



**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE**

---

**TANTOYUCA**

---

**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**“SEROPREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A BOVINOS  
CON ANTICUERPOS ANTI-*Leptospira* sp. EN TANTOYUCA, VERACRUZ”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO  
EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL**

**PRESENTA**

**FRANCISCO MONTERO GÓMEZ**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. CLAUDIO VITE CRISTÓBAL**

## DECLARATORIA

El trabajo de investigación contenido en esta tesis fue efectuado por El MVZ Francisco Montero Gómez con el número de control M183S0005, como estudiante de la Maestría en Producción Pecuaria Tropical del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca en el periodo agosto 2018 y julio 2020, bajo la dirección del Dr. Claudio Vite Cristóbal.

Las investigaciones reportadas en esta tesis no han sido utilizadas anteriormente para obtener otros grados académicos, no serán utilizadas para tales fines en el futuro.

Candidato: MVZ Francisco Montero Gómez \_\_\_\_\_

Director de Tesis: Dr. Claudio Vite Cristóbal \_\_\_\_\_

## DEDICATORIA

A mi madre Irma, a ella está dedicada este trabajo, por ser la mejor mamá del mundo.

A mis hermanos Griselda y Daniel porque, aunque de manera indirecta han influido en hacerme mejor persona y profesionista.

A la Universidad Veracruzana por confiar en mí y permitirme realizar las pruebas serológicas.

## AGRADECIMIENTO

Al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa), por haberme aceptado como alumno en la Maestría de Producción Pecuaria Tropical.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por la beca otorgada para realizar mi trabajo de investigación.

A mi directora externa de tesis Dra. Anabel Cruz Romero, por brindarme su tiempo y siempre con amabilidad aclarar mis dudas.

A Rodrigo y José Luis Ochoa porque a pesar de mi inexperiencia, me explicaron de la mejor manera posible como se debe trabajar en el laboratorio.

A Mayreli, por ser mi acompañante en mis días de estudio.

Al Doctor Claudio, por ayudarme siempre con excelente actitud y motivarme a concluir mi trabajo.

A Héctor, Luis, Dania, Nizael, Milton, Luciano y a los demás alumnos de la carrera de agronomía que nunca me dejaron solo y sin esperar nada a cambio siempre me apoyaron en las salidas a campo.

A los productores ganaderos por darme la confianza de realizar el trabajo en sus unidades de producción

## DATOS BIBLIOGRÁFICOS

Francisco Montero Gómez nació el 20 de octubre de 1991 en Poza Rica, Veracruz. Se graduó como Médico Veterinario Zootecnista en la Universidad Veracruzana, Campus Poza Rica-Tuxpan, generación 2010-2015. Se graduó a través del examen CENEVAL. En agosto del año 2018 entró a estudiar la Maestría en Producción Pecuaria Tropical en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, con el trabajo de investigación **“SEROPREVALENCIA Y FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A BOVINOS CON ANTICUERPOS ANTI-*Leptospira* sp. EN TANTOYUCA, VERACRUZ”**

## GLOSARIO

**Aborto:** El **aborto** (del latín *abortus*) es la interrupción y finalización prematura del embarazo de forma natural o voluntaria, hecha antes que el feto pueda sobrevivir fuera del útero. Un aborto que ocurre espontáneamente también se conoce como aborto espontáneo. Cuando se toman medidas deliberadas para interrumpir un embarazo, se llama aborto inducido. Se diferencia del parto prematuro o pretérmino, pues en este último sobrevive el feto.

**Agalactia:** Disminución o falta de secreción de leche después del parto.

**Anticuerpos:** son proteínas que forman parte del sistema inmune y circulan por la sangre. Cuando reconocen sustancias extrañas para el organismo, como los virus y las bacterias o sus toxinas, las neutralizan.

**Factores de riesgo:** Según la epidemiología un factor de riesgo es toda circunstancia o situación que aumenta las probabilidades de una persona de contraer una enfermedad o cualquier otro problema de salud.

**Hematuria:** Se denomina a la presencia de sangre en la orina.

**Hemoglobinuria:** Es la presencia de hemoglobina libre en la orina como consecuencia de hemólisis intravascular.

**Ictericia:** Es la coloración amarillenta de la piel y las mucosas debido al aumento de la concentración de la bilirrubina en la sangre.

**Inmunidad:** Estado de resistencia natural o adquirida que poseen algunos organismos frente a una determinada enfermedad o al ataque de un agente infeccioso o tóxico.

**Mastitis:** Es un término que se refiere a la inflamación de la glándula mamaria de primates y la ubre en otros mamíferos.

**Meningitis:** La meningitis es la inflamación del tejido delgado que rodea el cerebro y la médula espinal, llamada meninge.

**Periodo de incubación:** Tiempo transcurrido entre el momento de una infección por un agente patógeno (causante de enfermedades) y el comienzo de los síntomas de esa enfermedad.

**Profilaxis:** Conjunto de medidas que se toman para proteger o preservar de las enfermedades.

**Seropositividad:** En general, se llama seropositivo a la persona o animal que presenta en la sangre anticuerpos específicos contra un determinado agente infeccioso.

**Seroprevalencia:** Es la manifestación general de una enfermedad o una afección dentro de una población definida en un momento dado, medida con análisis de sangre (pruebas serológicas).

**Zoonosis:** Son enfermedades infecciosas transmisibles naturalmente desde animales vertebrados al ser humano.

## RESUMEN

El estudio epidemiológico transversal de tipo observacional determinó la seroprevalencia de anticuerpos anti-*Leptospira* en bovinos pertenecientes a Tantoyuca, Veracruz. En 21 unidades de producción (UP) se colectaron 726 muestras sanguíneas de bovinos que fueron analizadas mediante la técnica de aglutinación microscópica para detección de anticuerpos anti-*Leptospira*; los antígenos utilizados *L. interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus Veracruz, México (V.M), *L. santarosai* Tarassovi, *L. borgpetersenii* Sejroe, *L. interrogans* Hardjo y *L. santarosai* Mini. Los títulos  $\geq 1:100$  para uno o varios de los serotipos fueron considerados seropositivos. La seroprevalencia general de leptospirosis en Tantoyuca fue 41.1%; en cuanto a la seroprevalencia por UP fue 100.0% en 21 UP procesadas, puesto que todas tuvieron al menos un animal seropositivo, mientras, la UP Alta Rosa 2 fue la que presentó la mayor seroprevalencia (70.0%). Los serovares identificados con mayor seroprevalencia en este estudio fueron *L. interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus V.M. (25.4%) y *L. borgpetersenii* Sejroe (8.9%). Los factores de riesgo resultantes en el análisis multivariado fueron pertenecer a las unidades de producción con carga animal mayor a 1 (Razón de Momios-RM 2.0; Intervalo de Confianza-IC95%1.3-2.9,  $P<0.01$ ), así como haber inmunizado vs leptospirosis (RM 2.1; IC95%1.0-4.3,  $P<0.05$ ), los cuales representan mayor probabilidad de adquirir anticuerpos anti-*Leptospira* sp. También resultaron como posibles factores de riesgo la condición corporal, el peso y el sexo de los bovinos ( $P<0.05$ ).

**Palabras clave:** microaglutinación, inmunidad, zoonosis.

## ABSTRACT

The cross-sectional observational epidemiological study determined the seroprevalence of anti-*Leptospira* antibodies in cattle belonging to Tantoyuca, Veracruz. In 21 production units (PU) 726 bovine blood samples were collected that were analyzed using the microscopic agglutination technique for the detection of anti-*Leptospira* antibodies; the antigens used were *L. interrogans Hardjo-bosprimigeniustaurus Veracruz, México (V.M)*, *L. santarosai Tarassovi*, *L. borgpetersenii Sejroe*, *L. interrogans Hardjo* and *L. santarosai Mini*. Titers  $\geq 1: 100$  for one or more of the serotypes were considered seropositive. The general seroprevalence of leptospirosis in Tantoyuca was 41.1%, while the seroprevalence by PU was 100.00% in 21 PU processed, since all had at least one seropositive animal, while the PU Alta Rosa 2 was the one that presented the highest seroprevalence (70.0%). The serovars identified with the highest seroprevalence in this study were *L. interrogans Hardjo-bosprimigeniustaurusV.M.* (25.4%) and *L. borgpetersenii Sejroe* (8.9%). The risk factors resulting in the multivariate analysis were to belong to the production units with a stocking rate higher than 1 (Odds Ratio-OR 2.0; Confidence Interval-95% CI 1.3-2.9,  $P < 0.01$ ), as well as having immunized vs. Leptospirosis (OR 2.1; 95% CI 1.0-4.3,  $P < 0.05$ ), which represent a greater probability of acquiring anti-*Leptospira* sp. Body condition, weight and sex of the bovines were also found as possible risk factors ( $P < 0.05$ ).

Key words: microagglutination, immunity, zoonosis.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1 General .....	3
2.2 Específicos .....	3
<b>3. HIPÓTESIS .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
5.1 Etimología y morfología .....	5
5.2 Taxonomía.....	6
5.3 Clasificación serológica .....	6
5.4 Clasificación por genomaespecies .....	7
5.5 Epidemiología .....	7
5.6 Factores de riesgo.....	9
5.7 Período de incubación .....	9
5.8 Inmunidad.....	10
5.9 Hospederos de mantenimiento, hospederos accidentales y reservorios.....	11
5.10 Diagnóstico serológico.....	11
5.11 Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT) .....	11
5.12 Diagnóstico diferencial.....	13
5.13 Tratamiento .....	14
<b>6. MARCO DE REFERENCIA .....</b>	<b>14</b>
6.1 Situación mundial de la leptospirosis.....	14
6.2 Situación nacional de la leptospirosis.....	15
6.3 Epidemiología estatal de leptospirosis.....	16
6.4 Situación municipal y regional de leptospirosis .....	17
<b>7. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
7.1 Área de estudio.....	18

7.2 Población de estudio.....	18
7.3 Muestreo.....	19
7.4 Diseño del estudio.....	19
7.5 Recolección de la información.....	20
7.6 Métodos de laboratorio.....	20
7.7 Análisis estadístico.....	21
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
8.1 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de Tantoyuca, Veracruz.....	22
8.2 Seroprevalencia de serovariedades de <i>Leptospira</i> sp. ....	23
8.3 Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con la convivencia con ratones en las unidades de producción.....	24
8.4 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con el sexo.....	25
8.5 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con bovinos nacidos en la unidad de producción.....	25
8.6 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con la convivencia con perros y gatos.....	26
8.7 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con razas puras y cruza.....	27
8.8 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la edad.....	27
8.9 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con su peso corporal.....	28
8.10 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el manejo en ambientes inundados.....	29
8.11 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el nivel de hacinamiento.....	29
8.12 Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos de Tantoyuca, Veracruz.....	30
<b>9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>10. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>33</b>

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Nombre de unidades de producción donde se realizó el muestreo. ....	19
TABLA 2. Serovariedades de <i>Leptospira</i> sp. utilizadas para la prueba de aglutinación microscópica (MAT).....	21
TABLA 3. Seroprevalencias de leptospirosis por unidad de producción en Tantoyuca, Veracruz, México. ....	22
<b>TABLA 4.</b> Seroprevalencia contra serovariedades de <i>Leptospira</i> sp. en Tantoyuca, Veracruz. 23	
TABLA 5. Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con la presencia de ratones en los comederos. ....	24
TABLA 6. Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con el sexo. ....	25
TABLA 7. Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con bovinos nacidos en la unidad de producción.....	25
TABLA 8. Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la convivencia con perros y gatos en la unidad de producción.....	26
<b>TABLA 9.</b> Seroprevalencias en bovinos de acuerdo con razas puras y cruzas <i>B. taurus</i> x <i>B. indicus</i> .....	27
TABLA 10. Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la edad.....	28
<b>TABLA 11.</b> Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el peso corporal.....	28
<b>TABLA 12.</b> Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el manejo en ambientes inundados. ....	29
TABLA 13. Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la carga animal.....	29
TABLA 14. Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos por medio del análisis bivariado en Tantoyuca, Veracruz. ....	30
<b>TABLA 15.</b> Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos por medio del modelo de regresión logística en Tantoyuca, Veracruz. ....	31

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Reacción de la prueba de microaglutinación microscópica (MAT).....	13
FIGURA 2. Localización de Tantoyuca, Veracruz. Fuente: INEGI, 2018.....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

La leptospirosis, también llamada enfermedad de Weil, enfermedad de los porqueros, fiebre de los arrozales, fiebre de los cañaverales y otros nombres locales; enfermedad de Stuttgart en perros (Acha & Szyfres, 2001). Es una zoonosis de distribución mundial, producida por microorganismos del género *Leptospira* que afecta a animales silvestres, domésticos, así como al hombre (Betancur, Orrego, & González, 2013). La infección provoca una enfermedad de curso agudo, subagudo o permanecer clínicamente inaparente (Acha & Szyfres, 2001). En el ganado bovino puede cursar con diferentes cuadros clínicos, que pueden ir desde un cuadro agudo/hiperagudo con fiebre, hematuria, hemoglobinuria, meningitis e incluso mortalidad a un cuadro crónico cuya única sintomatología aparente es el fallo reproductivo (Escamilla, Martínez, Medina, & Morales, 2007). El diagnóstico de la enfermedad no es sencillo, a pesar de que en la actualidad existe un amplio número de técnicas de laboratorio disponibles (Alonso, García, & Ortega, 2001).

Para realizar el diagnóstico aún sigue siendo la prueba estándar la técnica de microaglutinación microscópica (MAT), que tiene una sensibilidad del 98.2% y una especificidad del 96.4% (Bajani, Ashford, & Bragg, 2003). Esta se utiliza en lo general como una prueba de rebaño para identificar anticuerpos contra *Leptospira* (OIE, 2004). El control de la leptospirosis merece una atención especial, siendo necesaria la utilización de medidas complementarias entre sí, como el tratamiento con antibióticos,

la vacunación y laprofilaxis higiénico-sanitaria, para evitar las pérdidas económicas derivadas de la introducción de esta enfermedad en una explotación(OIE, 2004).

La leptospirosis en animales es ubicua, el punto central de la epidemiología de la leptospirosis es el portador renal, que excreta leptospiras al medio ambiente(Adler, 2014).

En teoría cualquier especie de *Leptospira* puede infectar a cualquier especie animal, pero afortunadamente solo un pequeño número de serovares es endémico en una región en particular, así como cada serovar tiende a mantenerse a ciertos hospederos de mantenimiento específico(Hathaway & Little, 1981)

Existen diversas serovariedades que pueden infectar al ganado bovino, las más frecuentes son Hardjo-bovis, Pomona, Grippotyphosa; aunque también pueden ser infectados por Icterohaemorrhagiae, Bratislava, Hebdomadis, Kremastos, Tarassovi, Autumnalis, Australis, Sejroe, Canicola y Bataviae(Faine, 2000). En Veracruz las serovariedades más prevalentes son Hardjo, Lailai, Canicola, Tarassovi y Pyrogenes (Cruz, 2013). Aunque se han aislado de bovinos por lo menos 13 serovares en América(Acha & Szyfres, 2001).

La leptospirosis es considerada la epizootia más difundida en el mundo, tiene tanto importancia económica como sanitaria. La repercusión económica más importante en la explotación es el fallo reproductivo, secuela crónica de la enfermedad en reproductoras, que causa mortinatos, abortos o nacimientos de animales débiles y disminución de la fertilidad (Hernandez & Gómez, 2011). Resulta difícil estimar las pérdidas por este concepto en gran parte por las dificultades inherentes al diagnóstico de la enfermedad (Sosa-Solis, Pech-Sosa, Pérez-Osorio, & Cardenas-Marrufo, 2018).

También puede ser considerada importante la pérdida económica asociada al "síndrome de caída de leche" o agalactia (Fernandez, Reyes, & De La peña-Moctezuma, 1993); a estas pérdidas, habría que añadir las originadas por desecho temprano y por aumento en la tasa de eliminación de animales por causas reproductivas. Por esta razón, es importante determinar la seroprevalencia de anticuerpos anti-*Leptospira* sp. y reconocer los factores de riesgo asociados a esta enfermedad, lo cual fue motivo de este estudio.

## 2.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 General

Determinar la seroprevalencia e identificar los factores de riesgo asociados a bovinos con anticuerpos anti-*Leptospira* sp. durante el otoño en Tantoyuca, Veracruz.

### 2.2 Específicos

Determinar la seroprevalencia de anticuerpos anti-*Leptospira* sp. de bovinos de Tantoyuca, Veracruz.

Determinar la frecuencia de las serovariedades de *Leptospira* sp. presentes en bovinos de Tantoyuca.

Identificar los factores de riesgo asociados a bovinos con anticuerpos anti-*Leptospira* sp. en Tantoyuca, Veracruz.

### 3. HIPÓTESIS

Existe presencia de anticuerpos anti-*Leptospira* en bovinos de Tantoyuca, Veracruz, así como la presencia de perros y gatos dentro de las unidades de producción y la de ratones en los comederos son considerados factores de riesgo.

### 4. ANTECEDENTES

La historia moderna de la leptospirosis comenzó en 1886, cuando Adolf Weil describió un tipo particular de ictericia acompañada de esplenomegalia, disfunción renal, conjuntivitis y erupciones cutáneas, posteriormente fue nombrada enfermedad de Weil (Zunino & Pizarro, 2007). Aunque, la etiología era desconocida parecía de naturaleza infecciosa y a menudo se asociaba con ocupaciones al aire libre, trabajos de personas en alcantarillas, campos de arroz y mineros de carbón (Adler, 2014). Sin embargo, un síndrome aparentemente idéntico que ocurría en los trabajadores de alcantarillado fue descrito varios años antes (Levett, 2001).

Existía confusión de esta enfermedad con otras como el dengue, la fiebre amarilla, hepatitis, malaria y a otras enfermedades causantes de fiebre aguda que persistían a inicios del siglo XX (Mandell, Bennett, & Dolin, 2000). Fue hasta 1915 cuando los científicos japoneses Inada e Ido fueron los primeros en describir el agente causal de la enfermedad, para el año de 1916 lograron aislar la espiroqueta y la nombraron *spirochaeta Icterhaemorrhagiae* (Pacheco, 2015); un año después fue renombrada como *Leptospira* (Pacheco, 2015). Este mismo equipo japonés encontró la relación con las

ratas de alcantarillas y al estudiarlas encontraron que el 40% de esas ratas eran portadoras de esta espiroqueta (Laguna, 2000).

La leptospirosis fue reconocida como un riesgo laboral en las cosechas de arroz de la antigua China y se le conoce con el nombre japonés Akiyami, con significado fiebre de otoño, el cual persiste aún en medicina moderna (Levett, 2001).

Las primeras investigaciones en América corresponden a Noguchi quien aisló la espiroqueta en Nueva York, Estados Unidos (Everard, 1996); el mismo Noguchi en colaboración con Klieger en 1920 en México, reportaron los primeros casos de leptospirosis en Yucatán, ahí mismo en Yucatán pero cuatro décadas después e incluyendo el valle de México y el D.F. se analizaron 9,875 sueros estudiados entre 1961 a 1995, obteniendo un promedio de 14.4% (Vado, Cardenas, Laviada, Vargas, & Jimenez, 2002).

Otras investigaciones importantes son las realizadas por Gastelum en Mazatlán, quien cultivó leptospiras aisladas de *Rattus norvegicus* provenientes de Veracruz (Peña, 2012).

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Etimología y morfología

El género *Leptospira* proviene del griego leptos (delgado) y del latín spira (espiral), este género es conocido por ser bacterias móviles con forma de espiroqueta, las cuales tienen una longitud de 6-12  $\mu\text{m}$  y un diámetro de 0.1  $\mu\text{m}$  (Levett, 2001). Para observarlas sin teñir, es preciso utilizar microscopía de campo oscuro de contraste de

fase(Quinn, Markey, Carter, & Donnelly, 2002). Poseen un gancho en cada uno de sus extremos, lo cual hacen que tengan forma de S ó C. Son bacterias Gram negativas, las leptospiras son aerobios obligados con un crecimiento óptimo a temperatura de 28 a 30 °C(Levett, 2001).

## 5.2 Taxonomía

El género *Leptospira* pertenece a la división Procariontes, clase Schizomicete, familia Leptospiraceae (Levett, 2001). Históricamente el género *Leptospira* se clasificó en dos especies *L. interrogans* y *L. biflexa*, compuestas por cepas patógenas y no patógenas respectivamente (Acha & Szyfres, 2001; Quinn, Markey, Carter, & Donnelly, 2002; Levett, 2001;Rodriguez-Vivas, 2005).

## 5.3 Clasificación serológica

A pesar de que esta denominación se ha utilizado durante varios años desde su descripción original en 1907 por Stimson (Stimson, 1907), fue admitida oficialmente en 1986, cuando *L. interrogans* fue diferenciada de *L. biflexa*, esta última creció a 13°C. En presencia de 225 mg/mL de 8-azoguanina, siendo *L. interrogans* negativa a dichas pruebas (Sandow & Ramirez, 2005; Levett, 2001). Dentro de cada especie se diferencian las serovariedades según su reacción serológica(Adler & De la Peña, 2010). Por razones prácticas los serovares relacionados antigénicamente se clasifican bajo el mismo serogrupo (Sandow & Ramirez, 2005).

## 5.4 Clasificación por genomaespecies

Las especies de *Leptospira* ahora se encuentran definidas de acuerdo con su grado de relación genética, determinado por la reasociación del ADN (Brenner, Kaufman, & Sulzer, 1999). En 2005, se habían definido 21 genomaespecies, 29 serogrupos y 279 serovares (Biswas, Roy, & Vijachari, 2005). Para el año 2007, en la reunión del subcomité de taxonomía de *Leptospiraceae* en Quito, Ecuador se decidió dar el estatus de genomaespecies a una familia que comprende 13 especies patógenas de *Leptospira* (Adler & De la Peña, 2010).

Años después, en 2011, se habían contemplado 20 genomaespecies, con nueve genomaespecies patógenas, que son: *L. borgpetersenii*, *L. fainei*, *L. interroganssensestricto*, *L. kirschneri*, *L. meyeri*, *L. noguchii*, *L. santarosai* y *L. weilli*(VKE, 2001). Actualmente se conocen 64 especies de *Leptospira* y se plantea la clasificación en base a dos clados principales, saprófitas (S) que contiene especies aisladas de entornos naturales y no son responsables de infección y patógenas (P) que contiene especies responsables de infecciones en humanos y/o animales, más especies ambientales cuyo estado de virulencia aún no se ha probado, además de cuatro subclados S1,S2 y P1,P2, respectivamente (Vincent *et al.*, 2019).

## 5.5 Epidemiología

El punto central en la epidemiología de la leptospirosis es el portador renal que excreta leptospirosis en el medio ambiente(Adler, 2014). En cualquier región, una especie animal



será infectada por serovares mantenidos por esa especie o por serovares mantenidos por otras especies animales presentes en el área (Adler, 2014).

El papel de los animales silvestres o domésticos es esencial para el mantenimiento de las leptospiras patógenas en la naturaleza. Los reservorios de *Leptospira* lo constituyen los bovinos, porcinos, equinos y roedores silvestres, mientras que en las zonas urbanas lo constituyen los roedores y los perros (Perret *et al.*, 2005).

La enfermedad se ha encontrado en casi todas las regiones, con excepción de las zonas polares y en prácticamente todas las especies animales examinadas por investigadores experimentados (Adler, 2014).

La leptospirosis está considerada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) y la Sociedad Internacional de Leptospirosis (ILS), como la zoonosis de mayor difusión en el mundo, se considera que ocurren cada año entre 300mil y 500mil nuevos casos en el mundo, con un rango de mortalidad que se encuentra entre un 5 y 20% de los casos. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) considera a la leptospirosis como un problema emergente de salud pública que en los últimos años se ha constituido en un grave problema de salud (Román, Chávez, & Luna, 2014). La incidencia de la leptospirosis probablemente se subestima enormemente, debido a la capacidad de diagnóstico limitada en las regiones donde la carga de la enfermedad es mayor (WHO, 1999).

La transmisión de la infección de los animales al hombre se produce directa o indirectamente (Acha & Szyfres, 2001). La leptospirosis es considerada como una

zooantropozoonosis de acuerdo con su reservorio y como una saproozoonosis por su mecanismo de transmisión (Gutierrez, 2000).

## 5.6 Factores de riesgo

En 2005 se plantea que la epidemiología de las enfermedades infecciosas tiene como base el comprender los factores de riesgo o los efectos de causalidad (Thurusfield, 2005). La leptospirosis, anteriormente se asoció con ocupaciones al aire libre, trabajos de personas en alcantarillas, campos de arroz y mineros de carbón(Adler, 2014). Actualmente es considerada como una enfermedad primariamente ocupacional, asociada con actividades como la ganadería y la medicina veterinaria (Bhartiet *al.*, 2003). Es también preciso señalar que la incidencia de *Leptospira* se encuentra con mayor distribución en poblaciones rurales con climas tropicales, subtropicales y en áreas inundables (Donaires, Céspedes, Sihuincha, & Pachas, 2012). Los brotes pueden seguir a periodos de exceso de lluvia(Sasaki, Pang, & Minette, 1993). En países desarrollados muchos de los casos están asociados a catástrofes medioambientales como inundaciones (Haake, Dundoo, & Cader, 2002). En el estado de Veracruz los partos de perras y gatas en los comederos son un factor de riesgo en la ganadería bovina(Cruz, 2013). Esta enfermedad es considerada endémica en países con climas tropicales húmedos y subhúmedos (Villanueva *et al.*, 2010).

## 5.7 Período de incubación

El periodo de incubación varía entre 2 y 20 días, siendo el habitual de siete días (Zunino & Pizarro, 2007). Puede presentarse de curso agudo, subagudo o permanecer clínicamente inaparente (Acha & Szyfres, 2001).

## 5.8 Inmunidad

La inmunoglobulina M (IgM) opsoniza a las leptospiras de tal forma que los fagocitos las atrapen en órganos del sistema mononuclear fagocitario presentes en hígado, bazo, pulmones y nódulos linfáticos, pues son capaces de persistir en algunos sitios que escapan del sistema inmune después de que anticuerpos y fagocitos las han eliminado (Faine, 2000).

Durante toda la fase de leptospiruria, los niveles de IgM pueden no ser identificados en sangre, en cambio, se puede identificar las inmunoglobulinas G (IgG) en orina, alrededor de las seis semanas después de la infección. Además, los animales suelen presentar una respuesta inmune local, lo que provoca la aparición de inmunoglobulina A (IgA) en la orina, hacia las 12 semanas de la infección. Esta presencia de IgA y la aparición de IgG en la orina, parece tener un efecto negativo sobre la viabilidad de las leptospiras en ésta, tal y como se ha demostrado (Leonard, Quinn, & Ellis, 1993). En la mayoría de los casos, en el momento del aborto los niveles de anticuerpos son bajos, esto redundaría en una dificultad a la hora de realizar el diagnóstico de los abortos por leptospirosis (Sandow & Ramirez, 2005).

La inmunidad es predominantemente serovar-específica, y es necesario conocer el serovar o serovares que actúan en un foco para inmunizar en forma correcta los animales (Acha & Szyfres, 2001), de tal manera que la inmunidad es en gran parte humoral, por lo tanto, protege contra el serotipo homólogo o antigénicamente similar solamente (Levett, 2001).

## 5.9 Hospederos de mantenimiento, accidentales y reservorios

Las leptospiras colonizan los túbulos renales en varios animales domésticos como perros, vacas, cerdos y caballos; y reservorios de animales salvajes como roedores, zarigüeyas y mapaches, estas se excretan a través de la orina y se transmiten a los humanos por contacto directo o a través de tierra, agua y piensos contaminados (Faine, 2000).

## 5.10 Diagnóstico serológico

La mayoría de los casos de leptospirosis se diagnostican por serología, los anticuerpos son detectables en la sangre aproximadamente de 5 a 7 días después del inicio de los síntomas(Levett, 2001); muchas otras metodologías han sido aplicadas desde que se inició el diagnóstico serológico, pero el definitivo en la investigación serológica en la leptospirosis es el MAT (Levett, 2001). Desafortunadamente, los títulos de anticuerpos puede que descendan hasta niveles indetectables mientras los animales permanecen infectados crónicamente, de esta manera para superar este problema, se necesitan métodos sensibles que detecten el organismo en la orina o en el tracto genital de portadores crónicos (OIE, 2004).

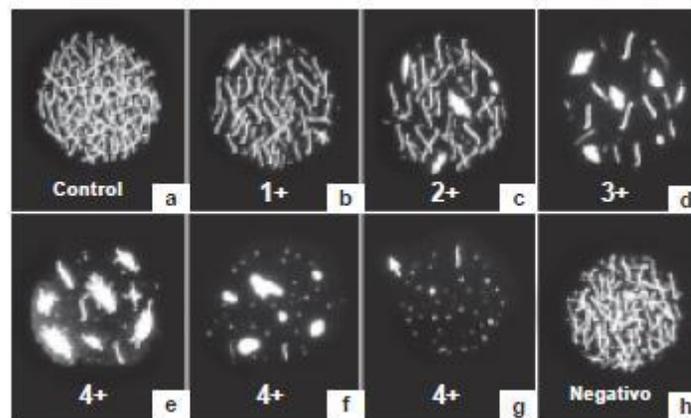
## 5.11 Prueba de Aglutinación Microscópica (MAT)

El método de referencia para el diagnóstico serológico de la leptospirosis es la prueba de aglutinación microscópica (MAT), en la que los sueros de los pacientes se hacen reaccionar con suspensiones de antígeno vivo de serovares leptospirales (Levett,

2001). Esta técnica se utiliza en lo general como una prueba de rebaño para identificar anticuerpos contra las leptospiras y es la prueba de elección para el diagnóstico indicada por la OIE; sin embargo, para la obtención de información útil, se deben examinar al menos el 10% del rebaño, y documentar el historial de vacunación de los animales. Como prueba en un animal aislado, la MAT es muy útil para el diagnóstico de la infección aguda, pues un aumento de cuatro veces en los títulos de anticuerpos en las muestras de pares de sueros agudos o convalecientes tiene valor diagnóstico. Los animales infectados pueden abortar o ser portadores renales/genitales al mostrar títulos de MAT por debajo del título mínimo significativo, que en términos generales se acepta que es de 1:100 (dilución final). Los serovares seleccionados deben cultivarse en el medio de Tween 80 adicionado con albúmina sérica bovina (Tween 80 BSA) o en un medio comercial adecuado a  $29 \pm 1$  °C y el cultivo debe tener al menos cuatro días, pero no más de ocho (OIE, 2004).

La transmitancia del antígeno debe ser de 60 a 70% al utilizar un espectrofotómetro con un filtro de 400 nm o tener un valor de 0.5 de turbidez en el nefelómetro de Mac Farland. El número de antígenos que se utilizan es determinado y se puede realizar una selección con una dilución del suero de 1:50 (o una dilución de inicio diferente basada en el objetivo de la prueba). A cada pocillo se le añade un volumen de cada antígeno, igual que al volumen del suero diluido, para hacer una dilución final del suero de 1:100 en la prueba de selección. Las placas de microtitulación se incuban a  $29 \pm 1$  °C durante 2-4 horas y se examinan por microscopía de campo oscuro, el grado de reacción se interpreta con la estimación de la proporción de leptospiras que se aglutinan. Si se aglutinan el 100% de las leptospiras, la reacción es 4+; 3+ equivale

alrededor del 75% de aglutinación; 2+ equivale al 50%; y 1+ equivale a menos del 50% como se aprecia en la Figura 1. Si se realiza una prueba de selección, cualquier suero que obtenga al menos una reacción 2+ a una dilución 1:100 se titula a punto final, con el empleo de diluciones al doble del suero al empezar con una dilución de 1:25 hasta 1:800 o más alta. El título de punto final es la inversa de la dilución más alta con una reacción 2+ o mayor(OIE, 2004).



**FIGURA1. Reacción de la prueba de microaglutinación microscópica (MAT).**

a) Lámina control; b) lámina con 25% de aglutinación; c) lámina con 50% de aglutinación; d) lámina con 75% de aglutinación; e) lámina con 100% de aglutinación; f) lámina con 100% de aglutinación y lisis celular; g) lámina con 100% de lisis celular; y h) lámina negativa (Céspedes, 2005).

## 5.12 Diagnóstico diferencial

El diagnóstico diferencial se debe diferenciar con cuadros que cursan con hemoglobinuria, hematuria, hemólisis, aborto, mastitis y disminución de la producción láctea, como anaplasmosis, babesiosis, pasteurelosis, brucelosis, listeriosis, vibriosis,

trichomoniasis, toxoplasmosis, intoxicación por cobre, hemoglobinuria posparto y trastornos alimentarios (Sandow & Ramirez, 2005).

## 5.13 Tratamiento

La penicilina o la doxiciclina son los antibióticos comúnmente utilizados para tratar la leptospirosis. Se ha demostrado que la penicilina acorta la fiebre y período de disfunción renal. Otros antibióticos que pueden ser efectivos incluyen los macrólidos, otros betalactámicos y aminoglucósidos (VKE, 2001).

## 6. MARCO DE REFERENCIA

### 6.1 Situación mundial de la leptospirosis

La etiología de la leptospirosis no fue demostrada hasta 1915 de forma independiente en Japón y Alemania(Adler, 2014). En Japón, Inada e Ido detectaron la presencia de leptospiras, así como de anticuerpos específicos contra ellas, en la sangre de mineros con el síndrome infeccioso. Paralelamente, también fue descrita por dos grupos de médicos alemanes que estudiaban soldados alemanes afectados por la “enfermedad francesa” en las trincheras del noroeste de Francia(Adler, 2014).

En 2013 se realizó un estudio descriptivo para determinar la prevalencia de leptospirosis en bovinos con trastornos reproductivos de zonas rurales de Montería, Colombia. Se colectaron muestras, las cuales fueron analizadas mediante MAT.El 41% de los sueros fue positivo a *Leptospira*. Los serovares prevalentes fueron Grippotyphosa(29.85 %),Hardjoe elcterohaemorrhagiae(20,8 y 16,41 %)(Betancur, Orrego, & González, 2013).

En un estudio epidemiológico de leptospirosis en 2012 realizado en pequeños rumiantes de Río de Janeiro Brasil, obtuvieron 25.9% de serorreacción en cabras y del 47.4% en ovinos, donde además se identificó la serovariedad Hardjo como el más frecuente con 50% entre ambas especies (Martins *et al.*, 2012).

En 2019 se identificaron 30 nuevas genomaespecies en un estudio realizado incluyendo Japón, Malasia, Nueva Caledonia, Argelia, Francia y la isla de Mayotte en el Océano Índico, dando un total de 64 genomaespecies identificadas (Vincent *et al.*, 2019).

## 6.2 Situación nacional de la leptospirosis

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de la SAGARPA, también ha realizado estudios serológicos en los animales domésticos en el periodo comprendido entre 1985 y 1997, en muestras provenientes de 19 entidades (Aguascalientes, Chiapas, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán) donde se estableció como promedio de positividad de 65.8% en caprinos, 61.4% en equinos, 55.6% en ovinos, 43.7% en porcinos, 42.2% en bovinos, 38.7% en caninos; así como una positividad de 90.6% en animales silvestres y 56% en roedores (SSA, 1999).

En el año 2002, se realizó un estudio donde se analizaron los resultados del diagnóstico de 4,043 sueros de bovino, procedentes de distintas regiones de la República Mexicana que fueron remitidos al laboratorio de *Leptospira* de la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco en la Ciudad de México. En este estudio se

emplearon 10 serovariedades de *L. interrogans* de referencia internacional y la cepa h89 (serovariedad Hardjo), aislada de riñón de feto bovino recién abortado procedente de una cuenca lechera del Valle de México, el resultado indicó que existía 31.1% (4,043/1,261) de bovinos positivos a una o más serovariedades de *Leptospira interrogans* (Moles, Cisneros, Gavaldón, Rojas, & Torres, 2002).

### 6.3 Epidemiología estatal de leptospirosis

En el año de 1993 se realizó un estudio para la determinación de anticuerpos contra leptospirosis bovina en la zona centro de Veracruz, en la cual se obtuvieron muestras de 312 bovinos que se sometieron a MAT con antígenos de las serovariedades de *L. interrogans*, las serovariedades encontradas fueron *L. interrogans* Icterohaemorrhagiae 29%, Grippotyphosa 10%, Wolffii 6%, Ballum 20%, Serjoe 17%, Tarassovi 79% y Bataviae 67% (Solana, 1993).

En 2012 un estudio epidemiológico transversal polietápico y estratificado de la Leptospirosis caprina para determinar seroprevalencia, factores de riesgo y distribución espacial de las unidades de producción (UP) de la zona centro de Veracruz (Peña, 2012) obtuvo una seroprevalencia general de 25.5%, por UP 82.7% y por municipio 100%. Las seroprevalencias más altas por serovariedad encontradas fueron 5.6% para *L. interrogans* Icterohaemorrhagiae y 3.5% para *L. interrogans* Hardjo LT.

Para hablar de la presencia de leptospirosis en Veracruz en 2014 se determinó que las cinco especies de *Leptospira* (*L. hardjo*, *L. inifap*, *L. paloalto*, *L. tarassovi* y *L. wolffi*) se encuentran presentes en las UP estudiadas de los tres municipios muestreados en la zona centro de Veracruz. La *Leptospira inifap* (o *Leptospira* h89) que es una

serovariedad Hardjo endémica aislada y reportada en México, fue la más común en el ganado bovino de la región estudiada, seguida de la *Leptospira* sp. Hardjo (Zarate, Rosete, Rios, Barradas, & Olazaran, 2015).

La prevalencia de leptospirosis se ha documentado en Veracruz, esto en 54 municipios, incluyendo las regiones norte, centro y sur del estado. La seroprevalencia general obtenida fue de 3.9%; sin embargo, varió entre municipios de 0 a 44%. Las serovariedades con mayor prevalencia fueron Hardjo, LaiLai, Canicola, Tarassovi y Pyrogenes(Cruz, 2013). Cabe señalar que la mayoría de las unidades de producción contó con casos positivos.

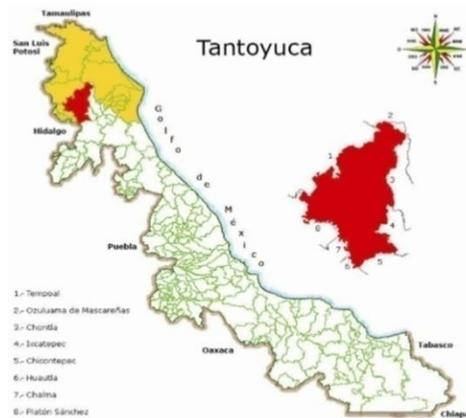
#### **6.4 Situación municipal y regional de leptospirosis**

En Tantoyuca, Veracruz no hay registros previos de seroprevalencias de leptospirosis, sin embargo, en una investigación realizada en 2013 en la zona norte de Veracruz se reporta una seroprevalencia del 5.1% en bovinos de 12 municipios de la región (Cruz, 2013).

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 Área de estudio

El estudio se realizó en Tantoyuca, Veracruz; localizada entre los paralelos 21° 06' y 21° 40' LN; los meridianos 97° 59' y 98° 24' LW; altitud entre 10 y 300 m. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con un rango de temperatura promedio de 22-26°C y precipitación anual de 1,100 a 1,300 mm. El lugar de estudio cuenta con una superficie territorial de 1,303.3 km<sup>2</sup>(INEGI, 2018) y una población de bovinos de 47,719(SIAP, 2017).



**FIGURA 2.** Localización de Tantoyuca, Veracruz. Fuente: INEGI (2018).

### 7.2 Población de estudio

El tamaño de muestra se estimó siguiendo la fórmula para calcularla en poblaciones finitas(Aguilar, 2005):

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q} = \frac{47,719 * (1.96)^2 * (.02) * (.98)}{(.01)^2(47,719 - 1) + (1.96)^2 * (.02) * (.98)} = 741$$

Se utilizó un nivel de confianza del 95% (Z=1.96), una precisión de 1% (d=0.01) y una seroprevalencia esperada de 2.0%(p=0.02 y q=0.98), que es la seroprevalencia de leptospirosis bovina de acuerdo con la convivencia con ratones en las unidades de producción de Veracruz (N=47,719), reportada anteriormente (Cruz, 2013). Con la ecuación anterior se obtuvo un tamaño de muestra (n) de 741 individuos.

### 7.3 Muestreo

La toma de muestras se llevó a cabo en 21 unidades de producción de diferentes estratos, 8 UP pequeños (n=148), 7 UP medianos (n=249) y 6 UP grandes (n=329) en distintos puntos geográficos de Tantoyuca, Veracruz. El estudio fue por un lapso de cuatro meses, del 24 de septiembre al 16 de diciembre de 2019; obteniendo una cantidad total de 726 muestras serológicas.

**TABLA1.**Nombre de unidades de producción donde se realizó el muestreo.

Unidad de producción	Nombre	Cantidad
1	El Azar ***	50
2	Pénjamo ***	49
3	La Unión ***	50
4	Buena Vista ***	50
5	El Bloque 1 *	15
6	El Bloque 2 *	15
7	Manantiales *	10
8	Los Migueles ***	80
9	Guadalupe **	20
10	Gómez **	16
11	Potrero Largo ***	50
12	EL Edén **	50
13	El Sauce *	20
14	El Tanchun **	40
15	Alta Rosa **	30
16	La Morita **	50
17	La Laja **	43
18	Alta Rosa 2 *	30
19	Los Ponce *	4
20	Santa Rosita *	9
21	SEC. T. A. NO. 127 *	45
<b>Total</b>		<b>726</b>

Pequeños \*, medianos \*\*, grandes \*\*\*

### 7.4Diseño del estudio

Se realizó un estudio transversal tipo observacional con el fin de describir la epidemiología de la leptospirosis enmarcada en un sistema de producción. Se estudiaron las características de la población animal y de los operarios de las unidades

y se estimó la contribución de los factores de riesgo más relevantes a la seroprevalencia de la infección.

## 7.5 Recolección de la información

Mediante un formulario se obtuvo información por encuestas directas sobre las características ambientales y del sistema de producción de cada UP estudiada.

## 7.6 Métodos de laboratorio

Se tomaron muestras de 10 mL de sangre por punción en la vena coccígea, utilizando tubos de cristal de alto vacío. Las muestras se transportaron en refrigeración en una hielera con refrigerantes o hielo hasta el laboratorio donde las muestras de sangre se centrifugaron a 3,600g durante 15 minutos y para así el suero introducirlo en tubos de poliestireno de 1.5 mL donde se mantuvieron a una temperatura de -20°C, hasta su procesamiento.

El diagnóstico serológico de las muestras se procesó y analizaron con la Técnica de Aglutinación Microscópica (MAT), esto en el laboratorio de Parasitología en la Unidad de Diagnóstico la Posta Zootécnica “Torreón del Molino” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana. Las cepas investigadas fueron *L. interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus Veracruz, México. *L. santarosai* Tarassovi, *L. borgpetersenii* Sejroe, *L. interrogans* Hardjo y *L. santarosai* Mini (Tabla 2). Se consideraron seropositivos los títulos  $\geq 1:100$  para uno o varios de los serotipos.

**TABLA2.** Serovariedades de *Leptospira* sp. utilizadas para la prueba de aglutinación microscópica (MAT).

Especie	Serogrupo	Serovariedad	Cepa de referencia
<i>L. interrogans</i>	Sejroe	Hardjo	Hardjoprajitno
<i>L. borgpetersenii</i>	Sejroe	Sejroe	M84
<i>L. interrogans</i>	-----	Hardjo	Hardjo-bosprimigeniustaurus
<i>L. santarosai</i>	-----	Tarassovi	Moca 45
<i>L. santarosai</i>	Shermani	Mini	CAL 7

## 7.7 Análisis estadístico

La seroprevalencia se determinó con el uso de la fórmula propuesta por Thrusfield (2005), en donde se dividió el número de animales reactivos entre el número total de animales muestreados, con el uso del programa MINITAB®, bajo la modalidad de estimar proporciones.

También se calculó la asociación entre variables a través del análisis bivariado y multivariado con el programa MINITAB® (Thrusfield *et al.*, 2001) en el que fue considerada la razón de momios para la interpretación de factores de riesgo.

Como se encontraron más de dos variables de riesgo asociadas, se realizó regresión logística con el programa MINITAB® Versión 18.1, con la finalidad de observar si existió interacción entre más variables (Thrusfield, 2005).

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de Tantoyuca, Veracruz

El tamaño de muestra para este estudio fue 741 bovinos provenientes de 21 UP; sin embargo, solo se analizaron 726 muestras para el diagnóstico de anticuerpos. La seroprevalencia general de anticuerpos anti-*Leptospira* de Tantoyuca fue de 41.1%. En cuanto a la seroprevalencia por UP, fue 100% en 21 UP procesadas, puesto que todas tienen al menos un animal seropositivo. Las unidades de producción consideradas como positivas fueron todos aquellos con al menos un animal positivo y la UP Alta Rosa 2 fue la que presentó la mayor seroprevalencia (70.0%; Tabla3).

**TABLA3.** Seroprevalencias de leptospirosis por unidad de producción en Tantoyuca, Veracruz, México.

Unidad de producción	“n”	Positivos	Serorevalencia, %	IC <sub>95%</sub>
Alta Rosa	30	10	33.3	(17.2-52.8)
Alta Rosa 2	30	21	70.0	(50.6-85.2)
Buena Vista	50	29	58.0	(43.2-71.8)
El Azar	50	32	64.0	(49.1-77.0)
El Bloque 1	15	7	46.6	(21.2-73.4)
El Bloque 2	15	3	20.0	(4.3-48.0)
El Edén	50	18	36.0	(22.9-50.8)
El Sauce	20	2	10.0	(1.2-31.6)
El Tanchun	40	8	20.0	(9.0-35.6)
Gómez	16	7	43.7	(19.7-70.1)
Guadalupe	21	5	23.8	(8.2-47.1)
La Laja	43	12	27.9	(15.3-43.6)
La Morita	50	14	28.0	(16.2-42.4)
La Unión	50	29	58.0	(43.2-71.8)
Los Migueles	79	25	31.6	(21.6-43.0)
Los Ponce	4	4	100	(39.7-100)
Manantiales	10	3	30.0	(6.6-65.2)
Pénjamo	49	22	44.8	(30.6-59.7)
Potrero largo	50	26	52.0	(37.4-66.3)
Santa Rosita	9	4	44.4	(13.6-78.7)
Secundaria técnica 127	45	18	40.0	(25.6-55.6)
<b>Total</b>	<b>726</b>	<b>299</b>	<b>41.1</b>	<b>(37.5-44.8)</b>

IC 95%= Intervalo de Confianza al 95% de confiabilidad.

La seroprevalencia general encontrada en esta investigación se asemeja a la reportada para bovinos en Colombia, la cual oscila del 41 al 60%(Carreño, Salas, & Beltran, 2017). Así mismo, pero un poco más baja es la seroprevalencia reportada para bovinos en México de 33.3% (Moles, Cisneros, Gavaldón, Rojas, & Torres, 2002). En Veracruz la seroprevalencia general reportada fue del 3.9% y específicamente para la zona norte es de 5.1% (Cruz, 2013), cabe mencionar que se realizó en una época del año distinta, además que el panel de cepas para realizar la prueba diagnóstica (MAT) fue distinto al de esta investigación en particular.

## 8.2 Seroprevalencia de serovariedades de *Leptospira* sp.

La seroprevalencia de anticuerpos contra serovariedades de *Leptospira* sp. en Tantoyuca, Veracruz, se presenta en la Tabla 4. Se aprecia que los serovares identificados con mayor seroprevalencia en este estudio fueron *L. interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus V.M. (25.4%) y *L. borgpetersenii* Sejroe (8.9%), al respecto es importante mencionar que la cepa de referencia empleada en el diagnóstico del serovar *L. Interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus V.M. se aisló directamente en el laboratorio de Parasitología en la Unidad de Diagnóstico la Posta Zootécnica “Torreón del Molino” de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana (Ramos, 2019).

**TABLA 4.** Seroprevalencia contra serovariedades de *Leptospira* sp. en Tantoyuca, Veracruz.

Serovariedad	n	Seropositivos	Seroprevalencia, %	IC de 95%
<i>L. interrogans</i> Hardjo-bosprimigeniustaurus V.M.	726	185	25.48	(22.3 - 28.8)
<i>L. borgpetersenii</i> Sejroe	726	65	8.95	(6.9 - 11.2)
<i>L. santarosai</i> Tarassovi	726	45	6.19	(4.5 - 8.2)
<i>L. interrogans</i> Hardjo	726	30	4.13	(2.8 - 5.8)
<i>L. santarosai</i> Mini	726	49	6.74	(5.0 - 8.8)

Desde que Noguchi en 1918 informó la presencia de *Leptospira* sp. En América(Everard, 1996)algunos estudios han proporcionado información sobre la infección en humanos y algunos animales domésticos (Acha & Szyfres, 2001). Los bovinos son susceptibles a la infección por cualquiera de los serovares patógenos de *Leptospira*(Hathaway & Little, 1981), pero en Veracruz algunos informes sugieren principalmente la presencia de los serovares Tarassovii, Wolffii y Hardjo(Martinez & Fernandez, 2015).Otras investigaciones demuestran la presencia de serovariedades específicas como Pomona, Bratislava, Tarassovi, Grippotyphosa, Icterohaemorrhagiae, Ballum, Autumnalis, y Muenchen(Cruz, 2013).

### 8.3 Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con la convivencia con ratones en las unidades de producción

La seroprevalencia de acuerdo con la convivencia con ratones en los comederos de bovinos de Tantoyuca resultó de 39.3%(Tabla5) a diferencia de la reportada por Cruz (2013), quién señala una seroprevalencia de 2.0% para bovinos en Veracruz. Diversos géneros y especies de roedores silvestres fueron señalados como reservorios de *Leptospira* sp. (Torrealba & Péfaur-Vega, 2015); por lo que, varias investigaciones lo relacionan con la presencia de la enfermedad por su papel como vector natural (Acha & Szyfres, 2001).

**TABLA 5.** Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con la presencia de ratones en los comederos.

Ratones en comederos	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
Si	435	171	39.31	34.3 – 44.0
No	291	128	43.98	38.1 – 49.8

## 8.4 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con el sexo

La seroprevalencia de acuerdo con el sexo del animal fue de 42.4% para hembras y 17.1% para machos (Tabla6), atribuido a una cantidad baja de machos muestreados más que a una razón fisiológica. Este resultado es relativamente parecido a las seroprevalencias reportadas en Colombia para hembras 34.3% y machos 18.9% (Betancur, Orrego, & González, 2013); a diferencia de esa investigación en Colombia, en la presente investigación se encontró asociación entre la variable sexo con la seropositividad a *Leptospira* sp. (RM 3.5; IC95%: 1.4–8.6,  $P < 0.02$ ) y es considerado el único factor de riesgo como resultado del análisis bivariado (Tabla14).

**TABLA6.** Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con el sexo.

Sexo	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia,%	I.C. 95%
Macho	35	6	17.1	(6.5 – 33.6)
Hembra	691	293	42.4	(38.6 – 46.1)

## 8.5 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con bovinos nacidos en la unidad de producción

Respecto a la seroprevalencia de bovinos nacidos en la unidad de producción resultó ser menor a los bovinos que no nacieron en el rancho (Tabla7), sin embargo, el hecho de que no haya nacido en el rancho no puede considerarse un factor de riesgo (Cuadro 14) (RM 1.2; IC95%:0.81-2.00,  $P = 0.287$ ).

**TABLA7.** Seroprevalencia de leptospirosis de acuerdo con bovinos nacidos en la unidad de producción.

Nacido en el rancho	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
Si	640	259	40.4	(39.7 - 122.8)
No	86	40	46.5	(35.6 – 57.5)

## 8.6 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con la convivencia con perros y gatos

Las seroprevalencias de acuerdo con la presencia de perros y gatos dentro del corral, así como la presencia de restos placentarios de dichos animales domésticos son muy parecidas, obteniendo un 40.4 y 40.7%, respectivamente (Tabla 8). En una investigación realizada en Veracruz se reporta una seroprevalencia del 90.6% para la convivencia con perros, además lo señala como un factor de riesgo, esto en un estudio epidemiológico de leptospirosis caprina (Peña, 2012). Otro estudio en Aguascalientes, México, también señala la convivencia con estos animales domésticos como un factor de riesgo (Chavez, 2019). Además, se señaló que la presencia de perros en las unidades de producción, perros y gatos en comederos, y partos de perras y gatas en comederos como factores de riesgo asociados a leptospirosis en Veracruz (Cruz, 2013).

**TABLA 8.** Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la convivencia con perros y gatos en la unidad de producción.

Variable	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
<b>Presencia de perros y gatos en corral</b>				
Si	539	218	40.4	(36.2 – 44.7)
No	187	81	43.3	(36.1 – 50.7)
<b>Presencia de restos placentarios de perros y gatos dentro del corral</b>				
Si	479	195	40.7	(36.2 – 45.2)
No	247	104	42.1	(35.8 – 48.5)

## 8.7 Seroprevalencias de leptospirosis de acuerdo con razas puras y cruzas

La seroprevalencia para razas puras fue de 41.1% (Tabla9) siendo éstas Suizo, Simmental, Charolais, y en su mayoría, con respecto al ganado híbrido se obtuvo una seroprevalencia de 33.3%, sin especificarse la proporción entre razas, pero es claro que con la intención de tropicalizar dichos bovinos se entiende que fueron distintas proporciones *Bostaurus* x *B. indicus*. Diversas investigaciones contrastan resultados acerca si el ganado *B. indicus* y *B. taurus* se consideran factor de riesgo. En este sentido, Cruz(2013) y Roman-Cardenas & Chavez-Valdivieso(2017) no encontraron diferencias significativas como para ser consideradas factores de riesgo; mientras que Zuluaga (2009), en Perú, determinó el ganado *B. indicus* como un factor de riesgo.

**TABLA9.** Seroprevalencias en bovinos de acuerdo con razas puras y cruzas *Bostaurus* x *B. indicus*.

Raza	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
Pura	702	291	41.1	(37.7 – 45.1)
Cruza	24	8	33.3	(15.6 – 55.3)

## 8.8 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la edad

La seroprevalencia más alta fue para bovinos mayores a siete años obteniendo un 51.1%, seguida de los individuos menores a un año con un 46% de seroprevalencia (Tabla10), es importante mencionar que no se muestran diferencias significativas para considerar a la edad como un factor de riesgo.

**TABLA10.** Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la edad.

Edad, meses	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
1-12	63	29	46.0	(33.0 – 59.0)
13-24	203	87	42.8	(35.9 – 49.9)
25-36	100	38	38.0	(28.4 – 48.2)
37-48	75	26	34.6	(24.0 – 46.5)
49-60	98	35	35.7	(26.2 – 46.0)
61-72	92	39	42.3	(32.4 – 53.1)
73-84	29	12	41.3	(23.5 – 61.0)
85 ó mas	45	23	51.1	(35.7 – 66.2)

## 8.9 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con su peso corporal

Según esta investigación las seroprevalencias más altas resultaron para los bovinos con peso menor a 300kg, segmentados para su análisis en individuos de 70 a 199 kg y 200 a 299 kg con seroprevalencias de 44.6 y 50%, respectivamente (Tabla11), contrastando con los individuos muestreados con peso mayor a 500 kg que obtuvieron una seroprevalencia de 29.3% resultando la menor para este estudio. Con respecto a la relación del peso con la seropositividad de anticuerpos anti-*Leptospira* el resultado obtenido a partir del modelo de regresión logística se encontró diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para considerarlo un posible factor de riesgo (Tabla15).

**TABLA11.** Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el peso corporal.

Peso, kg	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
70 -199	47	21	44.6	(30.1 - 59.8)
200 - 299	92	46	50.0	(39.3 – 60.6)
300 - 399	258	108	41.8	(35.7 – 48.1)
400 - 499	251	101	40.2	(34.1 – 46.5)
500 o más	75	22	29.3	(19.3 – 40.7)

## 8.10 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el manejo en ambientes inundados

Diferentes autores señalan que los ambientes inundados favorecen la presencia de leptospirosis (Acha & Szyfres, 2001; WHO, 1999; Faine, 2000). Aunque, un estudio concluyó que la manifestación fue mayor en períodos secos (Sandow & Ramirez, 2005). En la presente investigación se reporta una seroprevalencia de 36.3% para bovinos en que su manejo se realizó en ambientes inundados (Tabla 12).

**TABLA 12.** Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el manejo en ambientes inundados.

Se maneja en ambientes inundados	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
Si	121	44	36.3	(27.8 – 45.5)
No	605	255	42.1	(38.1 – 46.1)

## 8.11 Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con el nivel de hacinamiento

La seroprevalencia para bovinos pertenecientes a unidades de producción con una carga animal mayor a 1 resultó en 42.5% (Tabla 13) y a través del modelo de regresión logística se estableció una correlación que permitió considerar este nivel de hacinamiento como un factor de riesgo (RP 2.0; I.C. 95%: 1.3-2.9;  $P < 0.01$ ).

**TABLA 13.** Seroprevalencias de leptospirosis en bovinos de acuerdo con la carga animal.

Carga animal, cbz/ha	No. Animales	No. Positivos	Seroprevalencia, %	I.C. 95%
Mayor a 1	378	161	42.5	(37.5 – 47.7)
Menor a 1	348	138	39.6	(34.4 – 45.0)

## 8.12 Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos de Tantoyuca, Veracruz

De acuerdo con los factores de riesgo obtenidos a través del análisis bivariado (Tabla14); se indica que las hembras incrementan 3.5 veces más el riesgo de presentar anticuerpos anti-*Leptospira* con respecto a los machos (RM 3.5; IC95%: 1.4 – 8.6;  $P < 0.02$ ). Estos resultados se emulan a los obtenidos en Venezuela, donde también el sexo fue un factor de riesgo (Ramirez & Rivera, 1999).

**TABLA14.** Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos por medio del análisis bivariado en Tantoyuca, Veracruz.

Variable	R. M.	I.C. 95%	P
<b>Ratones en comederos</b>			
<i>Si</i>	0.8248	(0.6105, 1.1145)	-
<i>No</i>	1.2124	(0.8972, 1.6381)	0.210
<b>Sexo</b>			
<i>Machos</i>	0.2810	(0.1152, 0.6857)	-
<i>Hembras</i>	3.5582	(1.4584, 8.6811)	0.002*
<b>Nacido en el rancho</b>			
<i>Si</i>	0.7818	(0.4974, 1.2287)	-
<i>No</i>	1.2792	(0.8139, 2.0105)	0.287
<b>Presencia de perros y gatos en los comederos</b>			
<i>Si</i>	0.9441	(0.6914, 1.2891)	0.718
<i>No</i>	0.9718	(0.7182, 1.3151)	0.853
<b>Presencia de restos placentarios en los corrales</b>			
<i>Si</i>	0.8887	(0.6348, 1.2443)	-
<i>No</i>	1.1252	(0.8037, 1.5754)	0.493
<b>Raza</b>			
<i>Pura</i>	1.4161	(0.5981, 3.3526)	0.421
<i>Cruza</i>	0.7062	(0.2983, 1.6720)	-
<b>Manejo en ambientes inundados</b>			
<i>Si</i>	0.7843	(0.5236, 1.1748)	-
<i>No</i>	1.2750	(0.8512, 1.9097)	0.235
<b>Pertenece a carga animal</b>			
<i>Mayor a 1</i>	1.1290	(0.8397, 1.5181)	0.422
<i>Menor a 1</i>	0.8857	(0.6587, 1.1910)	-
<b>Ha presentado aborto</b>			
<i>Si</i>	0.4743	(0.0491, 4.5816)	-
<i>No</i>	2.1085	(0.2183, 20.3684)	0.496
<b>Vacunación vs. Leptospirosis</b>			

Si	1.5992	(0.8993, 2.8439)	0.110
No	0.6253	(0.3516, 1.1120)	-
<b>Edad aproximada en meses</b>			
1 – 12	0.9382	(0.3489, 2.5234)	0.900
13 - 24	0.8250	(0.3353, 2.0299)	0.676
25 – 36	0.6742	(0.2616, 1.7377)	0.416
37 – 48	0.5837	(0.2192, 1.5545)	0.283
49 - 60	0.6111	(0.2361, 1.5815)	0.312
61 – 72	0.8094	(0.3127, 2.0950)	0.663
73 – 84	0.7765	(0.2505, 2.4064)	0.661
85 o más	1.1500	(0.4078, 3.2433)	0.792
<b>Peso aproximado en kg</b>			
70 -199	1.6154	(0.1369, 19.0667)	0.698
200 – 299	2.0000	(0.1752, 22.8315)	0.566
300 – 399	1.4400	(0.1289, 16.0837)	0.763
400 – 499	1.3467	(0.1205, 15.0489)	0.806
500 o más	0.8462	(0.0729, 9.8219)	0.895

RP = Relación de proporciones o razón de momios, \*Variables significativas ( $P < 0.05$ ).

En el Tabla15 se observan los factores de riesgo asociados a leptospirosis resultantes del modelo de regresión logística. De acuerdo con este análisis el pertenecer a las unidades con carga animal mayor a 1 (RP 2.0; IC95%: 1.3-2.9;  $P < 0.01$ ), así como bovinos inmunizados vs. leptospirosis (RP 2.1; IC95%: 1.0-4.3;  $P < 0.05$ ), representan mayor probabilidad de adquirir anticuerpos anti-*Leptospira* sp. También resultaron como posibles factores de riesgo la condición corporal, el peso y el sexo de los bovinos ( $P < 0.05$ ).

**TABLA15.** Factores de riesgo asociados a leptospirosis en bovinos por medio del análisis multivariado en Tantoyuca, Veracruz.

Variable	R.M.	I.C. 95%	P
Raza	0.6136	(0.2490, 1.5124)	0.280
Peso aproximado	0.6899	(0.5543, 0.8586)	0.001*
Edad aproximada	1.1325	(0.9778, 1.3117)	0.096
Sexo	0.2127	(0.0677, 0.6679)	0.005*
Tipo	0.9681	(0.8377, 1.1187)	0.660
Condición corporal	1.5378	(1.0457, 2.2614)	0.028*
Nacido en el rancho	0.8703	(0.5021, 1.5084)	0.621
Presencia perros y gatos en comederos	0.9945	(0.6719, 1.4720)	0.978
Presencia de restos placentarios en corral	0.7771	(0.5226, 1.1556)	0.213
Se maneja en ambientes inundados	0.7090	(0.4139, 1.2144)	0.206
Vacunación vs leptospirosis	2.1026	(1.0056, 4.3960)	0.048*
Pertenece a carga animal	2.0076	(1.3615, 2.9603)	<0.001*
Presencia de ratones en comederos	0.9775	(0.6644, 1.4382)	0.908
Hapresentado abortos	0.4495	(0.0443, 4.5566)	0.476

R.M.= Relación de proporciones o razón de momios, \*Variables significativas ( $P < 0.05$ )

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se encontró una seroprevalencia general de leptospirosis de 41.1%, y por unidad de producción una seroprevalencia de 100%.

Se identificaron como factores de riesgo generales para la leptospirosis en bovinos de Tantoyuca, Veracruz, la carga animal mayor a 1, la condición corporal, el peso y el sexo.

La serovariedad *L. interrogans* Hardjo-bosprimigeniustaurus Veracruz, Mexico, resultó con una seroprevalencia de 25.4%, misma que fue superior a las otras serovariedades estudiadas.

De acuerdo con la hipótesis planteada se comprobó la seroprevalencia de leptospirosis en Tantoyuca; además resultó más alta con respecto a la seroprevalencia esperada de 5.1%, reportada para la zona norte del estado de Veracruz.

En el mismo orden, se demostró que la presencia de perros, gatos y ratones tanto en los comederos como en los corrales no son considerados factores de riesgo en las condiciones específicas de las unidades de producción monitoreadas en Tantoyuca, Veracruz.

Independientemente de no ser considerado un factor de riesgo, es necesario establecer un programa de control de fauna nociva, en particular de roedores, con respecto a mascotas es importante realizar un plan de vacunación vs leptospirosis.

Anexar al calendario de vacunación del ganado la inmunización vs leptospirosis.

Evitar el intercambio o préstamo de sementales, ya que estos al estar infectados, se vuelven diseminadores de enfermedades por transmisión sexual, la leptospirosis es una de ellas.

Ordeñar a las vacas con signos de mastitis hasta el final de la sesión.

## 10. LITERATURA CITADA

- Acha, P. N., & Szyfres, B. (2001). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Washington, DC: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.
- Acha, P. N., & Szyfres, B. (2001). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. Washington, DC: ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD.
- Adler, B. (2014). *Leptospira and Leptospirosis (vol 387)*. Springer.
- Adler, B., & De la Peña, M. (2010). Leptospira and Leptospirosis. *Veterinarian Microbiology*, 287-296.
- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 333-338.
- Alonso, C., García, F. J., & Ortega, L. M. (2001). Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina. *Investigaciones Agropecuarias Producción Sanidad Animal*, 205-25.
- Bajani, M. D., Ashford, D. A., & Bragg, S. L. (2003). *Evaluation of four commercially available rapid serologic tests for diagnosis of leptospirosis*. *clinical microbiology* .
- Betancur, C., Orrego, A., & González, M. (2013). Seroepidemiología de la leptospirosis en bovinos con trastornos reproductivos en el municipio de Montería, Colombia. *Rev Med Vet*, 47-55.
- Bharti, A., Nally, J., Ricaldi, J., Matthias, M., Diaz, M., Lovett, M., . . . Vinetz, J. (2003). Leptospirosis: A zoonotic disease of global importance. *The Lancet Infectious diseases*, 757-771.
- Biswas, D., Roy, S., & Vijachari, P. (2005). Comparison of immunoreactive proteins of commonly circulating serogroups of *Leptospira* in Andaman Islands. . *Indian journal Med Res*, 151-158.
- Brenner, D., Kaufman, A., & Sulzer, K. (1999). Further determination of DNA relatedness between serogroups and serovars in the family Leptospiraceae with a proposal for *Leptospira alexanderi* sp. . *Int J Syst Bacteriol.*, 839-858.
- Carreño, D. A., Salas, D., & Beltran, K. B. (2017). Prevalencia de leptospirosis en Colombia: Revisión sistemática de literatura. *Revista de Salud Pública*, págs. 204-209.
- Chavez, J. F. (2019). seroepidemiología y factores de riesgo de *Leptospira* spp y lentivirus en hatosovinos y caprinos del noreste de México. *tesis doctoral, Universidad Autonoma de Nuevo León* .
- Cruz, R. (2013). *Distribución espacial y factores de riesgo asociados a Leptospirosis bovina en Veracruz México (tesis doctoral)*. Veracruz, Veracruz: Colegio de postgraduados, Instituto en Ciencias Agrícolas.
- Donaires, L., Céspedes, M., Sihuincha, M., & Pachas, P. (2012). Determinantes ambientales y sociales para la reemergencia de la Leptospirosis en la región amazónica del Perú. *Revista Peruana Médica Exp en Salud Publica*, 280-284.

- Escamilla, H., Martínez, M., Medina, M., & Morales, E. (2007). Frequency and causes of infectious abortion in a dayry herd in Mexico. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 314-317.
- Everard, J. D. (1996). Leptospirosis. *The Wellcome trust illustrates history of tropical diseases*, 416-418.
- Faine, S. (2000). *Leptospira and Leptospirosis. 1st ed.* Florida, USA: CRC Press.
- Fernandez, J. J., Reyes, A. V., & De La peña-Moctezuma, A. (1993). Detección de anticuerpos contra *Leptospira interrogans* en bovinos de hatos lecheros en el valle de atlixco, Puebla mediante la prueba de microaglutinación microscópica. *veterinaria Mexico*, 47-49.
- Gutierrez, R. J. (2000). *Seroepidemiología de Cinco Agentes Zoonoticos que Afectan al Ganado Bovino en Explotaciones de la Región Frailesca en el Estado de Chiapas, Mexico.* Chiapas, México: Universidad Nacional Autonoma de México.
- Haake, D., Dundoo, M., & Cader, R. +. (2002). Leptospirosis, water sports, and chemoprophylaxis. *Clinical Infectious Disease*, 40-43.
- Hathaway, S., & Little, T. (1981). *Prevalence and clinical significance of leptospiral antibodies in pigs in England.* the Veterinary Record.
- Hernandez, P., & Gómez, A. (2011). Leptospirosis: una zoonosis que afecta la salud pública y la producción pecuaria. *Rev Cienc Anim*, 15-23.
- Laguna, V. A. (2000). Leptospirosis. *Oficina general de Epidemioloía*, 1-56.
- leonard, F. C., Quinn, P. J., & Ellis, W. A. (1993). Association between cessation of leptospiruria in cattle and urinary antibody levels. *Res. Vet. Sci.*, 195-202.
- Levett, P. (2001). Leptospirosis, Clinical Microbiology Reviews. *American Society for Microbiology*, 296-326.
- Mandell, G., Bennett, J., & Dolin, R. (2000). *Principles and practice of infectious diseases.*Churchill livingstone.
- Martinez, J. Z., & Fernandez, J. R. (2015). Prevalencia de Leptospirosis y su relacion con la taza de gestacion en la zona centro del estado de veracruz . *Revista electronica Nova scientia* .
- Martins, G., Penna, B., Hamond, C., Cosendey, K., Silva, A., Ferreira, A., . . . Oliveira, F. (2012). Leptospirosis as the most frequent infectious disease impairing productivity in small ruminants in Rio de Janeiro, Brazil. *Tropical Animal Health Production*, 773-777.
- Moles, C., Cisneros, M., Gavaldón, D., Rojas, N., & Torres, J. (2002). Estudio serológico de Leptospirosis bovina en México . *Revista Cubana Medicina Tropical vol 54*, 24-27.
- Moles, C., Cisneros, P., Gavaldón, R., Rojas, S., & Torres, B. (2002). Estudio serológico de Leptospirosis Bovina en Mexico. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, págs. 24-7.

- OIE. (2004). *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas sobre animales terrestres*. Paris: OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES.
- Pacheco, G. (2015). Una visión general de la Leptospirosis. *Journal of Agriculture and Animal Sciences*, 46-63.
- Peña, J. A. (2012). ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LEPTOSPIROSIS CAPRINA EN LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ (tesis doctoral). Veracruz, Veracruz, México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana.
- Perret, C., Abarca, K., Jeannette, D., Solari, V., García, P., Carrasco, S., . . . Avalos, P. (2005). Prevalencia y presencia de factores de riesgo de Leptospirosis en una población de riesgo de la región Metropolitana. *Revista médica de Chile*, 426-431.
- Quinn, P. J., Markey, M. E., Carter, W., & Donnelly, F. (2002). *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*. Blackwell Publishing, 176-177.
- Ramirez, M., & Rivera, S. (1999). Seroprevalencia de Leptospirosis bovina en relación a los factores de riesgo en el municipio Alberto Adriani estado Merida, Venezuela. *Revista científica de la facultad de ciencias veterinarias vol.9*, 419.
- Ramos, Vasquez, J. R. (2019). *análisis genómico de aislamiento de leptospira en bovinos del municipio de Cuitlahuac, Veracruz*.
- Rodriguez-Vivas, R. I. (2005). Enfermedades de importancia económica en producción animal. *McGraw-Hill interamericana*, 490-491.
- Román, F., Chávez, R., & Luna, J. (2014). Determinación de anticuerpos leptospirales en bovinos y en personal vinculado a la ganadería. *Centro de Biotecnología*, vol. 3 (1).
- Roman-Cardenas, F., & Chavez-Valdivieso, R. (2017). Prevalencia de enfermedades que afectan la reproducción en ganado bovino lechero del Cantón Loja. *CEDAMAZ 6(1)*.
- Sandow, K., & Ramirez, W. (2005). La Leptospirosis humana y bovina y su relación con los factores edafoclimáticos en una provincia de la región oriente de Cuba. 1-10.
- Sasaki, D., Pang, L., & Minette, H. (1993). Active surveillance and risk factors for Leptospirosis in Hawaii. *Am J Trop Med Hyg*, 35-43.
- Sosa-Solis, A. A., Pech-Sosa, N., Pérez-Osorio, C., & Cardenas-Marrufo, M. (2018). seroprevalencia de infección por *Leptospira* en habitantes de comunidad rural de Yucatán, México. *ciencia y humanismo en la salud*, 89-96.
- Stimson, A. (1907). note on an organism found in yellow-fever tissue. *Public Health Reports*, 541.
- Thrusfield, M. (2005). *Veterinary Epidemiology*. Iowa, USA: Blackwell Publishing .

- Torrealba, C. V., & Péfaur-Vega, J. (2015). Determinacion de Leptospirosis en roedores y marsupiales de la region sur de la region de Maracaibo, estado de Merida, Venezuela . *Revista científica*, vol. XXV, numero 3, *Universidad del Zulia* , 193-199.
- Vado, I., Cardenas, M., Laviada, H., Vargas, F., & Jimenez, B. (2002). estudio de casos clinicos de Leptospirosis humana en el estado de Yucatan, Mexico durante el periodo de 1998 a 2000. *Revista biomédica*, 157-164.
- Villanueva, A., Hirokazu, A., Rublia, Y., Yasutake, Y., Maki, M., Nobou, K., . . . Nina, G. (2010). Serologic and molecular studies of *Leptospira* and Leptospirosis among rats the Philippines. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 889-898.
- Vincent, A., Schiettekatte, O., Goarant, C., Neela, V., Bernet, E., & Thibeaux, R. (2019). Revisiting the taxonomy and evolution of pathogenicity of the genus *Leptospira* through the prism of genomics. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 1-25.
- VKE, L. (2001). Leptospirosis: are a re-emergin infection. *Malaysian journal of pathology*, 1-5.
- WHO. (1999). Leptospirosis worldwide. *WEEKLY EPIDEMIOLOGICAL RECORD*, 237-242.
- Zarate, J. P., Rosete, J. V., Rios, A., Barradas, F., & Olazaran, S. (2015). Prevalencia de Leptospirosis y su relación con la tasa de gestación en bovinos de la zona centro de Veracruz. *Nova scientia*, 202-217.
- Zuluaga, A. G. (2009). Factores de riesgo asociados a Leptospirosis en hatos bovinos de Pereira, Colombia . *Investigaciones Andina Vol.11*, 108-117.
- Zunino, E., & Pizarro, R. (2007). Leptospirosis. Puesta al Día. *Infectología al Día*, 220-226.

## I. ANEXOS

### ENCUESTA INDIVIDUAL

#### CÉDULA INDIVIDUAL POR BOVINO

#### ENCUESTA PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO A LEPTOSPIROSIS BOVINA

Fecha \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

Unidad de producción \_\_\_\_\_

Folio individual	
Número de identificación	
Raza	
Peso aproximado	
Edad (m)	
Sexo	
Tipo de animal	
Condición corporal	
Nacido en rancho	
¿Dónde se compró?	
Brucelosis	
Diarrea Viral	
Rinotraqueítis	
Leptospirosis	

Neosporosis	
¿Se ha desparasitado?	
Tiempo última desparasitación	
Litros leche por día	
¿Ha abortado?	
Fecha último parto	
¿Cuándo la cargó o inseminó por última vez?	

## ENCUESTA GENERAL

**Todos los datos que usted proporcione son confidenciales y solamente serán utilizados con fines de investigación para el mejoramiento de la ganadería del estado de Veracruz**

<b>Nombre del propietario de la explotación:</b>	
<b>Nombre de la explotación:</b>	
<b>Poblado o lugar donde se ubica la explotación:</b>	
<b>Ubicación de la explotación con GPS:</b>	

Por favor marque con una cruz la respuesta que considere le corresponde

<b>3. ¿A qué tipo de ganadería se dedica?</b>			
1 ( ) Producción de leche		2 ( ) Producción de carne	
3 ( ) Doble propósito (carne y leche)		4 ( ) Píe de cría	
5 ( ) Monta (espectáculo)		6 ( ) Otro	
<b>4.- ¿Su ganado es nacido y criado en su rancho?</b>			
1( ) Si		2( ) No	
3( ) ¿Tiene nacido allí y también comprado?		4 ( ) ¿Tiene ganado a medias?	
5.- ¿De enero del 2014 a la fecha ha comprado ganado?		1( ) Si	2( ) No
<b>5.1 ¿Dónde lo compró?</b>			
1( ) En el mismo municipio		2( ) En otro municipio del estado	
3( ) En otro estado		4( ) En otro país	
<b>6.- Cuando compra ganado ¿qué hace antes de meterlo o juntarlo con sus animales?</b>			
6.1. ¿Lo baña contra garrapata, moscas, etc.?		1( ) Si	2( ) No 3( ) A veces
6.2. ¿Lo desparasita?		1( ) Si	2( ) No 3( ) A veces
6.3 ¿Lo revisa para ver si está enfermo?		1( ) Si	2( ) No 3( ) A veces
6.4. ¿Lo vacuna?		1( ) Si	2( ) No 3( ) A veces
6.5. ¿Pide a un veterinario que lo revise?		1( ) Si	2( ) No 3( ) A veces
7.- Hoy, ¿Cuántas cabezas de ganado tiene en su rancho?			
8.- ¿Tiene potreros para soltar a su ganado?			

1( ) Si	2( ) No	3( ) Alquila	
<b>9.- ¿Usted acostumbra a juntar a todo su ganado en el corral?</b>			
1( ) Si	2( ) No	3( ) A veces	
<b>10.- ¿Cuántas cabezas acostumbra a juntar en el corral?</b>			
<b>11.- ¿Cuánto mide su corral y/o el lugar donde acostumbra a juntar todo su ganado?</b>			
<b>12.- ¿Tiene corral de ordeña o un lugar especial para ordeñar?</b>			
1( ) Sí	2( ) No <u>Pase a la pregunta 14</u>		
<b>13.- ¿Cuánto mide su corral de ordeña?</b>			
<b>14.- ¿Su ganado llega a juntarse o mezclarse junto con el ganado de otras personas en potreros comunales, en potreros ejidales, en aguajes, bebederos, o arroyos?</b>			
1( ) Si	2( ) No	3( ) A veces	
<b>15.- ¿Qué manejo acostumbra a darle a su ganado?</b>			
<b>15.1 ¿Lo baña?</b>	1( ) Sí	2( ) No	3( ) A veces
<b>15.2 ¿Lo desparasita?</b>	1( ) Sí	2( ) No	3( ) A veces
<b>15.3 ¿Lo revisa para ver si hay enfermos?</b>	1( ) Sí	2( ) No	3( ) A veces
<b>15.4 ¿Lo vacuna?</b>	1( ) Sí	2( ) No	3( ) A veces
<b>15.5 ¿Llama a un veterinario para que lo revise?</b>	1( ) Sí	2( ) No	3( ) A veces
<b>16.- ¿De enero del 2014 a esta fecha tuvo problemas de enfermedades con su ganado?</b>			
1( ) Sí	2( ) No <u>Pase a la pregunta</u>	3( ) No recuerda	

<u>19</u>		
<b>17.- ¿Con cuáles animales tuvo problemas de enfermedades?</b>		
1( ) Con los nacidos en el rancho.	2( ) Con los comprados.	3( ) Igual con los nacidos en el rancho que con los comprados.
<b>18.- ¿De enero del 2014 a la fecha, con cuales animales tuvo problemas de enfermedades?</b>		
1( ) Becerros(as) de leche	2( ) Destetados	3( ) Becerronas
4( ) Toretes/Novillos	5( ) Vaquillas	6( ) Vacas
7( ) Sementales	8( ) Bueyes	
<b>19.- ¿De enero del 2014 a la fecha tuvo muertes con sus animales?</b>		
1( ) Sí ¿Cuántos?	2( ) No <u>Pase a la pregunta</u>	3( ) No recuerda
	<u>22</u>	
<b>20.- ¿Con cuáles animales tuvo mortalidad?</b>		
1( ) Con los nacidos en el rancho	2( ) Con los comprados	
3( ) Igual con los nacidos en el rancho que con los comprados		
<b>21.- ¿De enero del 2014 a la fecha en que animales tuvo mortalidad?</b>		
1( ) Becerros(as) de leche	2( ) Destetados	3( ) Becerronas
4( ) Toretes/Novillos	5( ) Vaquillas	6( ) Vacas
7( ) Sementales	8( ) Bueyes	
<b>22.- ¿De Enero del 2014 a la fecha tuvo problemas de mastitis con sus vacas?</b>		
1( ) Sí	2( ) No <u>Pase a la pregunta</u>	3( ) A veces
	<u>24</u>	
<b>23.- ¿Alguna de estas vacas perdió un cuarto o se secó por la mastitis?</b>		
1( ) Sí	2( ) No	3( ) No recuerda

<b>24.- ¿De Enero del 2014 a la fecha ha tenido vacas que aborten o tiren la cría?</b>		
1( ) Sí	2( ) No <u>Pase a la pregunta</u> <u>29</u>	3( ) No recuerda
<b>25.- ¿Cuántas vaquillas o vacas le han abortado de Enero del 2006 a la fecha?</b>		
<b>26.- ¿Cuáles han abortado?</b>		
1( ) Las nacidas en el rancho	2( ) Las compradas	3( ) Cualquiera de las dos
<b>27.- ¿De los animales que le han abortado como las puede clasificar?</b>		
<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	
1( ) Las vaquillas de 1er parto	2( ) Las vacas de segundo parto	
3( ) Las de tercer parto	4( ) Las de cuarto parto	
5( ) Las de más de cinco partos		
<b>28.- ¿Recuerda cómo eran los becerros abortados?</b>		
1( ) Chicos y sin pelo	2( ) De buen tamaño y con pelo	
3( ) Estaban deformes	4( ) Otro: Especifique	
<b>29.- ¿Qué hace usted con la placenta de una vaca después de que parió o abortó?</b>		
1( ) La deja tirada	2( ) La echa a la basura.	
3( ) La entierra	4( ) La quema	
5( ) Le echa cal	6( ) Nunca se fija	
7( ) Deja que los perros se la coman	8( ) Otro: Especifique	
<b>30.- ¿De Enero del 2006 a la fecha ha tenido vacas o vaquillas que a pesar de ser montadas o inseminadas más de tres veces no se carguen?</b>		

1( ) Si	2( ) No	3( ) No recuerda
31.- ¿De Enero del 2014 a la fecha ha tenido vaquillas o vacas que hayan vuelto a alborotarse después de que parecían estar cargadas?		
1( ) Sí	2( ) No	3( ) No recuerda
32.- ¿De Enero del 2014 a la fecha han nacido en su rancho becerros débiles y que a los pocos días mueran?		
1( ) Sí	2( ) No	3( ) No recuerda
33.- ¿Acostumbra a ordeñar las vacas de su rancho?		
1( ) Sí	2( ) No <u>Pase a la pregunta</u> <u>35</u>	3( ) A veces
34.- ¿Qué hace con la leche que ordeñan de sus vacas?		
1( ) Se la da al vaquero	2( ) Se la lleva a su casa para su familia	
3( ) Hace quesos para venderlos	4( ) La vende al botero	
5( ) Otro Especifique	6( ) La entrega a alguna empresa	
35.- ¿De qué se alimenta su ganado?		
1( ) Alfalfa	2( ) Rastrojos	
3( ) Concentrado	4( ) Monte, pastizales	
5( ) Gallinaza	6( ) Minerales	
7( ) Ensilado	8( ) Otro especifique	
36.- ¿Qué le da a su ganado en la época de seca para ayudarlo?		
37.- ¿De Enero del 2014 a la fecha, ha tenido bovinos que tengan diarrea constante, que les aparezca, se les quite, que pierdan peso y se desmejoren poco a poco a pesar de darles		

<b>tratamiento?</b>		
1( ) Sí	2( ) No Pase a la pregunta  41	3( ) No se ha fijado
<b>38.- ¿Estos bovinos con diarrea en qué época del año los ha visto?</b>		
1( ) En las secas	2( ) En lluvias	3( ) En cualquier época del año
<b>39.- ¿En qué tipo de bovino ha visto estas diarreas que no se quitan con ningún tratamiento?</b>		
1( ) Becerros(as) de leche	2( ) Destetados	3( ) Becerronas
4( ) Toretes/Novillos	5( ) Vaquillas	6( ) Vacas
7( ) Sementales	8( ) Bueyes	
<b>40.- ¿Qué hace usted con los animales a los que no se les quita la diarrea y se desmejoran poco a poco?</b>		
1( ) Los vende al carnicero o los manda a rastro	2( ) Los vende a un vecino o intermediario	
3( ) Nada, si se mueren ahí los deja	4( ) Otro especifique	
<b>41.- ¿Acostumbra a desparasitar a su ganado contra parásitos internos?</b>		
1( ) Si	2( ) No	3( ) A veces
<b>42.- ¿Qué otros animales tienen junto con sus vacas o que se junten en el corral o campo?</b>		
1( ) Cabras	2( ) Cerdos	
3( ) Caballos y/o burros	4( ) Borregos	
5( ) Gallinas	6( ) Perros	
7( ) Gatos		
<b>43.- ¿Los perros y los gatos pueden entrar a los comederos o lugares donde tiene el alimento para las vacas?</b>		

1() Sí	2() No	3() No sabe
<b>44.- ¿Las perras o gatas han parido en el corral donde se encuentran las vacas, en comederos o lugares donde tiene el alimento?</b>		
1() Sí	2() No	3() No sabe
<b>45.- ¿Es común ver ratas o ratones en los comederos o donde se guarda el alimento?</b>		
1() Sí	2() No	3() No sabe
<b>46.- Cuando algún bovino se le enferma, ¿quién le da tratamiento?</b>		
1() Usted mismo, sus hijos	2() Un técnico	3() Un veterinario
<b>47.- ¿Qué hacen cuando vacunan o desparasitan?</b>		
1() Usan una jeringa y aguja por cada animal	2() Usan una aguja por cada animal	
3() Usan una aguja y una jeringa para todos los animales, sin cambiarla		
<b>48.- Antes de usar las agujas o las jeringas</b>		
1() ¿Las hierven?	2() ¿Usa nuevas?	3() ¿Las lava?
<b>49.- ¿Dónde guardan las agujas y jeringas entre uso y uso?</b>		
1() En la casa	2() En el corral	
3() Las esconden en un árbol	4() En un frasco con alcohol	
5() En cualquier caja		
<b>50.- ¿A sus vacas las palpan para ver si están cargadas?</b>		
1() Sí	2() No <u>Pase a la pregunta</u> <u>53.</u>	3() A veces
<b>50.1.- ¿Quién las palpa?</b>		
1() Usted o su hijo.	2() Un técnico	

3() El vaquero		4() El veterinario	
51.- ¿La persona que palpa, cómo lo hace?			
1() Usa un guante para cada vaca		2() Usa un guante para varias vacas	
3() No usa guantes			
52.- ¿A qué tiempo acostumbran a hacer la palpación a los animales de su rancho?			
53.- ¿Qué acostumbra a hacer cuando una vaca le aborta?			
1() La deja para que se cargue otra vez		2() Llama al veterinario	
3() La manda al rastro		4() La vende a otro ganadero o intermediario	
54.- ¿Cómo se cargan las vacas en su rancho?			
1() Solo con Toro Pase a la pregunta 56	2() Por inseminación	3() Ambas	
55.- ¿Dónde compra el semen que utiliza para sus vacas?			
1() Con un productor local	2() Otro municipio	3() Otro estado	4() Extranjero
56.- ¿Acostumbra a prestar o compartir el semental para cargar sus vacas?			
1() Sí	2() No	3() A veces	
58.- ¿Durante alguna época del año su ganado llega a manejarse con el corral inundado por agua o por una gran capa de estiércol y lodo húmedo?			
1() Sí	2() No	3() A veces	
59.- ¿Con qué frecuencia limpia sus corrales de estiércol?			



## II. ARTÍCULO