bovinos es *Leptospira hardjo*, el cual afecta a las hembras después de los 4 meses de gestación en la mayoría de los casos reportados, así como el nacimiento de terneros débiles. La patogenicidad de este serovar se basa en la hipoxia que impide al feto el flujo de oxígeno y que por consiguiente desencadena su muerte.³⁴ Las toxinas bacterianas causan hemólisis y atraviesan barrera placentaria ocasionando muerte fetal de 1 a 2 días después. “Cuando la infección es adquirida por primera vez durante la gestación, la tasa de abortos es mayor en novillas”¹⁰.

Entre los signos característicos del ternero se encuentran: fiebre, anorexia, conjuntivitis y diarrea. En casos severos se presenta ictericia, hemoglobinuria, anemia, neumonía o signos de meningitis como incoordinación, salivación y rigidez muscular. La muerte puede ocurrir en cuestión de 3 a 5 días.

2.5.2 PATOGENIA EN HUMANOS

El período de incubación en humanos es por lo general de 7 a 12 días²⁶, donde las manifestaciones clínicas iniciales son: fiebre (3 a 10 días), cefalea, escalofríos, vómito, mialgias generalizadas, conjuntivitis, malestar general, anorexia, e incluso de han descrito casos con erupción cutánea, los cuales pueden estar presentes durante una semana aproximadamente. En el transcurso de la segunda semana se detectan anticuerpos en sangre debido a la distribución del microorganismo en el cuerpo y se evidencia la presencia de la *Leptospira* spp., en orina²⁶.

Leptospira spp., entra a través de piel con ayuda de la hialuronidasa y su movimiento dextrógiro (en el mismo sentido que las manecillas del reloj)²⁷, que le confieren capacidad para poder penetrar tejidos; esa penetración e ingreso dado a través de la piel, la cual debe tener la característica de estar reblandecida o por el

agua o con exposición prolongada debido a que no es muy frecuente que sirva como puerta de entrada la piel íntegra. Puede ingresar también en presencia de excoriaciones o heridas o por ingreso en mucosas en especial la ocular o la mucosa nasal¹⁸. Después de la penetración por piel, invade la circulación sanguínea y por diseminación llega a diferentes órganos y líquidos incluyendo líquido cefalorraquídeo (LCR) y humor acuoso¹⁸.

Parece ser que existe tropismo por algunos órganos como el hígado, riñones corazón y músculo esquelético. La patogenicidad del microorganismo estaría ligada a su presencia física en las lesiones. Esto ha sido observado en procesos patogénicos provocados experimentalmente²⁸.

La invasión está relacionada a su estructura química y antigénica donde las proteínas de *Leptospira* spp., se unen a la superficie de la membrana celular, penetran e invaden la célula huésped, en el caso de células parenquimatosas el endotelio capilar donde es lesionado con intensidad, probablemente por la acción de las citotoxinas²⁸.

Los serovares que no son patógenos, carecen de éxito en proceso de multiplicación y el sistema inmune los elimina de manera rápida, en el primer y segundo día de infección, en cambio los patógenos se multiplican hasta que son opsonizados o marcados y fagocitados durante la etapa en que los anticuerpos aglutinantes son apenas detectables por prueba de microaglutinación²⁷.

La leptospirosis presenta diferentes complicaciones asociadas al órgano al cual está afectando, presentándose disfunciones hepáticas, insuficiencia renal entre otras. En el caso de las afectaciones en el riñón, la función renal se ve alterada llevándose a cabo diferentes manifestaciones que incluyen desde simples alteraciones del sedimento urinario hasta cuadros gravísimos de insuficiencia renal aguda²⁸. Este tipo de insuficiencia por necrosis tubular aguda, es causada por

efecto directo de la *Leptospira* spp.,¹⁸ donde es habitual encontrar leptospiras en la luz tubular²⁸.

La causa principal de la lesión tubular parece ser la hipoxemia o disminución de oxígeno o algún efecto tóxico directo de las leptospiras, las cuales se encuentran inicialmente durante la migración dentro de los glomérulos, siguiendo con la migración por los túbulos y responsabilizándose por el compromiso renal que puede variar de simple disminución de la función glomerular hasta insuficiencia renal²⁸.

En cuanto a la función hepática se da una disminución de los niveles de albúmina sérica, un incremento de los niveles de inmunoglobulinas y disminución en la producción de los factores dependientes de la vitamina K¹⁸. Dentro de las manifestaciones principales de la alteración hepatocelular se encuentra la ictericia que ocurre en los casos más graves habitualmente sin necrosis. El daño hepático en apariencia es subcelular y las leptospiras rara vez se observan en el hígado²⁸.

La ictericia sería resultante de la agresión hepática, aunque la necrosis hepatocelular no sea prominente, concordando con los valores poco elevados de las transaminasas séricas²⁸. Esta ictericia conocida como Síndrome de Weil se define como la forma más agresiva con la que puede cursar la leptospirosis humana, fue mencionado por primera vez en el año 1886 en Alemania por Adolf Weil, quien describió un reporte de caso donde el paciente cursaba con ictericia y falla renal severa. Así mismo el cuadro clínico se caracteriza por hemorragias y falla renal, donde el primer signo clínico mencionado obedece a la colestasis y el paciente puede experimentar dolor abdominal, hepatoesplenomegalia, anorexia, náuseas, vómitos, dolor periorbital y/o hemorragia conjuntiva, los episodios de fiebre son intermitentes, agravándose en la segunda semana¹⁹.

Se evidencian también fenómenos hemorrágicos responsables en gran medida por la severidad de la enfermedad parecen ser secundarios sobre todo de la agresión capilar, en los trabajos de Brito, Thales en “On the patogénesis of the hepatic and renal lesions in Leptospirosis de la Revista Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo” muestran que la espiroqueta o sus productos actúan sobre la pared vascular.

En la leptospirosis han sido descritas alteraciones en los factores de coagulación, secundarias a deficiencias en la síntesis hepática o al consumo en áreas de lesión endotelial. El compromiso endotelial puede iniciar la adhesión y la agregación plaquetaria, activando los mecanismos de coagulación y fibrinólisis²⁸. La afección vascular, se debe a vasculitis grave con daño endotelial, produciendo lesión en los capilares¹⁸.

En el aparato cardiovascular pueden aparecer manifestaciones donde uno de los antígenos de *Leptospira* spp., que se encuentra en la luz y en la pared de vasos miocárdicos ocasionan lesiones directas a las células endoteliales lo que conlleva a muerte o anoxia de las fibras del miocardio²⁸.

En los músculos, las alteraciones varían desde inclusiones vacuolares en las miofibrillas e infiltrado discreto de polimorfonucleares en el tejido muscular, acompañado de elevación importante de la enzima creatinfosfoquinasa (CPK) ¹⁸.

La agresión pulmonar y su manifestación está relacionada con la acción directa de una toxina sobre la pared capilar ocasionando un cuadro de neumonía hemorrágica ocasionada por la liberación de lipopolisacáridos (LPS) de la pared celular de *Leptospira* spp. Los LPS, parecen actuar intensamente en el desencadenamiento de graves fenómenos inflamatorios, que agreden a la célula endotelial y liberan citoquinas y potentes compuestos vasoactivos. En órganos

como páncreas, cerebro y meninges se puede evidenciar un mismo mecanismo lesional²⁸.

Después de la primera semana, aparecen los anticuerpos en sangre y coinciden con el desarrollo de meningitis, no encontrándose *Leptospira* spp., en el LCR, lo cual sugiere daño inmunológico. La bacteria puede persistir por semanas en el humor acuoso y ocasionalmente causa uveítis crónica o recurrente¹⁸.

El curso de la leptospirosis humana, puede cursar con dos formas distintas y una etapa de cronicidad²⁷.

En cuanto a la exposición para el ser humano se tienen en cuenta 3 tipos:

1. Exposición ocupacional: Afecta a trabajadores que están en contacto directo con el animal infectado o con sus residuos, siendo los serovares más frecuentes para el contacto por *Hardjo* (asociado a bovinos), y *Pomona* (asociado a porcinos) riesgo. En este caso las actividades veterinarias, de asistencia técnica y de manejo del ganado tienen mayor riesgo.
2. Exposición recreativa: Se presenta en personas que acampan, bañistas, excursionistas, exploradores y deportistas.
3. Exposición causada por inundaciones y desastres naturales¹⁴.

Se han establecido programas de vigilancia epidemiológica lideradas por el Instituto Nacional de Salud (INS), las cuales contemplan las herramientas diagnósticas descritas en el siguiente gráfico:

Método	Fase de la enfermedad	Muestras en estudio			
		SANGRE	LCR	Orina	Biopsia
Búsqueda de leptospiras por campo oscuro	De 15 días en adelante o después del inicio de terapia antibiótica	-	-	+	-
Cultivo en medio de Fletcher	Después de 3 días y en sangre máximo hasta 10 días después del inicio de síntomas. En orina a partir de los 7 días de inicio de síntomas	+	+	+	+
Reacción en cadena de la polimerasa (PCR)	Después de 3 días	+	+	+	+
Titulación de anticuerpos por pruebas IgM	Después del día 5°	+	-	-	-
Titulación de anticuerpos por MAT	Primera muestra inicio de síntomas (fase aguda) segunda muestra (fase convaleciente) con intervalo entre muestras de 10-15 días	+	-	-	-
Estudio histopatológico	Post mortem	-	-	-	+

Figura 4 . Protocolo de Vigilancia en Salud Pública sobre Leptospirosis.

Fuente: Instituto Nacional de salud. Protocolo de vigilancia en salud pública. 2016.

2.6 MECANISMOS DE TRANSMISIÓN Y FUENTES DE INFECCIÓN

Dentro de las fuentes de infección se destacan las siguientes:

- Orina de animales enfermos o portadores asintomáticos.
- Agua, forrajes, pastos contaminados.
- Secreciones corporales como la leche, descargas postparto, saliva y semen.
- Vectores, donde los más importantes son los roedores (ratas y ratones) ²⁹.

En cuanto a la trasmisión puede ser por contacto directo o indirecto:

2.6.1 CONTACTO DIRECTO

Esta transmisión se puede dar de diferentes maneras, siendo una de las más importantes para la entrada de *Leptospira* spp.

- Orina: Principal fuente de contaminación, por formación de núcleos goticulares generados por la dispersión de la orina de animales infectados. Esto es debido a que los hospedadores de un determinado serovar eliminan gran cantidad de microorganismos en su orina durante un período de tiempo prolongado, por lo que las gotículas de orina tendrán una alta concentración de microorganismos²⁵.
- Ingesta de alimentos (pasto) o agua contaminada con aerosoles de orina.
- Mucosas (oral o conjuntival) o piel dañada por contacto directo³⁰.
- Fetos abortados o mortinatos, fetos normales o descargas vaginales después del parto.
- Transmisión mediante inseminación artificial y transmisión venérea donde se puede aislar de los órganos reproductivos del macho²⁹, *Leptospira* spp., se encuentra en el semen de machos infectados (posiblemente solo durante el limitado tiempo de la bacteremia o leptospiremia). Este tipo de transmisión sexual no ha sido plenamente demostrada en el ganado bovino, si bien se supone que es una de las más importantes para las cepas del serovar *hardjo prajitno*²⁵.
- Transmisión intrauterina³⁰ o por vía transplacentaria.
- Transmisión lactogénica o transmamária²⁹.

- Transmisión por mordeduras de roedores²⁹.

Leptospira hardjo bovis es transmitida usualmente por bovinos, aunque podrían participar varias especies silvestres en contacto con el medio ambiente. Se evidencia una elevada presencia en:

- Pastos profusamente irrigados.
- Climas templados con elevada pluviosidad.
- Prados que tienen estanques como bebederos.
- Zonas pantanosas, campos embarrados, cebaderos.
- Temporada de lluvias³⁰.

Se debe tener en cuenta que *Leptospira* spp., no se multiplica fuera del huésped y su supervivencia depende de las condiciones ambientales en las que se encuentren, es decir, condiciones del suelo y agua. *Leptospira* spp., es altamente susceptible a la desecación y a los cambios de pH (pH<6 y pH>8 son inhibidores); temperaturas <7-10°C (44.6 - 50°F) y temperaturas >34-36°C (93 -96°F) son nocivas.

La *Leptospira* spp., sobrevive hasta 180 días en suelos húmedos con pH alcalino y durante estaciones húmedas, por varios meses en superficies acuosas donde la lluvia corra o en presencia de superficies de agua que generen campos pantanosos, aguas estancadas y áreas barrosas donde sobreviven aún mejor en que en movimiento³⁰.

En la Figura 5 se muestra el ciclo de transmisión de la *Leptospira* spp., de acuerdo a sus diferentes hospederos.

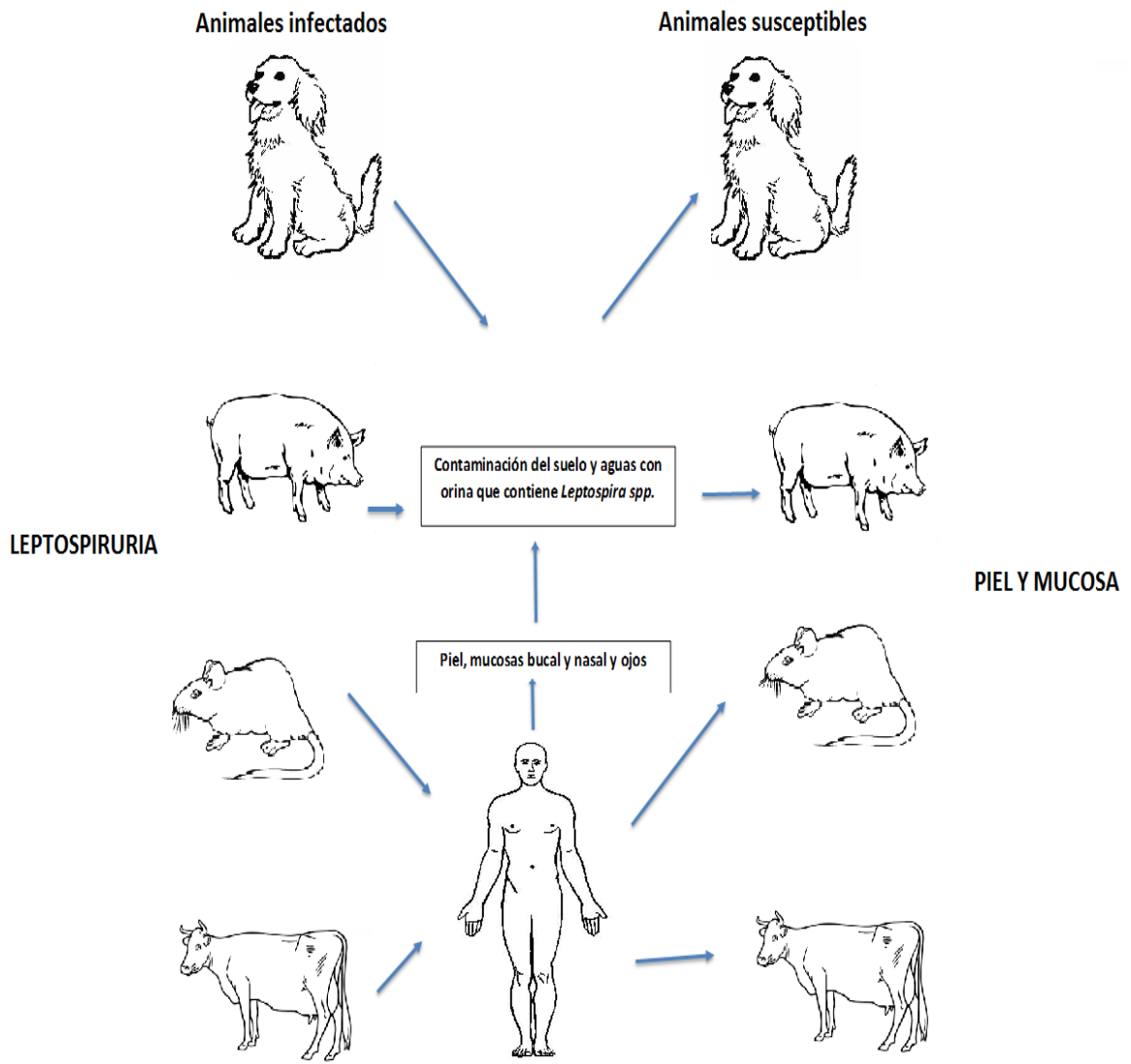


Figura 5. Ciclo de transmisión de *Leptospira* spp.

Fuente: Leptospirosis en bovinos, *Leptospira hardjo*. Angeles E.2007 [TESIS]

2.6.2 CONTACTO INDIRECTO

Este tipo de contacto tiene un papel más importante en las infecciones accidentales y se produce tras la exposición del animal a un ambiente contaminado con material infectado, esta es la forma de trasmisión más frecuente en el ser humano y en los animales. Diferentes autores han planteado la hipótesis que algunos artrópodos podrían jugar un papel relevante en la transmisión de la leptospirosis donde las moscas, las garrapatas, las pulgas, los ácaros y los piojos pueden llegar a ser transmisores mecánicos de la infección²⁵.

2.8 DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO

Para dar un diagnóstico certero de la enfermedad es necesario realizar una revisión a fondo, teniendo en cuenta si se han visto más casos del hato implicado, con las mismas manifestaciones clínicas, el movimiento de los animales, el manejo de los potreros, el lugar de almacenamiento de alimentos y el lugar de donde provienen las fuentes de agua del predio. Una vez teniendo los datos recolectados se sugiere realizar las pruebas de serología³⁶.

Diferentes exámenes de rutina llevados a cabo en un laboratorio convencional, pueden orientar sobre un diagnóstico inicial, en pacientes con infección por *Leptospira* spp., se puede presentar:

- Cuadro hemático: Leucocitos normales o elevados, también podemos observar una sedimentación globular elevada¹⁷.
- Pruebas químicas: Elevación ligera de fosfatasa alcalina (FA) y transaminasas (ALT y AST) sin presencia de ictericia (fase anictérica)¹⁷.
- En un examen de orina: Presencia de hematuria, proteinuria, piuria (presencia de pus en orina).
- Examen de LCR: Inicialmente puede revelar polimorfonucleares, sumado a niveles anormales de glucosa y proteínas¹⁷.

Tabla 6 Hallazgos de laboratorio para Leptospirosis no específicos.

Hallazgos de laboratorio no específicos
1. Análisis de sangre
1.1 Leucocitos con desviación a la izquierda
1.2 Trombocitopenia > 50%
2. Resultados elevados
1.4 Creatinina (Usualmente <20-80 mg/L)
1.5 Urea (Usualmente <1000 mg/L)
1.6 Aminotransferasas (Raramente >200 IU/L)
1.7 Bilirrubinas (Puede subir a 800 mg/L)
1.8 Fosfatasa alcalina
2. Análisis de orina
2.1 Proteinuria, piuria, hematuria,
3. Análisis de LCR
3.1 Presión de LCR normal o ligeramente elevado
3.2 Inicialmente con un predominio de polimorfonucleares y linfocitos
3.3 Pleocitosis puede persiste por semanas
3.4 Proteínas elevadas (50-100 g/L)

3.5 Glucosa es usualmente normal
3.6 Puede ocurrir xantocromía

Fuente: Musso D, La Scola B. Laboratory diagnosis of leptospirosis: A challenge. Journal of Microbiology, Immunology and Infection [Internet]. 2013 [citado 11 Mar 2017]; 46: 245-252. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S1684118213000352/1-s2.0-S1684118213000352-main.pdf?_tid=89d93200-620a-4650-b7c0-bf6c73a5063e&acdnat=1520832160_3e22b2d5d83444ff12b76391cc1306b4

El diagnóstico de laboratorio se puede realizar de forma directa mediante la búsqueda del microorganismo, por ejemplo, por aislamiento o por PCR. También se pueden realizar pruebas indirectas en búsqueda de anticuerpos, por ejemplo, ELISA o MAT.

2.8.1 IDENTIFICACIÓN DE *Leptospira* spp.

En casos de aislamiento, se debe considerar el tiempo de patogenia o periodo de incubación del paciente. Se toman 3 muestras en la primera semana de la enfermedad (se toman dos muestras: sangre o LCR) y en la segunda semana (se puede tomar una muestra de orina) allí puede permanecer hasta 11 meses después de iniciada la enfermedad¹⁷.

2.8.2 AISLAMIENTO DE *Leptospira* spp.

Se lleva a cabo en un medio líquido o semisólido:

- EMJH (Ellinghausen y McCullough, modificado por Johnson y Harries) previamente modificado con Tween 80, el cual es considerado el mejor ya que en este medio la bacteria presenta una elevada tasa metabólica, debido a una óptima asimilación del nutriente³⁷. El crecimiento en el cultivo tarda aproximadamente 5-6 semanas por lo cual este método no es muy

práctico y no permite un diagnóstico temprano. Los cultivos deben incubarse a una temperatura de $29 \pm 1^\circ\text{C}$ al menos durante 16 semanas y, preferiblemente, durante 26 semanas⁵. El tiempo para detectar un cultivo positivo para las diferentes cepas de *Leptospira* spp. es variable donde se encuentran serotipos menos exigentes como *Pomona* y *Grippityphosa* que pueden dar resultados positivos entre 7–10 días después de la inoculación; otros serotipos como *Hardjo* y *Bratislava*, pueden tardar mucho más tiempo⁵. Los cultivos deben examinarse con un microscopio de campo oscuro cada 1–2 semanas.

- Otro medio utilizado para el aislamiento del *Leptospira* sp. es el medio Fletcher con suero agregado, el cual es utilizado para el aislamiento, cultivo y mantenimiento de especies de *Leptospira* spp., a partir de muestras de orina y sangre. Debe incubarse a una temperatura ambiente y en la oscuridad hasta aproximadamente 6 semanas. Se recomienda hacer una preparación húmeda directa bajo microscopia de campo oscuro para evidenciar crecimiento, donde las leptospiras mostraran movilidad; se debe hacer semanalmente³⁸.

2.8.3 PRUEBAS SEROLÓGICAS

Son los procedimientos más utilizados para el diagnóstico clínico en cuanto a determinación de prevalencia en el hato o rebaño y para estudios de tipo epidemiológico. Los anticuerpos generados para *Leptospira* spp., aparecen a los pocos días (7) post infección y persisten por semanas, meses e incluso años⁵.

Dentro de este tipo de pruebas se encuentran: Inmunocromatografía, Hemaglutinación, aglutinación al látex, enzimoimmunoanálisis (ELISA) y Prueba de aglutinación microscópica (MAT).

Existen kits comerciales de ELISA para detección de anticuerpos (Acs) tipo IgG contra *Leptospira borgpetersenii* serovar *hardjo bovis*.^{27, 13}. Igualmente existen kits comerciales de inmunocromatografía.

2.8.3.1 ENSAYO POR INMUNOABSORCIÓN LIGADO A ENZIMAS (ELISA)

Es una prueba serológica basada en la detección de anticuerpos (Acs) IgM, el cual puede proporcionar un diagnóstico para leptospirosis con una sola muestra de suero en fase aguda de la enfermedad con sintomatología, y considerando tomar nuevamente una muestra a las dos semanas para confirmar resultados obtenidos. Los Acs IgM para leptospirosis tienen una persistencia por un largo periodo con tasas de disminución, en casos o situaciones donde no está disponible la prueba de MAT¹¹.

2.8.3.2 PRUEBA DE AGLUTINACIÓN MICROSCÓPICA (MAT)

Esta prueba permite enfrentar antígenos (Ags) vivos de los diferentes serogrupos de *Leptospira* spp., con los sueros; evaluando el grado de aglutinación por medio de microscopía de campo oscuro¹¹. En esta prueba se utilizan vivos representativos de todos los serogrupos que se encuentran en la región. Esta prueba permite diagnosticar la enfermedad en individuos y en rebaños. La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) determina que se debe examinar el 10% del rebaño y documentar el historial de vacunación de los animales⁵.

Para llevar a cabo la realización de MAT se deben mantener leptospiras vivas que incluyan todos los serovares que sean locales o representativos de todos los serogrupos; ya que si están incompletos se pueden dar falsos negativos. Para confirmación se requiere un aumento de cuatro veces o más entre dos muestras de sueros pareados con dos semanas de diferencia, e identifica el serogrupo presuntivo¹¹.

La sensibilidad para la prueba de MAT es de 41% durante la primera semana, en la segunda semana alcanza un 82% y a la cuarta semana la sensibilidad es del

96%; siendo positiva desde el día 10 después del periodo de incubación o aparición de los síntomas.

El Ag a probar para cierta dilución indica campo positivo “cuando al menos el 50% de las leptospiras están aglutinadas en comparación con un antígeno control con el suero”, se debe considerar que la cinética de los Acs puede variar de un individuo a otro, teniendo limitaciones como indicador epidemiológico ya que no siempre hay correlación entre los serogrupos identificados y los obtenidos por identificación después del aislamiento¹¹.

Dentro de las limitaciones para MAT se encuentra en el diagnóstico de la infección crónica. Los animales infectados pueden abortar o ser portadores renales y genitales mostrando títulos de MAT por debajo del título mínimo significativo ampliamente aceptado de 1/100 (dilución final)⁵.

La Técnica (MAT) es muy específica en la detección de anticuerpos aglutinantes (con cepa viva de referencia), se considera la prueba Gold Standard, (aunque la prueba ideal sería el cultivo de la *Leptospira* spp.) MAT detecta anticuerpos totales, siendo predominantes los anticuerpos tipo IgM en las etapas agudas de la enfermedad o pos-vacunal temprana, ya que es poco específica para detectar IgG debido a que tarda más tiempo en evidenciarse en suero y su cantidad tampoco es la suficiente y en caso de fase crónica los anticuerpos descienden hasta niveles indetectables⁵.

2.8.3.2.1 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE DE LA PRUEBA DE MICROAGLUTINACION (MAT) SEGÚN INDICACIONES OIE:

El proceso detallado del montaje comprende dos conjuntos de pasos divididos en tamizaje y titulación⁵.

TAMIZAJE

- Las cepas seleccionadas para el procesamiento de las muestras deben cultivarse en medio líquido EMJH
- Verificar la viabilidad de las cepas por medio de la motilidad de las leptospiras mediante su visualización en microscopía de campo oscuro, la densidad, bajo indicaciones de la OIE debe ser de 2×10^8 leptospiras/ul, en el caso de encontrarse exceso en la concentración del medio líquido, debe realizarse dilución 1:2 a 1:3 con PBS.
- Para la medición de concentración de antígeno puede utilizarse espectrofotometría a 400nm o nefelometría, el tiempo de crecimiento debe haber sido de 4 a 8 días.
- Una cepa que lleva más de 8 días no se considera apta para el montaje de la prueba.
- La temperatura bajo la cual creció el serovar debe ser 29 ± 1 °C.
- Se realiza una dilución inicial del suero sanguíneo de 1/50 (o una dilución de inicio diferente basada en el objetivo de la prueba).
- A cada pocillo se añade un volumen de cada antígeno, igual al volumen del suero diluido, para hacer una dilución final del suero de 1/100.
- Las placas de microtitulación se incuban a 30 ± 1 °C durante 1,5 a 4 horas.
- Las placas se examinan mediante microscopía de campo oscuro.
- Interpretación de resultados: Se considera una prueba negativa cuando se evidencia el 50% o más de espiroquetas libres. Si el porcentaje de espiroquetas libres es inferior al 50%, el resultado se interpreta como negativo.
- Hasta aquí se considera concluida la fase de tamizaje.
- Para los resultados positivos se realiza el mismo procedimiento con diluciones seriadas del suero sanguíneo.
- El título corresponde a la última dilución en la que se obtuvo un resultado positivo.

La prueba de MAT no permite diferenciar anticuerpos vacunales de los provocados por la infección. Sin embargo, los animales vacunados en general presentan títulos a la prueba bajos para varios serovares. Comúnmente, dichos títulos tienden a desaparecer en forma rápida³⁶.

2.8.3.3 INMUNOCROMATROGRAFIA

La inmunocromatografía es una técnica que tiene como principio la visualización de la reacción antígeno (Ag) – anticuerpo (Ac), por la acumulación del conjugado anti-IgM humana con oro coloidal en zonas específicas del papel de nitrocelulosa, donde se encuentran absorbidos en una línea, el antígeno específico y sobre otra línea las sustancias controles como son la poli-L-lisina o el anticuerpo complementario al que forma parte del conjugado. En muestras negativas, se visualizará solo una línea correspondiente a la retención del conjugado sobre la zona control y en muestras positivas se visualizarán dos líneas paralelas. Las pruebas rápidas basadas en la inmunocromatografía son una variante muy útil, ya que ofrecen el resultado entre 5 y 30 minutos³⁹.

2.8.4 PRUEBAS MOLECULARES

2.8.4.1 REACCIÓN EN CADENA DE LA POLIMERASA (PCR)

Su principal ventaja es proporcionar un diagnóstico definitivo, sensible y específico; desde la fase aguda e incluso antes que los anticuerpos (Acs) se hagan detectables por las anteriores pruebas serológicas anteriormente mencionadas. Las pruebas moleculares se basan en la identificación de genes presentes en *Leptospira* spp. como lipL32, ligB2, ligA, entre otros, que a partir de la amplificación de pequeñas cantidades de ADN pueden servir como marcadores moleculares de infección¹¹.

Las muestras a utilizar pueden ser de suero, orina, humor acuoso, LCR y tejidos de riñón e hígado, donde se amplifica el ADN de *Leptospira* spp. Una de las desventajas mencionadas en el artículo de revisión sobre la utilidad de herramientas moleculares para identificación de leptospiras¹¹, es el limitante entre la PCR convencional y la PCR en tiempo real (qPCR); la cual es la poca habilidad para identificar el serovar infectante. Lo cual en un paciente único o individual no tiene relevancia en cuanto al manejo, pero en valores epidemiológicos y estudios para salud pública es significativo, ya que no solo indica la fuente de infección sino los reservorios.

2.9 PREVENCIÓN Y CONTROL

La prioridad en cuanto a prevención se basa en disminuir el riesgo de contagio, así que se hace indispensable seguir un protocolo de bioseguridad en granjas para disminuir la posibilidad de introducir y diseminar leptospirosis bovina dentro de los animales del hato, se recomienda:

- Aislamiento de predios vecinos: Se le recomienda al propietario delimitar la propiedad con cercado que eviten el ingreso de animales de otras fincas⁴⁰.
- Movilización y monitoreo de animales: Leptospirosis bovina puede ser introducida a la finca al realizar compra de animales nuevos, se recomienda evaluar el estatus sanitario (monitoreo serológico), realizar cuarentena y observación de animales nuevos antes de que tengan contacto con animales de la finca, nunca compartir reproductores entre incas antes de realizar exámenes diagnósticos para leptospirosis⁴⁰.
- Control de plagas (Roedores): Identificar el tipo de animal que afecta el hato (*Rattus rattus*; *Rattus norvegicus* y *Mus musculus*) y establecer los posibles

focos de reproducción, utilizar mecanismos de control químico (rodenticidas) y físicos (trampas de pegamento) ⁴⁰.

- Establecer vigilancia sobre las fuentes de agua contaminadas que puedan ser un foco de infección, haciendo uso de contenciones físicas como cercas.
- Manejo adecuado de concentrados es primordial, ya que los roedores suelen frecuentar estas zonas en búsqueda de alimento.
- En los machos considerados sospechosos deben ser objeto de monitoreo reproductivo para garantizar la inocuidad del semen³⁶.
- En las hembras sospechosas de contagio, debe evitarse la monta y realizar su aislamiento del resto del grupo sano, debido a la susceptibilidad de los demás animales de ser infectados a través de los fluidos corporales^{27, 33,36}.
- Manejo de residuos y cadáveres: Los animales muertos, fetos, placentas entre otros pueden ser la fuente de infección, se recomienda utilizar medidas de bioseguridad al momento de la manipulación de los cadáveres, disponer de un área aislada y exclusiva para el manejo de cadáveres y desechos orgánicos; la cual debe estar aislada de zonas hídricas ⁴⁰.
- Mantener las medidas de bioseguridad pertinentes, uso de equipo personal, descarte correcto de cada uno de los elementos que estuvieron en contacto con el animal, eliminar completamente el uso indiscriminado de fómites que confieran la posibilidad de dispersar el microorganismo.
- Limitar el ingreso a la finca de personal, animales y vehículos que pueden ser medios de transmisión.

2.9.1 VACUNACIÓN

Cabe resaltar la importancia de ejecutar un esquema de vacunación que promueva en el ganado bovino la formación de anticuerpos específicos para contrarrestar la enfermedad, ya que, aunque se tomen las medidas preventivas, la espiroqueta puede continuar en el ambiente. La inmunización protege contra serovares homólogos o serovares antigénicamente similares, lo que nos indica que las vacunas deben contener serogrupos que sean representativos para los presentes en la población que será inmunizada⁴¹.

Según el estudio llevado a cabo por la Lic. Margarita Naranjo⁴¹, la mayoría de las vacunas contra las leptospirosis disponibles hasta el momento, tanto para uso humano como animal, son suspensiones de células completas inactivadas por métodos físicos (calor) o químicos (formaldehído o fenol) cuya concentración antigénica promedio, por serovar y por dosis se encuentra entre $1-5 \times 10^8$ células⁴¹.

Se encuentran las siguientes vacunas:

- Vacuna polivalente: Inmuniza para más de una cepa de un antígeno (Ag) (Origen chino).
- Vacuna combinada monovalente o polivalente: (Origen japonés)
- Vacuna monovalente: Contiene un solo serotipo o serogrupo para *Leptospira icterohaemorrhagiae* (Origen coreano)
- Vacuna polivalente: *Hebdomadis-Pomona-Ictero-Grippotyphosa* (Origen ruso)
- Vacuna bivalente: *L. Szwajizal* y *L. Grippotyphosa* (Origen israelí)⁴¹.
- Vacuna Pasteur Mérieux, cuyo nombre comercial es SPIROLET. Células inactivadas de *L. Icterohaemorrhagiae* (Origen francés)⁴¹.

Estas vacunas (monovalentes o polivalentes) tienen una inoculación por vía subcutánea, con un esquema de dos dosis y un intervalo de siete días y confieren una protección en humanos, por un periodo no mayor de 1 año, estas vacunas inducen, además, una protección serogrupo/serovar específica, sobre todo del tipo humoral⁴¹.

En la actualidad el mercado colombiano ofrece vacunas inactivadas que brindan protección dependiendo del tipo de serovar que lo componga; así pues, la respuesta inmunitaria proporcionada es específica para cada serovar de *Leptospira* spp. Dentro de las vacunas que se comercializan a nivel nacional se encuentran:

Bovisan Lepto 8: El cual contiene una suspensión inactivada que se administra por vía subcutánea para los siguientes serovares de *Leptospira* spp.⁴².

- *Leptospira interrogans* (serovares): *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona*, *Canicola*, *Wolffi*, *Hardjo prajitno*, *Tarassovi* y *Grippotyphosa*⁴².
- *Leptospira borgpetersenii* (serovar): *Hardjo bovis*⁴².

CATTLE MASTER® 4+L5: Contiene suspensión liofilizada de cultivos para 5 serovares de *Leptospira* spp.⁴³.

LEPTAVOID-H®: contiene cultivos inactivados de:

Leptospira interrogans serovariedad *hardjo* (*hardjo Prajitno*)

L. borgpetersenii serovariedad *harjo* (*harjo bovis*)⁴⁴.

Blindagán®: Indicada en la inmunización activa de bovinos sanos contra problemas reproductivos ocasionados por los serovares de *Leptospira* spp. (Siete serovares)⁴⁵:

- *Leptospira pomona*

- *Leptospira icterohaemorrhagiae*
- *Leptospira canicola*
- *Leptospira hardjo*
- *Leptospira tarassovi*
- *Leptospira grippotyphosa*
- *Leptospira bratislava*

2.9.2 TRATAMIENTO

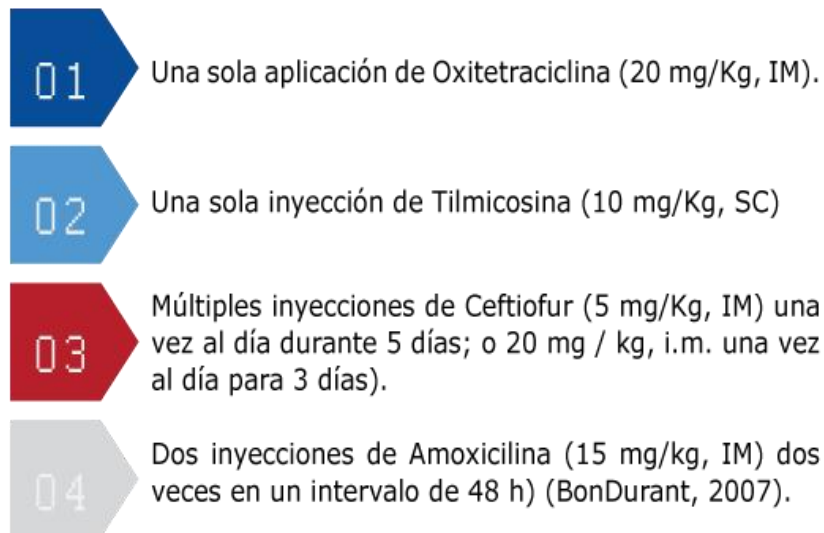


Figura 6 Tratamiento para el portador renal bovino.

Fuente: Leptospirosis bovina. Serovar *L. hardjo bovis*. Infección crónica. Virbac Colombia [Internet]. 2015 [citado 14 Mar 2017]. Disponible en: <https://co.virbac.com/Leptospirosis-Bovina>

Como primera medida debe administrarse terapia dirigida contra el desequilibrio electrolítico, debido a que los riñones se ven altamente comprometidos y la hidratación es vital para su efectivo funcionamiento^{10,17}. En los casos de hatos infectados, el tratamiento con antibiótico (Oxitetraciclinas) reduce el número de leptospiras en riñón y en otros tejidos, proporcionando cierta protección hasta que se logra inmunización adecuada mediante vacunación. También es reportado el uso de antibióticos como penicilina, doxiciclina y las combinaciones de tetraciclina con eritromicina, ampicilina y la unión de amoxicilina y estreptomicina¹⁰.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Este estudio es de tipo Epidemiológico, transversal, analítico.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS DEL ESTUDIO

El municipio de Tauramena se localiza en la zona suroccidental del Departamento de Casanare en la Orinoquía Colombiana, posee una extensión total de 2607.2 Km², extensión área urbana de 2.44 Km² y extensión área rural de 2604.75 Km². La altitud de la cabecera municipal es de 460 msnm (metros sobre el nivel del mar) con una temperatura media de 25.3°C con valores máximos de y mínimos 12°C y 19°C. Presenta una división de 37 veredas, 1 corregimiento y 12 barrios⁴⁶.

La economía del municipio se basa en la producción de hidrocarburos y en actividades agropecuarias en cuanto a la agricultura se basa en producción de arroz, palma africana, maíz y frutales⁴⁷.

La ganadería es una de sus principales actividades económicas, con sistemas de explotación de cría, doble propósito, levante y ceba, la gran mayoría de tipo extensivo, con una relación de una cabeza. En el sector de la ganadería se destacan la producción y comercialización de leche fresca natural y sus derivados para los consumidores de la región, la comercialización de ganado en pie y la oferta a los ganaderos de bovinos comerciales de alta calidad genética.

Según el Inventario Bovino de Casanare para el año 2015, llevado a cabo por las Unidades Regionales de Desarrollo Ganadero (URDG) de la Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el censo bovino en el Departamento de Casanare para este año fue de 1.845.226 por cabeza con un total de predios censados de 13.531⁴⁸.

3.3 UNIVERSO, POBLACIÓN, MUESTRA

- **Universo:** Población de bovinos del Municipio Tauramena, Casanare para el año 2015.
- **Población:** 122.881 individuos bovinos de 29 veredas en el municipio Tauramena, Casanare.
- **Muestra:** 3288 muestras de suero, correspondientes a 2968 hembras y 320 machos en edades comprendidas < 1 año hasta >3 años, de 225 predios del municipio de Tauramena.

3.4. VARIABLES E INDICADORES

3.4.1 Variables

Son consideradas de tipo experimental, donde la variable dependiente es el resultado de la prueba MAT para leptospirosis bovina en el municipio Tauramena, Casanare correspondiente al año 2015 y las variables independientes son las preguntas de la encuesta epidemiológica.

Los datos fueron obtenidos por el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S que en el año 2015 realizó en conjunto con la Alcaldía de Tauramena un proyecto para determinar el estatus sanitario de enfermedades no sujetas a control oficial en ganado bovino del municipio.

3.4.2 Indicadores

Seroprevalencia de leptospirosis bovina mediante la prueba de aglutinación microscópica (MAT) en bovinos del municipio de Tauramena. Para este tipo de estudio se generaron los siguientes indicadores:

- Prevalencia: Número de enfermos / Total de animales (Medida estática).
- Razón de prevalencia (RP): Solo sirve para estudio transversal.

3.4. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

3.4.1 DISEÑO MUESTRAL

Para el municipio de Tauramena, Casanare, en el año 2015 se obtuvo un censo total de bovinos de 122.881, distribuidos por sexo y edad, como se indica en la siguiente Tabla:

Tabla 7 Censo total bovinos Tauramena, Casanare (2015)

	EDAD			
SEXO	<1 AÑO	1-2 AÑOS	2-3 AÑOS	>3 AÑOS
HEMBRA	9.700	11.453	10.841	36.705
MACHO	8.500	14.071	18.421	13.190

Fuente: Secretaria de Agricultura. Gobernación de Casanare. Censo Bovino 2015. Disponible en: <https://www.casanare.gov.co/?idcategoria=49481>.

Se usó la herramienta Win Epi que es una herramienta epidemiológica la cual está basado en la hoja de cálculo Supercalc versión 4, formado por cuatro módulos, donde cada módulo está formado por varios programas. Los módulos abordan la evaluación de pruebas diagnósticas, permite realizar cálculos de tamaño de muestra, análisis de estudios de cohortes y caso-control y modelización está dirigido a la comunidad científica y académica.

Se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones estadísticas:

- Cálculo muestral para establecer proporciones (Prevalencia)
- Nivel de confianza: 95%
- Error aceptado: 5%
- Prevalencia esperada: 50%

Con los anteriores parámetros se obtuvo que la fracción muestral representativa la cual corresponde al 1,95% de la población que corresponde a 2.401 individuos. En la siguiente figura se muestra el cálculo emitido por la herramienta diagnóstica.

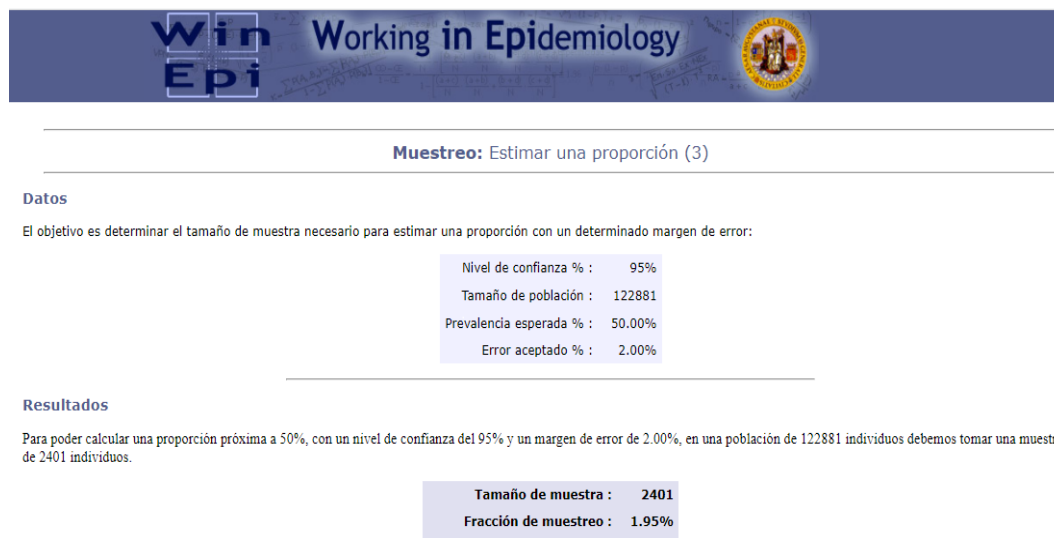


Figura 7. Diseño muestral (Win Epi)

Fuente: Working in Epidemiology. Ignacio de Blas. Facultad de Veterinaria., Universidad de Zaragoza. 2006. Disponible en: <http://www.winepi.net/>

Considerando que el presupuesto destinado al estudio por parte de la Alcaldía de Tauramena era superior, se decidió realizar muestreo a un número mayor de animales, para aumentar la confiabilidad del estudio. Finalmente se muestrearon 3288 animales en 225 predios del municipio.

3.4.2 ZONAS DE INTERVENCIÓN

29 veredas correspondientes a 225 predios del municipio de Tauramena (Casanare- Colombia) en el año 2015.

Veredas:

1. Aceite Alto
2. Agua Blanca
3. Aguamaco
4. Batallera
5. Bendiciones
6. Batalla
7. Capurana
8. Cebañas
9. Chaparral

10. Chitamena
11. Chitamena Bajo
12. Delicias
13. El Oso
14. El Palmar
15. Esmeralda
16. Guiriche
17. Guira
18. Iquia
19. Jaguito
20. Juve
21. La Lucha
22. La Urama
23. Monserrate
24. Palmar
25. Piñalito
26. Raizal
27. Villa Rosa
28. Visinaca
29. Yaguaros

3.5 DISEÑO Y APLICACIÓN DE ENCUESTA EPIDEMIOLÓGICA

En el diseño de la encuesta elaborado por el laboratorio clínico veterinario Zoolab S.A.S. se plantearon diferentes variables relacionadas con en un grupo de enfermedades reproductivas importantes en el ganado bovino no sujetas a control oficial en el municipio de Tauramena (Casanare), las cuales incluyen: Rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR), Neosporosis bovina, Diarrea Viral Bovina (DVB), Leucosis Viral Bovina (LVB) y Leptospirosis bovina.

La encuesta incluyó variables asociadas a Leptospirosis bovina y a caracterización de predios, que abarcaron los siguientes parámetros:

- Vacunación (AFTOSAVAC, BRUCELAVAC, IBRVAC, CLOSTRIDIUMVAC, DVBVAC, BOTULINICAVAC, LEPTOVAC, RABIAVAC, MASTITISVAC).
- Manejo de las vacunas (Profesional de vacunación, Técnico, Propietario, Aguja individual, Cadena frío, Residuos vacunales siempre, Residuos vacunales algunas veces, Ternera-Vaca post vacunación siempre, Ternera-Vaca post vacunación algunas veces, Ternera-Vaca post vacunación nunca).
- Infraestructura (Corral, Manga, Brete, Botalón, Calceta, Establo, Cerca perimetral, Puertas, Broche).
- Abastecimiento de agua (Pozo profundo, Río, Aljibe, Abrevadero, Acueducto).
- Tenencia del predio (Propietario con título, Propietario sin título, Arrendamiento, Comodato, Usufructo, Aparcería, Colectiva).
- Servicios públicos (Agua propia, Acueducto, Energía eléctrica, Acceso a internet).
- Manejo del predio (Comparte reproductores con otras fincas, Participa en exposiciones ganaderas, Préstamos de reproductores, Ingreso de animales vacunados, Ingreso de animales de otras fincas por daño en cercas perimetrales, Ganado con otros propietarios, Ingreso de animales de otra especie, Arrienda pasto, Maneja productos agrícolas, Humedad en concentrado, Control de roedores, Desparasitación, Baño pesticida, Botiquín, Asistencia técnica, Ordeño manual, Ordeño mecánico,).
- Almacenamiento del concentrado (Bodegas, Caneca, No usa concentrado).
- Manejo reproductivo (Monta natural controlada, Monta natural restringida, Inseminación artificial, Semen certificado, Semen no certificado, Transferencia de embriones).

- Venta de animales (Levante, Engorde, Novillas de reemplazo, Reproductores).
- Compra de animales (Levante, Engorde, Novillas de reemplazo, Reproductores).
- Caracterización clínica (Enfermedades último año, Anaplasmosis último año, Leptospirosis último año, Carbón, Diarrea, Fiebre, Problemas respiratorios, Conjuntivitis, Articulaciones con lesiones - traumas, Secreciones en mucosas, Partos distócicos, Terneros débiles, Retención placentaria, Vacas que no cargan, Muerte fetal, Agalactia, Mastitis).
- Caracterización de abortos (1er trimestre del año, 2do trimestre del año, 3er trimestre del año, 4to trimestre del año, 1er trimestre de la gestación, 2do trimestre de la gestación, 3er trimestre de la gestación, Momias, Normal de forma, Descompuestos, Deformaciones, Aborto en novillas, Aborto en vacas).
- Manejo de residuos de aborto (Abortos enterrados, Quema placentas-Fetos, Entierro de placentas- Fetos, No hace nada placentas- Fetos).
- Suplementación alimentaria (Silo, Heno, Harina, Sal).

Una vez diseñada la encuesta, se aplicó en todos los predios intervenidos a los propietarios, administradores o encargados del predio. Las respuestas fueron posteriormente tabuladas en la base de datos junto con los resultados de laboratorio.

3.6 TOMA Y ALISTAMIENTO DE MUESTRAS

Para realizar el procesamiento de las muestras, por cada animal se obtuvo sangre total por punción venosa en la vena coccígea en tubo seco con gel separador. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en condiciones de refrigeración (2 a 8°C). Se llevaron a centrifugación por 5 minutos a 2500 revoluciones por minuto (rpm), los sueros obtenidos; se separaron en viales y se rotularon de acuerdo al

procedimiento establecido en el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S. Posteriormente los sueros sanguíneos fueron conservados en refrigeración hasta por cinco días, tiempo en el cual se realizó el método de diagnóstico.

3.7 REALIZACIÓN DE MÉTODO DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO

Se llevó a cabo el análisis de los datos obtenidos de la Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT) con la metodología establecida en el Manual de Animales Terrestres de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), capítulo 2.1.12 y descrita en el Marco Referencial, utilizando los siguientes Serovares:

Leptospira australis

Leptospira bataviae

Leptospira autumnalis

Leptospira canicola

Leptospira icterohaemorrhagiae

Leptospira hardjo prajitno

Leptospira cynopteri

Leptospira pomona

Leptospira mini

Leptospira bratislava

Leptospira copenhageni

Leptospira gripotyphosa

Letospira shermanii

A continuación, se muestran fotografías tomada por las autoras en el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S., donde se puede evidenciar las diferentes reacciones sobre el montaje de MAT:

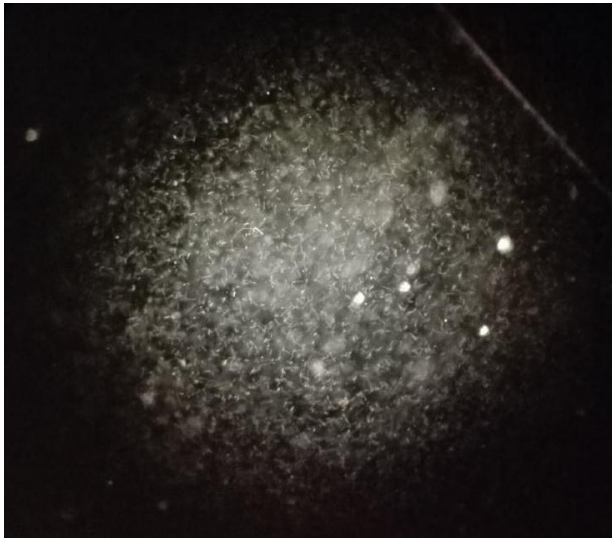


Figura 8. Montaje MAT.

Se observa más del 50% de espiroquetas libres y menos del 50% aglutinadas, lo que corresponde a una muestra negativa.



Figura 9. Montaje MAT.

Se observa menos del 50% de espiroquetas libres y más del 50% aglutinadas, lo que corresponde a una muestra positiva.



Figura 10. Montaje MAT.

Se observa otro tipo de aglutinación poco común. En este caso se encuentra menos del 50% de espiroquetas libres y más del 50% aglutinadas, lo que corresponde a una muestra positiva.

Para realizar el proceso y registrar los resultados, se elaboraron hojas de trabajo que hacen parte de los documentos controlados del sistema de gestión de calidad del Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S., están identificadas como LB FMT 086. En estas hojas de trabajo se registran los siguientes datos:

- Fecha de ensayo
- Número de placas
- Entidad
- Fecha de subcultivo
- Nombre del serovar
- Cantidad a preparar
- Cantidad de solución concentrada o soluto
- Nombre de solución concentrada o soluto
- Nombre diluyente
- Cantidad de diluyente

- Paso:
 1. Alistar material, muestras y reactivos.
 2. Verificar equipos.
 3. Diligenciar hoja de trabajo.
 4. Realizar predilección de muestra.
 5. Realizar tamizaje.
 6. Incubación
 7. Lectura
 8. Titulación
 9. Incubación
 10. Lectura
 11. Reporte
- Verificación
- Hora inicial
- Temperatura inicial
- Hora final
- Temperatura final
- Consecutivo
- Número de caso
- ID muestra
- Especie
- Analista
- Supervisor
- Denominaciones del título
- Resultado

3.8 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.8.1 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS

- Encuestas epidemiológicas (Elaborado por el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S).
- Resultados de laboratorio obtenidos mediante la Prueba MAT (Gold Standard) para búsqueda de anticuerpos anti *Leptospira* spp. (Elaborado por el Laboratorio Clínico Veterinario Zoolab S.A.S).
- Caracterización Base de datos de animales (Elaborado por las autoras).
- Caracterización Base de datos de predios (Elaborado por las autoras).
- Diseño Muestral: Win Epi Versión 2.0 (Elaborado por las autoras).
- Análisis estadístico: Epi Info Versión 7.2.2.2. (Elaborado por las autoras).
- Análisis de variables de tipo comparativo (Elaborado por las autoras).

3.8.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO EPI INFO

La información se obtuvo de la base de datos del Laboratorio Clínico y Veterinario Zoolab S.A.S que en el año 2015 realizó en conjunto con la Alcaldía de Tauramena un proyecto para determinar el estatus sanitario de enfermedades no sujetas a control oficial y se analizó con la herramienta epidemiológica Epi Info versión 7.2.2.2.

En la base de predios, se obtuvieron frecuencias de cada variable de la encuesta para realizar caracterización de predios. Igualmente se calcularon prevalencias de predios para cada serovar y se estratificó por vereda.

En la base de animales, se calcularon prevalencias para cada serovar en la base de animales y se estratificaron por vereda, grupo etario y sexo.

Para las frecuencias y prevalencias en Epi Info, se obtuvieron límites de confianza, tanto inferior como superior. Los resultados fueron tabulados y graficados con la herramienta Excel.

- FACTOR ASOCIADO: $RR > 1$, Límite de confianza inferior (LCI) > 1 y $p < 0,05$
- FACTOR NO ASOCIADO: $RR < 1$, Límite de confianza superior (LCS) < 1 y $p < 0,05$
- FACTOR NO ASOCIADO: $RR = 1$

A continuación, se documenta un ejemplo del cálculo de CHI CUADRADO:

- Variable Independiente (X): Variables de la encuesta epidemiológica. Factores asociados.
- Variable Dependiente (Y): Resultado de laboratorio de la prueba MAT. Seroprevalencia.

Tabla 8 Cálculo de CHI CUADRADO.

	LEPTOMAT (Y)			
	+	-		
TORO (X1)+	A	B	A + B	Animales a Riesgo
	C	D	C + D	
-	A+C	B+D	TOTAL	
	Animales positivos	Animales Negativo		

CÁLCULO CHI CUADRADO:

$$(A/(A+B))/(C/9(C+D))$$

Los factores de asociación permiten establecer hipótesis sobre el comportamiento de la enfermedad en la población estudiada.

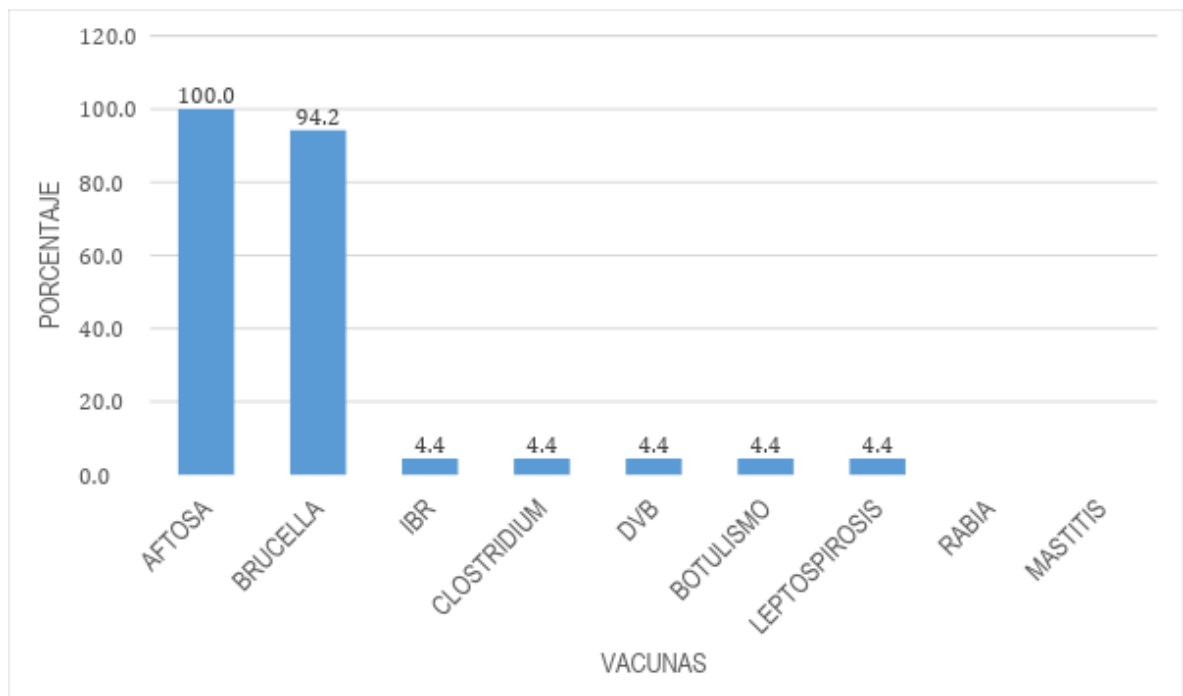
Posteriormente se realizó cálculo de regresión logística para establecer cuáles factores de asociación explican la presencia de la enfermedad en la población analizada.

4. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

4.1.1 CARACTERIZACIÓN DE PREDIOS

Gráfica 1 VACUNAS APLICADAS EN LOS PREDIOS

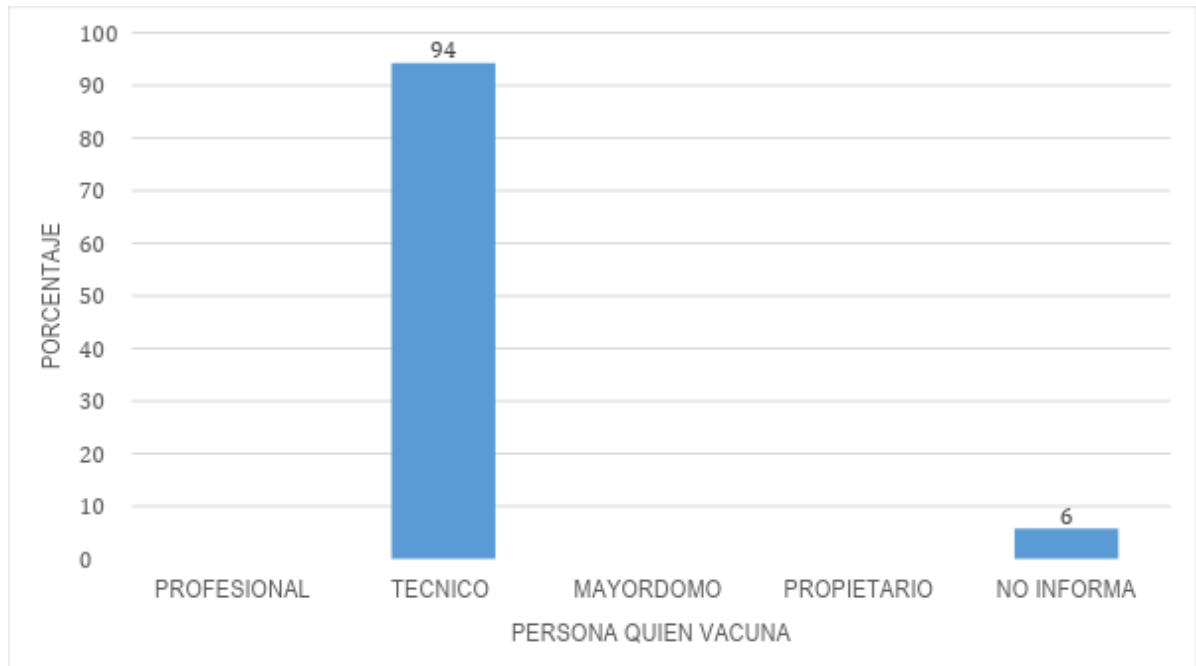


Se evidencia que el 100% de los bovinos evaluados, fueron vacunados contra *Aftosa*, el 94,2% contra *Brucella abortus*, y el 4,4% recibió vacunación contra Rinotraqueitis Infecciosa Bovina (IBR), *Clostridium* spp., Diarrea Viral Bovina (DVB), Botulismo y Leptospirosis, mientras que en ningún predio se vacunó contra Rabia y Mastitis.

El análisis llevado a cabo para la determinación de la seroprevalencia de leptospirosis bovina, en el municipio de Tauramena, Casanare para el año 2015, tiene a consideración las variables de la encuesta epidemiológica de los 225 predios agrupados en 29 veredas, dando a conocer que en cuanto a vacunación existe un cubrimiento total para aquellas enfermedades que son de control oficial en Colombia (Fiebre aftosa y Brucelosis por *B. abortus*) y en muy bajo porcentaje para enfermedades reproductivas que afectan las explotaciones pecuarias (IBR, Leptospirosis y DVB). Se evidencia que en los predios encuestados no se maneja vacuna para Mastitis lo que podría favorecer la aparición de la enfermedad en un hato, lo cual puede llegar a alterar considerablemente la producción lechera, debido al impacto negativo en la calidad y cantidad de leche que se produce en aquellos hatos, generando pérdidas para el sector ganadero en el municipio de Tauramena. Para rabia también se evidencia, ausencia de programa vacunal, el cual se debe adoptar debido al impacto generado en salud pública al ser una enfermedad zoonótica.

En comparación con un estudio llevado a cabo por el laboratorio Virbac entre el año 2013 y 2015 a nivel nacional, para Casanare se muestrearon 16 predios, donde se encontraban 83 animales, de los cuales ninguno había sido vacunado contra Leptospirosis, a pesar de que no fue una muestra significativa los hallazgos de aquel estudio se asemejan con los obtenidos en el presente trabajo de investigación, donde el porcentaje de vacunación sigue siendo muy bajo ya que no supera ni una décima parte de la población muestreada¹⁰.

Gráfica 2 MANEJO DE VACUNAS-VACUNADOR



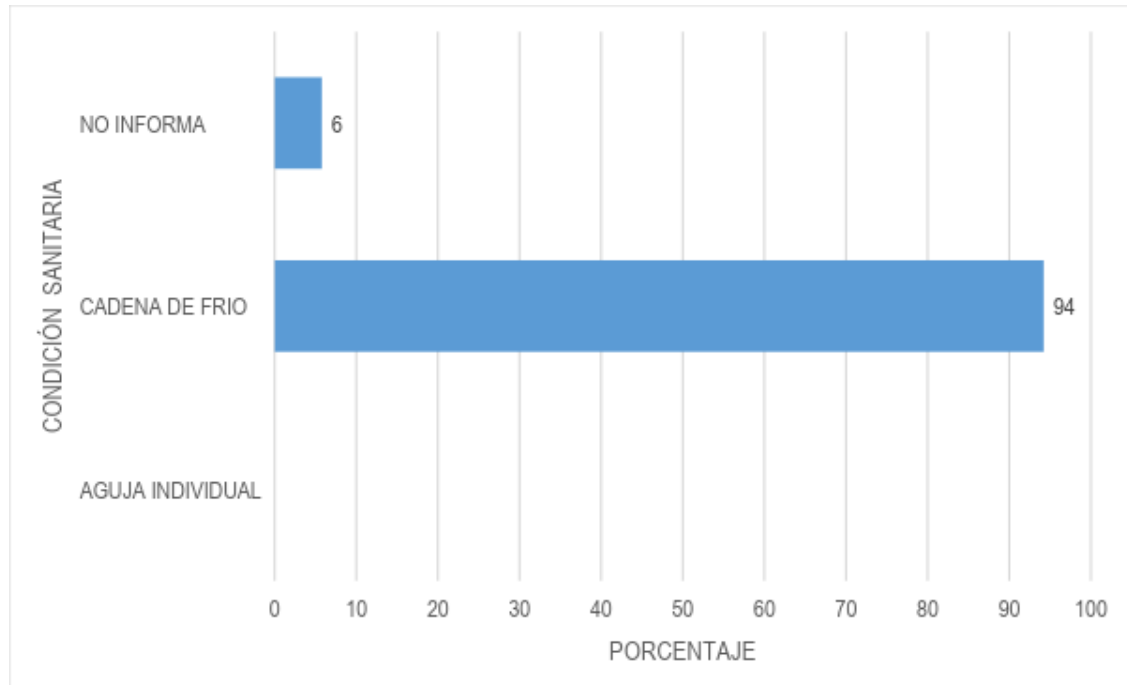
En el 94% de los predios muestreados es el técnico quien realiza la vacunación del ganado bovino, mientras el 6% restante no sabe o no responde.

El técnico encargado de realizar la vacunación de los predios hace parte del personal del ICA o Fedegan, quien realiza acompañamiento a los propietarios, mayordomos, administradores y/o encargados de los predios. Las vacunas que aplican los técnicos son las que se manejan con control oficial, es decir, vacuna contra *Brucella abortus* y vacuna contra Fiebre Aftosa. Así mismo disminuyen las posibilidades de que en los predios se pongan vacunas distintas a estas debido a que los propietarios no tienen el conocimiento para administrar estos medicamentos.

En el mismo estudio mencionado en la gráfica anterior, el laboratorio Virbac desplegó su personal de especialistas técnicos, con el fin de muestrear a los animales con problemas reproductivos, según información referida por los ganaderos y realizaron el proceso de vacunación en la totalidad de los animales. Lo que concuerda con lo hallado en Tauramena, observándose la presencia del técnico como indispensable para realizar este proceso de inoculación, lo que

afecta de manera negativa al hato, ya que ellos acuden a los predios únicamente cuando se programan las fechas por parte del Instituto Colombiano Agrícola (ICA)¹⁰.

Gráfica 3 MANEJO DE VACUNAS- CONDICIONES SANITARIAS



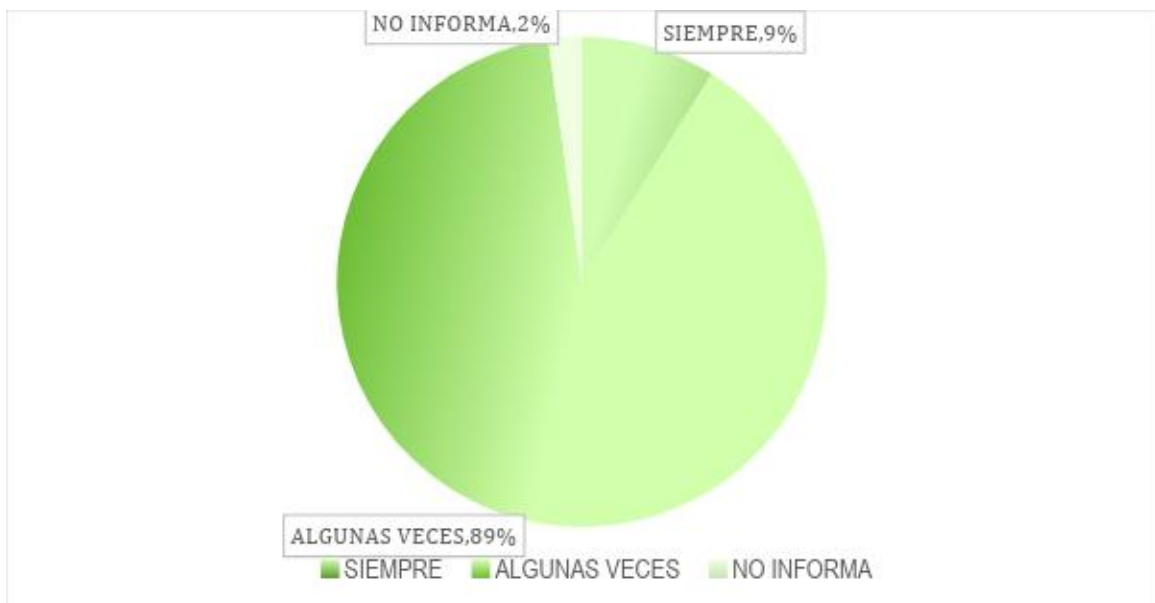
La cadena de frío se maneja en el 94% de los predios, lo que garantiza la calidad de la vacuna, la cual debe estar entre 2-8 °C. A pesar de que en la mayoría de los predios es el técnico quien realiza la vacunación de los bovinos, se esperaría que se cumplan todas las normas básicas frente al esquema.

Se pudo evidenciar que en ninguno de los 225 predios se utiliza aguja individual, lo que trae consigo el riesgo elevado de contaminación entre los bovinos favoreciendo, la transmisión de microorganismos patógenos. A pesar de que se suministran los recursos necesarios para garantizar buenas prácticas en la vacunación, el técnico prefiere disminuir el tiempo, ya que el hecho de no cambiar la aguja entre animales hace que el tiempo de ejecución del procedimiento sea en

menor y expone la salud de los bovinos; posiblemente asociado a que el propietario o encargado desconoce los riesgos al utilizar una sola aguja para el hato completo.

Como es mencionado por los autores: Alonso-Andicoberry, en su investigación titulada “Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina” en 2001⁹; Ángeles, en su estudio “Leptospirosis en bovinos” en el año 2007³⁰, Carreño, con su revisión sistemática de prevalencia de Leptospirosis bovina en Colombia, durante 2014³; uno de los mecanismos o vías de transmisión, es mediante el contagio accidental a través del contacto de la espiroqueta con membranas mucosas, lo que pone en clara evidencia que la acción de reutilizar la aguja para la vacunación entre animales eleva el riesgo de que se propague la *Leptospira* spp., entre los animales del hato llegando incluso a extenderse por predios.

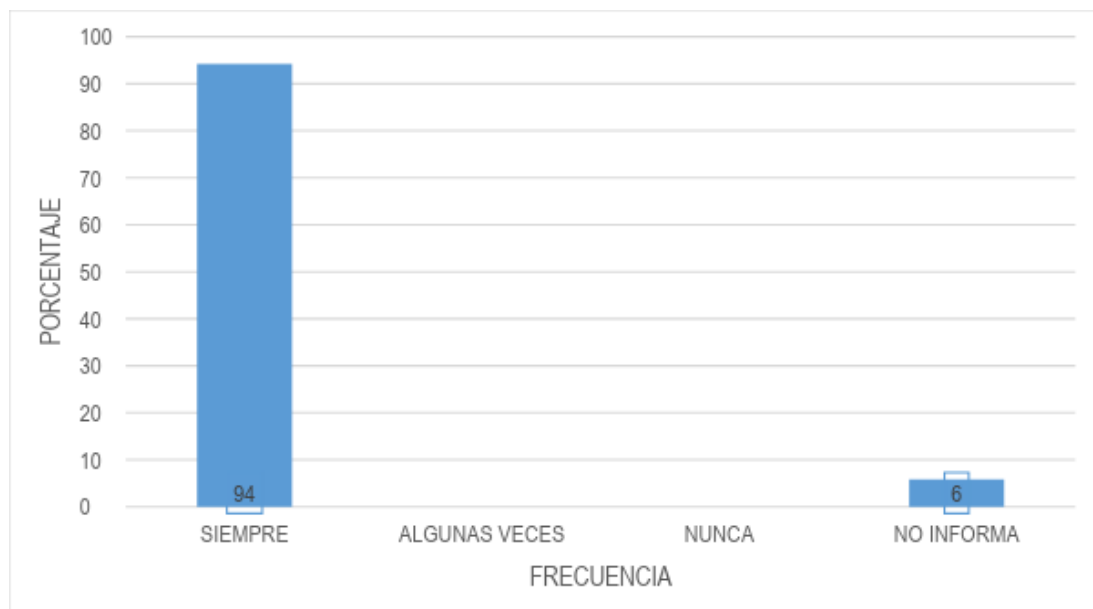
Gráfica 4 MANEJO DE VACUNAS-FRECUENCIA DE RESIDUOS VACUNALES



El 89% de los predios informó que algunas veces encuentran residuos vacunales sobre los bovinos, el 9% manifestó que siempre encontraban residuos vacunales y el 2% de los predios no informó nada al respecto.

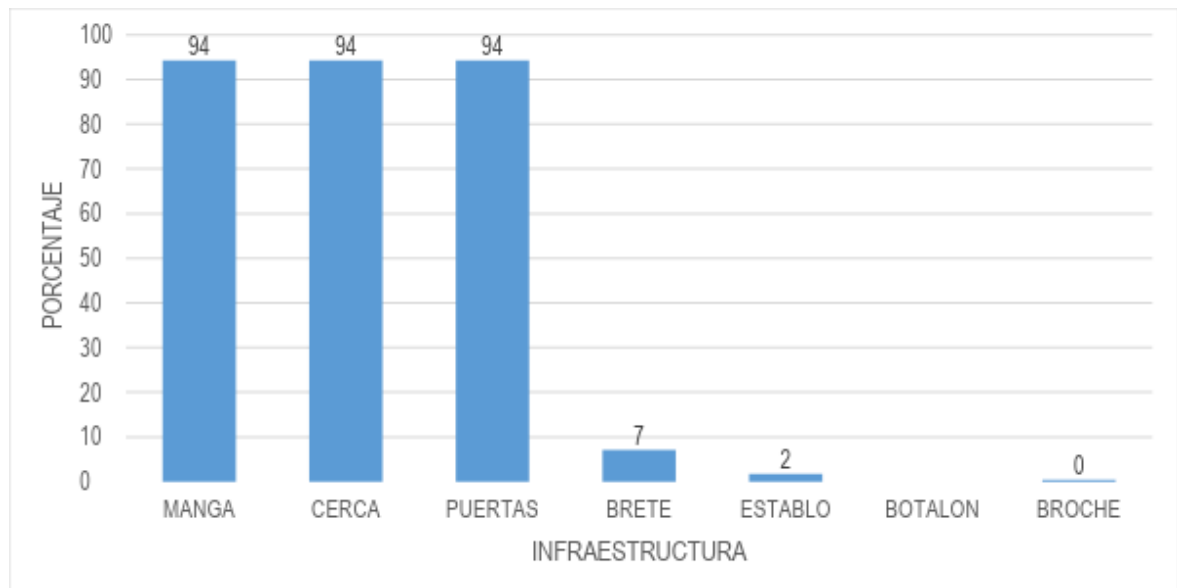
Dentro de la frecuencia de los residuos vacunales, 200 predios afirmaron que algunas veces encuentran residuos vacunales sobre los bovinos, limitando así la efectividad de la vacuna, ya que es indicativo, primero de una administración incorrecta en la dosificación y segundo en caso de que sea ingerida por otros animales; por ejemplo, cuando se encuentran residuos vacunales sobre el bovino, otro del mismo hato puede lamer e ingerir este residuo generando interferencias con el diagnóstico; en el caso de que una vaca ingiera residuo vacunal de *Brucella abortus*, la convertirá en seropositiva por vacunación y no por enfermedad. La acción que se tomaría respecto al falso positivo sería el sacrificio del animal, lo que conlleva a pérdidas económicas para el predio.

Gráfica 5 MANEJO DE VACUNAS-TERNERA Y VACA POS VACUNACIÓN



El 94% de los predios analizados informó que siempre se permite el contacto entre terneras y vacas después de la vacunación, lo que trae consigo la alta posibilidad de que los animales se laman o ingieran; como se menciona en la gráfica 4 anterior, alterando resultados de laboratorio.

Gráfica 6 INFRAESTRUCTURA



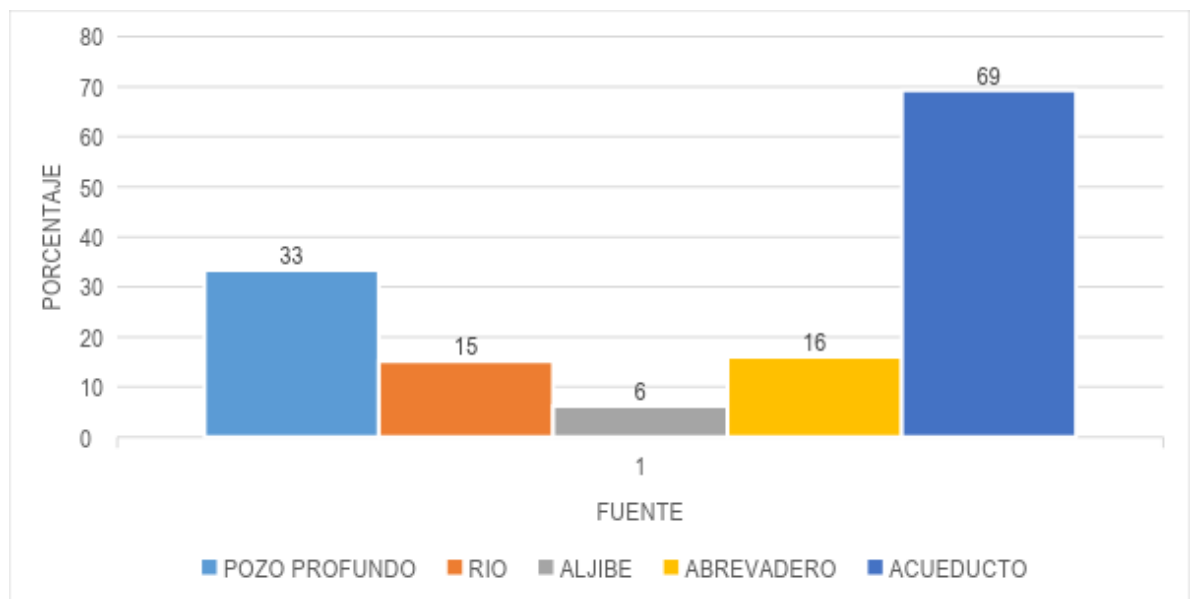
El 94% de los predios cuenta con manga, cerca perimetral y puertas. En tanto que el 7% posee brete y el 2% posee establo.

La manga es una estructura la cual permite el ingreso de animales de manera ordenada, donde el paso se realiza en fila, facilita su manejo, sujeción e incluso traslados en caso de ser portátil⁴⁹, las cercas perimetrales ayudan a delimitar el espacio y de su correcta instalación depende que se mantenga controlado el ingreso y salida de animales del predio, las puertas complementan la función protectora de las cercas perimetrales y facilitan el direccionamiento de los bovinos⁴⁹. El brete brinda protección tanto para quien maneja al animal como para el mismo bovino, haciendo que su examen físico, inseminación, administración de medicamentos y/o cualquier otro procedimiento sea mucho más seguro, por su parte la importancia del establo se basa en el alojamiento de los bovinos, protegiéndolos de las variaciones climáticas, accidentes, pérdida del resto del

hato, entre otros. El botalón es una horqueta natural, usualmente se obtiene de restos de árboles de gran tamaño y se utiliza con el fin de limitar el movimiento de los bovinos, bien sea para el ordeño o para su movilización en manada⁴⁹.

En cuanto a la infraestructura analizada en los predios del municipio de Tauramena se encontró que la mayoría de estos cuenta con sistemas de barrera como lo son: manga, cercas perimetrales y puertas; lo cual está asociado al área de terreno que poseen los predios, al número de cabezas de ganado y al avalúo del predio; estos sistemas permiten mantener el hato en una zona delimitada e impidiendo que se desplacen a otros predios. Sin embargo, para el manejo individual la mayoría de los predios utiliza manga y en menor porcentaje utilizan otros sistemas como brete y establo que brindan una mejor protección tanto para los animales y los manejadores. En el caso del establo, este brinda protección a los bovinos, ya que en condiciones climáticas adversas como la lluvia y la humedad se favorecen las condiciones para transmisión de *Leptospira* spp.

Gráfica 7 FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA



La mayoría de los predios en estudio (69%) se abastecen de agua proveniente del acueducto municipal, la cual no recibe tratamiento de potabilización. En menor medida los predios se abastecen de fuentes naturales como los pozos profundos (33%), los ríos (15%), aljibes (6%) y abrevaderos (16%).

La importancia de conocer cuál es la fuente del suministro de agua, para cada uno de los predios analizados, se basa principalmente en la capacidad de la espiroqueta para sobrevivir tanto en aguas estancadas como en aguas de flujo constante, como se pudo describir a lo largo de este trabajo, lo que facilita la diseminación del microorganismo dentro y fuera de los predios.

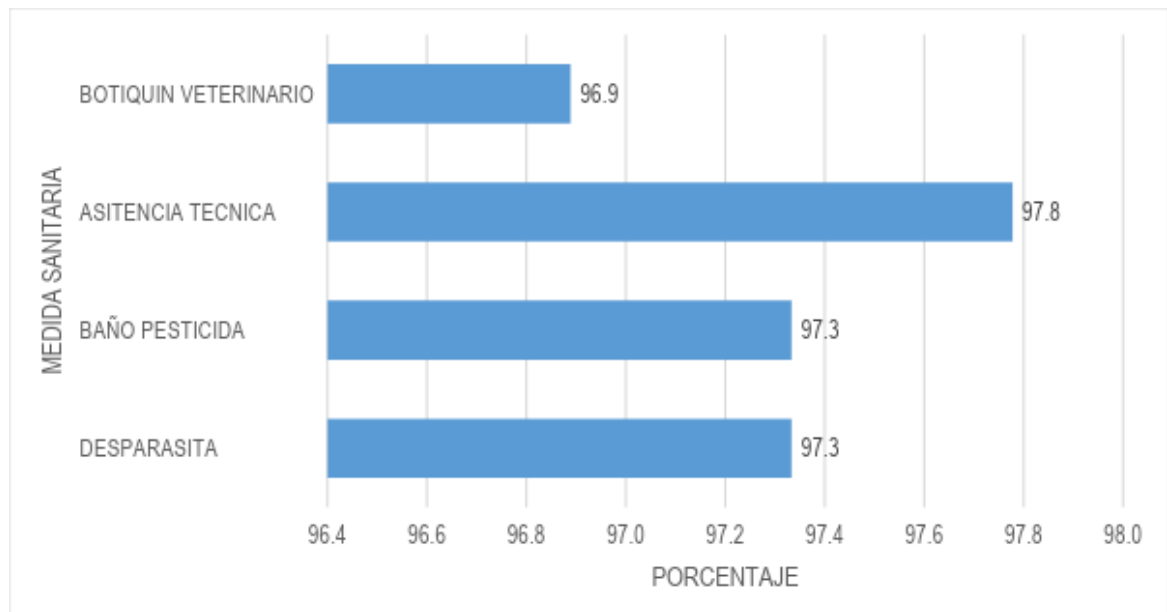
Dentro del área rural las fuentes de agua naturales son utilizadas con el objetivo de darle el mayor aprovechamiento, por lo tanto, si el predio cuenta con un río cercano, pozo profundo u otro, se presume que la función de riego, alimentación y limpieza se realizará con el agua proveniente de allí, sin tomar la precaución de verificar o hacer un control que permita identificar que el agua esté libre de *Leptospira* spp., por haber estado en contacto con orina, secreciones o residuos de aborto (placenta, fetos) de animales infectados.

De acuerdo a estudios realizados por el Instituto Finlay, de la Habana en 2010⁵⁰, donde se menciona la importancia del agua como medio para transmitir *Leptospira* spp., y ejemplos claros de desastres naturales que han traído consigo brotes epidémicos en humanos y animales, a causa de inundaciones, tormentas tropicales y huracanes, se asemejan con los datos obtenidos en el muestreo de Tauramena, donde a pesar de que los cambios climáticos no son tan arrasadores como en otras zonas geográficas, si se ve relacionado con las fuentes de aguas tanto naturales y artificiales, como la que proviene del acueducto, ya que ninguna de estas está aprobada para consumo humano ni animal.

En otros estudios realizados por Konrad y colaboradores en el noroeste de Argentina⁵¹, se evidencia que el tipo de agua que se utiliza para bebedero, es decir si es proveniente de río y no tiene a cabo sistema de potabilización pueden tener cierto grado de relevancia para aumentar la humedad en el predio y tener

condiciones aptas para el crecimiento de *Leptospira* spp. Donde el porcentaje en este estudio fue menor para aquellos predios que se abastecían de agua de río y abrevaderos, pero no desestima la importancia del riesgo que podría llegar a representar si la bacteria encuentra el ambiente necesario para sobrevivir mientras infecta al huésped o reservorio.

Gráfica 8 MANEJO SANITARIO



De los 225 predios analizados el 97.8% tiene asistencia técnica, es decir cuenta con la presencia de personal capacitado que se encargada de realizar actividades de acompañamiento en manejo sanitario, por ejemplos funcionarios del ICA, funcionarios de las alcaldías y médicos veterinarios particulares. También se evidencia que el personal a cargo de los predios (propietarios, administradores, mayordomos, etc.) tiene a cargo funciones respecto al manejo de animales y mantenimiento de la infraestructura.

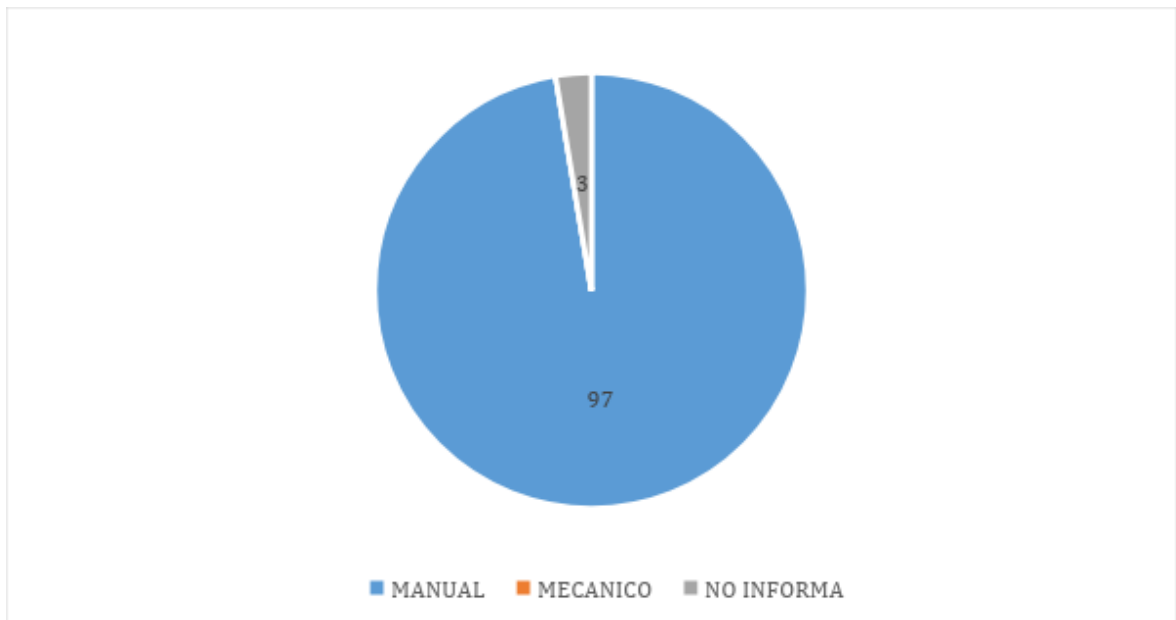
El 97,3% de los predios, usa el baño pesticida en sus animales, el 97,3% realiza desparasitación y el 96,9% posee un botiquín veterinario.

Los baños pesticidas, están sugeridos por los expertos, en animales con alta presencia de ectoparásitos, su aplicación debería hacerse a contra pelo, bien sea manual o a través de sistemas automáticos, con el fin de que el producto penetre adecuadamente, sin embargo, en los hatos bovinos el manejo es poblacional, por lo cual se realiza mediante aspersión, donde el bovino se ubica en una manga y recibe la distribución del producto, la cantidad de producto a usar debe ser correspondiente a el peso de cada individuo, es importante respetar los tiempos de retiro del producto para evitar resultados nefastos en el animal, sobre todo en las producciones de explotación lechera⁵².

La desparasitación para bovinos se realiza de acuerdo a los protocolos establecidos por cada predio, con la frecuencia establecida teniendo en cuenta el tipo de explotación, la raza de los bovinos, la edad, el tipo de parásitos y los factores ambientales que puedan interferir en la reinfección⁵².

En el municipio de Tauramena se puede evidenciar que se lleva a cabo un protocolo para la desparasitación en bovinos a lo cual se le atribuye un mejor estado en cuanto a salud del animal y del hato.

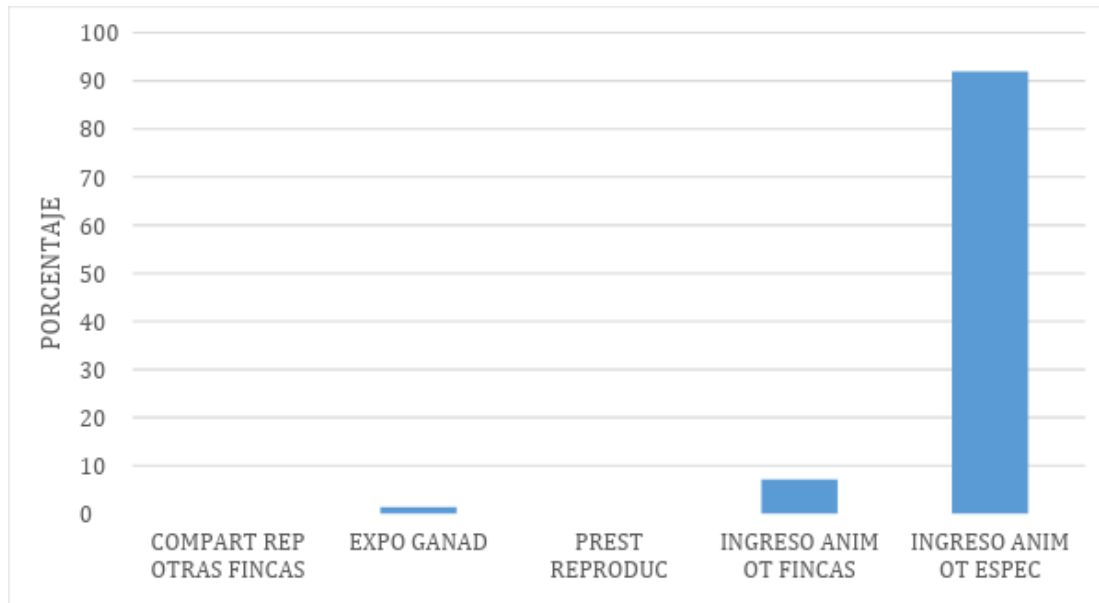
Gráfica 9 TIPO DE ORDEÑO



El 97% de los predios bajo estudio realizan ordeño manual, ninguno realiza ordeño mecánico y el 3% no informa. La ventaja del ordeño manual se basa en que se permite realizar un reconocimiento más detallado de cada animal, el tiempo que permanece el ordeñador depende de cada animal y su capacidad lechera, no importa si la vaca es de ordeño lento puesto que el trabajador puede manipular mejor al bovino hasta obtener la leche, sin embargo como desventaja el tiempo requerido para la extracción es más largo que en el caso de usar equipo mecánico para el ordeño, además de la exposición del trabajador a posibles lesiones por accidentes al manipular y la posibilidad de realizar contaminación cruzada en los animales cuando no se manejan buenas prácticas de ordeño.

La ventaja de que en Tauramena se realice ordeño manual, permite que la persona encargada de este proceso pueda percibir cualquier alteración en los cuarterones del bovino, como rubor, calor, tumefacción y también las características físicas de la leche como presencia de grumos, sangre y color amarillento, lo cual es compatible, con uno de los signos clínicos de la leptospirosis bovina como la mastitis.

Gráfica 10 FLUJO DE ANIMALES



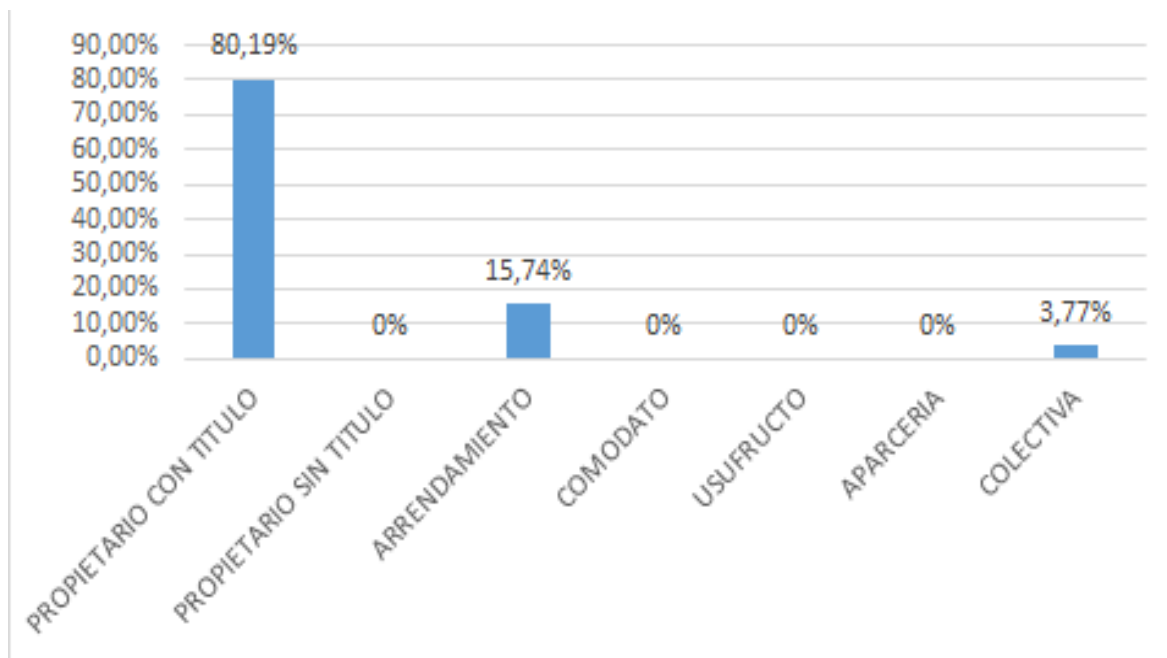
De los 225 predios muestreados en el municipio de Tauramena, el 92% permite el ingreso de animales de otras especies (gato y perro), asumiendo que estos animales se encuentren contaminados pueden favorecer la diseminación de Leptospirosis; ya que pueden trasladar residuos de órganos de animales muertos y demás fluidos biológicos que contaminen al hato.

El 7% de los predios ha informado el ingreso de animales de otras fincas, lo cual representa un posible factor de transmisión en caso de que estos animales infectados se estén trasladando constantemente entre predios, facilitando la diseminación de leptospirosis bovina.

Tan solo el 1% ha informado que participa en exposiciones ganaderas; este porcentaje de animales destinados a eventos de exposición, indican que los propietarios están iniciando en la fase para cumplir con los requerimientos necesarios para que sus ejemplares puedan sobresalir y abrir aún más las puertas.

al comercio de ganadería en Tauramena. Lo que garantizaría que el animal este en buenas condiciones sanitarias y tenga un control para enfermedades reproductivas.

Gráfica 11 TENENCIA DEL PREDIO

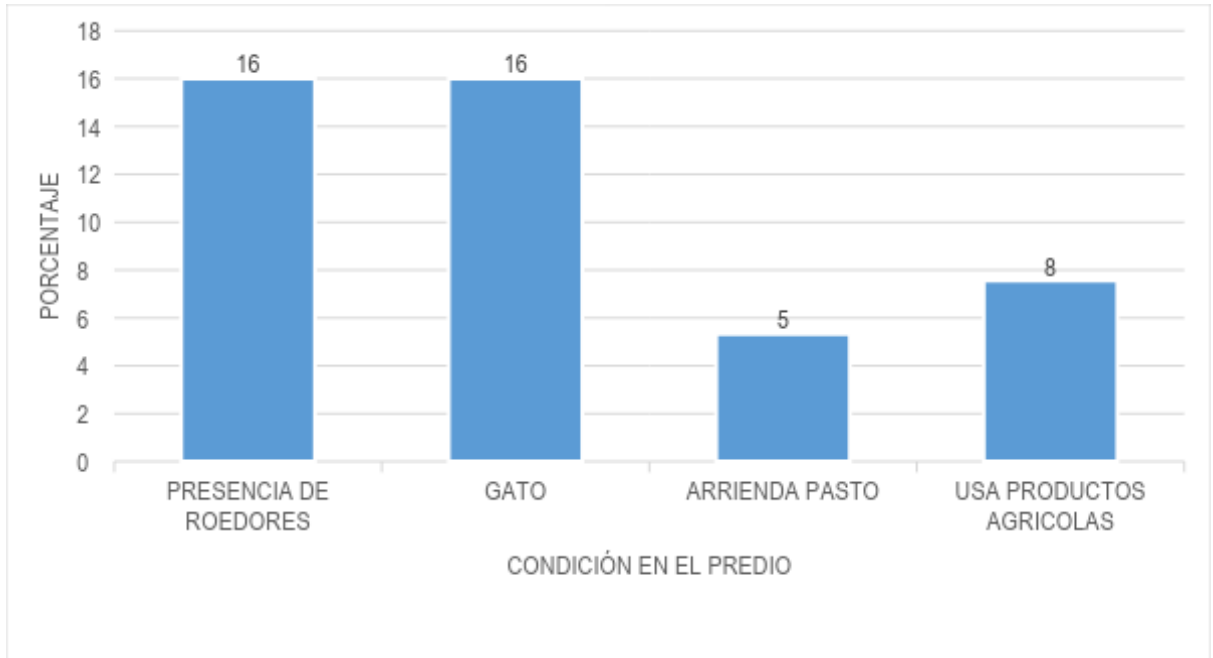


Respecto a la tenencia del predio en el municipio de Tauramena, la mayoría de los encargados son los mismos propietarios quienes tienen título oficial del mismo con un porcentaje del 80,1%, solo un porcentaje del 15,7% paga arriendo por el predio y el 3,7% posee su predio de forma colectiva.

Estos resultados se podrían asociar a la buena tenencia del predio con aquellos propietarios que poseen título del mismo, se estimaría que para los predios que son de tenencia colectiva, se encuentren más factores asociados; puesto que cada de las personas asociadas llevaría a cabo diferentes métodos de manejo sobre los animales.

En cuanto a los predios que presentan arrendamientos, los arrendatarios deben ajustarse a las condiciones del hatu por el que pagan y a los métodos establecidos por el propietario del mismo en cuanto al manejo de los animales.

Gráfica 12 CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO

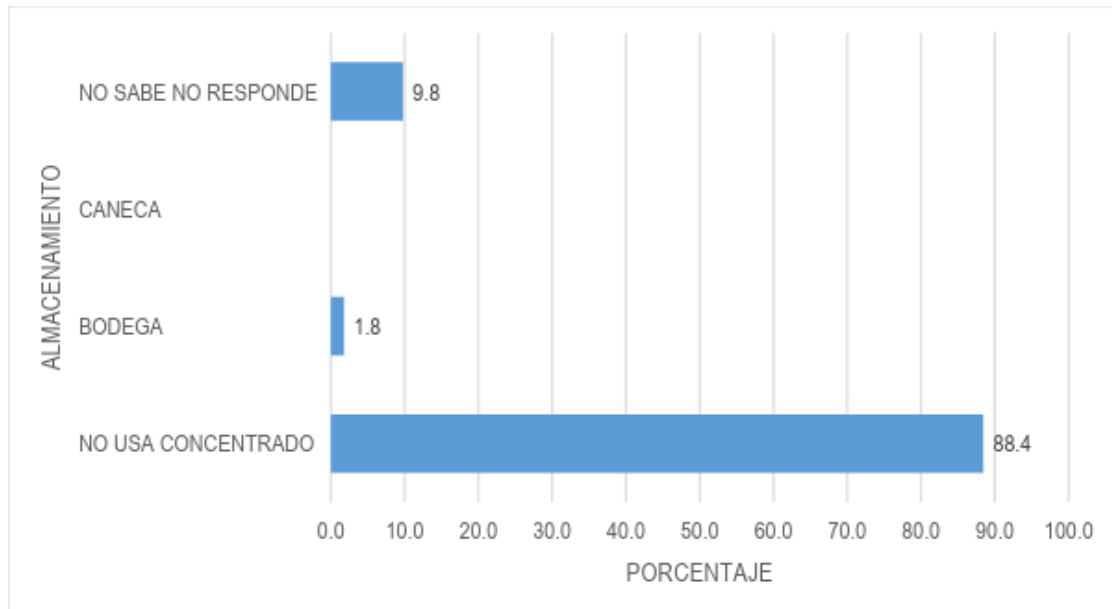


El 16% de los predios estudiados informaron la presencia de roedores y el total de quienes lo indicaron, usan gato como control de roedores, en este caso el felino también sirve como medio y fuente de transmisión del agente infeccioso ya que tiene acceso no controlado sobre todas las áreas del predio e incluso de predios cercanos.

El 5% arrienda pasto, lo que sugiere la posibilidad de que el pasto se contamine con microorganismos infecciosos provenientes de los animales que se alimentan con el pasto arrendado.

En solo el 8% de los predios se manejan productos agrícolas, lo que indicaría que la economía del municipio de Tauramena se basa principalmente en la explotación pecuaria desplazando así la producción de insumos agrícolas.

Gráfica 13 ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO

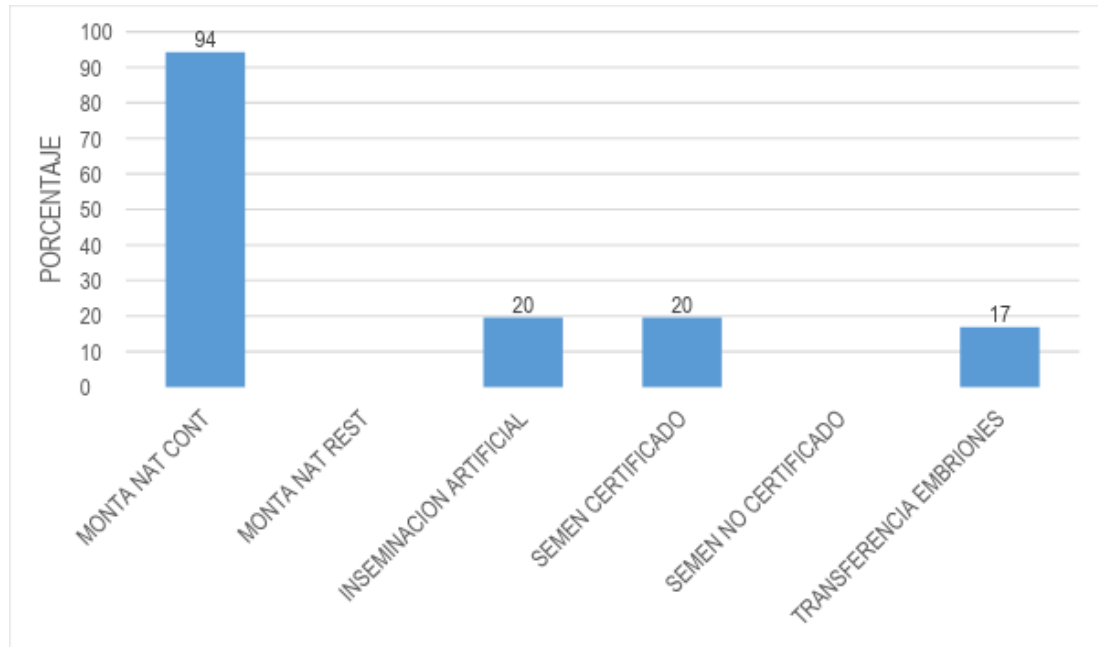


La mayoría de los predios muestreados que corresponde al 88,4% no utiliza concentrado como fuente nutricional para sus animales y quienes lo usan, lo almacena en bodega; que corresponde al 1,8% donde las medidas higiénicas y sanitarias no son óptimas, puesto que no utilizan una barrera hermética como lo son las canecas y esto podría favorecer a la presencia de roedores principalmente y atraer consigo un sin número de insectos que alteran el valor nutricional del concentrado; así mismo la presencia de humedad en la bodega facilita el crecimiento de hongos, proliferación bacteriana patógena, entre otros, que pueden ocasionar afectaciones en el estado nutricional del animal.

En vista de que más de la mitad de los predios del municipio de Tauramena, no utilizan concentrado puede ser indicativo que los animales deben alimentarse con pasto como fuente principal de nutrición, convirtiéndolo en un medio de transmisión para leptospirosis si llega a estar en contacto por medio de aguas estancadas o con fluidos o secreciones contaminadas con el agente que pueden ingresar por mucosas (nasal, oral). Se debe recordar que la supervivencia de *Leptospira* spp., depende directamente de las condiciones ambientales a las que se encuentra y es

altamente susceptible a desecación y cambios de pH, como mencionamos anteriormente en los mecanismos de trasmisión la bacteria, sobrevive hasta 180 días en suelos húmedos con pH alcalino durante estaciones o épocas húmedas o donde se generen campos pantanosos de aguas estancadas.

Gráfica 14 MANEJO REPRODUCTIVO



Convenciones

MONTA NAT CONT: MONTA NATURAL CONTROLADA

MONTA NAURAL REST: MONTA NATURAL RESTRINGIDA

El 94% de los predios analizados permiten la monta natural controlada ya que es ganadería de tipo extensiva, el 20% realiza inseminación artificial con semen certificado, lo que le garantiza al comprador una muestra libre de enfermedades, fertilidad y calidad genética, para esto el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) tiene centrales productoras de material seminal y/o embriones, las cuales sirven como referencia para obtener este tipo de muestra. Finalmente 17% hace transferencia de embriones.

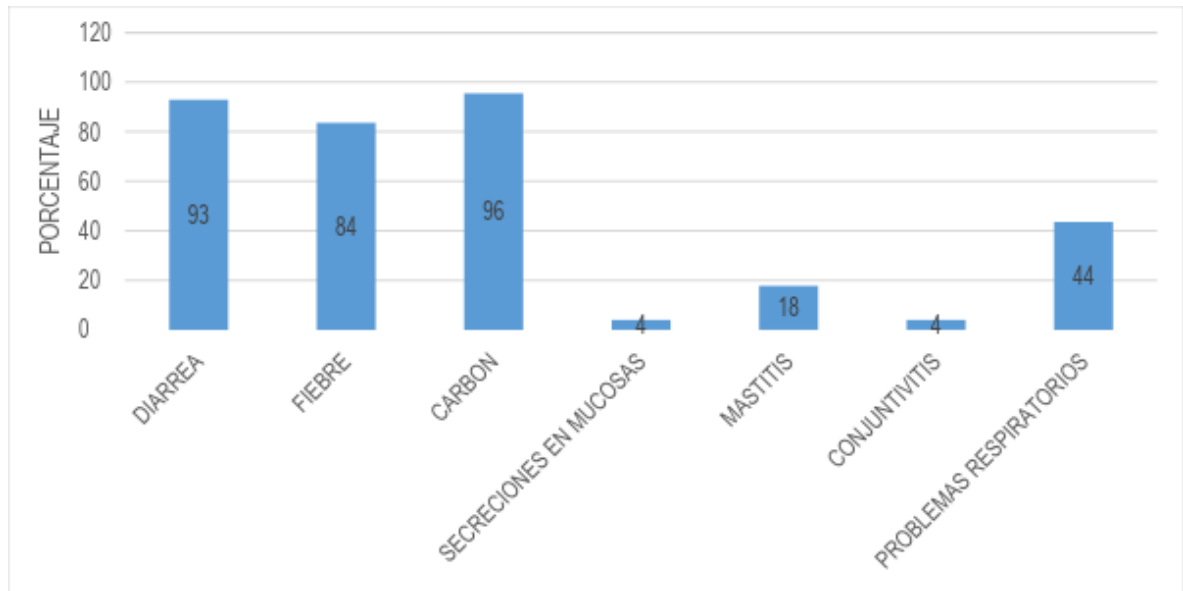
En el municipio de Tauramena, se evidencia que la monta natural es la que más se lleva a cabo para el manejo reproductivo entre los hatos, se presume que, en caso de enfermedades reproductivas como leptospirosis bovina, este es un punto importante a considerar ya que se debe garantizar que el animal no esté infectado o diagnosticado con la enfermedad; de lo contrario puede aumentar la probabilidad de transmisión venérea o sexual.

Así mismo la inseminación artificial puede ser un tipo de transmisión teniendo en cuenta que *Leptospira* spp., se ha aislado de semen de machos infectados (fase de leptospiremia) y se debe tener en cuenta la certificación del semen de puntos de referencia de venta para manejo reproductivo.

En cuanto al estudio elaborado por Salgado y colaboradores en el año 2014 en Chile⁵⁴, se evidencia que la monta natural es un factor asociado para adquirir *Leptospira* spp., donde en el estudio se encontró que el mayor serovar que se da en transmisión venérea o sexual, es atribuido a *L. hardjo* seguido de *L. pomona*.

Tal y como lo describe Motta y colaboradores, en estudios realizados en el departamento del Caquetá durante el 2014⁵⁴, el mal manejo reproductivo, que implica monta natural sin control contribuye a la presencia de infecciones a causa de microorganismos altamente patógenos e incluso zoonóticos, lo que eleva el riesgo en el municipio de Tauramena, donde la monta natural es el método más usado respecto a parámetros reproductivos.

Gráfica 15 CARACTERIZACIÓN CLÍNICA



El personal encuestado manifestó que en el último año tuvo al menos un animal con signos clínicos compatibles con las siguientes patologías: 96% carbón, el 93% diarrea, el 84 para fiebre, el 44% problemas respiratorios, el 18% mastitis y el 4% secreciones en mucosas y conjuntivitis.

Se debe considerar que entre los signos evaluados el de mayor peligro y letalidad fue el carbón bovino que es un tipo de enfermedad infecciosa bacteriana causada por *Clostridium* spp. que provoca inflamación de músculos, toxemia grave y una alta mortalidad⁵⁵.

Se debe tener en cuenta que durante el último año para las diferentes manifestaciones clínicas, se consideraba un predio positivo si al menos uno de animales del hato había presentado la enfermedad o uno de los signos clínicos; este porcentaje es concordante con el hecho de que en la mayoría de los predios no hay un esquema vacunal contra carbón, lo cual no aparece dentro de la encuesta llevada a cabo en los predios, pero se presume que su alta prevalencia dentro de los mismos pueden deberse a esta factor, que hasta el momento es desconocido.

La diarrea como signo clínico podría indicar, que su alto porcentaje está asociado con problemas a causa de la fuente de abastecimiento de agua del municipio ya que al no ser potable puede estar contaminada con patógenos entéricos, también se puede presentar este signo en el caso de no almacenar adecuadamente el concentrado en bodegas exponiéndolo a contaminantes que al ser consumido por los animales del hato ocasionan esta anomalía.

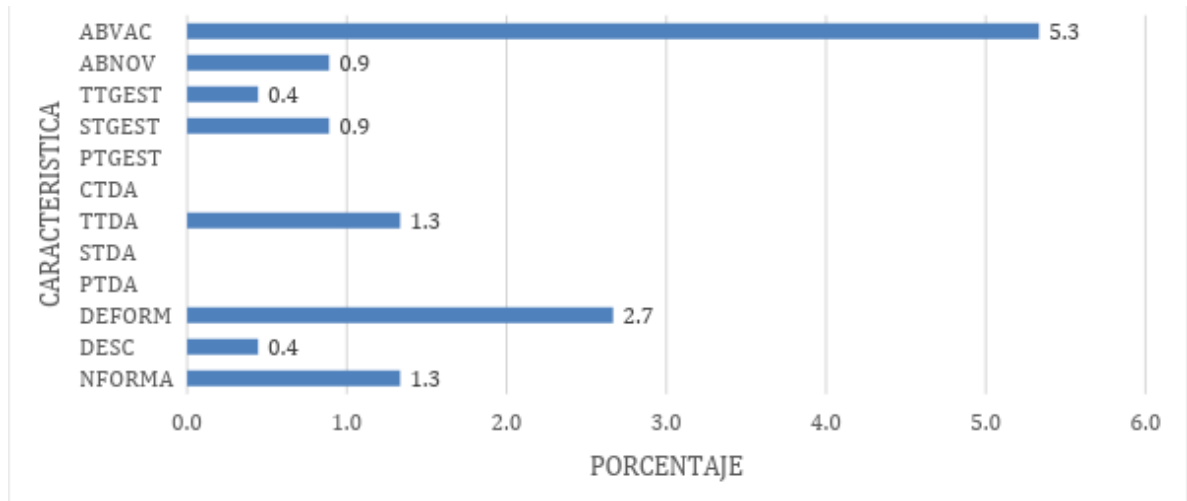
En los problemas respiratorios se pueden evidenciar si los animales están en algún tipo de inmunosupresión, puede deberse a exposiciones de los animales a los diferentes cambios climáticos o estar asociados a una enfermedad con diseminación a los pulmones como es el caso dentro de la patogenia de leptospirosis.

Durante la aplicación de la encuesta, se obtuvo que en el último año el 18% de los predios tuvo al menos un episodio de mastitis, lo que se presume que podría estar asociado a una enfermedad reproductiva como también es el caso de leptospirosis ya que está en una de sus manifestaciones clínicas en cuanto a patogenia de la bacteria.

En cuanto a secreciones mucosas y conjuntivitis podrían indicarnos que está asociado a leptospirosis bovina ya que es una de las manifestaciones de la enfermedad en fase aguda al momento de diseminarse a diferentes tejidos y órganos.

Como bien se ha descrito en la literatura por varios autores como Hernández en 2010²¹, Alonso en el 2001⁹ y Ochoa en el año 2000⁵⁶, los signos clínicos que mayormente se asocian a Leptospirosis bovina son secreción en mucosas, abortos, agalactia, fiebre y conjuntivitis, lo cual no se asemeja a los valores encontrados, donde a pesar de que, si se informan, las prevalencias encontradas han sido bajas, por debajo de la tercera parte de la población bovina estudiada.

Gráfica 16 CARACTERIZACIÓN DE ABORTOS



Convenciones:

ABVAC: Aborto en vacas

ABNOV: Aborto en novillas

TTGEST: Tercer trimestre de gestación (tiempo en que se presentó el aborto)

STGEST: Segundo trimestre de gestación (tiempo en que se presentó el aborto)

PTGEST: Primer trimestre de gestación (tiempo en que se presentó el aborto)

CTDA: Cuarto trimestre del año (época en que se presentó el aborto)

TTDA: Tercer trimestre del año (época en que se presentó el aborto)

STDA: Segundo trimestre del año (época en que se presentó el aborto)

PTDA: Primer trimestre del año (época en que se presentó el aborto)

DEFORM: Deformidades

DESC: Aborto descompuesto

NFORMA: Aborto con forma normal (bien desarrollado)

En los 225 predios encuestados, los abortos en vacas son de 5,3% y este porcentaje es superior al de aborto en novillas el cual es del 09%.

En cuanto a los trimestres de gestación se evidencia que fue el mayor valor para el segundo trimestre de gestación (tiempo en donde se presentó el aborto) con un valor de 0.9% y para el tercer trimestre con un valor de 0.4%.

Para los trimestres o épocas del año donde se presentó aborto, el mayor valor se atribuye al tercer trimestre del año con un valor de 1.3%.

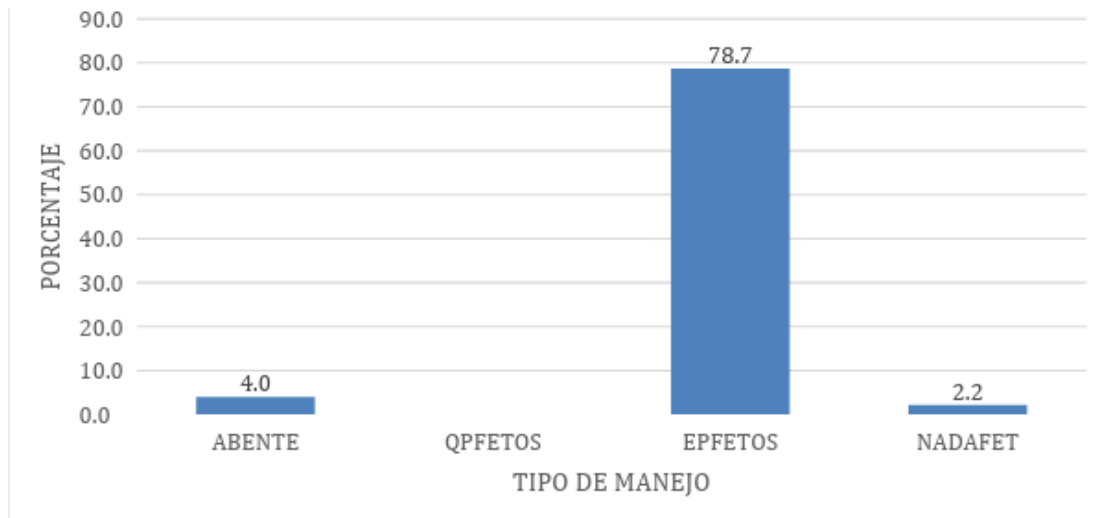
Se evidencia que el 2,7% de los abortos presenta deformidades en comparación con el 0.4% para abortos descompuestos y abortos con forma normal con un porcentaje de 1.3%.

El porcentaje de abortos en las novillas fue bajo comparado con el porcentaje en vacas, aunque se debe tener en cuenta que si se da infección por primera vez esta suele ser más agresiva en novillas que en vacas que ya han tenido abortos recurrentes por leptospirosis.

El periodo del año en el cual se presentaron más abortos fue en el tercer trimestre del año, lo que podría indicarnos para esta región del Casanare los meses comprendidos entre Julio, Agosto y Septiembre y teniendo en cuenta el periodo de gestación en vacas trimestre (9 meses-283 días) con mayor porcentaje que fue el segundo se relaciona con la época de invierno o temporadas de lluvia asociada al mes de abril, donde se pudo haber dado transmisión sexual o venérea. Es importante realizar una descripción de las deformidades del feto abortado ya que puede ser presuntivo para el diagnóstico o diferenciación de diferentes enfermedades reproductivas como la leptospirosis.

Como se identificó en 2007, por el investigador Ángeles, en México³⁰, y en Colombia por Carreño³, en bovinos adultos es común que se presenten abortos después de la fase sistémica de la Leptospirosis, donde la muerte del feto se debe a la presencia de *Leptospira* spp en sangre, lo que se evidencia también en el Municipio de Tauramena, donde en los predios evaluados, los abortos fueron más comunes en vacas adultas que en novillas y se presentaron en el segundo trimestre de gestación.

Gráfica 17 MANEJO DE RESIDUOS DE ABORTOS



Convenciones

ABENTE: Enterrar abortos

QPFETOS: Quemar fetos y placentas

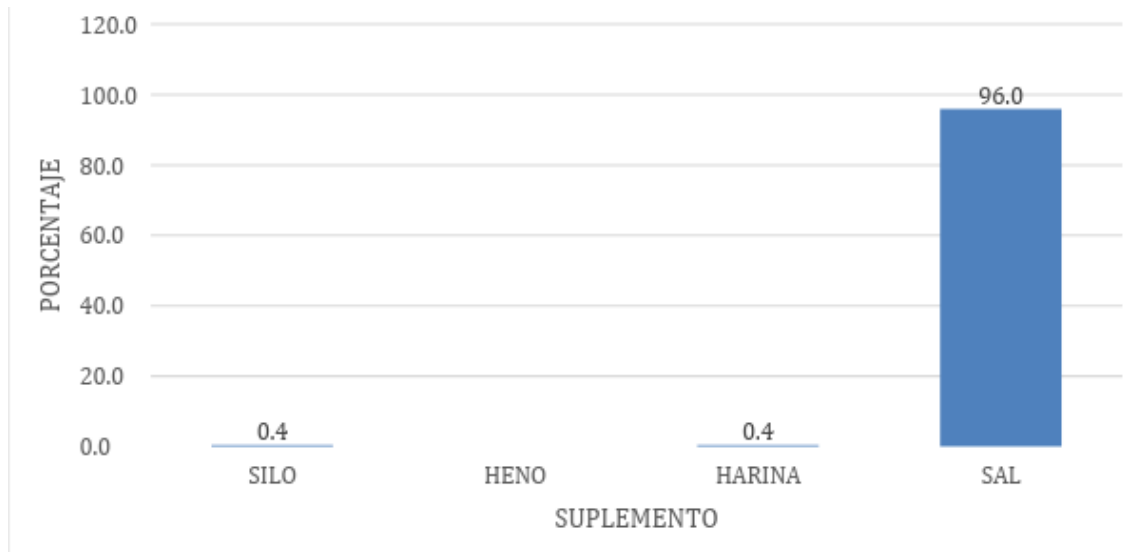
EPFETOS: Enterrar fetos y placentas

NADAFET: No hace nada con los fetos ni placentas

Para el manejo de residuos de abortos, enterrar fetos y placentas es la acción que más se realiza en los predios analizados con un porcentaje del 78,8%, seguido del 4% que entierra los abortos y por último el 2,2% que no hace nada con los fetos ni placentas, exponiendo así a una diseminación inminente de cualquier microorganismo que se pueda encontrar en esos residuos biológicos.

Los propietarios o encargados de los predios en el municipio de Tauramena, tienen el conocimiento de la importancia sobre manejar estos desechos biológicos (placentas, fetos) de la manera adecuada, ya que, en su mayoría, llevan a cabo el mecanismo (enterrar) para la eliminación de los mismos, para evitar riesgo de contagio de leptospirosis dentro de los hatos y a la comunidad en general.

Gráfica 18 SUPLEMENTACIÓN ALIMENTARIA



La sal es el suplemento que mayormente se utiliza con un porcentaje del 96% seguido de silo y harina con el 4%, en los predios analizados del municipio de Tauramena.

En los predios analizados se evidencia el uso de suplementos para el ganado bovino, lo que puede explicar el hecho de no usar concentrado como se evidencia en la gráfica 13 donde un gran porcentaje no utiliza concentrado.

Las vacas de producción lechera necesitan un tipo de alimento en especial más allá de concentrado que les proporciona proteínas, como lo son forrajes o partes vegetativas y minerales que contienen residuos de cosecha o subproductos agroindustriales como por ejemplo ípanca de maíz, paja de cereales, bagazo de caña de azúcar, heno de maní, que pueden ser utilizados como ensilaje⁵⁷.

El silo o ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. El proceso permite almacenar alimento en

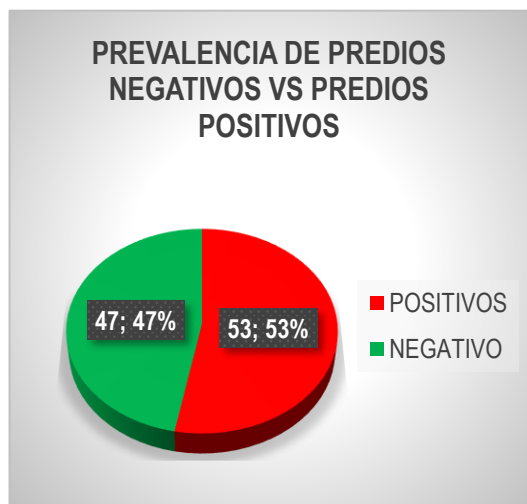
tiempos de cosecha conservando calidad, lo cual aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar concentrados⁵⁷.

4.2 PREVALENCIA

4.2.1 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS GLOBAL COMPARADA EN ANIMALES Y PREDIOS

Para determinar la prevalencia global a la técnica MAT, si al menos se encontró un serovar positivo, se estableció que la prueba de MAT es positiva.

Gráfica 19 PREVALENCIA DE PREDIOS POS VS NEG



Gráfica 20 PREVALENCIA DE ANIMALES POS VS NEG



Para la seroprevalencia de leptospirosis en los animales analizados, se obtuvo una prevalencia global del 9% (306 animales positivos/3288 población total analizada) para *Leptospira* spp., MAT, contra un porcentaje de negativos del 91%.

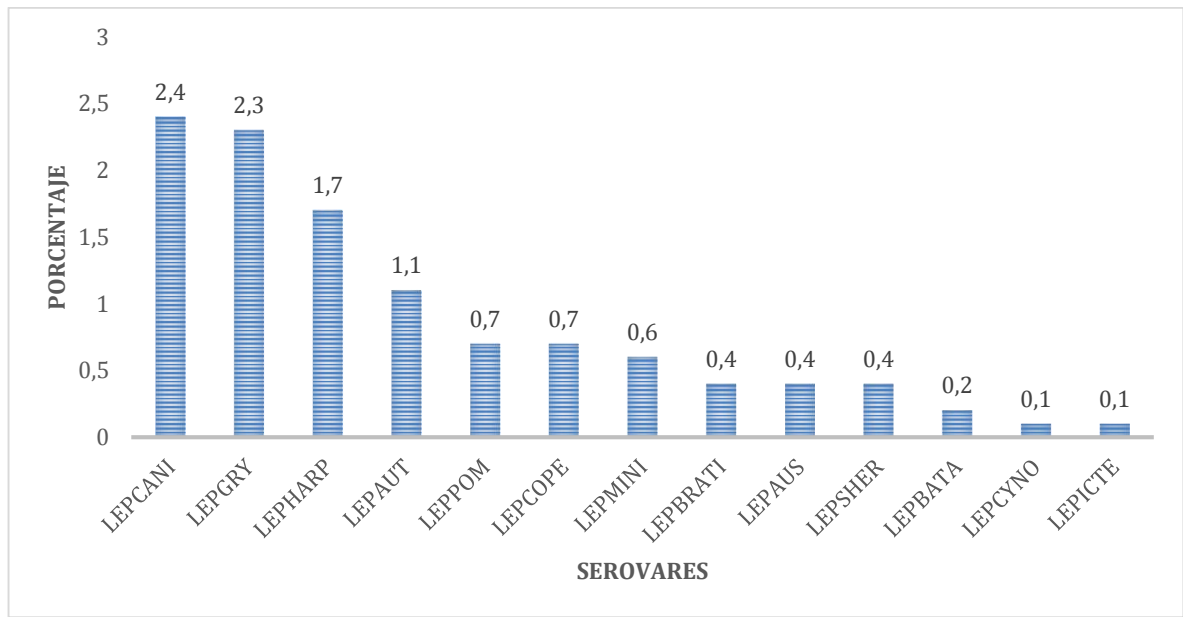
Para la seroprevalencia de leptospirosis en los predios analizados (225), se obtuvo prevalencia global del 53%, contra un porcentaje de negativos del 47%, donde un predio se consideró positivo, si al menos un animal resultó positivo a la prueba MAT.

Se consideró una prueba de *Leptospira* spp., MAT, si al menos uno de los Serovares analizados tuvo resultados positivos (Mayor o igual al punto de corte 1/100).

Lo anterior nos indica que la presencia de leptospirosis bovina en gran parte del municipio genera reportes necesarios para determinar la aparición de la enfermedad, es importante ya que posee una fácil diseminación, inespecificidad de síntomas, hospederos múltiples y la transmisión al ser humano que la convierte en una zoonosis de gran relevancia a nivel de salud pública.

En contraste con el estudio de Zuluaga León Andrés, donde se analizó la prevalencia serológica de leptospirosis bovina por MAT en hatos de Pereira⁵⁸, de un total de 1.789 animales, procedentes de 158 predios ganaderos. Los resultados de este estudio muestran una prevalencia global de leptospirosis del 16.4% en animales y del 32.5% en granjas. El serovar predominante fue el hardjo con el 45.7%; comparado con nuestro estudio vemos que la prevalencia para animales fue menor a la del estudio de Zuluaga considerando que nuestra muestra analizada es mayor siendo de un total de 3.288 animales; en el caso de predios ocurre lo contrario, nuestra seroprevalencia fue mayor que la reportada por el estudio, siendo de un 57% considerando también que el total de predios era mayor, con un total de 225 predios para el municipio de Tauramena.

Gráfica 21 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR SEROVARES EN ANIMALES



El serovar que mayor prevalencia tuvo en los 3288 animales muestreados fue

Leptospira canicola con el 2,4% seguido de:

Leptospira grippotyphosa con 2,3%

Leptospira hardjo prajitno con 1,7%

Leptospira autumnalis con el 1,1%

Leptospira pomona con 0,7%

Leptospira copenhageni con 0,7%

Leptospira mini con 0,6%

Leptospira bratislava, *Leptospira australis* y *Leptospira shermani* con el 0,4%

Leptospira bataviae con 0,2%

Leptospira cynopterii y *Leptospira icterohaemorrhagiae* 0,1%

En cuanto a la seroprevalencia por serovares, el porcentaje mayor fue para *L. canicola* y fue menor para *L. hardjo*, a pesar de que el serotipo utiliza a los bovinos como reservorio natural, tal como se reporta en la literatura.

En contraste con el estudio realizado por Luis Carreño, en una revisión sistemática de prevalencia de leptospirosis en Colombia en el año 2014³, en bovinos se llevó a cabo en el departamento de Córdoba en el municipio de Betancur para el año 2012, donde se recolectaron muestras de 28 fincas del departamento con antecedentes de problemas reproductivos, donde se procesaron mediante la técnica de MAT, 163 muestras (26 de toros y 137 de vacas), y se obtuvo una prevalencia del 41% correspondiente a 67 animales, encontrando los serotipos *grippotyphosa*, *hardjo* e *icterohaemorrhagiae* como los más frecuentes con una representatividad del 29.85%, 20.8% y 16.4% respectivamente³. Donde vemos que en nuestro estudio la mayor seroprevalencia fue para el serovar *Leptospira canicola* con el 2,4% y en comparación con los serotipos aislados del estudio del departamento de Córdoba nuestro porcentaje fue para *Leptospira grippotyphosa* con 2,3%; *Leptospira hardjo prajitno* con 1,7% y para *Leptospira icterohaemorrhagiae* 0,1%.

En otro estudio realizado por especialistas técnicos en ganadería del laboratorio farmacéutico VIRBAC Colombia⁵⁹, se tomaron muestras individuales de bovinos con y sin vacunación que mostraban signos de deficiencia reproductiva para conocer su estado sanitario. El estudio se hizo entre febrero de 2013 y marzo de 2015, el resultado de la investigación concluyó que la prevalencia general para *Leptospira hardjo bovis* alcanzó un 74 % en bovinos sin vacunar en 239 fincas⁵⁹. Estos se sometieron a la prueba MAT. De otro lado, las pruebas serológicas que tomó el laboratorio indicaron una prevalencia del 72,5 % a la *Leptospira hardjo serovar bovis* la cual en nuestro estudio no se evaluó para este serovar en específico, pero se debe considerar que es de gran importancia que leptospirosis

tiene manifestaciones endémicas en zonas o regiones donde la infección se mantiene durante el tiempo después de ocurrir un brote.

En un estudio realizado en Pasto, Nariño durante el año 2016 a cargo de Benavides y Marcillo, sobre la seroprevalencia de *Leptospira* spp., en hembras bovinas de fincas lecheras de municipios⁶⁰, se reportó que los serovares más frecuentes en el ganado bovino son *L. hardjo-prajitno* que es el serovar predominante; con una prevalencia de 2,19%, seguido por *L. icterohaemorrhagiae* con 0,4%, *L. pomona* con 0,7%, *L. canicola* con 0,7% y *L. grippotyphosa* con 1,8%. La prevalencia global encontrada en el municipio de Pasto, para anticuerpos de *Leptospira* spp., fue de 5,82%, donde se evidencia al igual que nuestro estudio que la seroprevalencia es baja para los hatos del municipio de Tauramena. Evidenciamos que los resultados observados son mayores con nuestro estudio, en el caso de *L. hardjo-prajitno* y *L. icterohaemorrhagiae*, el único serovar que coincidió con el estudio fue para *L. pomona*; donde se obtuvo la misma seroprevalencia y para las seroprevalencias que fueron menores en comparación con nuestros resultados se encuentran *L. canicola* que fue el serovar más predominante en nuestro estudio y *L. grippotyphosa*.

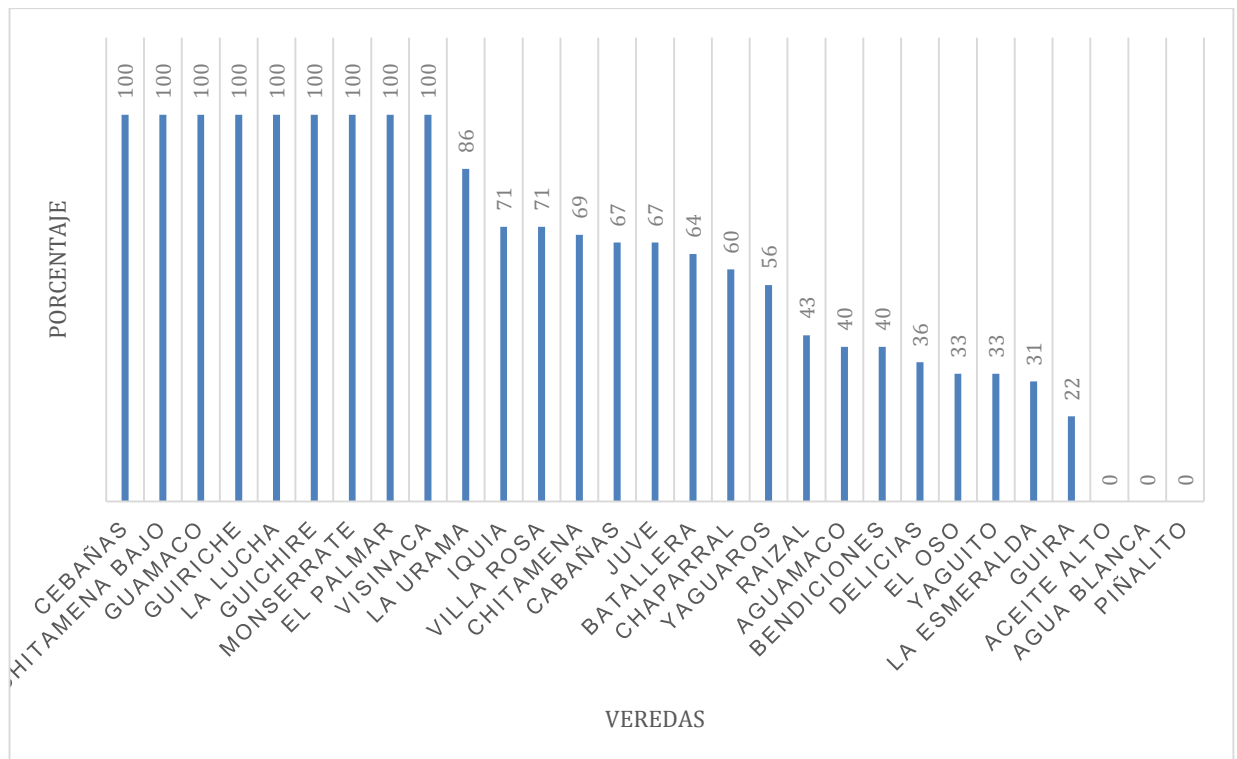
En otros trabajos de investigación sobre la prevalencia de leptospirosis bovina el agente con el mayor valor es el serovar *L. hardjo*, donde se han reportado valores hasta del 35% en hatos lecheros del nororiente colombiano, seguido por *L. canicola* con valores que oscilan entre 10 y 32%⁶⁰. En este punto se debe resaltar que estos rangos de prevalencias para este serovar, en la región de la Orinoquia (Llanos orientales) donde se encuentra ubicado el municipio de Tauramena aún es desconocido ya que no existe una prevalencia de leptospirosis real reportada.

Debemos tener en cuenta que el agente etiológico tiene una menor prevalencia en la zona de Tauramena, con respecto a la reportada en el país, en cuanto a

Leptospira hardjo, pero evidencia una mayor prevalencia de *L. canicola* lo cual podría ser indicativo de estar asociado a las condiciones medioambientales del municipio.

Se observan diferencias entre la seroprevalencia por predios del municipio de Tauramena en el departamento del Casanare, con respecto a diferentes estudios llevados a cabo en Colombia en otros departamentos, no existen prevalencias reales o reportes llevados a cabo para el departamento de Casanare, previos a este estudio.

Gráfica 22 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR VEREDAS



Las veredas muestreadas en el municipio de Tauramena se agruparon en 3 grupos de acuerdo a su porcentaje de seroprevalencia para la prueba MAT. Esta información se puede apreciar en la Figura 11.

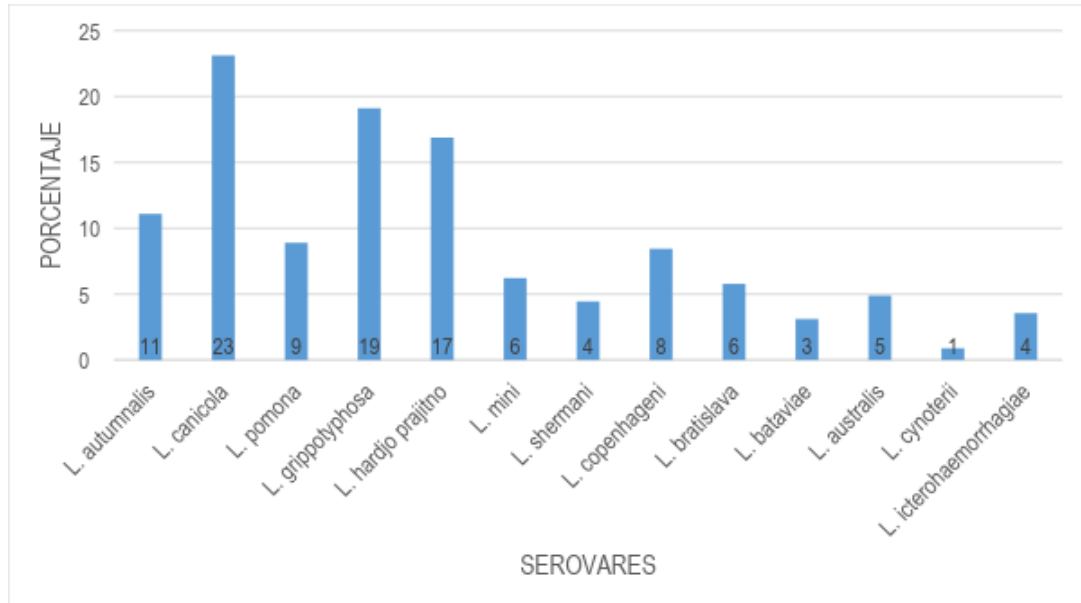
- Grupo 1: Seroprevalencia del 100%: Donde se evidencia que, en 9 de las 29 veredas analizadas, el total de sus animales fue positivo para la prueba MAT para las siguientes veredas:
 - Capurana
 - Cebañas
 - Chitamena bajo
 - El Palmar
 - Guamaco
 - Guichire
 - La Lucha
 - Monserrate
 - Visinaca

- Grupo 2: Seroprevalencia que oscila de 86% a 56%: Donde se encuentran 9 veredas:
 - La Urama con el 86%
 - Iquia y Villa Rosa con el 71%
 - Chitamena Alto con el 69%
 - Cabañas y Juve con el 67% cada una
 - Batallera con el 64%
 - Chaparral con el 60%
 - Yaguaros con el 56%

- Grupo 3: Seroprevalencia con porcentajes inferiores al 50%, donde se encuentran 11 veredas:
 - Raizal con 43%
 - Aguamaco y Bendiciones con el 40%
 - Delicias con el 36%
 - El Oso y Jaguito con el 33% cada uno
 - La Esmeralda con el 31%
 - Guira con 22%
 - Aceite Alto, Agua Blanca y Piñalito con 0%

Seroprevalencias y convenciones elaborada por las autoras del trabajo.

Gráfica 23 . PREVALENCIA DE SEROVARES DE LEPTOSPIROSIS POR PREDIOS



El serovar que se presenta en la mayoría de los predios es *Leptospira canicola* con el 23%, seguido de:

Leptospira grippityphosa con 19%

Leptospira hardjo prajitno con 17%

Leptospira autumnalis con el 11%

Leptospira pomona con 9%

Leptospira copenhageni con 8%

Leptospira mini con 6%

Leptospira bratislava con 6%

Leptospira australis con 5%

Leptospira shermani con el 4%

Leptospira icterohaemorrhagiae con 4%

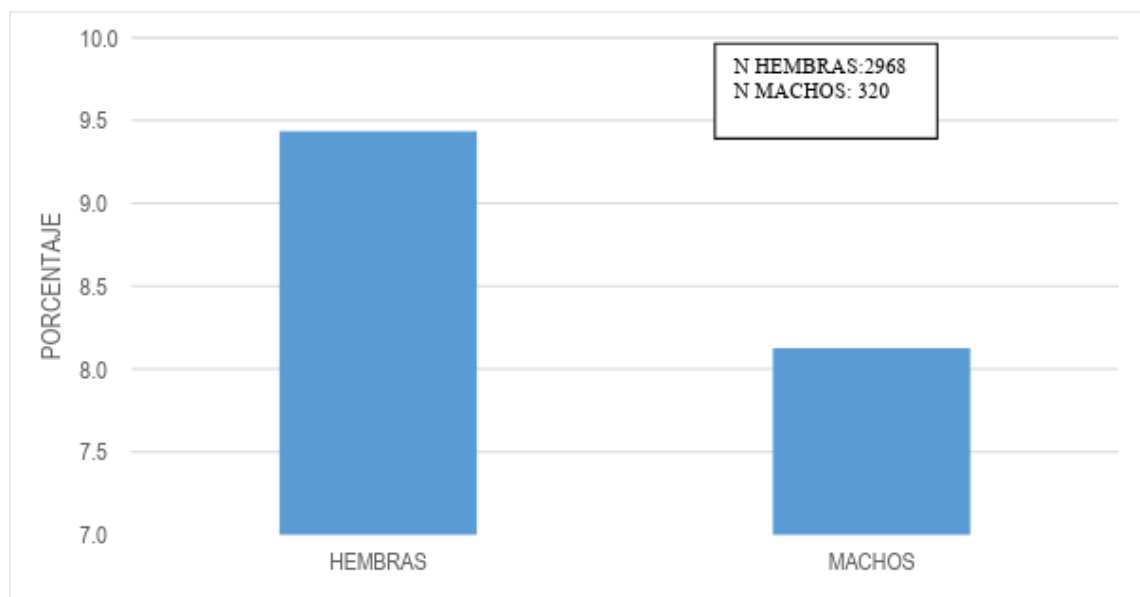
Leptospira bataviae con 3%

Leptospira cynopteri con 1%

Concordante con la seroprevalencia de animales el serovar *Leptospira canicola* es la que más se presenta con mayor seroprevalencia en la mayoría de los predios analizados.

Lo anterior indica que es necesario intervenir las poblaciones afectadas con pruebas de diagnóstico específicas ya que la leptospirosis en general para los bovinos es un problema con un cuadro clínico similar, además sería pertinente analizar el manejo que se da a los caninos (huésped de *L. canicola*) en los predios analizados, este podría ser un factor a intervenir.

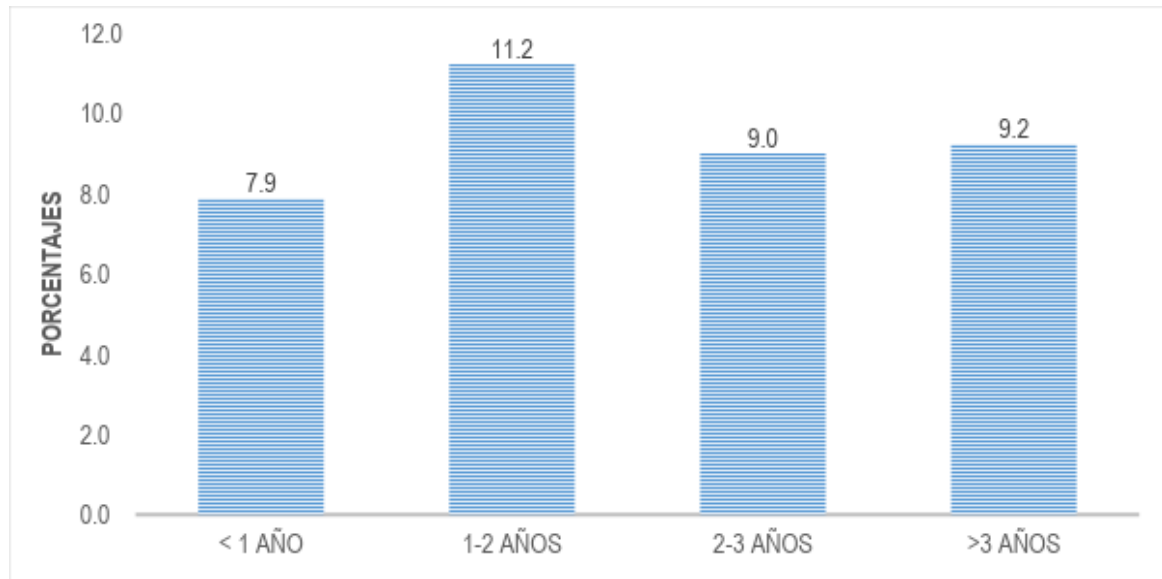
Gráfica 24 SEROPREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS POR SEXO



De 2968 hembras muestreadas se obtuvo seroprevalencia del 8,5% y de 320 machos muestreados se obtuvo seroprevalencia del 0,8%.

Debe tenerse en cuenta que el tamaño de la muestra es mayor en hembras que en machos, aun así, los porcentajes de positividad para ambos sexos son muy semejantes

Gráfica 25 PREVALENCIA DE ANIMALES POR GRUPO ETÁRIO



Se observa distribución homogénea de la seroprevalencia en los grupos etários analizados, donde el 11,2% de los animales positivos para la prueba MAT tienen entre 1 y 2 años de edad, seguido con el 9,2% en mayores de 3 años, el 9% para el grupo 2 a 3 años y 7,9% para menores de un año.

Se debe considerar que en casos de fase aguda de leptospirosis donde se presenta leptospiremia ocurre en menos del 10% en animales adultos (2-3 años y > 3 años) y la mortalidad no es tan usual, contrario en casos de los terneros (< 1 años y 1-2 años) la mortalidad alcanza el 100%. Donde aquellos animales que se recuperan de la fase aguda pueden convertirse en portadores de leptospirosis y se da proliferación de la bacteria por los diferentes fluidos corporales (orina, leche, semen, secreciones vaginales), residuos de aborto y partos.

En el estudio llevado a cabo por Rivas Susana, sobre la prevalencia de leptospirosis bovina en los distritos de la provincia de Puno, en Lima (Perú)⁶¹; se evidencio que en cuanto al grupo etario analizado para el total de los bovinos, únicamente para los grupos de 1-2 años y de 2-3 años de edad se presentó 1 resultado positivo a la prueba MAT para leptospirosis, de un total de población de 103 bovinos de tipo explotación lechera de la región de estudio; en cuanto al grupo > a 3 años donde no se detectó ningún resultado positivo a la prueba MAT. Se debe entonces, tener en cuenta que existen diferencias entre los diferentes grupos etarios ya que en el presente estudio la mayor seroprevalencia fue al igual el grupo de 1-2 años, pero no se puede asegurar que exista un mayor riesgo en ninguno de los diferentes grupos y los factores de edad en animales no representa una variable importante para el riesgo de infección con leptospirosis, sin embargo, en caso de tener la infección, es importante la edad ya que como se explicó anteriormente la tasa de mortalidad de animales jóvenes puede verse aumentada.

4.3 FACTORES DE ASOCIACIÓN A LEPTOSPIROSIS BOVINA

Se tuvo en cuenta para la determinación de estos factores las siguientes variables:

- **LCI:** Limite de confianza inferior
- **LCS:** Limite de confianza superior
- **P:** Nivel de significancia

P < 0.05: Es un dato asociado “altamente significativo”

- **RP:** Razón de prevalencia (Medida de riesgo)

INTERPRETACIÓN RP:

- **RP>1:** Factor asociado. SI LIMITE DE CONFIANZA INFERIOR >1
- **RP<1:** Factor no asociado. SI LIMITE DE CONFIANZA SUPERIOR <1 o
- **RP=1:** No asociado

RP < 1 = 1: Factor asociado, es decir, existe asociación matemática, pero no está asociado a un factor de riesgo. No presenta riesgo de contraer Leptospirosis por tener esta condición en el hato.

4.3.1 FACTORES ASOCIADOS A LEPTOSPIROSIS BOVINA

Los factores asociados, obtenidos en este estudio están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 9 . Factores de asociación a leptospirosis bovina.

FACTORES ASOCIADOS A MAYOR PREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS BOVINA				
VARIABLE DE EXPOSICION	RP	LCI	LCS	P
1. INGRESO DE ANIMALES DE OTRAS FINCAS	7.67	1.14	51.47	0.0003000000
2. MASTITIS	6.33	2.12	18.93	0.0000000000
3. PRESENCIA DE ROEDORES	5.68	1.91	16.88	0.0000000000
4. GATO COMO CONTROL DE ROEDORES	5.68	1.91	16.88	0.0000000000
5. TERNEROS DEBILES	3.83	1.31	11.16	0.0000000000
6. PARTOS DISTÓCICOS	3.52	1.4	8.86	0.0000000000
7. VENTA DE ANIMALES DE ENGORDE	2.1	1.16	3.8	0.0010000000
8. COMPRA DE	1.91	1.06	3.43	0.0000000000

REPRODUCTORES				
9. DVB RESULTADO DE LABORATORIO	1.8	1.29	2.5	0.0050000000
10.DVB ENCUESTA	1.69	1.19	2.4	0.0100000000
11.LVB ENCUESTA	1.65	1.23	2.2	0.0000000000
12.LVB RESULTADO DE LABORATORIO	1.61	1.21	2.16	0.0000000000
13.PROPIETARIO CON TITULO	1.38	1.01	1.9	0.0300000000

- 1. Ingreso de animales de otras fincas:** El paso indiscriminado de animales provenientes de otros predios, resulta en la probabilidad de que estos animales se encuentren infectados con *Leptospira* spp. y sirvan como medio para transportar el agente infeccioso logrando así su diseminación. Cuando no se cuenta con sistemas de barrera como cercos perimetrales se favorece el acceso de animales entre predios, generando riesgos para los hatos bovinos sanos; los sistemas de barrera son importantes ya que no solo delimitan o aíslan las zonas de un predio a otro si no que al mismo tiempo ayudan a prevenir el ingreso de enfermedades⁶².
- 2. Mastitis:** Este signo clínico es frecuentemente asociado a leptospirosis, donde ocasiona uno de los problemas relacionados en la producción lechera, también es conocida en el sector ganadero como mastitis fría (menos frecuente que otros síntomas asociados a leptospirosis) donde aparte de la característica principal de la disminución en producción de leche, se presenta una dificultad para realizar el ordeño, la leche puede presentar un color amarillento y puede contener estrías de sangre fresca. En un hato se debe tener en cuenta si se presenta un brote de mastitis, asociado también a un brote de abortos, ya que estaría fuertemente relacionado con leptospirosis⁶³. Se debe tener en cuenta que una de las vías de transmisión de la *Leptospira* spp., es la lactogénica o transmamaria y como bien se ha mencionado a lo largo del estudio, la afinidad

por colágeno tipo IV, induce a que la glándula mamaria se convierta en otro órgano blanco o predilecto.

- 3. Presencia de roedores:** Los roedores son muy importantes en la transmisión de Leptospirosis, el cual es uno de los reservorios naturales para el agente infeccioso y aquellos roedores que estén infectados pueden contaminar el agua, los suelos o alimentos (concentrado); por la eliminación de la bacteria a través de la orina⁵⁸. Este factor asociado puede deberse a fallas en el control de roedores tanto a nivel de predios como a nivel de manejo en salud pública.

- 4. Utilización de gato como control de roedores:** Se pone en evidencia que estos animales han servido como fuente de transmisión, ya que sobre ellos no se ejerce un control, evitando que tenga contacto con secreciones, residuos de órganos o animales infectados (abortos, placentas, fetos) que hagan del gato un medio perfecto para su posterior diseminación. El gato al igual que el humano no libera el agente patógeno por la orina, ya que el pH urinario del gato varía de 5,5 a 7,0 es decir un pH ácido en el cual la bacteria no sobrevive⁶⁴.

- 5. Terneros débiles:** En los bovinos la leptospirosis causa pérdidas económicas debida a abortos, infertilidad, terneros débiles que mueren en los primeros días de vida⁶⁵, donde a causa de la acción de la espiroqueta sobre la placenta, se impide el buen desarrollo del feto, absorción de nutrientes e irrigación de flujo sanguíneo entre otros.

- 6. Partos distócicos:** Es un parto lento, traumático o laborioso debido a causa fetal donde se disminuye la inercia uterina impidiendo el desprendimiento normal de la placenta y causando retención placentaria⁵⁹, es una manifestación importante encontrada en casos que cursan con leptospirosis, como también

en otras enfermedades reproductivas como Brucelosis o en Diarrea Viral Bovina.

- 7. Venta de animales de engorde:** Son aquellos animales de crianza desde la etapa de ternero a la venta para operaciones de terminación, son aquellos terneros destetados a los cuales se les plantea un determinado peso para luego ser enviados a corrales de engorde donde suben de peso antes de ser sacrificados ⁶⁷, se presume que el ingreso de los vehículos en los cuales se llevan a los animales para su venta, podría servir como foco de ingreso de la bacteria al predio implicado, ya que no es posible para el propietario asegurar que el sitio de donde proviene el vehículo esté libre de Leptospirosis.
- 8. Compra de reproductores:** Se ha podido poner en evidencia que los animales para reproducción que ingresan a los predios sin diagnóstico de laboratorio, podrían ser la fuente de infección. Se debe tener en cuenta un examen sanitario de los reproductores (toro), donde se evidencie que no presenta enfermedades reproductivas como la leptospirosis bovina⁶⁸.

9,10. Diarrea Viral Bovina (DVB) resultado de laboratorio y DVB encuesta: Es una enfermedad infecciosa responsable de severos cuadros entéricos con tipos de presentaciones; la primera o enfermedad de las mucosas y la diarrea viral. El virus ocasiona lesiones agudas, inflamatorias y necróticas en mucosas del aparato digestivo, causando además de los trastornos entéricos trastornos reproductivos⁵⁹. Este agente infeccioso produce inmunodepresión, si el animal posee DVB puede tener mayor riesgo de presentar leptospirosis debido a la inmunosupresión causada por el agente. El virus de Diarrea Viral Bovina también genera problemas reproductivos como abortos, hace parte del complejo reproductivo infeccioso bovino.

11, 12. Leucosis Viral Bovina (LVB) resultado de laboratorio y LVB encuesta:

Causante de linfosarcomas en el ganado bovino, este virus ocasiona inmunosupresión debido a que produce una infección permanente en los linfocitos. Lo que al igual que la DVB, estaría asociado con tener mayor riesgo de presentar leptospirosis debido a la inmunosupresión que ocasiona el virus⁶⁹.

13. Propietario con título: Este factor se asocia con la falta de compromiso individual de cada propietario quien es como tal quien regula, vigila y coordina las acciones encaminadas a que su predio se encuentre en condiciones óptimas

4.3.2 FACTORES ASOCIADOS A MENOR PREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS BOVINA

Los factores asociados a menor prevalencia de leptospirosis en bovinos, están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 10 Factores asociados a menor prevalencia de leptospirosis bovina.

FACTORES ASOCIADOS A MENOR PREVALENCIA DE LEPTOSPIROSIS BOVINA				
VARIABLE DE EXPOSICIÓN	RP	LCI	LCS	P
1. ALMACENA CONCENTRADO	0,12	0,03	0,49	0
2. REALIZAR DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO	0.66	0.47	0.92	0.006
3. ENTERRAR PLACENTAS Y FETOS	0.14	0.04	0.44	0
4. ESTABLO	0.62	0.4	0.96	0.02

1. Almacena concentrado: Los alimentos que estén almacenados en bodegas destinadas exclusivamente para este fin, deben permanecer cerradas para impedir el ingreso de roedores; lo cual representa un factor protector para evitar uno de los reservorios naturales de leptospirosis y a su posterior diseminación en el hato⁶².

- 2. Realizar diagnóstico de laboratorio:** Es necesario llevar a cabo exámenes de rutina para determinar la salud sanitaria de los animales del hato, para determinar enfermedades endémicas con el fin de disminuir pérdidas económicas en el sector de la economía y contribuir a la seguridad alimentaria del municipio y a nivel nacional⁷⁰. El hecho de que en un hato bovino del municipio de Tauramena se lleven a cabo procedimientos para el diagnóstico de enfermedades antes de que se presente en si la enfermedad garantiza que los animales y las condiciones del hato son las óptimas y se lleva un control sanitario.

- 3. Enterrar placentas y fetos:** En los hatos donde se evidencia que se lleva a cabo este proceso se presume que existe menos riesgo de transmisión de leptospirosis bovina, ya que los animales muertos (fetos), placentas entre otros pueden ser una fuente de infección, al estar en contacto con mucosas por contacto directo o al estar en contacto con fuentes hídricas que sirven de abastecimiento para los bovinos.

- 4. Establo:** En aquellos predios donde se tienen establos, se debe tener en cuenta la higiene de la instalación para evitar la proliferación de enfermedades.

4.3.3 REGRESIÓN LOGÍSTICA

Al realizar la regresión logística en el programa Epi Info, se encontraron los siguientes factores de asociación que explican la presentación de la enfermedad en la población estudiada:

1. Presencia de roedores (PRESROED)
2. Mastitis (MASTITIS)
3. Uso de gato como control de roedores (GATO)
4. Terneros débiles (TERND)

Unconditional Logistic Regression

Term	Odds Ratio	95%	C.I.	Coefficient	S. E.	Z-Statistic	P-Value
GATO (Yes/No)	<u>8.7599</u>	<u>2.4914</u>	<u>30.8003</u>	2.1702	0.6415	3.3829	<u>0.0007</u>
TERND (Yes/No)	2.1853	0.5430	8.7945	0.7817	0.7104	1.1004	0.2711
CONSTANT	*	*	*	-0.0972	0.1525	-0.6377	0.5237

Unconditional Logistic Regression

Term	Odds Ratio	95%	C.I.	Coefficient	S. E.	Z-Statistic	P-Value
PRESROED (Yes/No)	<u>5.4377</u>	<u>1.4677</u>	<u>20.1470</u>	1.6934	0.6682	2.5341	<u>0.0113</u>
MASTITIS (Yes/No)	<u>4.8875</u>	<u>1.3084</u>	<u>18.2568</u>	1.5867	0.6724	2.3598	<u>0.0183</u>
CONSTANT	*	*	*	-0.1532	0.1544	-0.9918	0.3213

Figura 12 REGRESIÓN LOGÍSTICA

En el estudio realizado en Pereira sobre factores de riesgo asociados a leptospirosis en hatos bovinos de Pereira durante el año 2002-2005, llevado a cabo por Andrés Zuluaga⁵⁸, para la determinación de factores de riesgo arrojaron los siguientes resultados, se encuentran la presencia de roedores; cercanía de zonas de basura; zonas de clima húmedo y presencia de humedales en potreros; mal manejo de procesos de desinfección en el predio y la presencia en la finca junto al ganado de otras especies animales como aquellos factores más asociados, lo cual al compararse con nuestro estudio y después de haber aplicado la regresión logística correspondiente para eliminar aquellas variables que actúan como factores de confusión. Se comparó que el único factor asociado entre nuestro estudio y el de Zuluaga fue el de la presencia de roedores, el cual puede estar asociado con viviendas en malas condiciones ambientales como la presencia de desechos y basuras como se evidencia en el estudio del Comité de Infecciones Emergentes de la Sociedad Chilena de Infectología; sobre la prevalencia y presencia de factores de riesgo de leptospirosis en una población de riesgo de la Región Metropolitana⁷¹; donde la población estaba ligada a cercanía con

actividades agrícolas generando un tipo de exposición a las mismas fuentes infectantes de los hatos presentes en la zona rural.

Al analizar los resultados estadísticos para los factores asociados destacados en este estudio y al ser comparados con el de otros estudios se puede considerar que la presencia de roedores en los predios y en los hatos es un foco principal para diseminar y propagar la enfermedad, no solo porque el roedor es uno de los reservorios naturales de *Leptospira* spp., sino que además de contaminar los animales del hato, puede contaminar a los propietarios, personas a cargo de los diferentes predios analizados o a la comunidad en general aledaña dentro del municipio de Tauramena; en forma de reservorios accidentales, que de igual manera al estar en contacto con el agente patógeno, sufrirían la patogenia de la leptospirosis.

En cuanto a los factores asociados hallados y a pesar de haber evaluado un gran número de variables encontradas dentro de la encuesta epidemiológica que se llevó a cabo en cada uno de los 225 predios, se debe resaltar que si se lleva un adecuado análisis y un tamizaje estadístico con diferentes programas de análisis estadístico como lo es Epi Info; se puede presumir y encontrar aquellas variables o factores asociados y aquellos que son de tipo protector a la leptospirosis bovina que en este estudio fue específicamente asociados al municipio de Tauramena, Casanare durante el año 2015.

Se puede analizar que los factores asociados a leptospirosis bovina como: control de roedores, utilización de gato como control de roedores, terneros débiles y mastitis, que se presentan con mayor frecuencia en los diferentes predios del municipio de Tauramena brindan información objetiva que permite a las autoridades sanitarias y gubernamentales tomar decisiones adecuadas para disminuir los reportes de casos de prevalencia donde se presenta esta zoonosis, a través de programas de intervención específicos sobre dichos factores asociados. Los factores asociados indican si dentro de la población bovina se tiene la

condición o mayor predisposición a contraer leptospirosis, por lo cual es indispensable llevar a cabo un control y prevención adecuado para animales de producción, donde se puede evidenciar las causas probables de esos factores descritos en este trabajo. Estos datos serán de utilidad para priorizar establecimiento de medidas de manejo, control y prevención. Permitiendo de este modo realizar un monitoreo constante que facilite el reporte de casos nuevos, su clasificación y que disminuya tanto el número de casos letales como el número de secuelas en los bovinos.

5. CONCLUSIONES

- La caracterización para el municipio de Tauramena, Casanare, Colombia para el año 2015 arrojó una muestra de 3288 bovinos, de los cuales se extrajo muestra de sangre en tapa roja, para la obtención de suero, correspondientes a 2968 hembras y 320 machos en edades comprendidas < 1 año hasta >3 años, de 225 predios del municipio de Tauramena
- La seroprevalencia de leptospirosis para el ganado bovino en el municipio Tauramena, Casanare, Colombia durante el año 2015 según base de datos del Laboratorio Clínico y Veterinario Zoolab S.A.S es del 9.3% para el total de 3288 animales muestreados y para el total de 225 predios analizados fue del 57%.
- Los factores asociados a leptospirosis bovina en el municipio Tauramena, Casanare, Colombia para el año 2015; fueron:
 1. Presencia de roedores (PRESROED)
 2. Mastitis (MASTITIS)
 3. Uso de gato como control de roedores (GATO)
 4. Terneros débiles (TERND)
- Dentro de la caracterización de los 225 predios muestreados para el municipio de Tauramena, se evidencia que el 100% y el 94,2% de los bovinos del estudio tenían previamente vacunación frente a Fiebre Aftosa y Brucelosis por *Brucella abortus* respectivamente, las cuales corresponden a enfermedades de control oficial en Colombia según el ICA. Sin embargo, se evidencia un menor porcentaje de vacunación para otros tipos de enfermedades reproductivas como IBR, Leptospirosis y DVB con un 4,4%;

lo que sugiere la aparición de estas enfermedades dentro de los hatos al no tener un cubrimiento total, ya que afectan considerablemente los tipos de producción, generando futuras pérdidas para el sector ganadero dentro del municipio.

- En el 94% de los predios muestreados del municipio de Tauramena, la vacunación es efectuada por un técnico que pertenece al personal del ICA o Fedegan, quien no solo realiza acompañamiento a los propietarios, mayordomos, administradores y/o persona encargada de los predios, que a su vez debe tener el conocimiento adecuado para la administración correcta de la vacuna.
- Se evidenció que a pesar de que el técnico garantice la calidad de la vacuna, manejando la cadena de frío, en ninguno de los 225 predios muestreados se utilizó aguja individual, lo que aumenta el riesgo de contaminación entre los bovinos favoreciendo la trasmisión de microorganismos patógenos como *Leptospira* spp., en casos de animales que estén infectados, creando un tipo de propagación por contacto directo con membranas, piel o mucosas.
- En la caracterización de los predios analizados de acuerdo a su infraestructura se evidencia que el 94% cuenta con estructuras como manga, cercas perimetrales y puertas, en menor porcentaje con brete y establo; se logra establecer que en cuanto a los sistemas de barrera utilizados en los predios muestreados del municipio de Tauramena, estos permiten mantener el hato delimitado y separado, pero no garantiza el ingreso de otros animales de la misma u otra especie que disemine cualquier tipo de enfermedad. Así mismo, se debe considerar que para el manejo individual de los bovinos; existen otros sistemas que ofrecen mayor

protección tanto para el animal como para la persona a cargo que se deberían tener en cuenta dentro de los predios.

- El abastecimiento de agua dentro de los predios analizados en el municipio, cuentan en un 69% con agua proveniente del acueducto municipal la cual no recibe tratamiento, en menor porcentaje se utilizan fuentes naturales como ríos y abrevaderos. Es necesario conocer la fuente de suministro de agua para cada uno de los hatos y predios muestreados dentro del estudio, debido la capacidad que presenta *Leptospira* spp., para mantenerse en aguas estancadas o de flujo constante, en condiciones de pH neutro o ligeramente alcalino, con temperaturas optimas de 22 a 30°C y con ausencia de exposición directa a luz solar, por lo tanto, si los predios cuentan con ríos cercanos, lagos, pozos profundos entre otras fuentes hídricas, se debe verificar primero que estén libres de contaminación con orina o secreciones de animales que estén infectados, ya que se favorece la trasmisión directa y posterior diseminación de la bacteria dentro y fuera de los predios.
- El flujo de animales fue otra variable a caracterizar dentro de los predios analizados del municipio, se evidencia que en el 92% se permite el ingreso de otros animales como los domésticos (caninos y felinos), los cuales no solo pueden estar infectados con leptospirosis sino que favorecen la diseminación de la enfermedad por medio del traslado de residuos de aborto (placenta o fetos) de bovinos infectados dentro del hato. Se evidencia en menor proporción el flujo de animales de otras fincas vecinas en un 7%, representando un posible factor de diseminación de la enfermedad en caso de provenir de un hato que esté infectado.
- Uno de los factores importantes a tener en cuenta dentro del presente estudio es la presencia de roedores en los predios analizados, donde

además se tiene como control de roedores a un felino, lo cual concuerda significativamente con el punto anterior. Uno de los principales causales de la presencia de roedores dentro de los predios es el almacenamiento del concentrado, donde se evidencia en los predios de Tauramena que quienes usan concentrado como fuente nutricional, realizan dicho procedimiento en bodegas donde las condiciones higiénicas y sanitarias del producto no son óptimas, ya que no se resguardan en recipientes herméticos o en canecas plásticas, lo que favorece la presencia de roedores que son transmisores y principales reservorios de serovares de *Leptospira* patógenas.

- En cuanto al manejo reproductivo que se lleva a cabo en el municipio de Tauramena en los predios analizados, se evidencia que la monta natural es la que más se efectúa, con un porcentaje del 94%, seguido de la inseminación artificial con un 20%. La importancia radica en garantizar que los animales no estén infectados o diagnosticados con enfermedades reproductivas como es el caso de la leptospirosis bovina, ya que se aumenta el riesgo de transmisión venérea, debido a residuos de orina en los genitales.
- Respecto a la caracterización de abortos en los predios muestreados, el trimestre del año en el cual se presentó mayor número de abortos fué el tercer trimestre que comprende los meses de julio, agosto y septiembre. Lo que sugiere que tras la temporada de lluvias en Colombia para los meses abril, mayo y junio, se incrementó el número de infecciones causadas por *Leptospira* spp., teniendo en cuenta que la supervivencia de este microorganismo fuera del huésped depende de las condiciones medioambientales, pH y temperatura del agua y del suelo. En cuanto al trimestre en el cual se presenta la caracterización de abortos en bovinos, se evidenció mayor porcentaje en el segundo trimestre de gestación, lo cual concuerda con la patogenia de *Leptospira* spp., debido a que puede

manifestarse clínicamente a partir del 4° mes. Siendo más prevalente en vacas que en novillas según los datos analizados en la encuesta epidemiológica llevada a cabo en Tauramena. Otro factor importante fue la caracterización en los abortos, donde las deformidades se presentaron como la característica clínica más sobresaliente; es importante realizar una descripción de dichas deformidades del feto abortado puesto que es presuntivo para el diagnóstico y diferenciación de enfermedades reproductivas como la leptospirosis bovina.

- La caracterización correspondiente al manejo de los residuos de abortos en los predios muestreados de Tauramena, indican que la acción más utilizada es la de enterrar fetos y placentas y en menor porcentaje se evidenció que no se realiza ningún manejo de los residuos; la importancia radica en tener claro conocimiento del manejo de estos desechos biológicos ya que son una fuente de diseminación para leptospirosis dentro de los hatos y para la comunidad en general.
- Al determinarse la seroprevalencia de leptospirosis bovina en los 3288 animales muestreados en Tauramena, se obtuvo mayor prevalencia para el serovar *Leptospira canicola* con un 2.4%, este resultado sugiere la presencia de caninos en los predios analizados los cuales actúan como transmisores de este serovar. Con un porcentaje similar se halló la presencia de *Leptospira grippotyphosa* con un 2.3%, en el caso del serovar *hardjo prajitno* el porcentaje fue de 1,7% las cuales están asociadas con mayor frecuencia a la leptospirosis bovina.
- En cuanto a la seroprevalencia de leptospirosis bovina para las 29 veredas analizadas, se tuvo en cuenta el número de animales presentes en cada una y el número de animales positivos para la prueba MAT, donde se atribuyó el 100% para aquellas veredas donde la totalidad de sus bovinos

eran seropositivos; esto se puede atribuir a la presencia de fuentes hídricas que interconectan las veredas a lo largo y ancho del municipio por medio del río Chitamena Bajo que comunica las veredas Chitamena Bajo, El Palmar, Guiriche y Monserrate. Por otro lado, el río Cusiana conecta a la vereda Visinaca con Cebañas. En cuanto a caños; es el caño El Palmar quien une las veredas de La Lucha y Guamaco; finalmente el río Meta y el caño Darragrande atraviesa la vereda de Carupana. Esta asociación entre fuentes hídricas y presencia de leptospirosis bovina indica que uno de los principales mecanismos de diseminación de la enfermedad se relaciona con el abastecimiento de agua del municipio.

6. RECOMENDACIONES

- Se llevará a cabo una gestión para programar la socialización de la información obtenida de los análisis de seroprevalencia de leptospirosis para el ganado bovino en el municipio Tauramena, Casanare durante el año 2015, con las autoridades locales y departamentales del municipio.
- La subestimación de la Leptospirosis como enfermedad zoonótica y su errada clasificación como enfermedad reemergente fomenta de manera indirecta el manejo inadecuado tanto en el proceso de prevención, diagnóstico y tratamiento.
- La carencia de información brindada a los pequeños ganaderos por parte de las entidades reguladoras sobre la importancia de conocer y estimar la prevalencia de leptospirosis en el ganado bovino, pone en evidencia la desventaja que conlleva no solo en pérdidas económicas en cuanto a disminución de producción ganadera y en los distintos tipos de explotación; sino también por la afectación, que esta enfermedad produce de manera directa sobre el estado de salud del animal.
- La deficiencia de recursos básicos como por ejemplo el acueducto, induce a que en este caso puntual, los propietarios se vean obligados a utilizar fuentes de agua naturales; que inmediatamente ponen en riesgo a la población bovina y a su vez facilita los mecanismos de entrada y de transmisión de la espiroqueta en el ser humano, el cual recibe usualmente

tratamiento sintomático sin diagnóstico certero, ya que a nivel nacional solamente el Instituto Nacional de Salud (INS) es quien realiza las pruebas para confirmar los pacientes humanos de los cuales se tiene sospecha de leptospirosis, sin embargo la demora en el traslado de los pacientes desde las áreas rurales hasta la capital Colombiana delimita el diagnóstico del evento e interrumpe su tratamiento requerido.

- Es necesario concientizar a los productores de esta región para que inmunicen a los animales de manera preventiva y no cuando las enfermedades ya están presentes, por medio del aprovechamiento de las jornadas de vacunación que realizan la Federación Colombiana de Ganaderos, Fedegán, y el Fondo Nacional del Ganado, FNG, la cual se lleva a cabo semestralmente el programa “Ciclo de Vacunación” por medio del cual blinda al sector de enfermedades como la fiebre aftosa, la brucelosis bovina y la rabia silvestre.
- Se recomienda que el personal técnico por parte del ICA o Fedegan, evite el uso de agujas compartidas para los mismos animales de un hato cuando se llevan a cabo los programas de vacunación en el municipio de Tauramena, ya que por tratar de ahorrar tiempo, se puede llevar a cabo una contaminación de patógenos como la *Leptospira* spp entre los bovinos.
- Se recomienda aislar los animales después de la vacunación para evitar transmisión por residuos vacunales presentes o sobrantes de la piel de los bovinos, para ello se debe implementar el uso de sistemas de barrera en aquellos predios donde no se utilizan, como lo son las cercas perimetrales que permiten delimitar el predio y mantiene un control de ingreso de salida de animales del mismo predio y el ingreso de animales de otros predios vecinos.

- Se recomienda a los propietarios de los diferentes predios que tengan en cuenta la normatividad oficial generada por entidades de control tales como el ICA, sobre las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de ganado. Dentro de las directrices establecidas, se recomienda tener todos los predios inscritos ante el ICA, el propietario debe informar al ICA acerca de todos los ingresos y salida de los animales del hato en un plazo no mayor a 30 días, ya que representa un factor de riesgo asociado el hecho del ingreso de otros animales que no tengan control o alguna prueba de exámenes de laboratorio previos para determinar estado de salud del animal.
- Se recomienda a los propietarios de los predios que revisen si sus instalaciones y áreas de los predios cumplan con la normativa exigida por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Tauramena, donde cada predio debe estar alejado de aquellas fuentes que son contaminantes (basureros y rellenos sanitarios) y estar delimitados por cercas perimetrales que estén en buen estado.
- Se recomienda que los predios (fincas o granjas) cuenten con corrales o potreros de aislamiento para aquellos bovinos del hato que requieren tratamiento veterinario y manejo especial.
- Se debe tener buenas prácticas de almacenamiento para suplementos nutricionales, donde el alimento no esté en el suelo. Debe ser almacenado en canecas o herramientas que permitan aislarlo del medio ambiente (suelo y agua) ya que puede representar un riesgo al encontrarse presencia de roedores que actúan como reservorio natural de *Leptospira* spp. a su vez si se tiene la presencia de estos roedores, utilizar métodos adecuados para el

control de los mismos y no utilizar un gato ya que representa también una probabilidad de trasmisión del agente infeccioso.

- Si se permite monta natural se, se sugiere garantizar que el reproductor esté libre de *Leptospira* spp. y evitar un tipo de trasmisión venérea o sexual teniendo en cuenta la calidad del semen y exámenes de laboratorio que certifiquen que no existen enfermedades reproductivas ocasionada por el agente infeccioso.
- Se sugiere a los propietarios llevar a cabo exámenes rutinarios para evaluar la sanidad de los animales donde se incluyan la realización de pruebas diagnósticas para evidenciar enfermedades que en su mayoría afectan a la reproducción como lo es la leptospirosis bovina.
- Se recomienda seguir reforzando en el municipio de Tauramena las medidas en cuando a eliminación y manejo de residuos de aborto (placentas y fetos) utilizando siempre medidas de bioseguridad al momento de la manipulación de los cadáveres, disponer de un área aislada y exclusiva para el manejo de cadáveres y desechos orgánicos; la cual debe estar aislada de zonas hídricas para evitar contagio de leptospirosis dentro de los hatos y a la comunidad en general.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Musso D, La Scola B. Laboratory diagnosis of leptospirosis: A challenge. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* [Internet]. 2013 [citado 11 Mar 2017]; 46: 245-252. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S1684118213000352/1-s2.0-S1684118213000352-main.pdf?_tid=89d93200-620a-4650-b7c0-bf6c73a5063e&acdnat=1520832160_3e22b2d5d83444ff12b76391cc1306b4
2. Hernández P, Díaz C, Dalmau E, Quintero G. A comparison between polymerase chain reaction (PCR) and traditional techniques for the diagnosis of leptospirosis in bovines. *Journal of Microbiological Methods* [Internet]. 2011 [citado 11 Mar 2017]; 84: 1-7. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167701210003635>
3. Carreño Buitrago LA. Prevalencia de Leptospirosis en Colombia; Revisión Sistemática de Literatura [Tesis]. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina; 2014.
4. Informe de Gestión Vigencia 2014. Fondo Nacional del Ganado. SIT FEDEGAN FNG – Proyecto Local de Tauramena [Internet]. Disponible en: http://static.fedegan.org.co/Ley_1712/01_Informes_de_Gestion_y_Plan_Estrategico/Informe_de_Gestion_Consolidado_2014.pdf
5. Manual Terrestre de la OIE. Capítulo 2.1.12 2014: Leptospirosis. Documento en línea. Disponible en:

http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.01.12_Leptospirosis.pdf

6. Asociación de Médicos de Sanidad Exterior. A.M.S.E. Información Epidemiológica. [Internet]. 2012 [actualizado 26 Oct 2016; citado 14 Mar 2017]. Disponible en: <https://www.amse.es/informacion-epidemiologica/167-leptospirosis-epidemiologia-y-situacion-mundial>
7. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS) [Internet]. 2017 [citado 14 Mar 2017]. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=7821%3A2012-informacion-general-leptospirosis&catid=4784%3Aleptospirosis-contents&Itemid=0&lang=es
8. Annual Epidemiological Report. European Centre for Disease Prevention and Control [Internet]. 2014 [actualizado 10 Oct 2015; citado 14 Mar 2017]. Disponible en: <https://ecdc.europa.eu/en/publications-data/leptospirosis-annual-epidemiological-report-2016-2014-data>
9. Alonso C, García F, Ortega L. Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina (Revisión) Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim [Internet]. 2001 [citado 15 Mar 2017]; 16(2) 205-225. Disponible en: <http://www.inia.es/iaspa/2001/vol16-2/alons.PDF>
10. Leptospirosis bovina. Serovar *L. hardjo bovis*. Infección crónica. Virbac Colombia [Internet]. 2015 [citado 14 Mar 2017]. Disponible en: <https://co.virbac.com/Leptospirosis-Bovina>
11. Ospina MC, Hernandez P. Utilidad de las herramientas moleculares para la identificación de *Leptospira* spp. en muestras humanas, animales y ambientales. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2015 [citado 21 Mar 2017]; 67(3). Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revcubmedtro/cmt-2015/cmt153k.pdf>
12. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. El ICA y la gobernación del Casanare firmaron convenio para fortalecer la sanidad agropecuaria del departamento. [Internet]. 2017 [actualizado 15 Feb 2017; citado 04 May

2017]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/El-ICA-y-la-gobernacion-del-Casanare-firmaron-conv.aspx>

13. Ospina M, Martínez E, Pacheco O, Quijada H. Protocolo de vigilancia y salud pública. Leptospirosis. Equipo Zoonosis Subdirección de Prevención Vigilancia y Control en Salud Pública Instituto Nacional de Salud (INS) [Internet]. 2016 [citado 22 Abr 2017]. Disponible en: <http://www.clinicamedihelp.com/documentos/protocolos/PRO%20Leptospirosis.pdf>
14. Bello S. GUIA PARA LA VIGILANCIA POR LABORATORIO DE LEPTOSPIRA DIRECCIÓN DE REDES EN SALUD PÚBLICA. GRUPO DE MICROBIOLOGÍA. [Internet]. 2014 [Citado 03 Jul 2017] Disponible en: <http://simposiovirologia.ins.gov.co/tramites-y-servicios/examenes-de-inter%20C3%A9s-en-salud-publica/Microbiologa/GUIA%20PARA%20LA%20VIGILANCIA%20POR%20LABORATORIO%20DE%20LEPTOSPIRA.pdf>
15. Dictionary of the English Language: Fourth Edition American. Heritage [Internet]. Bartleby. 2007 [actualizado 14 Ago 2014; citado 24 Abril 2017]. Disponible en: <https://ahdictionary.com>
16. Moreno Flogia O, Trujillo Salinas C, Cicero AM, Torres Romero JC. Diagnóstico y monitoreo de leptospirosis en Latinoamérica. Revista de Investigación Agraria y Ambiental [Internet]. 2015 [Citado 04 May 2017]; 6 (2): 85-96. Disponible en: <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1407/1731>
17. Chavarria Joya L, Lara Gutiérrez D, Méndez Hurtado W. Moscoso Gama J. Leptospira: revisión del agente causal de una enfermedad zoonótica. Revista Biociencias [Internet]. 2015 [Citado 18 May 2017]; 10 (2): 65-80. Disponible en: <http://www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/biociencias/article/view/455>

18. Céspedes M. Leptospirosis: Enfermedad Zoonótica Emergente. Rev. Perú. Med. Exp. Salud Pública [Internet]. 2005 [Citado 20 May 2017]; 22 (4)290-307. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1726-46342005000400008
19. Romero C, Falconar A. *Leptospira* spp. y leptospirosis humana. Revista Científica Salud Uninorte [Internet]. 2016 [citado 28 Agos 2017]; 32(1): 123-143. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/sun/v32n1/v32n1a11.pdf>
20. Martínez P, Ortega D, Salinas K. Evolución de la leptospirosis según el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Nacional, Chile 2003-2009. Revista Chilena de Infectología [Internet]. 2012 [Citado 03 abril 2017]; 29 (6): 648-654. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182012000700010
21. Baquero Parra M, Gómez AP, Hernández Rodríguez P. Aspectos moleculares relevantes de las proteínas de patogenicidad de *Leptospira* sp. Revista de Medicina Veterinaria [Internet]. 2010 [Citado 25 junio 2017]; 19 (1): 101-111. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a09.pdf>
22. Villa A, Moreno B, Navarro A, Baselga JM, Pueyo R. Utilidad clínica del examen general de la orina en la interpretación de las enfermedades del sistema renal y urinario de los animales. [Internet]. 2014 [Citado 16 julio 2017]; Disponible en: [www.exopol.com
http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/7226/articulos-otros-temas-archivo/examen-fisico-quimico.html](http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/7226/articulos-otros-temas-archivo/examen-fisico-quimico.html)
23. II. Ríos M, Argibay P. Parámetros normales para muestras seriadas de ratas Wistar. [Internet]. 2009 [Citado 16 julio 2017]; Disponible en: https://www.hospitalitaliano.org.ar/personas/conf_contenido/con_articulos_descripcion.php?idpersona=5634&id_trabajo=6878&titulo=Par%20E1metros%20normales%20para%20muestras%20seriadas%20de%20ratas%20Wistar

24. JJ. Dugdale DC. Examen del pH de la orina. University of Maryland Medical Center [Internet]. 2013 [Citado 16 julio 2017]; Disponible en: <http://www.umm.edu/health/medical/spanishency/articles/ph-de-la-orina>
25. Sánchez JS. Leptospira en bovinos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. División Regional de Ciencia Animal. [Monografía]. 2012 [Citado 22 julio 2017]; Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3317/JOSE%20SANTIAGO%20SANCHEZ.pdf?sequence=1>
26. Leptospirosis. The Center Food Security & Public Health. College of Veterinary Medicine Iowa State University [Internet]. 2005. Disponible en: <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/leptospirosis-es.pdf>
27. García. Leptospirosis; un problema de salud pública. Revista Latinoamericana de Patología Clínica [Internet]. 2013. [citado 28 Agos 2017]; 60: 57-70. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2013/pt131g.pdf>
28. Aguinaca Recuenco A, Minaya León P, Falconí Rosadio E. Leptospirosis. Oficina General de Epidemiología. Instituto Nacional de Salud. Lima [Internet]. 2000. [citado 28 Agos 2017]. Disponible en: http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/salud_publica/mod_tec/2.pdf
29. Ficha técnica. Leptospirosis. Caso clínico. Ministerio de Agricultura. Chile. Disponible en: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/f_tecnica_leptospirosis.pdf
30. Ángeles Chino E. Leptospirosis en bovinos, *Leptospira hardjo*. [Monografía]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 2007.
31. Hernández Castillo M. Leptospira en ganado bovino. [Monografía]. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División Regional de Ciencia Animal. 2014.
32. Cedola M. Estudio de mecanismos de la inmunidad innata en la patogénesis de la Leptospirosis [TESIS]. Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Departamento de Ciencias Biológicas; 2014.

33. Fernandez C, Manzur J, Lasovki J, Kosacoff M. Enfermedades infecciosas. Leptospirosis .Diagnóstico de Leptospirosis. Guía para el equipo de salud. Ministerio de Salud. Presidencia de la Nación Argentina [Internet]. 2014. [citado 28 Agos 2017]. Disponible en: <http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000489cnt-guia-medica-leptospirosis.pdf>
34. Zoonosis más frecuentes en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria FONAIAP 2000. Aguirre, L. Instituto de Investigaciones Veterinaria. Maracay, Venezuela. pp. 9-23. <http://zoonosis-mas-frecuentes.blogspot.com.co/2014/08/leptospirosis.html>
35. Marquez J. Leptospirosis. Zoonosis [Internet]. Disponible en: <http://zoonosis-mas-frecuentes.blogspot.com.co/2014/08/leptospirosis.html>
36. Hiraldo Zabala F. Leptospirosis. Diagnóstico diferencial dengue. Taller actualización manejo dengue. [Internet]. 2013. [citado 28 Agos 2017]. Disponible en: http://www1.paho.org/dor/images/stories/archivos/dengue_colera_2013/07_Leptospirosis_DD_dengue_Dr_Fausta_Sabala.pdf
37. González A, Borrero R, Ruiz J, Batista N, Fernández Y, Valdés Y, Gonzáles M. Medio EMJH modificado para el cultivo de *Leptospira interrogans* serogrupo *Ballum*. Revista Argentina de Microbiología [Internet]. 2006 [citado 25 Ene 2018]; 38: 61-68. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/ram/v38n2/v38n2a03.pdf>
38. Fletcher Leptospira Medium Base. Technical Data. HIMEDIA. [Internet]. 2011 [citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://himedialabs.com/td/m239.pdf>
39. Perez E, Obregón A, Rodríguez I, Alfonso M. Actualización en el diagnóstico de la leptospirosis humana. Rev Cub Med Mil [Internet]. 2015 [citado 25 Ene 2018]; 44 (4). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572015000400006

40. Zuluaga G, Pérez J, Bedoya J, Sánchez R, Valenzuela R. et al. Proyectos Piloto de Excelencia Sanitaria. Ganadería Bovina de Doble Propósito. Colombia: Editorial Proyectos Piloto VECOL S.A; 2017.
41. Naranjo MM. Evaluación microbiológica e inmunológica de cepas autóctonas de *Leptospira interrogans* serogrupo Ballum como candidato vacunal contra la leptospirosis [Tesis]. Ciudad de La Habana: Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas “Victoria de iron”; 2010.
42. Manual Técnico. BOVISAN TOTAL Se. Laboratorios Santa Elena. Virbac.
43. Cattle Master 4+L5. ZOETIS. [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://www.zoetis.co.cr/products/bovinos/cattlemaster-4+l5.aspx>
44. Leptavoid-H. MSD Salud Animal. . [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: http://www.msd-saludanimal.mx/productos/leptavoid_h_/020_informaci_n_del_producto.aspx
45. Blindaga. VECOL. [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: http://www.plmlatina.com.co/dev/src/productos/3466_114.htm
46. Alcaldía Tauramena Casanare. [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://www.tauramena-casanare.gov.co/Paginas/default.aspx>
47. Alcaldía Tauramena Casanare. Economía [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://tauramena-casanare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Economia.aspx>
48. Boletín Epidemiológico Semanal de Casanare 2015. Secretaria de Salud. [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <https://www.casanare.gov.co/index.php?idcategoria=49999>
49. Zeballos H. Mangas, corrales e instalaciones complementarias para vacunos. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Departamento de Producción Animal. [Internet]. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://isft194.edu.ar/wp-content/uploads/2013/06/Instalac.Rurales.-mangascorralesetc..pdf>

50. Cuevas I. Estrategia y resultados de la farmacovigilancia de vacunas desde el Instituto Finlay. *Vaccimonitor* [Internet]; 2010. 19(2) [citado 28 enero 2018]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-028X2010000200006
51. Konrad JL, Campero LM, Gaston S. et al. Detection of antibodies against to *Brucella abortus*, *Leptospira* spp. and Apicomplexa. *Revista Tropical Animal Health And Production* [Internet]; 2013. 45(8) 1751-1756. [citado 28 enero 2018]. Disponible en: <http://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/8901>
52. Contexto ganadero [Internet]. Colombia: Contexto ganadero; 2017 [actualizado 24 Feb 2017; citado 24 jun 2017]. Disponible en: <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/todo-lo-que-debe-saber-sobre-el-bano-de-los-bovinos>
53. Salgado M, Otto B, Sandoval E, Reinhardt G, Boqvist S. Un estudio observacional transversal para estimar los factores de riesgo del nivel de manada para *Leptospira* spp. serovariedades en pequeñas explotaciones de ganado lechero en el sur de Chile. *BMC Vet Res* [Internet]; 10. 2014. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24906684>
54. Motta Giraldo J, Clavijo Hoyos J, Garcia I, Abeledo M. Prevalencia de anticuerpos a *Brucella abortus*, *Leptospira* sp. y *Neospora caninum* en hatos bovinos y bubalinos en el Departamento de Caquetá, Colombia. *Rev. Salud Anim* [Internet]; 2014. 36(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2014000200002
55. Carbón sintomático. Enfermedades Bacterianas. [Internet] 2010. Disponible en: <http://33750506.blogspot.com.co/2010/11/carbon-sintomatico.html>
56. Ochoa J, Sánchez A, Ruiz I. Epidemiología de la leptospirosis en una zona andina de producción pecuaria. *Rev. Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health* [Internet]; 2000. 7(5). Disponible en: <https://scielosp.org/pdf/rpsp/2000.v7n5/325-331/es>

- 57.** Garcés A, Berrio L, Ruiz S, Guillermo J, Builes A. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. Revista LaSallista de Investigación [Internet] 1(1). Disponible en: <http://www.lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/066-71%20Ensilaje%20como%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20ganado.pdf>
- 58.** Zuluaga León A. FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A LEPTOSPIROSIS EN HATOS BOVINOS DE PEREIRA, 2002-2005. Rev. Investig. Andina [Internet]. 2009 [citado 28 Ene 2018]; 11(19). Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-814620090
- 59.** Prevalencia de leptospira bovina en Colombia es del 74%, según Virbac. Contexto Ganadero. [Internet] Disponible en: <http://www.contextoganadero.com/regiones/prevalencia-de-leptospira-bovina-en-colombia-es-del-74-segun-virbac> 00200009
- 60.** Benavides K, Marcillo A. Seroprevalencia de Leptospira spp, en hembras bovinos de fincas lecheras en el municipio de Pasto, Colombia. Clínica Veterinaria. Universidad de Nariño, Pasto [Internet]; 2016. 4. [citado 28 enero 2018]. Disponible en: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/revip/article/view/2427>
- 61.** Cachata Rivas S. Prevalencia de la leptospirosis bovina en dos distritos de la provincia de Puno-Puno [Tesis] 2006.
- 62.** Manual de Buenas Prácticas en Explotaciones Ganaderas de Carne Bovina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario, PRONAGRO, Secretaría de Agricultura y Ganadería. [Internet]. 2009. [Citado 25 Ene 2018]. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0753e/B0753e.pdf>
- 63.** Leptospiriosis un problema para la ganadería. Unión Ganadera Regional de Jalisco [Internet]. [Citado 25 Feb 2018]. Disponible en: http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=61

64. Koenig E. pH normal de la orina de los gatos. [Internet]. 2017. [Citado 25 Feb 2018]. Disponible en: https://muyfitness.com/ph-normal-de-la-orina-de-los-gatos_13149557/
65. Draghi M, Brijhuela B, Benitez D. et al. Brote de leptospirosis en terneros en recría en la provincia de Corrientes, Argentina. *Rev. Argent. Microbiol.* [Internet]. 2011 [citado 28 Ene 2018]; 43(1). Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412011000100009
66. Rocha C, Córdova A. Causas de retención placentaria en el ganado bovino. *Ecodesarrollo de la Producción Animal.* [Internet]. 2008 [citado 29 Ene 2018]; Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/3604/articulos-rumiantes-archivo/causas-de-retencion-placentaria-en-el-ganado-bovino.html>
67. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial. Bovino y sus derivados. [Internet]. 2009 [citado 28 Ene 2018].
68. Calderón A, Cadena M. Cartillas del bloque modular: “Reproducción de bovinos”. [Internet] [citado 28 Ene 2018]. Disponible en: http://biblioteca.sena.edu.co/exlibris/aleph/u21_1/alephe/www_f_spa/icon/47648/html/car3.pdf
69. Quiroz Martínez M. Leucosis Viral Bovina. [Internet] [citado 28 Ene 2018]. Disponible en: http://www.ammveb.net/clinica/leucosis_viral_bovina.pdf
70. Mogollón J, Rincón M. et al. INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL USUARIO DE LOS SERVICIOS OFICIALES DE DIAGNÓSTICO VETERINARIO EN COLOMBIA. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). [Internet]. 2003 [citado 28 Ene 2018]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/a6ed5564-2686-4ce2-b3d1-60b1be5c5ca6/Publicacion-1.aspx>
71. Perret C, Abarca K, Dabanch J. et al. Prevalencia y presencia de factores de riesgo de leptospirosis en una población de riesgo de la Región Metropolitana. *Rev Méd Chile* [Internet]; 2005. 133: 426-431. [Citado 29

enero 2018]. Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872005000400005

8. ANEXOS

1. Encuesta Epidemiológica
2. Bases de datos (Predios, Animales)