

Artículo Original

# Presencia de *Leptospira* spp, en roedores sinantrópicos en la urbanización La Arborada El Tambor Huancayo, 2021

## *Presence of Leptospira spp, in synanthropic rodents in the La Arborada El Tambor Huancayo urbanization, 2021*

<https://doi.org/10.52808/bmsa.8e7.631.018>

William Gil Castro Paniagua <sup>1,\*</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-5817-8053>

Cesar Augusto Mendivel Geronimo <sup>2</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-4115-0120>

Marco Antonio Oseda Gago <sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-7580-8974>

Fernando Huaman Ccanto <sup>4</sup>

<https://orcid.org/0000-0001-6951-4796>

Yda Mabel Aranda Vega <sup>5</sup>

<https://orcid.org/0000-0003-4335-3044>

Recibido: 14/09/2022

Aceptado: 10/01/2023

### RESUMEN

La leptospirosis es una de las enfermedades zoonóticas más extendidas en el mundo. Los pacientes, por lo general, presentan estado febril autolimitado inespecífico; sin embargo, una proporción variable de casos desarrolla la llamada enfermedad de Weil, caracterizada por ictericia, insuficiencia renal aguda, diátesis hemorrágica y síndrome hemorrágico pulmonar grave. Los roedores sinantrópicos: *Rattus norvegicus*, *R. rattus* y *Mus musculus* son considerados fuentes importantes de infección, entre las cuales *Rattus norvegicus* es el principal hospedador de *L. interrogans* serovar Copenhageni, que es una de las especies de *Leptospira* más patógenas para infecciones humanas. Dada la importancia de los roedores como fuente de infección de *Leptospira* patógena para humanos, y debido a la falta de información patológica en roedores naturalmente infectados, el objetivo del presente estudio fue evaluar el grado de infección de esta enfermedad en roedores ubicados en la Urbanización La Arborada, Huancayo, Perú. Un total 750 trampas se colocaron en el interior de viviendas que presentaron infestación a roedores (presencia de rasgos) en 75 puntos, con 10 trampas cada uno por vivienda. Desde la instalación permanecieron 7 días continuos, con revisiones periódicas cada 24 horas. Los resultados muestran que tres cuadrantes de la zonificación presentaron un nivel de riesgo alto con más de un 20% de trapeo. Los roedores más comunes fueron *R. rattus* y *R. norvegicus*. Seis zonas presentaron un nivel de riesgo medio (más de 13%) con mayor presencia de *M. musculus*, y 8 cuadrantes tuvieron un bajo riesgo (más de 5%) con mayor presencia de *M. musculus*.

**Palabras clave:** Leptospirosis, roedores, nivel de riesgo, Perú.

### ABSTRACT

*Leptospirosis is one of the most widespread zoonotic diseases in the world. Patients generally present with a nonspecific self-limited febrile state; however, a variable proportion of cases develop so-called Weil's disease, characterized by jaundice, acute renal failure, bleeding diathesis, and severe pulmonary hemorrhagic syndrome. Synanthropic rodents: Rattus norvegicus, R. rattus and Mus musculus are considered important sources of infection, among which Rattus norvegicus is the main host of L. interrogans serovar Copenhageni, which is one of the most pathogenic Leptospira species for human infections. Given the importance of rodents as a source of infection of pathogenic Leptospira for humans, and due to the lack of pathological information in naturally infected rodents, the objective of this study was to evaluate the degree of infection of this disease in rodents located in the Urbanization La Arborada, Huancayo, Peru. A total of 750 traps were placed inside houses that presented rodent infestation (presence of traits) in 75 points, with 10 traps each per house. From the installation they remained 7 continuous days, with periodic revisions every 24 hours. The results show that three quadrants of the zoning presented a high level of risk with more than 20% trapping. The most common rodents were R. rattus and R. norvegicus. Six areas presented a medium risk level (more than 13%) with a greater presence of M. musculus, and 8 quadrants had a low risk (more than 5%) with a greater presence of M. musculus.*

**Keywords:** Leptospirosis, rodents, risk level, Peru.

<sup>1</sup> Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Perú.

<sup>2</sup> Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chota, Perú.

<sup>3</sup> Universidad Nacional Ciro Alegría, Huamachuco, Perú.

<sup>4</sup> Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

<sup>5</sup> Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.

\*Autor de Correspondencia: [wcastro@unajma.edu.pe](mailto:wcastro@unajma.edu.pe)

### Introducción

La leptospirosis es una de las enfermedades zoonóticas más extendidas causada por la infección con espiroquetas patógenas del género *Leptospira* (Levett, 2009). Los pacientes, por lo general, presentan estado febril autolimitado



inespecífico; sin embargo, una proporción variable de casos desarrolla la llamada enfermedad de Weil, que es mucho más grave, caracterizada por ictericia, insuficiencia renal aguda, diátesis hemorrágica y síndrome hemorrágico pulmonar grave (SPHS) (McBride *et al.*, 2005). La carga grave de la enfermedad de Weil puede variar entre países, pero en los casos donde es endémica la letalidad de la enfermedad de Weil es entre 10 y 50% para SPHS (McBride *et al.*, 2005, Gouveia *et al.*, 2008). En los seres humanos, la transmisión puede ser directa o indirecta al entrar en contacto con la orina contaminada de animales infectados domésticos o salvajes, con reservorios incidentales o de mantenimiento.

Los roedores sinantrópicos (*Rattus norvegicus* (RN), *R. rattus* (RR) y *Mus musculus* (MM)) son considerados fuentes importantes de infección por *Leptospira* patógena, entre las cuales RN es el principal hospedador de *L. interrogans* serovar Copenhageni, que es una de las especies de *Leptospira* más patógenas para infecciones humanas (Ko *et al.*, 1999). Otras fuentes importantes de infección para los humanos son los perros domésticos, el ganado vacuno, los caballos, las ovejas y las cabras (Levett, 2001). Los roedores son portadores renales persistentes, pero rara vez desarrollan signos de infección (Bharti *et al.*, 2003). Gran parte de la información sobre la progresión de la infección se ha obtenido de modelos murinos (Santos *et al.*, 2010; Richer *et al.*, 2015); pero paradójicamente, ha sido difícil reproducir la enfermedad en roedores que están naturalmente infectados; por lo tanto, ha sido difícil asociar lesiones en roedores infectados experimentalmente con hallazgos en roedores salvajes (De Faria *et al.*, 2007). La lesión primaria en animales y humanos afectados por leptospirosis es el daño a las membranas de las células endoteliales de los vasos sanguíneos (Adler & Moctezuma, 2010). La vasculitis sistémica es uno de los principales mecanismos de daño tisular resultante de la invasión directa de patógenos, el depósito de inmunocomplejos, los autoanticuerpos y la inmunidad mediada por células; sin embargo, no siempre se informa en la leptospirosis (Medeiros *et al.*, 2010). En roedores infectados de forma natural, se han informado lesiones, como la nefritis tubulointersticial y la infiltración de linfocitos, macrófagos y células plasmáticas que rodean las arterias corticales pequeñas en la corteza renal (Rossetti *et al.*, 2004; De Faria *et al.*, 2007; Aguedelo *et al.*, 2013). En animales infectados naturalmente, incluidos roedores experimentales o humanos, lesiones hepáticas, pulmonares y cardíacas han sido también descritos (Medeiros *et al.*, 2010; Luna *et al.*, 2020).

La virulencia de las leptospirosis depende de su lipopolisacárido, que es el principal antígeno reconocido durante la infección y también responsable de la diversidad y clasificación antigénica (López *et al.*, 2021). El género *Leptospira* se ha dividido en tres grupos en función de su patogenicidad: (1) especies saprofitas, (2) especies de patogenicidad intermedia y (3) especies patógenas (Lasim *et al.*, 2021). El serovar es la unidad donde se catalogan las diferentes especies, teniendo cada una de ellas conformaciones antigénicas diferentes. Hay más de 300 serovares, que se han clasificado en unos 32 serogrupos según su homología antigénica (Caimi & Ruybal, 2020). Cada área geográfica en el mundo se caracteriza por serogrupos/serotipos, que fueron determinados por la ecología del lugar, y tanto la prevalencia de la enfermedad como la distribución de los serovares varían entre diferentes países, e incluso entre regiones dentro de un país (Acha & Szyfres, 2003). La identificación y clasificación precisas del género *Leptospira* es necesaria para la vigilancia epidemiológica y de salud pública, ya que los serovares muestran diferentes especificidades de hospedador (Mohammed *et al.*, 2011). Cada serovar está adaptado a uno o más mamíferos que actúan como "hospedador", albergando la bacteria sin mostrar signos clínicos, pero excretando el microorganismo en la orina, actuando como reservorio (WHO, 2003). Tras la infección, las leptospirosis aparecen en la sangre e invaden prácticamente todos los tejidos y órganos, que serían eliminadas posteriormente del organismo por acción del sistema inmunitario. Sin embargo, las leptospirosis pueden colonizar los túbulos renales y luego se excretan en la orina durante un período de unas pocas semanas a varios meses (WHO, 2003; Azócar, 2023).

Dada la importancia de los roedores como fuente de infección de *Leptospira* patógena para humanos, y debido a la falta de información patológica en roedores naturalmente infectados, el objetivo del presente estudio fue evaluar el grado de infección de esta enfermedad en roedores ubicados en la Urbanización La Arborada El Tambor Huancayo, Perú con el fin de determinar el estado de infección y los factores de riesgo asociados con *Leptospiras* patógenas. Un estudio llevado a cabo en Chile, se muestrearon 121 roedores de tres especies sinantrópicas y dos especies silvestres capturadas en granjas lecheras en el sur de Chile donde la bacteria estaba presente. Se analizaron hígado, corazón, riñón y pulmones de los animales atrapados para detectar lesiones presentes por esta bacteria. Los resultados concluyeron que una gran proporción de animales infectados que no fueron detectados por la prueba de aglutinación microscópica. Hubo un menor riesgo de infección en otoño en comparación con el resto de las estaciones, y las especies sinantrópicas tienen un menor riesgo de infección en comparación con las especies silvestres. La inmunohistoquímica y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) cuantitativa en tiempo real contribuyeron a identificar la presencia de *Leptospira* patógena en lesiones histológicas relacionadas con un 50% más de infecciones que la detectada por la serología (Luna *et al.*, 2020). En otro estudio llevado a cabo en algunas ciudades de Argentina, muchas de ellas caracterizadas por una fuerte fragmentación social y económica, como en la Gran Zona de la Plata, Buenos Aires, se determinó la presencia de roedores como *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus*. Los resultados señalaron la presencia de *Leptospira interrogans* y *L. borgpetersenii* en *R. norvegicus* y *M. musculus* respectivamente. *Bartonellam* spp. no fue detectada en el ADN de las muestras de riñón analizadas. No se observaron diferencias significativas entre la prevalencia de bacterias y roedores y variables ambientales como el sexo del hospedador, la presencia de arroyos y la estación mediante el análisis del modelo lineal generalizado. Estos resultados confirmaron el papel de los roedores urbanos como fuentes de infección de

*Leptospira* spp., sugiriendo la necesidad de implementar medidas de salud pública (Fitte & Kosoy, 2022). Por su parte, Blasdell *et al.*, (2021), determinaron en ambientes urbanizados de Borneo, Malasia que a pesar de que disminuyó la presencia de roedores, dos especies parecían prosperar en ambientes antropogénicos: *Rattus rattus*, y *Sundamys muelleri*, una especie nativa. *R. rattus* se asoció fuertemente con la presencia de infraestructura construida y dominó la comunidad de roedores urbanos con una alta diversidad microbiana y zoonosis de hospedadores múltiples capaces de transmisión ambiental como la *Leptospira* spp.

## Materiales y métodos

### Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en la urbanización La Arborada, El Tambor, Huancayo (Perú) (Figura 1), durante los meses de julio a diciembre de 2021. Un total 750 trampas se colocaron en el interior de viviendas que presentaron infestación a roedores (presencia de rasgos) en 75 puntos, con 10 trampas cada uno por vivienda. Desde la instalación permanecieron 7 días continuos, con revisiones periódicas cada 24 horas. Para atraer a los roedores, se utilizó un cebo preparado con harina de maíz y carne de pollo.



**Figura 1. Delimitación del área y puntos de captura de roedores en la urbanización La Arborada**

### Muestreo de roedores

Durante el muestreo se usaron cinco trampas de Sherman de captura viva de *Mus musculus* (Linnaeus, 1758), y 10 trampas Tomahawk ubicadas a 20 cm de paredes u otras superficies verticales para la captura de las especies *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1789) y *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758). Las trampas fueron colocadas de acuerdo a los hábitos de desplazamiento de los animales y evidencias claras de rasgos característicos de infestación o madriguera.

Para la captura de *R. rattus*, se instalaron trampas en el interior de los domicilios según trayectos hipotéticos de descenso utilizados para la alimentación de estos animales. Las trampas fueron revisadas diariamente. Igualmente, para *R. norvegicus*, se instalaron las trampas en los planos interiores a nivel del suelo ubicados a nivel perimetral. Para el *M. musculus*, se consideraron las evidencias o rasgos. El área considerada fue de 50 m<sup>2</sup> y distancias recorridas de 3,66 m entre la madriguera y la fuente de alimentación (Monge, 2009).

Las trampas fueron cargadas con cebos de vísceras de pollo y pellets conformados de avena, mantequilla de maní y esencia de vainilla. Se calculó el esfuerzo de captura tomando en cuenta el número de trampas colocadas por la cantidad de noches que estuvieron activas, y el índice de esfuerzo de captura como el número de animales capturados por número de trampas colocadas diariamente multiplicado por 100 (Orozco *et al.*, 2016).

### Método de éxito de trapeo

El método utilizado para estimar la abundancia está basado en el éxito de la captura, definido como el número de individuos capturados por trampas durante un período de tiempo controlado (Coto, 2015):

$$\text{Éxito de captura o trapeo} = \frac{\text{Número de animales capturados} \times 100}{\text{Esfuerzo de captura}}$$

El esfuerzo de captura está definido por el número de trampas colocadas por el número de días que funcionaron.

## Estimación de la abundancia o nivel de infestación

Si el valor máximo de viviendas con respuesta positiva por manzana es 0 a 9% será de bajo-riesgo, 10 y 19% riesgo-medio, más de 20% alto-riesgo. Durante el estudio se creó un mapa con esta información (Coto, 2015).

Los animales fueron extraídos de las trampas mediante guantes de carnaza e introducidos en bolsas de tela de algodón para ser anestesiados con una mezcla de ketamina 5% y xilazina 2% en proporción 6 en 1 y tramadol 5%. De la mezcla se aplicó 0,1 ml por cada 100 g de peso vivo. El tramadol inyectado intramuscularmente razón de 0,2 mg de producto por cada 100 mg de peso vivo. Una vez recuperados los mamíferos, a excepción de los microroedores, éstos fueron liberados en el sitio de captura. Los microroedores fueron eutanasiados usando una sobredosis de isoflurano de acuerdo a las normas de ética y bioseguridad (Underwood *et al.*, 2020). Todo el personal responsable de atrapar, manipular y realizar necropsias, utilizó un protocolo y normas de bioseguridad establecidos por el organismo financiador (Orozco *et al.*, 2016) utilizando el equipo adecuado. Los cadáveres fueron eliminados siguiendo los protocolos para productos biológicos peligrosos de la Universidad.

Los roedores se clasificaron taxonómicamente según sus características diferenciales interespecíficas señaladas según el Protocolos para la Vigilancia y Control de Roedores Sinantrópicos (Coto, 2015)

## Toma de muestras

La extracción de sangre se realizó en la vena o seno coccígeo según cada especie. Las muestras de sangre fueron centrifugadas por 15 min a 2000 rpm. El suero fue conservado en tubos crioviales a -18 °C.

## Diagnóstico de Leptospiriosis

Usando el suero extraído anteriormente se hicieron las pruebas de microaglutinación (MAT) (WHO, 2003). Entre los serogrupos estudiados se incluyeron los siguientes: Ballum, Bratislava, Canicola, Grippotyphosa, Icterohaemorrhagie, Patoc, Pomona, Pyrogenes, Shermani y Tarassovi pertenecientes a especies patógenas de *Leptospira*. Se realizaron diluciones del suero partiendo de 1:25 hasta 1:800 para cada serogrupo. Se consideró como punto de corte la dilución donde se alcanzó un 50% de las aglutinaciones. Se consideraron positivos títulos iguales o superiores a 1:50 (Luna *et al.*, 2020).

Además, se aplicó una encuesta con un doble objetivo; por un lado, identificar los conocimientos, actitudes y prácticas relativas a roedores, y determinar el grado de participación y aceptación de las acciones de prevención y control por parte de la comunidad, y por otro lado, se recabó información sobre la actividad de los roedores en la zona de estudio. Estos datos no sólo brindarán información diagnóstica, sino también elementos para la toma de decisiones sobre prevención y control de roedores.

## Resultados

El 100% de las viviendas evaluadas disponían de servicio de agua potable de manera intermitente, aguas servidas, instalaciones sanitarias de WC y suministro eléctrico. Las viviendas presentaron techos de concreto armado con y sin recubrimiento interior (64%), el resto de las viviendas poseyeron techos de cinc o chapa. Así mismo, las paredes eran de ladrillos recubiertos y piso de cemento o mosaico tipo parquet. La recolección de desecho sólidos fue variable de dos veces por semana hasta periodos de hasta 14 días. Sin embargo, la urbanización no cuenta con un servicio de contenedores generales para el vertido de desechos, y éstos son mantenidos intradomiciliariamente.

De los jefes de familia entrevistado, el 85,33% manifestó o reconoció la presencia de roedores como un problema de la salud pública, y 28 casos (37.33%) presenció la aparición de roedores en sus hogares (Figura 2). Un 64% manifestó conocer alguna técnica de eliminación de roedores, siendo las más comunes, trampas mecánicas, lacas o pega, y rodenticida. 14 individuos señalaron la presencia esporádica de campañas oficiales para la eliminación y control de las poblaciones de roedores, haciendo énfasis en la aplicación de rodenticidas en los domicilios.

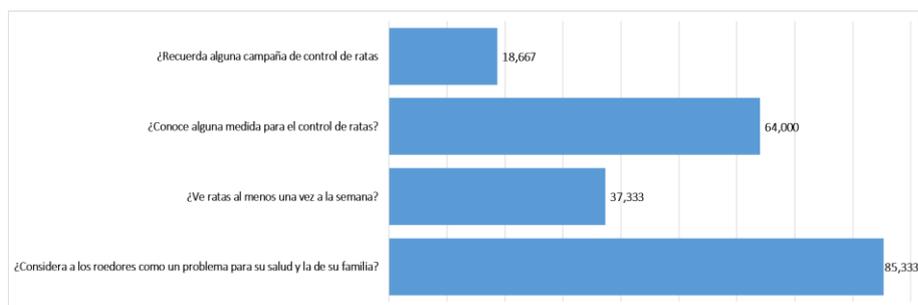


Figura 2. Importancia del control de roedores según jefes de familias

La tabla 1, resume las especies sinantrópicas capturadas en la zona de trabajo. Los resultados muestran que tres cuadrantes de la zonificación presentaron un nivel de riesgo alto con más de un 20% de trampeo. Los roedores más comunes fueron *R. rattus* y *R. norvegicus*. Seis zonas presentaron un nivel de riesgo medio (entre 10 y 19%) con mayor presencia de *M. musculus*, y 8 cuadrantes tuvieron un bajo riesgo (entre 0 y 9%) con mayor presencia de *M. musculus*.

**Tabla 1. Abundancia de especie de roedores sinantrópicos en la urbanización La Arborada El Tambor Huancayo, 2021**

Cuadrante	Éxito de trampeo	<i>Rattus norvegicus</i>		<i>Rattus rattus</i>		<i>Mus musculus</i>		Total		Nivel de RIESGO
		N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
1	12,38	1	1,01	4	4,04	8	8,08	13	13,13	Medio
2	16,19	0		8	8,08	9	9,09	17	17,17	Medio
3	55,24	0		47	47,48	11	11,11	58	58,59	Alto
4	7,62	0		0		8	8,08	8	8,08	Bajo
5	5,71	0		0		6	6,06	6	6,06	Bajo
6	6,67	0		0		7	7,07	7	7,07	Bajo
7	6,67	2	2,02	0		5	5,05	7	7,07	Bajo
8	4,76	1	1,01	0		4	4,04	5	5,05	Bajo
9	7,62	0		0		8	8,08	8	8,08	Bajo
10	8,57	0		0		9	9,09	9	9,09	Bajo
11	10,48	0		0		11	11,11	11	11,11	Medio
12	7,62	2	2,02	1	1,01	5	5,05	8	8,08	Bajo
13	16,19	0		2	2,02	15	15,15	17	17,17	Medio
14	17,14	1	1,01	3	3,03	14	14,14	18	18,18	Medio
15	19,05	1	1,01	5	5,05	14	14,14	20	20,20	Alto
E1	40,95	25	25,25	18	18,18	0		43	43,43	Alto
E2	18,10	19	19,19	0		0		19	19,19	Medio
Total		52	18,98	88	32,12	134	48,91	274	100,00	

El 62,69% de los roedores sinantrópicos presentaron títulos de anticuerpos anti *Leptospira*, de los cuales el 54,97% corresponden al serogrupo Icterohaemorrhagiae, seguida del serogrupo Patoc y finalmente Tarassovi con 9,941% (n=17) (Tabla 2). En referencia, a la ocurrencia por hospedador resultó que más del 50% de los roedores, sin importar la especie, evidencian seroprevalencia a la bacteria, con valores de 53,85; 63,64 y 64,93% para *R. norvegicus*, *R. rattus* y *M. musculus* respectivamente.

**Tabla 2. Descripción de los títulos para *Leptospira* spp obtenidos por MAT de roedores sinantrópicos en la urbanización La Arborada El Tambor Huancayo, 2021**

Especie	Títulos de anticuerpos	Serogrupo		
		Icterohaemorrhagiae	Patoc	Tarassovi
<i>Rattus norvegicus</i>	Negativo	52		
	1:40	6		4
	1:100	3	7	
	1:400	1		7
<i>Rattus rattus</i>	Negativo	32		
	1:40	12	17	1
	1:100	14	7	
	1:400	5		
<i>Mus musculus</i>	Negativo	47		
	1:40	14	9	4
	1:100	18	13	
	1:400	21	7	1

## Discusión

La mayoría de las infecciones humanas tienen un origen animal (Rahman *et al.*, 2020). La leptospirosis es una zoonosis, que es causada por una infección de bacterias patógenas del género *Leptospira* (OMS, 2021). Tiene una distribución mundial principalmente en áreas geográficas de climas tropicales, subtropicales y templados (Levett, 2001; Waitkins, 2013). Probablemente sea endémica en muchos países sin sistemas de vigilancia o laboratorios de diagnóstico disponibles (Cilios *et al.*, 2021). Prevalece debido a las malas condiciones de saneamiento básico, el manejo inadecuado de la basura, las medidas de prevención y control deficientes y el descuido de la enfermedad (Karpagam & Ganesh, 2020). El género *Leptospira* pertenece a la familia Leptospiraceae y al orden Spirochaetales (Adler & Moctezuma, 2010). Son bacterias alargadas y delgadas, que tienen un grosor aproximado de 0,1 a 0,15 µm y una longitud de 6 a 20 µm y tienen forma de espiral. Como la mayoría de las bacterias Gram-negativas, las leptospiras tienen una membrana externa que contiene proteínas y un flagelo periplásmico que permite la motilidad (Samrot *et al.*, 2021). La identificación y clasificación precisas del género *Leptospira* es necesaria para la vigilancia epidemiológica y de salud pública, ya que

los serovares muestran diferentes especificidades de hospedador (Mohammed *et al.*, 2011). Cada serovar está adaptado a uno o más mamíferos que actúan como hospedador, albergando la bacteria sin mostrar signos clínicos, pero excretando el microorganismo en la orina, actuando como reservorio (Guerra, 2009).

En las zonas urbanas, los roedores, en particular las ratas, son los principales reservorios de la bacteria, que alberga al serovar *Icterohaemorrhagiae* (Goarant, 2016); sin embargo, los roedores también pueden ser reservorios de los serogrupos *Ballum*, *Autumnalis* y *Copenhageni* (Levett, 2001; Perez *et al.*, 2011; Esfandiari *et al.*, 2015). Los caninos domésticos hospedadores incidentales y de mantenimiento del serovar *Canicola*. Tras la infección, las leptospirosas aparecen en la sangre e invaden prácticamente todos los tejidos y órganos, que serían eliminadas posteriormente del organismo por acción del sistema inmunitario. Sin embargo, las leptospirosas pueden colonizar los túbulos renales y luego se excretan en la orina durante un período de unas pocas semanas a varios meses. Los pacientes, por lo general, presentan estado febril autolimitado inespecífico, pero puede llegar a la enfermedad de Weil, que se caracteriza por presencia de ictericia, insuficiencia renal aguda, diátesis hemorrágica y síndrome hemorrágico pulmonar grave (SPHS) (McBride *et al.*, 2005); en algunos países donde la enfermedad es endémica puede llegar a tener un nivel de letalidad entre el 10 y 50% (McBride *et al.*, 2005, Gouveia *et al.*, 2008).

Como ya ha sido mencionado, los roedores son una de las principales fuentes de infección por leptospirosis; en ese sentido los estudios llevados a cabo en la Urbanización La Arborada, El Tambor, Huancayo, Perú determinaron el estado de infección y los factores de riesgo asociados con esta enfermedad. Así, el 100% de las viviendas evaluadas disponían de servicio de agua potable, aguas servidas, instalaciones sanitarias de WC y suministro eléctrico. Las viviendas presentaron techos de concreto armado (64%) y el resto de cinc o chapa, con paredes de ladrillo y piso de cemento o cerámica. La tabla 1, resume las especies sinantrópicas capturadas en la zona de trabajo, tres cuadrantes de la zonificación presentaron un nivel de riesgo alto, seis zonas presentaron un nivel de riesgo medio y 8 cuadrantes con bajo riesgo (entre 0 y 9%). El 62,69% de los roedores sinantrópicos capturados presentaron títulos de anticuerpos anti *Leptospira*, de los cuales el 54,97% corresponden al serogrupo *Icterohaemorrhagiae*, seguido del serogrupo *Patoc* y finalmente *Tarassovi* con 9,941% (n=17) (Tabla 2). En referencia, a la ocurrencia por hospedador resultó que más del 50% de los roedores, sin importar la especie, evidencian seroprevalencia a la bacteria. Un estudio llevado a cabo en Chile donde se muestrearon 121 roedores de tres especies sinantrópicas y dos especies silvestres capturadas en granjas lecheras en el sur de Chile donde la bacteria estaba presente se concluyó que, hubo una gran proporción de animales infectados que no fueron detectados por la prueba de aglutinación microscópica. La inmunohistoquímica y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) cuantitativa en tiempo real contribuyeron a identificar la presencia de *Leptospira* patógena en lesiones histológicas relacionadas con un 50% más de infecciones que la detectada por la serología (Luna *et al.*, 2020). En todo el mundo, las infecciones de roedores se asocian con frecuencia con los serovares *Autumnalis*, *Ballum*, *Bim* y *Arborea*, y en ratas, las infecciones se asocian con *Copenhageni* e *Icterohaemorrhagiae* (Bharti *et al.*, 2003). En un estudio llevado a cabo por Desvars *et al.*, (2011) sobre la leptospirosis animal en diez islas tropicales: Barbados, Martinica, Guadalupe, Granada, Trinidad, Nueva Caledonia, Hawai, Polinesia Francesa, La Reunión y Mayotte, encontraron que la leptospirosis es endémica en la fauna insular silvestre y doméstica. Cada isla presentaba un panel específico de serovariedades circulantes, íntimamente ligadas a la biodiversidad animal y ambiental, que la hacen epidemiológicamente distinta a la continental. Se comprobó que las ratas, las mangostas y los ratones son los principales portadores renales de leptospirosas en estas áreas, pero los perros también constituían un importante reservorio potencial. En algunas islas la seroprevalencia de leptospirosis en los animales evolucionó con el tiempo, induciendo cambios en la epidemiología de la enfermedad humana. Un estudio llevado a cabo por Fitté & Kosoy, 2022, en la Gran Zona de la Plata, Buenos Aires, se determinó la presencia de roedores como *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus*. Los resultados señalaron la presencia de *Leptospira interrogans* y *L. borgpetersenii* en *R. norvegicus* y *M. musculus* respectivamente. No se observaron diferencias significativas entre la prevalencia de bacterias y roedores y variables ambientales como el sexo del hospedador, la presencia de arroyos y la estación del año. Estos resultados confirmaron el papel de los roedores urbanos como fuentes de infección de *Leptospira spp.* Blasdel *et al.*, (2021). determinaron en ambientes urbanizados de Borneo, Malasia que a pesar de que disminuyó la presencia de roedores, dos especies parecían prosperar en ambientes antropogénicos: *Rattus rattus*, y *Sundamys muelleri*. *R. rattus* se encontró fuertemente asociada a la presencia de infraestructura construida y dominó la comunidad de roedores urbanos donde se asoció con la presencia de *Leptospira spp.* En consecuencia, más investigaciones sobre la leptospirosis animal en estos diversos ecosistemas y el uso de herramientas moleculares son esenciales para la prevención y el control de la enfermedad en humanos.

## Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Agradecemos a Dios nuestro padre por su presencia en nuestras vidas y por todas aquellas personas que ayudaron activamente en el buen desempeño de este proyecto.



## Referencias

- Acha, P.N., & Szyfres, B. (2003). Leptospirosis. CIE-10 A27.0 Leptospirosis icterohemorrágica, A27.8 Otras formas de leptospirosis, 175-186. Disponible en: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2017/Acha-Zoonosis-Spa.pdf> (Acceso enero 2023).
- Adler, B., & Moctezuma de la Peña, A. (2010). Leptospira and leptospirosis. Veter-Microbiol. 140, 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.012>
- Agudelo-Flórez P., Murillo, V.E., Londoño, A.F., & Rodas, J.D. (2013). Histopathological kidney alterations in rats naturally infected with Leptospira. Biomédica, 33, 82-88. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-41572013000500010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572013000500010) (Acceso enero 2023).
- Azócar-Aedo, L. (2023). Basic Aspects and Epidemiological Studies on Leptospirosis Carried Out in Animals in Chile: A Bibliographic Review. Tropical Medicine and Infectious Disease, 8(2). <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8020097>
- Bharti, A.R., Nally, J.E., Ricaldi, J.N., Matthias, M.A., Diaz, M., Lovett, M.A., Levett, P.N., Gilman, R.H., Willig, M.R., Gotuzzo, E., & Vinetz, J.M. (2003). Leptospirosis: A zoonotic disease of global importance. The Lancet Infectious Disease, 3, 757-771. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(03\)00830-2](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(03)00830-2)
- Blasdell, K.R., Morand, S., Laurance, S.G.W., Doggett, S.L., Hahs, A., Perera, D. & Firth, C. (2021). Rats in the city: implications for zoonotic disease risk in an urbanizing world. bioRxiv, 3(18). <https://doi.org/10.1101/2021.03.18.436089>
- Caimia, K., & Ruybalb, P. (2020). Leptospira spp., a genus in the stage of diversity and genomic data expansion. Infection, Genetics and Evolution, 81. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2020.104241>
- Cilios, G., Bertelloni, F., Albini, S., & Fratini, F. (2021). Información sobre la epidemiología de la leptospirosis: una revisión de los aislamientos de Leptospira de hospedadores "no convencionales". Animals 11(1). <https://doi.org/10.3390%2Fani11010191>
- de Faria, M., Athanazio, D., Ramos, E., Silva, E., Reis, M., & Ko, A. (2007). Morphological Alterations in the Kidney of Rats with Natural and Experimental Leptospira Infection. Journal of Comparative Pathology, 137(4), 231-238. <https://doi.org/10.1016/j.jcpa.2007.08.001>
- Desvars, A., Cardinale, E., & Michault, A. (2011). Leptospirosis animal en pequeñas áreas tropicales. Epidemiología e Infección, 139(2), 167-188. <https://doi.org/10.1017/S0950268810002074>
- Esfandiari, B., Pourshafie, M.R., Gouya, M.M., Pejvak, C., Mostafavi, E., Darvish, J., Bidhendi, S.M., Hanifi, H., & Nahrevanian, H. (2015). An epidemiological comparative study on diagnosis of rodent leptospirosis in Mazandaran Province, northern Iran. Epidemiology and Health, 37. <https://doi.org/10.4178%2Fepih%2Fe2015012>
- Fitte, B., & Kosoy, M. (2022). Presence of *Leptospira* spp. and absence of *Bartonella* spp. in urban rodents of Buenos Aires province, Argentina. Pathogens and Global Health, 116(3), 185-192. <https://doi.org/10.1080/20477724.2021.1959793>
- Gay, N., Soupé-Gilbert, M.E., & Goarant, C. (2014). Though not reservoirs, dogs might transmit Leptospira in New Caledonia. International Journal of Environmental Research and Public Health, 11(4), 4316-4325. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph110404316>
- Goarant C. (2016). Leptospirosis: risk factors and management challenges in developing countries. Research and Reports in Tropical Medicine, 7, 49-62. <https://doi.org/10.2147/RRTM.S102543>
- Gouveia, E., Metcalfe, J., Carvalho de F., A.L., Aires, T.S.F., Villasboas-Bisneto, J.C., Queiroz, A., Santos, A.C., Salgado, K., Reis, M.G., & Ko, A.I. (2008). Leptospirosis-associated Severe Pulmonary Hemorrhagic Syndrome, Salvador, Brazil. Emerging Infectious Diseases, 14(3), 505-508. <https://doi.org/10.3201%2F1403.071064>
- Greene, C., Sykes, J., Brown, C., & Hartmann, K. (2008). Leptospirosis. In Infectious Diseases of the Dog and Cat; Greene, C., Ed.; Intermédica: Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://publichealth.lacounty.gov/vet/LeptospirosisCaseDef.htm> (Acceso enero 2023).
- Guerra, M.A., (2009). Leptospirosis. American Veterinary Medical Association Journal, 234(4), 472-477. <https://doi.org/10.2460/javma.234.4.472>

- Karpagam, K., & Ganesh, B. (2020). Leptospirosis: a neglected tropical zoonotic infection of public health importance- an updated review. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 39, 835-846. <https://doi.org/10.1007/s10096-019-03797-4>
- Ko, A.I., Galvão Reis, M., Ribeiro Dourado, M.C., Johnson, W.D. Jr., & Riley, L.W. (1999). Urban epidemic of severe leptospirosis in Brazil. Salvador Leptospirosis Study Group. *The Lancet*, 354(9181), 820-825. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(99\)80012-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(99)80012-9)
- Lasim, A., Mohd-Taib, F.S., Halim, M.A., Mohd-Ngesom, A.M., Nathan, S., & Nor, S. (2021). Leptospirosis and coinfection: Should we be concerned?. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17). <https://doi.org/10.3390%2Fijerph18179411>
- Levett, P.N. (2001). Leptospirosis. *ASM Journal*, 14(2). <https://doi.org/10.1128%2FCMR.14.2.296-326.2001>
- López Robles, G., Córdova-Robles, F.N., Sandoval-Petris, E., & Montalvo-Corral, M. (2021). Leptospirosis at human-animal- environment interfaces in Latin-America: Drivers, prevention, and control measures. *Biocencia*, 23, 89-100. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6729/672971079011/html/> (Acceso enero 2023).
- Luna, J., Salgado, M., Tejada, C., Moroni, M., & Monti, G. (2020). Evaluación de factores de riesgo en roedores sinantrópicos y salvajes infectados por *Leptospira* spp patógena. Capturado en el sur de Chile. *Animals*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/ani10112133>
- McBride, A., Athanzio, D.A., Reis, M.G., & Ko, A.I. (2005). Leptospirosis. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 2005, 18(5), 376-386. <https://doi.org/10.1097/01.qco.0000178824.05715.2c>
- Medeiros, F.R., Spichler, A., & Athanzio, D. (2010). Leptospirosis-associated disturbances of blood vessels, lungs and hemostasis. *Acta Tropica*, 115(1), 155-162. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.02.016>
- Mohammed, H., Nozha, C., Hakim, K., Abdelaziz, F. & Reikia, B. (2011). *Leptospira*: Morphology, classification, and pathogenesis. *Journal of Bacteriology and Parasitology*, 2(6). Disponible en: <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/leptospira-morphology-classification-and-pathogenesis-2155-9597.1000120.pdf> (Acceso enero 2023).
- Monge, J. (2009). Roedores plaga de América Central. Editorial UCR. San José, Costa Rica. Disponible en: <https://editorial.ucr.ac.cr/ciencias-naturales-y-exactas/item/2258-roedores-plaga-de-america-central.html> (Acceso enero 2023).
- Organización Mundial de la Salud, OMS. (2021). Leptospirosis. 2021. Disponible en línea: <https://www.paho.org/en/topics/leptospirosis#:~:text=Leptospirosis%20occurs%20worldwide%20but%20is,after%20heavy%20rainfall%20or%20flooding> (Acceso enero 2023).
- Orozco, M.M., Enriquez, G.F., Cardinal, M.V., Piccinali, R.V., & Gürtler, R.E. (2016). A comparative study of *Trypanosoma cruzi* infection in sylvatic mammals from a protected and a disturbed area in the Argentine Chaco. *Acta Tropica*, 155, 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.12.004>
- Perez, J., Brescia, F., Becam, J., Mauron, C., & Goarant, C. (2011). Rodent abundance dynamics and leptospirosis carriage in an area of hyper-endemicity in New Caledonia. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001361>
- Rahman, T.M., Sobur, A., Islam, S., Hossain, J., EL Zowalaty, M.E., Rahman, A.T., & Ashour, H.M. (2020). Enfermedades zoonóticas: etiología, impacto y control. *Microorganisms* 8(9). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
- Richer, L., Potula, H.H., Melo, R., Vieira, A., & Egomes-Solecki, M. (2015). Mouse Model for Sublethal *Leptospira interrogans* Infection. *Infection and Immunity*, 83(12), 4693-4700. <https://doi.org/10.1128%2FIAI.01115-15>
- Rossetti, C.A., Vanasco, B.N., Pini, N., & Carfagnini, J.C. (2004). Comparison of three diagnostic techniques for the detection of leptospire in the kidneys of wild house mice (*Mus musculus*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 24(1), 6-10. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/pvb/a/fQTPNrvtb7jsKcytSyYdvSk/?lang=en&format=pdf> (Acceso enero 2023).
- Samrot, A.V., Sean, T.C., Bhavya, K.S., Sahithya, C.S., Chan-Drasekaran, S., Palanisamy, R., Robinson, E.R., Subbiah, S.K., & Mok, P.L. (2021). Leptospiral Infection, Pathogenesis and Its Diagnosis-A Review. *Pathogens*, 10(2), 145. <https://doi.org/10.3390/pathogens10020145>

- Santos, C.S., Macedo, J.O., Bandeira, M., Chagas-Junior, A.D., McBride, A.J.A., McBride, F.W.C., Reis, M.G., & Athanazio, D.A. (2010). Different outcomes of experimental leptospiral infection in mouse strains with distinct genotypes. *Journal of Medical Microbiology*, 59(9), 1101-1106. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.021089-0>
- Steven, L., Underwood, W., Anthony, R., & Samuel, C. (2020). Directrices AVMA para la eutanasia de animales: edición 2020. Disponible en: [https://www.spandidos-publications.com/var/AVMA\\_euthanasia\\_guidelines\\_2020.pdf](https://www.spandidos-publications.com/var/AVMA_euthanasia_guidelines_2020.pdf) (Acceso enero 2023).
- Waitkins, S.A. (2013). La leptospirosis como enfermedad profesional. *BM Journal*, 43(11). <https://doi.org/10.1136/oem.43.11.721>
- WHO ILS. (2003). Human Leptospirosis: Guidance for Diagnosis, Surveillance and Control. Disponible en: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42667/WHO\\_CDS\\_CSR\\_EPH\\_2002.23.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42667/WHO_CDS_CSR_EPH_2002.23.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Acceso enero 2023).