







# FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A CASOS DE RABIA BOVINA Y POTENCIAL DISTRIBUCIÓN HACIA ZONAS VULNERABLES EN CAJAMARCA, PERÚ

Risk factors associated with bovine rabies cases and potential distribution to vulnerable areas in Cajamarca, Peru

 Jesús Rodríguez-Chávez<sup>1</sup>,  César A. Murga-Moreno<sup>2</sup>,  Dayana M. Terrones-Cerna<sup>2\*</sup>,  
 Dennis A. Navarro-Mamani<sup>3</sup>,  Teófilo S. Torrel-Pajares<sup>4</sup>,  Corpus H. Cerna-Cabrera<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), Cajamarca, Perú

<sup>2</sup>Centro de Investigación de Medicina Tropical, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

<sup>3</sup>Laboratorio de Microbiología y Parasitología - Sección Virología, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

<sup>4</sup>Departamento Académico de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú

**RESUMEN:** La rabia bovina de origen silvestre es endémica en Sudamérica, su principal transmisor es el murciélago vampiro *Desmodus rotundus* y el cambio climático ha hecho que su distribución espacial sea modificada, lo que conlleva a un incremento de casos positivos de la enfermedad. El objetivo de la investigación fue evaluar los factores de riesgo que se asocian a la presentación de casos de rabia bovina y predecir la potencial distribución de la enfermedad hacia zonas vulnerables de la región Cajamarca, Perú. Se analizaron retrospectivamente 172 posibles casos desde 2004 al 2019, de los cuales 132 fueron confirmados como positivos a rabia mediante inmunofluorescencia directa. Cada variable se categorizó cualitativamente en rangos de riesgo. Los datos se procesaron mediante análisis estadístico multivariado y Chi-cuadrado para determinar los factores asociados a los casos de rabia. La distribución potencial fue basada en modelamiento de nicho ecológico empleando los registros con ocurrencias positivas a rabia y las capas de información geoambiental. Los factores de riesgo fueron la temperatura ( $p = 0,033$ ), altitud ( $p = 0,021$ ), distancia a los refugios de murciélagos hematófagos ( $p < 0,001$ ) y humedad relativa ( $p = 0,001$ ). Se simuló la probabilidad de que se susciten casos nuevos en el 78,12% de la región Cajamarca.

**Palabras clave:** factores de riesgo, zoonosis, vigilancia en salud pública, Virus de la Rabia, modelo de distribución de enfermedades, modelos de máxima entropía.

**ABSTRACT:** Wildlife-origin bovine rabies is endemic in South America, with the common vampire bat (*Desmodus rotundus*) being its primary transmitter. Climate change has altered its spatial distribution, leading to an increase in positive cases of the disease. This research aimed at evaluating the risk factors associated with the occurrence of bovine rabies cases and predicting the potential distribution of the disease into vulnerable areas of Cajamarca region, Peru. A retrospective analysis was conducted on 172 suspected cases from 2004 to 2019, of which 132 were confirmed as rabies-positive using the direct immunofluorescence technique. Each variable was qualitatively categorized into risk ranges. The data were processed using multivariate statistical analysis and the Chi-square test to determine the factors associated with rabies cases. The potential distribution was based on an ecological niche modelling, utilizing records of positive rabies occurrences and geo-environmental information layers. The risk factors identified were: temperature ( $p = 0,033$ ), altitude ( $p = 0,021$ ), distance to *Desmodus rotundus* roosts ( $p < 0,001$ ), and relative humidity ( $p = 0,001$ ). The probability of new cases occurring was simulated for 78,12% of Cajamarca region.

**Key words:** risk factors, zoonosis, public health surveillance, Rabies Virus, disease distribution model, maximum entropy models.

\*Correspondencia a: Dayana M. Terrones-Cerna. E-mail: [dterronesc19\\_1@unc.edu.pe](mailto:dterronesc19_1@unc.edu.pe)

Recibido: 06/03/2025

Aceptado: 31/10/2025

**Conflictos de intereses:** Los autores declaran no tener algún conflicto de intereses.

**Contribución de autores:** Conceptualización, Curación de datos, Investigación, Administración de proyecto, Recursos, Supervisión, Redacción: revisión y edición: Jesús Rodríguez-Chávez. Análisis formal, Metodología, Escritura - borrador original, Redacción: revisión y edición: César A. Murga-Moreno. Redacción: revisión y edición, Visualización: Dayana M. Terrones-Cerna. Visualización, Curación de datos, Escritura - borrador original, Redacción: revisión y edición: Dennis A. Navarro-Mamani. Escritura - borrador original, Validación, Redacción: revisión y edición: Teófilo Torrel-Pajares. Administración de proyecto, Supervisión, Redacción: revisión y edición: Corpus Cerna-Cabrera.



## INTRODUCCIÓN

La rabia es una enfermedad viral zoonótica letal, causada por un *Lyssavirus* denominado Virus de la Rabia - RABV (1). El virus se replica en nuevas especies hospederas y áreas geográficas, amenazando vidas animales y humanas, por lo que los casos esporádicos en poblaciones silvestres son en gran medida impredecibles (2). Consecuentemente, combinar la vigilancia epidemiológica, el diagnóstico y la construcción de modelos de enfermedades infecciosas podría ser de utilidad para el entendimiento de los factores asociados a su dinámica y evolución (3).

Perú es uno de los países con más reportes de casos de rabia, siendo una zona endémica debido a la presencia de nichos ecológicos que favorecen la supervivencia del virus (4). Adicionalmente, entre 2003 y 2017 se registraron 3 246 notificaciones de rabia bovina, de las cuales 1 729 (53,3%) fueron confirmadas mediante diagnóstico de laboratorio (5). En la región Cajamarca, los casos se dan con mayor frecuencia en las provincias de Celendín, Chota, San Ignacio, Cutervo y Jaén; en los que se reportó más de 124 focos de rabia bovina entre 2004 y 2018, causando la muerte a cerca de 1000 vacunos, con pérdidas que superaron los 1,3 millones de dólares americanos (6).

Por otro lado, producto de modificaciones ambientales, los murciélagos han desarrollado el potencial de expandir su distribución; observándose cambios en el patrón epidemiológico de la enfermedad y la dinámica poblacional de los mamíferos portadores del virus (7). Así, en el caso de Colombia, las temperaturas elevadas y la poca precipitación a lo largo del año han favorecido la presencia de *Desmodus rotundus*, aumentando la posibilidad de que la rabia sea transmitida (8, 9).

En Cajamarca, existe un bajo porcentaje de reportes de casos sospechosos de rabia en ganado bovino; sin embargo, se presume que la presencia de esta enfermedad es mucho mayor porque los ganaderos no siempre reportan las sospechas de casos al Servicio Nacional de Sanidad Agraria - Perú (SENASA), subestimando la verdadera situación de la presencia de rabia. Por tal razón, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar aquellos factores de riesgo relacionados con la aparición de casos de rabia bovina en base a los casos positivos durante el periodo de 2004 - 2019. Además, se buscó predecir espacialmente la potencial diseminación de la enfermedad hacia áreas vulnerables dentro de la región Cajamarca, con la finalidad de controlar su propagación en animales domésticos y en la población humana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

La presente investigación tuvo lugar en todo el territorio de la región Cajamarca, siendo una de las regiones con mayor producción lechera del país con una población de 724 478 cabezas de ganado bovino (10). Cajamarca se encuentra ubicada al norte de Perú, con una superficie de 33 318 km<sup>2</sup> (2,6% del territorio peruano), constituida por 13 provincias y 127 distritos. Limita al norte con Ecuador y posee gran diversidad climática que propicia la Cordillera de los Andes en sus diversos pisos altitudinales. Además, el 64,6% de la población (11).

## Diseño Experimental

El estudio fue no experimental analítico correlacional, empleando como instrumento de análisis los registros de 172 ocurrencias de casos sospechosos de rabia bovina durante el periodo de 2004 a 2019. Los datos fueron proporcionados por SENASA-Cajamarca, entidad que realiza la vigilancia pasiva de la enfermedad en la zona del estudio. Los casos fueron confirmados por inmunofluorescencia directa (132 ocurrencias positivas) en la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Animal - SENASA. Los registros contenían el nombre del caserío, distrito y provincia; así como las coordenadas geográficas de cada ocurrencia.

La información climática mensual y anual del periodo de 2004 a 2019 se obtuvo en archivo de texto, se contó con las variables y su georreferenciación procedente de las cincuenta estaciones meteorológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (12) distribuidas en la región Cajamarca. Los mapas espaciales de altitud y capas de red hídrica fueron proporcionados por la Oficina de Zonificación Económica y Ecológica - ZEE del Gobierno Regional de Cajamarca. Se compararon los datos de humedad, temperatura y precipitación con los mapas espaciales de los años 1981 al 2010 otorgados por la misma oficina empleando la prueba de Chi cuadrado/Prueba exacta de Fisher, los cuales resultaron similares ( $p > 0.05$ ) al contrastarlos con los de SENAMHI. Finalmente, el Museo de Historia Natural del Perú facilitó los datos de las ubicaciones de los murciélagos *D. rotundus* (13), vectores de rabia en Perú.

### Análisis Espacial

Las 172 ocurrencias de los 16 años de estudio, acopiadas en formato Excel fueron transformadas a formato espacial ESRI Shapefile (.shp). Mediante métodos de interpolación espacial en el programa Quantum GIS (QGIS v.3.22) se obtuvo mapas temáticos para los datos multianuales de cada variable por rangos o intervalos a fin de poder superponer las capas espaciales de altitud, humedad, temperatura, precipitación; y el archivo vectorial de red hídrica y distancia de cada ocurrencia con relación a la ubicación de los refugios del vector. Dado que los rangos se establecieron *a priori* según umbrales eco-epidemiológicos (p. ej., pisos altitudinales y bandas térmicas siguiendo lo descrito por Pulgar (14), prescindimos de métodos de clasificación automática. En QGIS, las categorías se operacionalizaron con selección por atributos y se obtuvieron los recortes espaciales de cada rango mediante Clip, integrando luego las capas resultantes con Merge para coleccionar los datos de cada ocurrencia.

- Altitud: 1 a 1200 m s.n.m. (baja), > 1200 a 2400 m s.n.m. (media), > 2400 a 3600 m s.n.m. (alta) y > 3600 m s.n.m. (muy alta).
- Humedad: 75 - 80% (baja), > 80 - 85% (media) y > 85 - 90% (alta).
- Temperatura: 12 - 16 °C (baja), > 16 - 20 °C (media), > 20 - 24 °C (alta) y > 24 °C (muy alta).
- Precipitación: 800 - 1000 mm (baja), > 1000 - 1200 mm (media), > 1200 - 1400 (alta) y > 1400 - 1600 mm (muy alta).
- Red hídrica: 0 - 1 km (distancia corta), > 1 - 2 km (distancia media) y > 2 km (distancia larga).
- Distancia a los refugios: 0 - 5 km (distancia corta), > 5 - 10 km (distancia media) y > 10 km (distancia larga).

Para estimar la distribución potencial basado en modelamiento de nicho ecológico, se emplearon los registros con ocurrencias positivas y negativas a rabia bovina, las capas de información geoambiental y el avistamiento de *D. rotundus*, lo cual fue procesado con el programa MaxEnt v.3.2.2.

### Análisis Estadístico

A todo dato en texto se le asignó códigos numéricos para su procesamiento en el software Stata v.15.1. Se aplicó la prueba exacta de Fisher para determinar asociación estadística entre la variable dependiente (presentación de casos de rabia bovina) y las variables independientes (altitud, precipitación, temperatura, humedad relativa, red hídrica y distancia a los refugios) cuando  $p < 0,05$ .

Los factores asociados estadísticamente en la prueba anterior, fueron seleccionados para el análisis multivariado con regresión logística múltiple para determinar los factores de riesgo ( $p < 0,05$ ) y expresión de la probabilidad de la diseminación de casos de rabia bovina hacia áreas vulnerables o sin ocurrencia en la región Cajamarca ( $P_{(Y=1)}$ ); por tal razón, Y fue la variable dependiente, X las variables independientes predictoras y e la función exponencial. De esta manera, se empleó la ecuación:

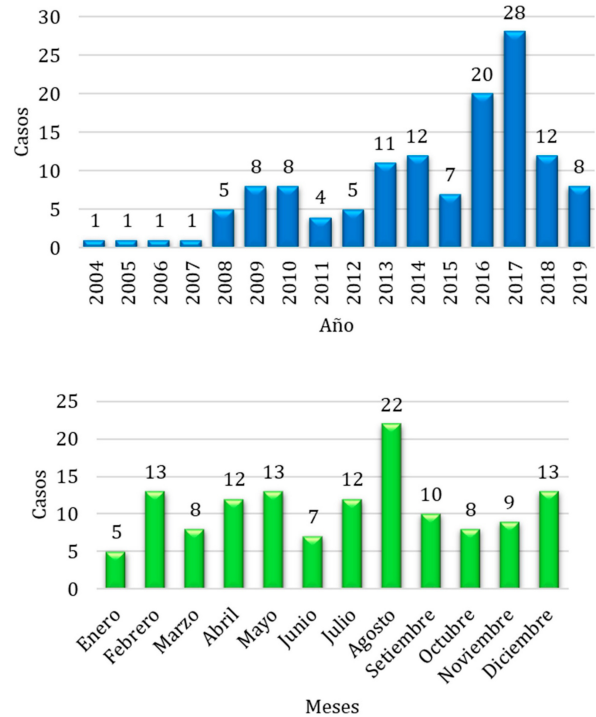
$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_p X_p)}}$$

### RESULTADOS

En 2017, se presentaron las mayores ocurrencias de casos positivos a rabia bovina, seguido de 2016. Asimismo, el mes con la mayor cantidad de casos fue agosto, con 22 ocurrencias confirmadas de la enfermedad (Figura 1). Por otro lado, las variables ambientales de temperatura ( $p = 0,033 < 0,05$ ), humedad ( $p = 0,001 < 0,05$ ), altitud ( $p = 0,021 < 0,05$ ) y distancia a los refugios ( $p = 0,000 < 0,05$ ) mostraron asociación estadística significativa a la presentación de casos de rabia bovina. Por el contrario, la precipitación ( $p = 0,305 > 0,05$ ) y distancia a la red hídrica ( $p = 0,536 > 0,05$ ) no mostraron asociación estadística significativa (Tabla 1).

La enfermedad no presenta una distribución homogénea (Shapiro-Wilk:  $W = 0,65866$ ,  $p < 0,05$ ), los primeros casos tienen su origen en la zona noreste de Cajamarca, limítrofe con Ecuador, zona de clima subtropical, y desde allí se extendió hacia las provincias del centro y sur de la región. Según el análisis epidemiológico se presentaron 23,3% (40/172) ocurrencias negativas y un 76,7% (132/172) de ocurrencias positivas (confirmadas por inmunofluorescencia directa) de rabia bovina, siendo las provincias de San Ignacio (45,5%; 60/132) y Cutervo (35,6%; 47/132) las más afectadas. A nivel distrital, se identificaron veintisiete municipios comprometidos; de los cuales, el mayor número de casos positivos se obtuvo en los distritos homónimos de las provincias de San Ignacio y Cutervo, respectivamente, con 15,9% (21/132) cada uno, seguido de Huarango y San José de Lourdes con 10,6% (14/132) cada uno (Tabla 2).

El modelo de distribución potencial de la enfermedad mostró que, la probabilidad de dispersión de casos positivos de rabia bovina en áreas vulnerables o sin ocurrencia en Cajamarca es alta (cubriendo una superficie terrestre del 78,1% de la región), fenómeno que podría desencadenarse en



**Figura 1.** Casos confirmados de rabia bovina en la región Cajamarca, Perú, en el periodo 2004 - 2019, distribuida por años y meses. / Confirmed cases of bovine rabies in Cajamarca region, Peru, for the period 2004 - 2019, distributed by year and month.

las trece provincias, siempre que las variables que estuvieron asociadas (temperatura, humedad relativa, refugios) se mantengan constantes en el tiempo (Figura 2).

El análisis de regresión logística múltiple ejecutado indica que la probabilidad de ocurrencia de casos de rabia en bovinos en áreas sin ocurrencia es de  $OR = 13,36$  veces más que en un radio menor a 7,6 km a la redonda (IC del 95%;  $p = 0,000$ ), solo cuando la temperatura ambiental se mantenga invariable. De igual manera, la probabilidad de ocurrencia de rabia bovina con temperaturas ambientales iguales o mayores a 20,6 °C es de  $OR = 2,49$  veces más que a menores temperaturas, siempre que la distancia a las cuevas y la edad de los animales permanezcan constantes (IC del 95%;  $p < 0,05$ ).

### DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas y geográficas de las regiones donde se reportaron casos confirmados en este estudio concuerdan con Maldonado et al. (15), quienes describen una mayor presencia de casos de rabia en áreas cálidas y con vegetación más densa, siendo esta la región amazónica de Ecuador. Por otro lado, un estudio realizado en México, evidenció que los murciélagos hematófagos vectores del virus rábico tienen mayor nivel de supervivencia en zonas cálidas (16).

El mes de agosto en Cajamarca corresponde a la época seca, similar a lo observado en México, país en el que el mayor riesgo de la propagación de rabia ocurre durante la estación de sequía, principalmente en los meses de abril y mayo. Esto podría indicar que la estación climática favorecería la presentación de casos, aunque este factor no es absoluto o determinante (17).

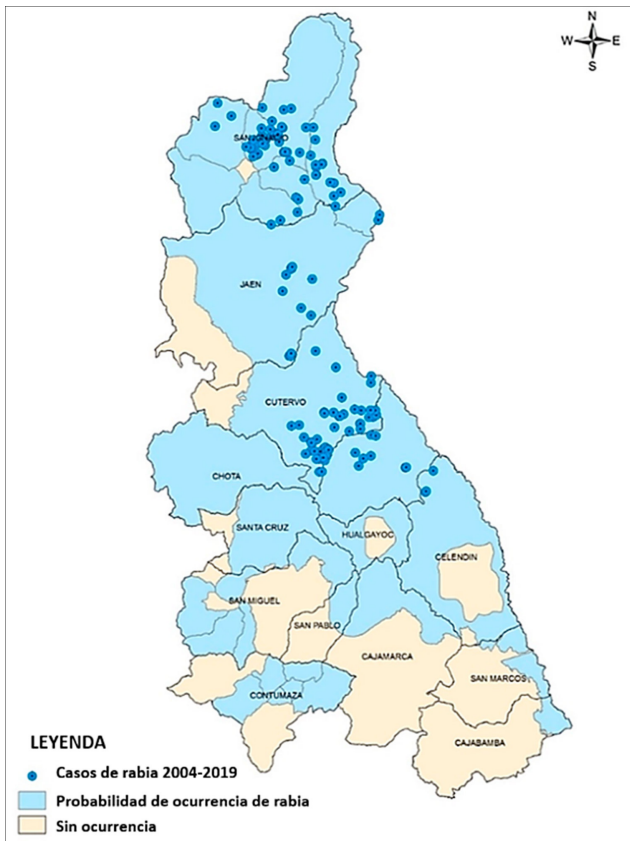
**Tabla 1.** Frecuencia de casos de rabia bovina y su asociación según la categorización de los factores evaluados en Cajamarca, Perú (periodo 2004 - 2019). / *Frequency of bovine rabies cases and their association according to the categorization of the factors evaluated in Cajamarca, Peru (period 2004 - 2019).*

Variables predictoras	Categoría	Rango	Casos negativos	Casos positivos	Total		Valor <i>p</i> *
					n	%	
Altitud (m s.n.m.)	Baja	1-1 200	42	16	58	33,7	0,021
	Media	> 1 200-2 400	58	14	72	41,9	
	Alta	> 2 400-3 600	32	7	39	22,7	
Distancia a los refugios (km)	Muy alta	> 3 600	0	3	3	1,7	< 0,001
	Corta	0-5	5	82	87	50,6	
	Media	> 5-10	12	41	53	30,8	
Humedad (%)	Larga	> 10	23	9	32	18,6	0,001
	Baja	75-80	18	27	45	26,2	
	Media	> 80-85	18	99	117	68,0	
Temperatura (°C)	Alta	> 85-90	4	6	10	5,8	0,033
	Baja	12-16	13	21	34	19,8	
	Media	> 16-20	9	36	45	26,2	
Precipitación pluvial (mm)	Alta	> 20-24	7	48	55	32,0	0,305
	Muy alta	> 24	11	27	38	22,1	
	Baja	800-1 000	10	40	50	29,1	
Distancia a la red hídrica (km)	Media	> 1 000-1 200	17	45	62	36,1	0,536
	Alta	> 1 200-1 400	13	38	51	29,7	
	Muy alta	> 1 400	0	9	9	5,2	
Distancia a la red hídrica (km)	Corta	0-1	35	104	139	80,8	0,536
	Media	> 1-2	5	24	29	16,9	
	Larga	> 2	0	4	4	2,3	

\*Prueba exacta de Fisher; IC = 95%. m s.n.m: metros sobre el nivel del mar

**Tabla 2.** Casos de rabia bovina por distritos en la región de Cajamarca, Perú, durante el periodo 2004 - 2019. / *Cases of bovine rabies by district in Cajamarca region, Peru, during the period 2004 - 2019.*

Provincias	Distritos	Casos	Porcentaje (%)
San Ignacio	Chirinos	6	4,5
	Huarango	14	10,6
	La Coipa	2	1,5
	Namballe	3	2,3
	San Ignacio	21	15,9
	San José de Lourdes	14	10,6
Jaén	Colasay	3	2,3
	Jaén	5	3,8
	Las Pirias	3	2,3
	San José del Alto	1	0,7
	Santa Rosa	2	1,5
	Cutervo	1	0,8
Cutervo	Cujillo	2	1,5
	Cutervo	21	15,9
	La Ramada	6	4,5
	San Andrés de Cutervo	5	3,8
	San Juan de Cutervo	1	0,8
	San Luis de Lucma	4	3,0
	Santo Domingo de la Capilla	2	1,5
	Santo Tomás	1	0,8
	Sócota	3	2,3
	Toribio Casanova	1	0,7
	Chota	Anguía	2
Chadín		2	1,5
Conchán		1	0,8
Tacabamba		3	2,3
Celendín	Cortegana	3	2,3
TOTAL	-----	132	100,00



**Figura 2.** Predicción de la distribución potencial de casos de rabia bovina hacia áreas sin ocurrencia en la región de Cajamarca, Perú, basado en casos positivos durante el periodo 2004 - 2019. / Prediction of the potential distribution of bovine rabies cases into areas without recorded occurrence in Cajamarca region, Peru, based on positive cases during the 2004 - 2019 period.

No se reportaron casos en altitudes superiores a los 3 600 m s.n.m., lo cual concuerda con lo ocurrido en Apurímac, donde la tasa de incidencia de rabia a altitudes de 2 301 - 3 500 m s.n.m. es cuatro veces más elevada en comparación con altitudes entre 500 - 2 300 m s.n.m. ( $p = 0,001$ ) (18). En México, se encontró que el 87,4% (900/1 030) de casos se situaron en regiones de hasta 1 500 m s.n.m. (19), en tanto que en Colombia el riesgo incrementa en altitudes por debajo de los 1 000 m s.n.m. (20). Según Greenhall et al. (21), el rango geográfico del murciélago *D. rotundus* no se extiende sobre los 2 300 m s.n.m.; aunque Quintana y Pacheco (13) describen que en Perú se han registrado murciélagos hematófagos hasta los 3 680 m s.n.m., aspecto similar a la máxima altitud donde se reportaron casos en el presente estudio.

Mantovan et al. (17) describen que el mayor riesgo se presenta en predios más cercanos a los refugios; sin embargo, tal característica va estrechamente relacionada a las variables climatológicas. En la presente investigación únicamente se consideraron cuevas, debido a que no existen registros de otro tipo en la zona de estudio; pero, existe la posibilidad de que en las zonas estudiadas estén presentes otros tipos de refugios que incrementarían el riesgo de propagación de rabia.

La humedad también influyó en la presentación de rabia bovina en Cajamarca, resultado que coincide con el estudio de Barquez et al. (22) en México, donde se encontró que el rango adecuado de humedad relativa para la presencia del murciélago es de 70 a 100% y no debe caer por debajo de 45%. Respecto a la temperatura, esta fue la variable más asociada ( $OR = 2,49$ ; IC del 95%;  $p < 0,05$ ) con la distribución de la enfermedad, lo cual se relaciona con lo realizado por Zarza et al. (23), quienes se basaron en el modelo de máxima entropía correlativa para predecir la distribución potencial de *D. rotundus*, estando relacionado estrechamente con la transmisión y propagación del virus. Además, en México se describe que los casos de rabia incrementan entre temperaturas máximas de 28,4 a 29 °C y mínimas de 14 a 15 °C (24).

A pesar de que la precipitación pluvial no se asocia estadísticamente con los casos de rabia, se evidencia que, con precipitaciones superiores a 1000-1200 mm se registran frecuencias más elevadas de rabia bovina. Aunque un estudio realizado en Ecuador menciona que durante la temporada de lluvias disminuye el riesgo de positividad a la rabia animal ( $OR = 0,996$ ; IC del 95% = 0,995 - 0,998;  $p < 0,001$ ) debido a que los murciélagos utilizan más energía para mantener su temperatura corporal, lo que conlleva a que la búsqueda de alimento en estas condiciones pueda ser desfavorable (25, 26).

La distancia a la red hídrica tampoco influye en los casos positivos, aun así, es importante mencionar que, en esta investigación solamente se trabajó con datos espaciales de los principales ríos de la región. Es oportuno que a futuro se recabe más información de todas las redes hídricas de la Cajamarca para predecir con mayor confianza el riesgo, ya que Quintana y Pacheco (13) sugieren que los murciélagos tienen mayor afinidad por las cuevas húmedas y especialmente las que contienen fuentes de agua, incrementando así la probabilidad de transmisión de rabia.

A futuro, se presentarán casos nuevos de rabia en zonas vulnerables con un hábitat ecológico idóneo para la supervivencia de *D. rotundus*, en el contexto propicio de disponibilidad de alimento, presencia de refugios, corredores biológicos y cambio climático (17, 27). Ante ello, con investigaciones a gran escala y desarrolladas en amplios periodos de tiempo, se podrá establecer con mayor precisión los factores de riesgo que se asocian a la rabia bovina. Además, Cajamarca al estar ubicada muy próxima a la línea ecuatorial, el trato a la climatología y geografía en el presente estudio pueden ser de consideración para otras regiones de Sudamérica con condiciones similares que deseen hacer un monitoreo y vigilancia óptima de la enfermedad.

## CONCLUSIONES

Los casos de rabia bovina se presentan periódicamente en la zona noreste y centro de Cajamarca, siendo San Ignacio y Cutervo las provincias con más casos positivos confirmados. El modelo de distribución potencial de casos de rabia estimó la probabilidad de dispersión de nuevos casos en el 78,12% de la superficie terrestre de la región de Cajamarca siendo los factores de mayor riesgo la altitud, la humedad relativa, la temperatura y la proximidad a refugios de *D. rotundus*.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento especial al Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA - Perú), por haber proporcionado los datos de los 172 presuntos casos de rabia bovina.

## REFERENCIAS

- Krebs JW, Wilson ML, Childs JE. Rabies: Epidemiology, Prevention, and Future Research. *J Mammal* [Internet]. 1995;76(3):681-94. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/1382740>
- Meske M, Fanelli A, Rocha F, Awada L, Soto PC, Mapitse N, et al. Evolution of Rabies in South America and Inter-Species Dynamics (2009-2018). *Trop Med Infect Dis* [Internet]. 2021;6(2):98. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2414-6366/6/2/98>
- Benavides JA, Valderrama W, Recuenco S, Uieda W, Suzán G, Avila-Flores R, et al. Defining New Pathways to Manage the Ongoing Emergence of Bat Rabies in Latin America [Internet]. Vol. 12, *Viruses*. MDPI AG; 2020 [citado 28 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/v12091002>
- Soler-Tovar D, Escobar LE. Rabies transmitted from vampires to cattle: An overview. *PLoS One*. 2025;20(1).
- Ulloa-Stanojlovic FM, Dias RA. Spatio-temporal description of bovine rabies cases in Peru, 2003-2017. *Transbound Emerg Dis* [Internet]. 2020 [citado 28 de febrero de 2025];67(4):1688-96. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/tbed.13512>
- SENASA. Situación Epidemiológica de la rabia en herbívoros en la región de Cajamarca. Cajamarca; 2019.
- Moura Neves JM, Silva Belo V, Souza Catita CM, Alves de Oliveira BF, Pereira Horta MA. Modeling of Human Rabies Cases in Brazil in Different Future Global Warming Scenarios. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2024 [citado 28 de febrero de 2025];21(2). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph21020212>
- Arias Caicedo MR, De Arruda Xavier D, Arias Caicedo CA, Andrade E, Abel I. Epidemiological scenarios for human rabies exposure notified in Colombia during ten years: A challenge to implement surveillance actions with a differential approach on vulnerable populations. *PLoS One* [Internet]. 2019 [citado 28 de febrero de 2025];14(12). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213120>
- Rojas-Sereno ZE, Streicker DG, Medina-Rodríguez AT, Benavides JA. Drivers of Spatial Expansions of Vampire Bat Rabies in Colombia. *Viruses* [Internet]. 2022 [citado 28 de febrero de 2025];14(11). Disponible en: <https://doi.com/2414-6366/6/2/98>
- INEI. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario. 2013.
- INEI. Censos 2017: departamento de Cajamarca cuenta con 1 341 012 habitantes. 2018.
- SENAMHI. Datos hidrometeorológicos en Cajamarca por cada estación según día, año y mes. 2021.
- Quintana H, Pacheco V. Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* [Internet]. 2007 [citado 28 de febrero de 2025];24(1):81-8. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36324111>
- Pulgar J. Geografía del Perú: ocho regiones naturales del Perú. Editorial Universo. Lima; 1981.
- Maldonado-Arias DF, Guamán-Rivera SA, Miranaranjo JM, Ortiz-Naveda NR. Bovine rabies cases in Ecuador: a retrospective cross-sectional observational study (2007 to 2020). *Brazilian Journal of Biology* [Internet]. 2024 [citado 28 de febrero de 2025];84. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.279112>
- Johnson N, Aréchiga-Ceballos N, Aguilar-Setien A. Vampire bat rabies: Ecology, epidemiology and control. *Viruses* [Internet]. 2014 [citado 28 de febrero de 2025];6(5):1911-28. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/v6051911>
- Mantovan KB, Menozzi BD, Paiz LM, Sevá AP, Brandão PE, Langoni H. Geographic Distribution of Common Vampire Bat *Desmodus rotundus* (Chiroptera: Phyllostomidae) Shelters: Implications for the Spread of Rabies Virus to Cattle in Southeastern Brazil. *Pathogens* [Internet]. 2022 [citado 28 de febrero de 2025];11(8). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/pathogens11080942>
- Pineda ME, Vidal Cárdenas EM, Callapiña Enríquez EH, P AA. Association between geographical altitude and incidence of wild rabies in cattle in the Apurímac region (2004-2015). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* [Internet]. 2021 [citado 28 de febrero de 2025];32(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i4.19270>
- Bárcenas-Reyes I, Loza-Rubio E, Zendejas-Martínez H, Luna-Soria H, Cantó-Alarcón G, Milián-Suazo F. Comportamiento epidemiológico de la rabia parálitica bovina en la región central de México, 2001-2013. *Revista Panamericana de Salud Pública* [Internet]. 2015 [citado 28 de febrero de 2025];38(5):392-402. Disponible en: <https://doi.org/10.4081/gh.2019.805>
- Cárdenas Contreras ZL. Análisis espacio temporal de la rabia bovina de origen silvestre en Colombia (2005-2014) [Internet]. [Barcelona]: Universidad Autónoma de Barcelona; 2017 [citado 28 de febrero de 2025]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/185216>
- Greenhall AM, Joermann G, Schmidt U. *Desmodus rotundus*. *Mammalian Species* [Internet]. 1983; 202:1-6. Disponible en: <https://academic.oup.com/mspecies/article/doi/10.2307/3503895/2600261>
- Barquez R, Perez S, Miller B, Diaz M. *Desmodus rotundus*, common Vampire Bat. [Internet]. The IUCN Red List of Threatened Species 2015. 2015. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T6510A21979045.en>
- Zarza H, Martínez-Meyer E, Suzán G, Ceballos G. Geographic distribution of *Desmodus rotundus* in Mexico under current and future climate change scenarios: Implications for bovine paralytic rabies infection. *Veterinaria Mexico OA*. 2017;4(3).
- Ortega-Sánchez R, Bárcenas-Reyes I, Luna-Cozar J, Rojas-Anaya E, Cuador-Gil JQ, Cantó-Alarcón GJ, et al. Spatial-temporal risk factors in the occurrence of rabies in Mexico. *Geospat Health*. 2024;19(1).
- Briceño-Loaiza C, Fernández-Sanhueza B, Benavides-Silva C, Jimenez JY, Rubio A V., Ábalos P, et al. Spatial

- clusters, temporal behavior, and risk factors analysis of rabies in livestock in Ecuador. *Prev Vet Med* [Internet]. 2024 [citado 28 de febrero de 2025];226. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106188>
26. Perks SJ, Goodenough AE. Abiotic and spatiotemporal factors affect activity of European bat species and have implications for detectability for acoustic surveys. *Wildlife Biol* [Internet]. 2020 [citado 28 de febrero de 2025];(2). Disponible en: <https://doi.org/10.2981/wlb.00659>
27. Orlando SA, Panchana VF, Calderón JL, Muñoz OS, Campos DN, Torres-Lasso PR, et al. Risk Factors Associated with Attacks of Hematophagous Bats (*Desmodus rotundus*) on Cattle in Ecuador. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* [Internet]. 2019 [citado 28 de febrero de 2025];19(6):407-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/vbz.2017.2247>