

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

FACTORES DE RIESGO EN LA PRESENTACIÓN DE CASOS DE RABIA BOVINA Y SU DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN LA REGIÓN CAJAMARCA, 2004 - 2019

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: SALUD ANIMAL

Presentada por:

Bachiller: JESÚS RODRÍGUEZ CHÁVEZ

Asesor:

Dr. CORPUS HILDEBRANDO CERNA CABRERA

Cajamarca – Perú

2022

COPYRIGHT @ 2022
JESÚS RODRÍGUEZ CHÁVEZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

**FACTORES DE RIESGO EN LA PRESENTACIÓN DE CASOS DE RABIA
BOVINA Y SU DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN LA REGIÓN CAJAMARCA,
2004 - 2019**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: SALUD ANIMAL

Presentada por:

Bachiller: JESÚS RODRÍGUEZ CHÁVEZ

JURADO EVALUADOR

Dr. Corpus Hildebrando Cerna Cabrera
Asesor

Dr. Abel Melchor García Bazán
Jurado Evaluador

Dr. Juan de Dios Rojas Moncada
Jurado Evaluador

Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2022



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERÚ



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las *10^{am}* horas del día 11 de abril del dos mil veintidos, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. ABEL MELCHOR GARCÍA BAZÁN**, **Dr. JUAN DE DIOS ROJAS MONCADA**, **Dr. TEÓFILO SEVERINO TORREL PAJARES**, y en calidad de Asesor el **Dr. CORPUS HILDEBRANDO CERNA CABRERA** Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **FACTORES DE RIESGO EN LA PRESENTACIÓN DE CASOS DE RABIA BOVINA Y SU DISTRIBUCIÓN ESPACIAL EN LA REGIÓN CAJAMARCA, 2004 - 2019**, presentada por el **Bach. en Medicina Veterinaria JESÚS RODRÍGUEZ CHÁVEZ**

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...**A.P.R.O.B.A.R.**...con la calificación de **...DIECIOCHO... (18)**...la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bach. en Medicina Veterinaria JESÚS RODRÍGUEZ CHÁVEZ**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Veterinarias, con Mención en **SALUD ANIMAL**

Siendo las *11:16^{am}* horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Abel Melchor García Bazán
Presidente


.....
Dr. Juan De Dios Rojas Moncada
Jurado Evaluador
Secretario


.....
Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares
Jurado Evaluador


.....
Dr. Corpus Hildebrando Cerna Cabrera
Asesor

DEDICATORIA

A

DIOS JEHOVÁ Y SU HIJO JESUCRISTO

Y amarás al señor tu Dios con todo tu corazón, y con toda tu alma, y con toda tu mente,
y con todas tus fuerzas.

Marcos 12: 30

A mis padres: Luis y Genara. A Yolanda, por guiar mis pasos con mucho amor y ternura. A Martha y Arístides, por su ejemplo constante de superación. A mis hermanos German y Humberto, por sus sabios consejos y experiencias compartidas. A Raquel, por su comprensión y tantas horas de paciencia. A mis hijas Mónica, Brenda y Camila, porque en todo momento llenan mis días de alegría y felicidad. A mis primos Beto, Massiel, Marisella, Ivonne, Luis, Katy, Martha y Jaqui, por los valiosos momentos compartidos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a través de la Facultad de Ciencias Veterinarias, y a todo el equipo de docentes de posgrado, por los conocimientos que ha permitido enriquecer día a día mi aprendizaje y desarrollo profesional. Al Dr. Teófilo Severino Torrel Pajares, por sus constantes sugerencias y orientación para el desarrollo del presente trabajo de investigación. A mi asesor, Dr. Corpus Hildebrando Cerna Cabrera, por su aporte profesional y científico para culminar con éxito el informe final. A los colegas MV. Cristian Hobán Vergara e Ing. Luis Enrique Vergara Ugarte, por sus consejos y absolver diversas consultas realizadas en el marco de la investigación. Al SENASA Cajamarca y diversas instituciones que me apoyaron con información y material valioso para el desarrollo del estudio. A mis compañeros de aulas y a todas las personas que han colaborado en consolidar la presente tesis.

CONTENIDO

Ítem	Página
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
CONTENIDO.....	vii
LISTA DE ILUSTRACIONES	ix
LISTA DE ABREVIACIONES	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes	5
2.2. Bases Teóricas.....	8
CAPÍTULO III: DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	25
3.1. Hipótesis de Investigación.....	25
3.2. Diseño Metodológico.....	25
3.3. Localización	25
3.4. Población, tamaño, muestra y unidad de análisis	26
3.5. Descripción del diseño metodológico.....	26
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	39
3.7. Análisis estadístico	40

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1. Datos epidemiológicos	44
4.2. Factores de riesgo asociados a la presencia de casos de Rabia Bovina.....	48
4.2.1. Altitud	48
4.2.2. Refugios de murciélagos <i>Desmodus Rotundus</i>	50
4.2.3. Humedad.....	51
4.2.4 Temperatura.....	53
4.2.5. Precipitación	54
4.2.6. Red hídrica	55
4.3. Distribución espacial de casos de Rabia hacia áreas sin ocurrencia.....	59
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	61
LISTA DE REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	71

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figuras	Página
Figura 1: Vías de transmisión de la Rabia	11
Figura 2: Ubicación espacial de las estaciones meteorológicas de Cajamarca.....	28
Figura 3: Colección espacial de ocurrencias de Rabia por rango de humedad.....	30
Figura 4: Colección espacial de datos de altitud por cada ocurrencia.....	32
Figura 5: Selección espacial de las ocurrencias de Rabia por Rango de temperatura.....	34
Figura 6: Selección espacial de ocurrencias de Rabia por rango de precipitación..	36
Figura 7: Colección espacial de datos de distancia a la red hídrica.....	37
Figura 8: Colección espacial de datos de distancia a los refugios	38
Figura 9: Ubicación espacial de los casos de Rabia por años, Cajamarca 2004-2019	44
Figura 10: Casos de Rabia Bovina por años, Cajamarca 2004-2019	45
Figura 11: Casos de Rabia Bovina por meses, Cajamarca 2004-2019.....	45
Figura 12: Casos de Rabia Bovina por provincia, Cajamarca 2004-2019	46
Figura 13: Distribución espacial de casos de Rabia Bovina, hacia áreas sin ocurrencia.....	59

Tablas

	Página
Tabla 1: Casos de Rabia por distritos, Cajamarca 2004-2019	46
Tabla 2: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina según altitud, Cajamarca 2004-2019.....	48
Tabla 3: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina según la distancia a los refugios de murciélagos, Cajamarca 2004-2019.....	50
Tabla 4: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina según humedad, Cajamarca 2004-2019.....	51
Tabla 5: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina según temperatura, Cajamarca 2004-2019.....	53
Tabla 6: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina según precipitación, Cajamarca 2004-2019	54
Tabla 7: Ocurrencias de sospecha de Rabia Bovina, según red hídrica, Cajamarca 2004-2019.....	55
Tabla 8: Análisis multivariado de las variables distancia a los refugios, edad y temperatura.....	56
Tabla 9. Indicador de riesgo de las variables distancia a los refugios y temperatura.....	57

Anexos

Página

Anexo 1:	Estaciones meteorológicas de Cajamarca.....	72
Anexo 2:	Promedios multianuales de humedad por cada estación meteorológica, Cajamarca 2004 – 2019	74
Anexo 3:	Registro de datos de humedad, altitud y temperatura por cada caso, Cajamarca 2004 – 2019	75
Anexo 4:	Promedios multianuales de temperatura por cada estación meteorológica, Cajamarca 2004 – 2019	79
Anexo 5:	Promedios multianuales de precipitación por cada estación meteorológica, Cajamarca 2004 – 2019	81
Anexo 6:	Registro de datos de precipitación, red hídrica y distancia de los refugios por cada caso, Cajamarca 2004 – 2019.....	83
Anexo 7:	Códigos numéricos de la información en texto	87
Anexo 8:	Resultado positivo de Rabia	88
Anexo 9:	Resultado negativo de Rabia	89
Anexo 10:	Resultados del análisis estadístico bivariado.....	90
Anexo 11:	Resultados del análisis estadístico multivariado	97

LISTA DE ABREVIACIONES

ARN:	Ácido Ribonucleico.
ARNm:	Ácido ribonucleico mensajero
ABLU:	Virus del Murciélago Australiano.
CENAGRO:	Censo Nacional Agropecuario.
DUVV:	Virus Devenhage.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
M:	Proteína Matriz.
OPS:	Organización Panamericana de la Salud.
SENASA:	Servicio Nacional de Sanidad Agraria.
FAO:	Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura.
WHO:	Organización Mundial de la Salud
°C:	Grados centígrados
mm:	milímetros
%:	porcentaje
kg:	kilogramos.
msnm:	metros sobre el nivel del mar.
OIE:	Organización Mundial de Sanidad Animal
N:	Nucleoproteína.
P:	Fosfoproteína.
G:	Glicoproteína.
L:	Proteína Grande Polimerasa
GIS:	Sistemas de Información Geográfica.
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

ZEE:	Zonificación Económica y Ecológica.
LBV:	Virus de Lagos.
VRC:	Virus Rabia Clásica.
gl:	grados de libertad.
Σ :	sumatoria.
hab/km ² :	habitante por kilómetro cuadrado.

RESUMEN

En el Perú y específicamente en la Región de Cajamarca, debido a ciertos factores de riesgo, se presentan casos de Rabia en ganado bovino, equino y ovino, causando principalmente pérdidas económicas en la ganadería, por muerte de animales afectados y riesgo de transmisión al ser humano. Debido a ello se ejecutó el presente estudio, a fin de establecer si los factores de riesgo como altitud, humedad, temperatura, precipitación, red hídrica y distancia a los refugios de murciélagos *Desmodus rotundus*; están asociados a la presentación de casos de Rabia. Para lo cual se analizaron retrospectivamente 172 casos de sospecha de rabia de 16 años del 2004 al 2019, cada variable fue categorizada en rangos cualitativos de riesgo. Los datos fueron procesados mediante análisis estadístico bivariado, prueba de Chi cuadrado y mediante el software Maxent para el modelamiento de la predicción de la distribución de brotes de rabia, hacia áreas sin ocurrencia. Se encontró asociación estadística significativa para las variables de altitud $p=0.021<0.05$, temperatura $p=0.033<0.05$, humedad $p=0.001<0.05$ y refugios de murciélagos $p=0.000<0.005$. La proyección de dispersión de casos de rabia, simuló una probabilidad de presencia de nuevos casos en el 78.12 % de la superficie de Cajamarca. Al existir factores de riesgo principalmente climatológicos para la presentación de Rabia, es muy conveniente se implementen acciones de prevención y control, como campañas de vacunación y baja poblacional de las poblaciones del murciélago vector de la enfermedad.

Palabras clave: Caso de Rabia, murciélago, factor de riesgo, *Desmodus rotundus*.

ABSTRACT

In Peru and specifically in the Cajamarca Region, due to certain risk factors, there are cases of rabies in cattle, horses and sheep, mainly causing economic losses in livestock, due to the death of affected animals and risk of transmission to humans. Due to this, the present study was carried out in order to establish whether the risk factors such as altitude, humidity, temperature, precipitation, water network and distance to the bat shelters *Desmodus rotundus*; are associated with the presentation of cases of rabies. For which 172 cases of suspected rabies from 16 years were retrospectively analyzed from 2004 to 2019, each variable was categorized into qualitative risk ranges. The data were processed by bivariate statistical analysis, Chi square test and by Maxent software for modeling the prediction of the distribution of rabies outbreaks, towards areas without occurrence. A significant statistical association was found for the variables of altitude $p=0.021<0.05$, temperature $p=0.033<0.05$, humidity $p=0.001<0.05$ and bat shelters $p=0.000<0.005$. The projection of dispersion of rabies cases, simulated a probability of the presence of new cases in 78.12% of the surface of Cajamarca. As there are mainly climatological risk factors for the presentation of rabies, it is very convenient to implement prevention and control actions, such as vaccination campaigns and population loss of the populations of the bat vector of the disease.

Keywords: Rabies case, bat, risk factor, *Desmodus rotundus*.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La Rabia es una de las enfermedades infecciosas mortales más antiguas y temidas, conocida por miles de años en todas las civilizaciones importantes, ha vuelto a surgir en áreas anteriormente consideradas libres. Curiosamente, es el epítome de una zoonosis viral desatendida (Rupprecht y Kuzmin, 2015).

La pérdida de más de 100 mil cabezas de ganado afectados por Rabia al año en América Latina, equivale a 44 millones de dólares. Entre los años 1993 y 2002, se registraron 31,187 casos de Rabia, más de la mitad de los casos sucedieron en Brasil, el país que posee el mayor efectivo bovino en la región (Acha y Arambulo, 1985). Los brotes de rabia detectados actualmente por los países en la Región pueden ser aún mayores, si se tiene en cuenta que por cada caso positivo detectado, podría haber otros 10 sin notificar a los servicios oficiales (Kotait *et al.*, 1998).

Por primera vez en la historia del programa regional de control de Rabia que conduce la Organización Panamericana de la Salud - OPS, en el año 2005 los casos humanos transmitidos por murciélagos fueron mayor a los de Rabia canina, esa tendencia se manifestó ocurriendo 51 casos de rabia humana por murciélagos hematófagos, frente a 11 casos humanos de rabia por canes. La mayor parte de casos ocurrieron en la región amazónica, de la cual forma parte el Perú (WHO, 2012).

En el Perú, se han identificado 10 ecosistemas endémicos de Rabia, en donde existen nichos ecológicos que favorecen la supervivencia del virus rábico. Durante los años 2003 al 2012, se registraron 840 focos de rabia, de los cuales el 92 % fue en ganado bovino (SENASA Perú, 2013). En Cajamarca los casos ocurren frecuentemente en las

provincias de San Ignacio, Jaén, Cutervo, Chota y Celendín; en donde se habrían reportado del 2004 al 2018, más de 124 focos de Rabia Bovina, estimándose la muerte de más de 1,000 bovinos, con pérdidas que sobrepasan los 5 millones de soles (SENASA Perú, 2019).

Cajamarca tiene la mayor población de ganado vacuno del Perú, con 724,478 cabezas, además con 703,975 animales entre porcinos, equinos, ovinos y caprinos (INEI, 2012). Especies que están en riesgo de contraer Rabia, hecho por el cual los productores se verían imposibilitados de comercializar sus animales por las muertes y medidas cuarentenarias de control, gastos en productos veterinarios y costos de vacunación. A ello se suma, el alto riesgo para la salud pública, por manipular bovinos infectados, al faenarlos y eventualmente al consumirlos, impactando en el ingreso económico, disponibilidad de proteína animal, seguridad alimentaria y salud de las familias rurales (FAO, 2018). Asimismo, el murciélago *Desmodus rotundus*, al alimentarse de los animales herbívoros daña los cueros, baja la producción de leche en aproximadamente 260 litros/vaca/año y 40 kg carne/vaca/año. Generando pérdidas aún mayores al impacto negativo de la enfermedad (Scheffer *et al.*, 2014).

Actualmente la infección rábica transmitida por los murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus*, representan un constante riesgo para la Salud Humana y Animal, tal es así que producto de la degradación ambiental comprendida por la deforestación, desertificación, contaminación y el cambio climático; la Rabia está adquiriendo nuevos patrones epidemiológicos que requieren de constante investigación, principalmente factores como humedad, temperatura, precipitación; que influyen de manera directa en la permanencia de la enfermedad (FAO, 2018). Por lo tanto, se requiere de investigaciones que apoyen al conocimiento de la epidemiología de la enfermedad.

Según la caracterización del problema planteado, se ejecutó el presente estudio retrospectivo, a fin de determinar qué factores de riesgo están asociados a la presentación de casos de rabia, los factores que mostraron asociación estadística significativa, fueron estudiados mediante el modelamiento de máxima entropía, que determinó la distribución geográfica espacial de la enfermedad hacia áreas sin ocurrencia.

En el Perú y en Cajamarca existen escasos estudios de este tipo, por lo que se tomó como referencia un estudio realizado en Colombia, el cual encontró que las temperaturas y los bajos niveles de precipitación favorecen la presencia del *Desmodus rotundus*, lo que aumenta la probabilidad de transmisión de Rabia, recomendándose que en futuros análisis, se utilice una escala local para conocer más profundamente las interacciones bióticas y elevar la confiabilidad de la predicción (Brito-Hoyos *et al.*, 2013); debido a ello la investigación se ejecutó en un ámbito de escala local de la región de Cajamarca, la generación del nuevo conocimiento podrá emplearse para tener un mejor conocimiento de los factores de riesgo locales que permiten la supervivencia del murciélago hematófago *Desmodus rotundus*, y por ende la transmisión del virus. Asimismo, para la implementación de medidas complementarias de prevención y control de rabia, en salvaguardar de la Salud Pública, economía y bienestar de miles de productores pecuarios.

Objetivo general

Determinar los factores de riesgo asociados a la presentación de casos de Rabia Bovina de los años 2004 al 2019 y su potencial distribución espacial de la enfermedad hacia áreas sin ocurrencia en Cajamarca.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar los casos de Rabia por meses y años a nivel de distritos y provincias de Cajamarca, durante el periodo 2004 al 2019.

- ✓ Determinar los factores ambientales como temperatura, humedad, precipitación y red hídrica, como factores de riesgo para la presentación de casos de Rabia Bovina.
- ✓ Determinar los factores geográficos como altitud y distancia a los refugios de murciélagos, como factor de riesgo para la presencia de Rabia.
- ✓ Determinar la distribución potencial de Rabia teniendo en cuenta los factores de riesgo antes indicados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

De acuerdo al estudio de análisis espacio temporal de la Rabia Bovina de origen silvestre en Colombia (2005-2014), se menciona que la enfermedad no mostró una distribución homogénea en el país, el mayor riesgo se encontró en el norte y el este del país y las zonas de mayor riesgo con relación a la altitud, se situaron en áreas por debajo de mil metros (1,000 msnm), con vegetación y pradera abierta, cercanía a zonas de agua y con presencia de ganadería extensiva (Cárdenas, 2017).

Según la distribución geográfica del riesgo de Rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982–2010, se concluye que las altas temperaturas y baja precipitación favorece la presencia del *Desmodus rotundus*. En futuros estudios se recomendó utilizar una escala local para conocer más profundamente las interacciones bióticas, lo que elevaría la confiabilidad predictiva (Brito-Hoyos *et al.*, 2013).

En un estudio del comportamiento epidemiológico de la Rabia Paralítica Bovina en la región central de México 2001-2013, se evaluó que de 1,030 casos de rabia con registro de altitud: 900 (87,4%) se dieron en áreas de hasta 1,500 msnm y 130 (12,6%) se presentaron en zonas con altitud mayor; asimismo la presentación de los focos de rabia paralítica en los diversos animales domésticos coincidió con la distribución de los casos identificados en murciélagos, lo que

confirma la importancia del vector en la transmisión de la enfermedad (Bárcenas-Reyes *et al.*, 2015).

Asimismo, en Perú según el estudio de asociación entre la altitud e incidencia de Rabia silvestre en ganado bovino en Apurímac 2004-2015, se encontró que la tasa de incidencia por rabia en altitudes de 2301 y 3500 msnm es cuatro veces la tasa de incidencia en comparación con altitudes entre 500 y 2300 msnm ($p=0.001$). Debido principalmente a que los refugios de murciélagos permiten al vector establecer nuevas colonias a diferentes altitudes y por ende propagar la enfermedad (Pineda Serruto *et al.*, 2021).

En México durante el año 2019, se llevó a cabo un estudio de análisis espacio temporal de la Rabia en bovinos, observándose que el número de casos de rabia aumenta con una temperatura máxima que oscila entre 29 y 29,5 °C, y una temperatura mínima entre 16 y 16,5 °C, y una precipitación entre 1.190 y 1.200 mm (Bárcenas-Reyes *et al.*, 2019).

De las tres especies de murciélagos hematófagos, el *Desmodus rotundus* es el más común y abundante, no tolera climas fríos, y no se encuentra en lugares donde la temperatura promedio ambiental sea inferior a 10 °C. De otro lado, son sensibles a temperaturas muy elevadas, de tal forma que la exposición entre 37 y 38 °C puede ser letal. En resumen la distribución de vampiros aumenta debido al cambio climático y aumento de temperaturas, incrementándose el riesgo de propagación de la enfermedad a nuevas regiones (Scheffer *et al.*, 2014; Johnson *et al.*, 2014).

También en México, de acuerdo al estudio de evaluación de distribución geográfica de *Desmodus rotundus*, se determinó que, bajo escenarios de cambio

climático, el mayor riesgo de rabia se produce en la estación seca (abril y mayo). Siendo la investigación consistente con informes de un incremento del número de casos de rabia en Brasil, Colombia y Costa Rica en la estación seca. Además, encontró que la temperatura es un factor de riesgo en la supervivencia del murciélago hematófago, que permite una mayor propagación de la enfermedad entre los climas tropicales y semi tropicales y la probabilidad de su propagación a zonas más templadas que tengan aumento de la temperatura. También concluyó que otros factores bióticos de conducción de la dinámica de la enfermedad, son refugios de murciélagos, disponibilidad de alimento y corredores biológicos (Zarza *et al.*, 2017).

En México, el murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, se encuentra básicamente en áreas con temperaturas cálidas de 20 a 27 °C y las zonas más óptimas es donde hay mínimas fluctuaciones de 24 - 25 °C en sus refugios; asimismo puede tolerar temperaturas de 35 y 37 °C. (Ávila-Flores y Medellín, 2004). El rango ideal de humedad relativa en sus refugios es de 70 a 100%, no debe caer por debajo del 45% para asegurar la supervivencia (Barquez *et al.*, 2012). El rango geográfico del vampiro en México no se extiende a menos de 10 °C de temperatura mínima o por encima de una altitud de 2,300 msnm (Greenhall *et al.*, 1983)

Por otro lado, el *Desmodus rotundus*, es de hábitos gregarios y habitan en lugares silvestres de regiones cálidas y semicálidas. Se encuentran en una diversidad de refugios, tales como huecos de árboles, grutas, túneles, minas, ruinas arqueológicas o casas abandonadas, que utilizan como refugios temporales durante la digestión. Tienen preferencia por las cavernas húmedas, especialmente aquellas que contienen alguna fuente de agua (Quintana y Pacheco, 2007).

Según las diversas investigaciones realizadas, el único enfoque disponible para controlar al murciélago *Desmodus rotundus*, transmisor del virus de la Rabia, es la eliminación, mediante la administración de anticoagulantes a los murciélagos, ya sea por aplicación directa en las espaldas de los vampiros capturados o por la inyección intramuscular de Warfarina al ganado bovino. Dicho método sigue siendo muy controversial, debido a los continuos casos de rabia que se siguen registrando. Por tanto se debe evitar los métodos no específicos que destruyan indiscriminadamente las diferentes especies de murciélagos (WHO, 2005).

2.2 Bases teóricas

Etiología

La Rabia es una encefalitis aguda y progresiva, con una tasa de mortalidad superior al 99,9% (He, 2014). Fue descrita por primera vez en 1530 por Girolamo Fracastoro de Verona, la palabra viene del sánscrito rabhas que significa agredir, rabia es sinónimo de rabioso, enfermedad del perro, conocida como violencia en los humanos, su descripción se remonta al año 3000 antes de cristo (Sevillano, 2010). La infección es causada por un virus neurotrópico del género *Lyssavirus*, familia *Rhabdoviridae* (Calisher y Ellison, 2012).

El virus de la Rabia Clásica está clasificado como genotipo 1, serotipo 1 en este género, y afecta a todo tipo de animales de sangre caliente, también a los seres humanos, se distribuye a nivel mundial con algunas excepciones notables. En los seres humanos, es responsable de aproximadamente unas 60.000 muertes al año en todo el mundo (WHO, 2013; Acha, P y Szyfres, B. 2003; Hampson *et al.*, 2015). La enfermedad esta inscrita en la lista del Código Sanitario para los

Animales Terrestres y debe ser de declaración obligatoria según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE, 2011).

El género de *Lyssavirus* contiene trece especies y dos virus propuestos pendientes de clasificación (Calisher y Ellison, 2012): Siendo el *Lyssavirus* del murciélago europeo tipo 1 (EBLV1) y tipo 2 (EBLV2), virus Bokeloh y Lleida se han detectado en los murciélagos en Europa; Caucásico del oeste, el Irkut, Aravan, y el virus Khujand en Eurasia, el virus de Lagos (LBV), virus duvenhage (DUVV), el virus de Shimoni, y el oeste del Cáucaso en África; *Lyssavirus* del murciélago australiano (ABLV), y el virus de la rabia clásica (VRC). Siendo este último el responsable de la rabia y puede dividirse en dos linajes: uno transmitido por los carnívoros con distribución mundial y el otro transmitido por murciélagos y presente sólo en las Américas, se precisa que todos los *Lyssavirus* analizados hasta la fecha originan una enfermedad clínica no diferenciable de la rabia clásica (Reynes *et al.*, 2004; Schatz *et al.*, 2014; OIE, 2018).

La morfología del virus de la rabia se asemeja a un cilindro en forma de bala, redondeado en un extremo y aplanado en el otro, el virión tiene una longitud de entre 100 a 430 nm y 45 a 100 nm de diámetro, el genoma del virus está formado por ARN de cadena simple no segmentada, con 11,932 nucleótidos de longitud, el ARN codifica cinco genes estructurales en el orden 3' - 5', designados como la nucleoproteína (N), La fosfoproteína (NS o P), la proteína matriz (M), la glicoproteína (G) y la proteína grande polimerasa (L). Todas las proteínas virales se sintetizan a partir de estos genes (Scher y Schnell, 2020; Tordo *et al.*, 1986).

Transmisión

El virus de la Rabia se propaga por la saliva, cuando un animal infectado muerde a otro. Con menos frecuencia, un animal o una persona pueden infectarse por contacto con saliva infectada, a través de las membranas mucosas o heridas de la piel. El virus no se transmite por la piel sana, la transmisión por aerosoles se ha dado mayormente en laboratorios y cuevas de murciélagos con una densidad alta inusual de partículas virales. Los virus se han transmitido por ingestión en animales infectados experimentalmente, se especula que la ingestión podría jugar un papel importante en la transmisión de la Rabia entre animales silvestres. No existen evidencias de enfermedad humana por ingestión. Sin embargo, en 2 incidentes investigados, la gente que bebió leche no pasteurizada de vacas rabiosas recibió profilaxis posterior a la exposición. La leche pasteurizada y la carne cocida no representan riesgo de infección, ya que el virus de la rabia se inactiva con el calor; sin embargo, como precaución, se recomienda no consumir tejidos o leche de animales rabiosos (Spickler, 2012).

En Centro y Sudamérica la transmisión de la Rabia ocurre principalmente por mordeduras de perros y murciélagos hematófagos como el *Desmodus Rotundus*, *Diphylla ecaudata centralis* y *Diaemus youngi*. Se considera que el ganado vacuno y el hombre son huéspedes terminales de la patología, esto es, que en condiciones naturales no la transmiten a otros individuos (Correa, 1981; Medina, 1995).

Se conoce que los caninos causan la gran mayoría de casos de rabia en humanos reportados en Asia y África; en cambio en Europa, América del Norte y Australia, la rabia está presente especialmente en huéspedes silvestres, de allí se propagan a los animales de producción y a los humanos. La mordedura de

felinos, perros, carnívoros salvajes y murciélagos vampiros *Desmodus rotundus* infectados, es la forma más común de transmisión de la enfermedad a los humanos. El ganado, los caballos y otros animales herbívoros pueden infectarse, pero generalmente no son una fuente de transmisión, ver Figura 1 (Garg, 2014).

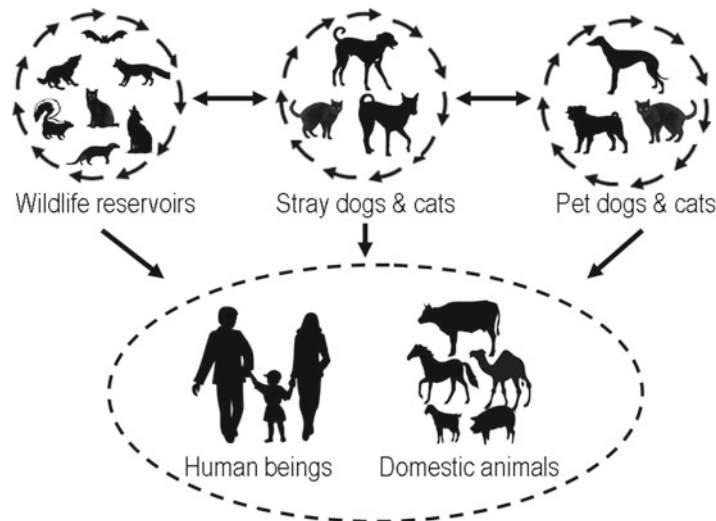


Figura 1. Vías de transmisión de la rabia

Período de incubación

El período de incubación varía con la cantidad de virus transmitido, cepa del virus, lugar de la inoculación, inmunidad del huésped y la naturaleza de la herida. En perros y gatos, el período de incubación es entre 10 días y 6 meses; la mayoría de los casos se vuelven aparentes entre 2 semanas y 3 meses. En el ganado bovino, se ha observado un período de incubación de 25 días a más de 5 meses en la rabia transmitida por murciélagos vampiros. En los humanos es de unos días a varios años, pero la mayoría de los casos son evidentes después de 1 a 3 meses, en un estudio realizado se encontró que aproximadamente entre un 4 y un 10 % de los casos tuvieron un periodo de 6 meses o más (Spickler, 2012). No se ha determinado completamente por que se producen largos periodos de

incubación, este fenómeno se puede dar porque el virus probablemente permanezca en las células musculares durante este tiempo (Rupprecht *et al.*, 2018).

La mayor réplica del virus de la rabia parece ocurrir en el sistema límbico del cerebro, que es la porción asociada con las emociones, y puede conducir a comportamientos agresivos característicos de esta enfermedad, en la rabia furiosa, los pacientes generalmente entran en coma después de unos siete días. Dicho periodo puede retrasarse en la rabia parálítica, en la cual algunos pacientes sobreviven hasta un mes antes de caer progresivamente en coma, cuya etapa puede durar de tres a siete días, la muerte suele ser repentina y debido a insuficiencia cardíaca o respiratoria (Kienzle, 2007)

Signos clínicos

Los animales domésticos como caballos, vacas y otros animales de granja que pastan en el campo frecuentemente tienen un mayor riesgo de exposición a animales rabiosos, que representan una gran amenaza para la salud pública. Una vez que los signos clínicos se hacen evidentes, el tiempo promedio de supervivencia es de aproximadamente cinco días, el tratamiento de apoyo no tiene efecto sobre el curso de la enfermedad (Green *et al.*, 1992).

La gravedad y el lugar de las lesiones deciden en gran medida el curso clínico de la enfermedad. En base a ello la rabia puede presentar signos agresivos, conocida como forma furiosa o presentar signos de parálisis, conocida como forma muda o parálítica, algunos casos se encuentran en algún punto entre las dos formas. El virus de los murciélagos vampiros casi siempre causa la forma parálítica, en contraste con el virus de los carnívoros, que comúnmente causa la

forma furiosa. El sitio de la mordedura y tamaño del inóculo puede influenciar en el cuadro clínico. También hay una diferencia geográfica en la proporción de los animales afectados, en las Américas la mayoría de los casos son paralíticos. En África y la India, la mayoría de los casos de los animales de granja muestran la forma furiosa (Radostits *et al.*, 2007).

La forma paralítica de la Rabia se caracteriza por parálisis progresiva. En esta forma, quedan paralizados los músculos masetero y de la garganta; el animal no puede ingerir los alimentos y puede salivar profusamente. Los rumiantes tienden a separarse del rodeo, volverse somnolientos o deprimidos y dejar de rumiar. Son típicas de esta forma paralítica la ataxia, incoordinación, parresia o parálisis raquídea ascendente, en algunos casos puede estar precedida por una fase de excitación. No es común que muerdan. La muerte tiene lugar entre los 2 y 6 días, como resultado de la insuficiencia respiratoria. El cuadro furioso presenta inquietud, deambulación, aullidos, jadeo, babeo y ataques a animales, personas u objetos. Las especies silvestres por lo general pierden el temor a los humanos, pueden atacarlos, así como a animales a los que temen. En el ganado bovino se observan convulsiones en etapas terminales, la muerte ocurre entre 4 y 8 días después de la aparición de los signos clínicos (Spickler, 2012).

En un estudio experimental en ganado. Los principales signos clínicos de rabia incluyeron salivación excesiva (100%), cambio de comportamiento (100%), temblores de hocico (80%), vocalización (< 70%), agresión (70%) y parálisis faríngea (60%). La forma furiosa se dio en el 70% de los casos y el curso promedio de la enfermedad se registró en 3.7 días (Hudson *et al.*, 1996; Radostits *et al.*, 2007).

El grado de susceptibilidad para contraer y desarrollar Rabia clínica en las diferentes especies de animales, es muy alta en zorros, coyotes, chacales, lobos, ratas canguro; es alta en bovinos, cobayo, murciélagos, mofetas, zorrillos, gato doméstico, mapache, mangosta; es susceptibilidad mediana en perro, oveja, cabra, mono, hombre y es baja en zarigüeya (Rodríguez, 2005).

Patogenia

Una vez producida la infección por Rabia, el virus entra en una fase de eclipse, en la cual no se detecta fácilmente, en dicha fase la multiplicación inicial del virus ocurre en el tejido no nervioso, como las células musculares estriadas, donde hay un aumento en el número de partículas virales (Radostits *et al.*, 2007)

Después de entrar el virus en un nervio, la invasión del cerebro se produce por la difusión pasiva del virus dentro de los axones, primero en la médula espinal y luego en el cerebro. Esta forma de propagación puede explicar las variaciones extremas en el período de incubación, dependiendo del sitio del ingreso del virus, aquellas mordeduras en la cabeza resultan mayormente en incubaciones más cortas que aquellas que se producen en las extremidades. El proceso de infección y su progresión se da en las siguientes etapas: Adsorción por receptores, penetración (entrada de virus), desmontaje (eliminación de envoltura), transcripción (síntesis de ARNm), traducción (síntesis de proteínas estructurales), procesamiento (glicosilación de proteína G), replicación (producción de ARN genómico a partir de hebra intermedia), Montaje y Gemación (viriones completos) (CDC, 2012)

Epidemiología

La Rabia es de distribución mundial, pocos países (como islas y penínsulas) son libres de la enfermedad, se ha registrado en más de 150 países (WHO, 2012). Tiene dos ciclos, el urbano que tiene como reservorio y vector al perro, afecta a los animales domésticos es el responsable del 90 % de los casos en humanos, y el ciclo silvestre que acoge como reservorio y vector al murciélago vampiro (*Desmodus rotundus*). El ciclo selvático, cobra importancia, donde la Rabia canina está bajo control, predominando en Europa y Norteamérica; también se presenta simultáneamente con el ciclo urbano en algunas partes del mundo. La epidemiología de este ciclo es compleja; los factores que la afectan incluyen la cepa del virus, el comportamiento de la especie huésped, la ecología y los factores ambientales, afecta a los animales de producción y silvestres como murciélagos, mapaches, zorros, coyotes (Spickler, 2012).

En Asia los perros representan del 94 a 98 % de todas las muertes humanas atribuible a las mordeduras de canes, el número de casos humanos es el más alto del mundo, particularmente en países como Bangladesh, India y Pakistán; no existe datos que respalde la rabia causada por lobos, chacales, mangostas o murciélagos. En África el principal reservorio son los perros, representan más del 75 % de todos los animales rabiosos en este continente, la rabia causada por animales salvajes ha sido poco estudiada (Rupprecht *et al.*, 2018).

El reservorio principal de la rabia en Europa es el zorro rojo que causan los mayores casos, seguido del perro mapache, desde 1954 se han descubierto varios virus relacionados con la Rabia asociada a murciélagos, pero el contagio a los animales terrestres es raro, debiendo resaltar que mediante el uso de vacunas orales, diseminadas por los hábitats del zorro, se ha tenido éxito en romper el ciclo

de transmisión, como resultado de dichos programas países como Finlandia, Italia, Suiza, Francia, Bélgica y Luxemburgo, se consideran libres de la enfermedad (Cliquet y Aubert, 2004).

En América Latina, la Rabia transmitida por los murciélagos hematófagos o vampiros, reviste gran importancia porque se encuentran en áreas rurales cercanas a los criaderos de ganado a los cuales transmiten la enfermedad, también existe un riesgo constante de transmisión a los humanos (Rupprecht *et al.*, 2018). La prevalencia de rabia en extensas colonias de murciélagos gregarios suele ser inferior al 1%, sin embargo, el 70% puede generar anticuerpos anti-virales, lo que hace suponer que los murciélagos pueden estar expuestos con frecuencia, permitiéndoles desarrollar una inmunidad protectora en ausencia de infección (Dzikwi *et al.*, 2010).

Prevención y Control

La Rabia se puede prevenir en animales domésticos por medio de la vacunación y evitando el contacto con animales silvestres rabiosos. Las vacunas antirrábicas están disponibles para mamíferos. Tanto las vacunas vivas inactivadas como las modificadas son efectivas (Spickler, 2012). Además, la vacunación del ganado en áreas endémicas de la Rabia es recomendada pues asegura medios de subsistencia en muchas partes del mundo (OIE, 2011).

Los enfoques generales para el control de la Rabia en la vida silvestre incluyen, reducción de la población de vectores, mediante técnicas de captura, eutanasia y caza, requiere de un alto número de mano de obra, son costosos y éticamente inaceptables, limitando su aplicación a gran escala (Hanlon *et al.*, 1999). También se conoce métodos de reducción de la fertilidad, a través de

inhibidores para controlar el crecimiento de la población vector; asimismo hay prácticas de modificación del hábitat evitando la interacción de reservorios con humanos, mascotas y ganado. Por último, un mecanismo muy efectivo es la distribución de millones de vacunas orales en cebos para animales silvestres, en varios kilómetros de hábitat (Rupprecht *et al.*, 2001; Rosatte, 2011).

El control de la transmisión de la rabia de los murciélagos a las personas debe incluir la educación del público para evitar el contacto potencialmente con los murciélagos, buscar el tratamiento adecuado después de la exposición y para evitar que los murciélagos establezcan colonias en ciertos edificios sensibles, por ejemplo, hospitales y escuelas. La inmunización preventiva de las poblaciones que viven en zonas muy endémicas debe considerarse (WHO, 2005). En los países donde la enfermedad es endémica, se deben implementar medidas de control para reducir el riesgo de infección, con el fin de establecer una zona tampón entre el reservorio de enfermedades animales y los seres humanos” (OIE, 2011).

Diagnóstico

En los animales, la Rabia se diagnostica mediante la prueba directa de anticuerpos fluorescentes (FAT), que identifica la presencia de antígenos del virus en el tejido cerebral, el examen se puede realizar de cualquier parte del cerebro afectado, pero se recomienda técnicamente incluir tejido de al menos dos ubicaciones en el cerebro, preferiblemente el tronco encefálico y el cerebelo, en aproximadamente 2 horas se puede obtener el resultado, aunque la colección y envío de la muestras al laboratorio generalmente toma un tiempo considerable, otras muestras de importancia para el diagnóstico son líquido cefalorraquídeo, amígdalas y varios órganos no neurales de animales y humanos, se citan como

ejemplo fibras musculares del corazón, la lengua y la laringe en muestras de México y la República Popular de China (CDC, 2012).

Murciélagos *Desmodus rotundus* transmisores de la Rabia

Los extraordinarios mamíferos conocidos como murciélagos, son diversos y geográficamente dispersos, se necesita abundante información para explicar las asombrosas variaciones de su anatomía, sus estilos de vida, sus roles en la ecología y su importancia como hospederos de virus potenciales para humanos y animales.(Calisher *et al.*, 2006). Los murciélagos son los depósitos globales de lyssaviruses, causantes de la rabia (Rupprecht y Kuzmin, 2015).

Hay varias familias y especies de murciélagos, en el año de 1931 los médicos Hurst y Pawan, establecieron que solo una especie transmite la rabia, siendo el *Desmodus rotundus*, de la familia *Phyllostomidae*. Son murciélagos hematófagos, y se observan solamente en Latinoamérica, en zonas con climas cálidos, por ello se han reportado casos de rabia humana transmitida por murciélagos en países amazónicos como Brasil, Perú, Colombia y Ecuador (Scheffer *et al.*, 2014)

Aunque algunas especies de murciélagos se mueven con soltura en el suelo, pero ninguno posee la capacidad terrestre ni habilidad de saltar del murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, es ágil al volar y se desplaza fácilmente por la superficie. Esta especie representa un gran riesgo para la Salud Pública y causa además la rabia parálitica bovina, por sus clásicos síntomas clínicos de parálisis y muerte en los animales afectados (Ramírez *et al.*, 2011).

Asimismo, esta especie de murciélago vampiro con sus ataques persistentes puede llevar a la muerte del ganado, a través de sus dientes especializados hacen mordeduras indoloras, en tanto que su saliva, tiene una sustancia anticoagulante

que permite el flujo constante de sangre. (Quintana y Pacheco, 2007). En la franja de distribución de México hasta Argentina el principal reservorio del virus rábico es el *Desmodus Rotundus*, el cual se alimenta de animales de granja como vacunos, caballos y cerdos, de otros animales y también de los seres humanos. (Condori-Condori *et al.*, 2013; Moran *et al.*, 2015).

Los murciélagos se ubican prácticamente en todo el Perú, con excepción de las grandes alturas montañosas, conociéndose más de 160 especies de murciélagos, distribuidos en ocho familias, de las cuales sólo tres especies son murciélagos hematófagos: El *Desmodus rotundus* (Vampiro común), se le encuentra ampliamente distribuido en el territorio peruano, con excepción de Moquegua y Tacna. Se distribuye desde el nivel del mar hasta 3680 msnm, tiene como fuente de alimento la sangre de animales, sin su alimento no es capaz de sobrevivir mucho tiempo y puede morir después de unas 48 horas; *Diphylla ecaudata*, se alimenta de la sangre de aves de corral y *Diaemus youngi*, que también consume sangre de las aves, aunque lo hace ocasionalmente de mamíferos domésticos; las dos últimas especies son relativamente raras en el Perú (Quintana y Pacheco, 2007), habitan en refugios con temperaturas ideales aproximadas de 20 °C y humedad de 70 a 80 % (Scheffer *et al.*, 2015)

Los vampiros son de hábitos nocturnos; sin embargo, está plenamente demostrado, que salen de sus refugios para alimentarse del ganado en las horas de la noche en donde no se observa la luna; cuando esta es visible, ya sea llena, en creciente o en menguante, los vampiros permanecen en sus refugios. Cada 28 días, cuando se tiene luna llena, los vampiros ayunan; mientras que cuando se presenta luna nueva y esta no se observa durante toda la noche, entonces los

vampiros salen del refugio, para alimentarse del ganado durante muchas horas (Flores, 2003).

Diversos estudios han confirmado la presencia de virus rábico en poblaciones de *Desmodus rotundus*. En Colombia, en las fincas en Ciénaga de Oro y Sahagún, en donde se observó mordeduras de murciélagos hematófagos en bovinos y equinos, se capturaron 250 *Desmodus rotundus*, de estos se tomaron 100 especímenes a los cuales se les practicó la eutanasia con el fin de detectar el virus de la rabia. El 13% de murciélagos procedentes de diferentes zonas rurales de Sahagún fueron positivos. (Betancur *et al.*, 2016). De acuerdo al estudio de (Escobar *et al.*, 2015), informo de la presencia de 333 especies de murciélagos en 24 países de América Latina y el Caribe, de ellos se ha indicado que 75 (22,5%) son ocasionalmente positivos para la rabia, y la mayor cantidad de especies de murciélagos rabiosos se registró en Brasil, México y Argentina.

Distribución de especies asociado a factores de riesgo

Existen diversas variables climatológicas, topográficas y de diversa índole, que permiten la supervivencia de las especies silvestres, lo cual se ve favorecido por el sólido conocimiento de las zonas geográficas que brindan un hábitat ideal para su desarrollo (Pysek y Richardson, 2010). El conocimiento actual de los nichos ecológicos de especies de mamíferos grandes y diurnos es bastante conocido, no así de mamíferos nocturnos como los murciélagos vampiros, cuyos patrones de distribución, vienen siendo estudiados más frecuentemente (Peterson, 2014).

Bajo dicho escenario y a través del registro de ocurrencias de enfermedades en combinación con modelos de distribución de especies, se puede

establecer probabilidades de dispersión de brotes como rabia, de áreas con presencia hacia áreas sin presencia (Franklin y Miller, 2010; Peterson, 2014). Estos modelos permiten evaluar las relaciones entre áreas actualmente ocupadas por especies como los murciélagos vampiros *Desmodus rotundus* con otras áreas geográficas que actualmente pueden representar un hábitat ideal o que podrían volverse adecuadas en el futuro (Jeschke y Strayer, 2008), bajo la influencia de variables climatológicas, topografía, suelos, vegetación, red hídrica y elevación principalmente (Hayes y Adams, 2017).

Una forma efectiva de predecir distribuciones es a través de modelos de nichos ecológicos de especies. Este método detecta asociaciones entre otras variables ambientales como temperatura, precipitación, humedad (Peterson, 2001) y localidades de presencia conocida de especies para generar una probabilidad de dispersión en cada píxel del área de estudio. Con lo cual se identifican áreas potenciales para la transmisión de enfermedades al identificar zonas ambientales tanto para la especie huésped como para la del vector (Peterson, 2006).

Por ejemplo, a través de Maxent, un método que combina estadística, máxima entropía y métodos bayesianos, se ha estimado distribuciones de probabilidad sujeto a restricciones dadas por la información ambiental. La Máxima Entropía y Métodos Bayesianos, exploran aplicaciones en diversas áreas tales como la medicina, astronomía, reconstrucción de imágenes, física, estadística y procesamiento de señales; es usada también para el modelamiento de distribuciones de especies. Maxent estima una probabilidad objetivo, mediante la búsqueda de la distribución de probabilidad de entropía máxima, es decir, que es la más extendida o más cercana al uniforme (Phillips, *et al.*, 2006).

El hecho de que, a ciertas escalas, el clima y los factores físicos afectan profundamente a las distribuciones de las especies se conoce desde hace mucho tiempo. En las últimas dos décadas, las técnicas matemáticas diseñadas para estimar el alcance geográfico de nicho ecológico o subconjuntos se definen principalmente en el clima de escala gruesa o nicho climático. El nicho ecológico se ha estimado principalmente por modelación física de respuestas de los individuos a la temperatura, humedad, y otros parámetros físicos, luego usando la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica - GIS, las diferentes regiones geográficas de riesgo pueden ser estimadas y visualizadas (Soberòn y Peterson, 2005).

Hasta el momento se han utilizado modelos de nichos ecológicos para predecir posibles áreas de riesgo de brotes de ántrax (Blackburn *et al.*, 2007), fiebre del dengue (Machado-Machado, 2012), enfermedad de chagas (Sarkar *et al.*, 2010), peste (Neerinckx *et al.*, 2008), fiebre hemorrágica (Peterson *et al.*, 2004) y distribución de murciélagos vampiros (Lee *et al.*, 2012). Este último mediante el modelamiento en Maxent de variables climáticas de estacionalidad de precipitación del mes más seco y lluvioso y de temperatura media del mes más frío. Determinó que la mayor parte de México, América Central, Venezuela, Guyana, tierras altas de Brasil, el oeste de Ecuador, Bolivia, Paraguay, norte de Argentina y el este de los Andes en Perú, tendrían condiciones ambientales actuales y hacia futuro al 2030, 2050 y 2080 para *Desmodus rotundus* y por ende para la dispersión de Rabia.

En resumen, mediante diversas investigaciones de modelamiento de patrones de distribución de especies, se ha podido determinar por ejemplo que los murciélagos vampiros que transmiten la rabia, no pueden sobrevivir en áreas con

temperaturas frías inferiores a 10°C o 15 °C (Arellano-Sota, 1988), no hibernan ya que deben tener acceso diario a su dieta alimenticia (McNab, 1973). Por lo tanto, en invierno buscan temperaturas moderadas que le permitan una actividad continua para la búsqueda de sus presas (Adams y Hayes, 2008). De igual forma (Lyman y Wimsatt, 1966), propusieron que la distribución potencial de los vampiros está limitada por su escasa capacidad de termorregulación cuando se exponen a bajas temperaturas, al requerir más energía proveniente de la sangre, de la que un individuo puede consumir por noche. Asimismo, de acuerdo a un estudio de cinco modelos de distribución de especies en América del Norte, se encontró que la máxima idoneidad del hábitat del murciélago vampiro esta entre 15 a 20° C, pero este hábitat ideal disminuye por debajo de los 5 a 10° C (Hayes y Piaggio, 2018).

Adicionalmente se viene estudiando la influencia de la precipitación y del recurso hídrico en la disponibilidad de vegetación necesaria para alimentación de ganado y por ende para facilitar la presencia del vector, el cual, de estar infectado por rabia, permitirá la dispersión de la enfermedad hacia áreas libres (Tan *et al.*, 2011; Zarza *et al.*, 2017).

En cuanto a los pisos altitudinales, se ha observado murciélagos vampiros transmisores de rabia, en diversas altitudes, pero no tienden a encontrarse en elevaciones muy altas. En el norte de México, los vampiros habitan en las llanuras y en general en las elevaciones más bajas (Hayes y Piaggio, 2018).

Según lo mencionan Zarza *et al.*,(2017), mediante un estudio llevado a cabo en México, según el algoritmo basado en Máxima Entropía de condiciones bioclimáticas, se estimó que las variables que brindaron un mayor aporte de asociación para el pronóstico de distribución potencial del vector de rabia

Desmodus rotundus; fueron, estacionalidad de temperatura 49.5 %, temperatura mínima del mes más frío 16.6%, rango de temperatura anual 10 %, elevación 2.8 %, estacionalidad de precipitación 2.5 %, entre otras. Asimismo, al año 2050-2070, mediante las condiciones bioclimáticas estudiadas se determinó una probabilidad de expansión del 30% del vector hacia áreas geográficas nuevas, considerándose por lo tanto de riesgo para la presencia de la rabia paralítica bovina.

En EEUU en el campo de la eco-epidemiología, a través de procedimientos de Maxent y Circuitscape, se emplearon capas de datos hidrográficos (lago, estanque, pantano, embalse, arroyos, ríos, canales y acequias). Asimismo, capas de temperatura, precipitación, elevación, entre otras variables de riesgo; a fin de modelar el hábitat ideal del mapache e identificar corredores potenciales para la propagación de rabia. La precipitación alta fue la variable más predictora en el estudio. con una contribución del 44%, también cobertura terrestre con 15.3 %, suelos 11.7 %, temperatura media anual 3.6 %, distancia a los arroyos 2.4 %, elevación 2.3 % y distancia a los cuerpos de agua 1 % (Algeo *et al.*, 2017).

CAPÍTULO III

DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis de la investigación

Existen factores de riesgo, como altitud, humedad relativa, temperatura, precipitación, red hídrica y distancia a los refugios de murciélagos, que están asociados a la presentación de casos de rabia bovina, que contribuyen a un riesgo epidemiológico de distribución de la enfermedad.

3.2 Diseño metodológico

El estudio es de tipo no experimental de nivel analítico correlacional, se usó como técnica el análisis documental de 172 registros de ocurrencias de bovinos sospechosos de rabia.

3.3 Localización

El presente estudio, se ejecutó en el departamento de Cajamarca, el cual se encuentra ubicado en la zona norte del País, cubre una superficie de 33 318 km², que representa el 2.6 % del territorio nacional, comprende 13 provincias y 127 distritos. Su capital y ciudad más poblada es la homónima Cajamarca. Limita al norte con Ecuador, al este con Amazonas, al sur con La Libertad y al oeste con Lambayeque y Piura. Cuenta con 1'341,012 habitantes en 2017, de dicha población el 65,2 % es rural y el 34,8 % urbana. La densidad poblacional es de 41.7 hab/km², siendo el quinto departamento más poblado, por detrás de Lima, Piura, La Libertad y Lambayeque. Se encuentra ubicado en la latitud sur entre los paralelos 4°33'7" y 8°2'12" y en longitud oeste entre los meridianos 78°42'27" y 77°44'20", datos según el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2012).

3.4 Población, tamaño de muestra y unidad de análisis.

3.4.1 Población

La población consiste en 2813 bovinos, correspondiente a 172 registros de ocurrencias de sospecha de rabia. Se trabajó con dicha especie, ya que, de los 139 casos de rabia registrados en los 16 años de estudio, el 95 % (132) corresponde a casos que afectó al ganado bovino, el criterio de inclusión fue todo bovino con sospecha de rabia.

3.4.2 Tamaño de muestra

La muestra corresponde a 172 registros completos del sistema de vigilancia pasiva del SENASA Cajamarca, de los cuales 132 registros corresponden a resultados positivos a rabia bovina, cuyo diagnóstico fue mediante la prueba de Inmunofluorescencia Directa, en la Unidad del Centro de Diagnóstico de Sanidad Animal del SENASA y 40 registros de resultados negativos.

3.4.3 Unidad de Análisis

Registros de ganado bovino *Bos taurus*, con sospecha de rabia del departamento de Cajamarca.

3.5 Descripción del diseño metodológico

3.5.1 Registro y acopio de la información

- La información general fue procesada en tablas de Excel, se consolidó a los 172 registros; con información del productor, ubicación, datos del bovino, resultado de laboratorio, latitud, longitud, altitud, fecha, semana

epidemiológica y por cada ocurrencia se consideró los registros de los factores de riesgo a estudiar.

- En las filas se consideró las 172 ocurrencias y en las columnas los datos generales de cada evento y sus factores de riesgo, separado según resultados positivos y negativos.
- Las 172 ocurrencias de los 16 años de estudio, acopiadas en formato Excel fueron transformadas a formato espacial shape, a fin de poder sobreponer las capas de altitud, humedad, temperatura, precipitación, red hídrica y distancia a los refugios, a fin de coleccionar los datos de las variables antes indicadas.
- De igual forma se procesó en formato Excel los datos de coordenadas geográficas de las 50 estaciones meteorológicas de Cajamarca, ver Anexo 1, luego se elaboró el mapa espacial de las estaciones (Figura 2), para obtener las capas de cada variable climatológica.

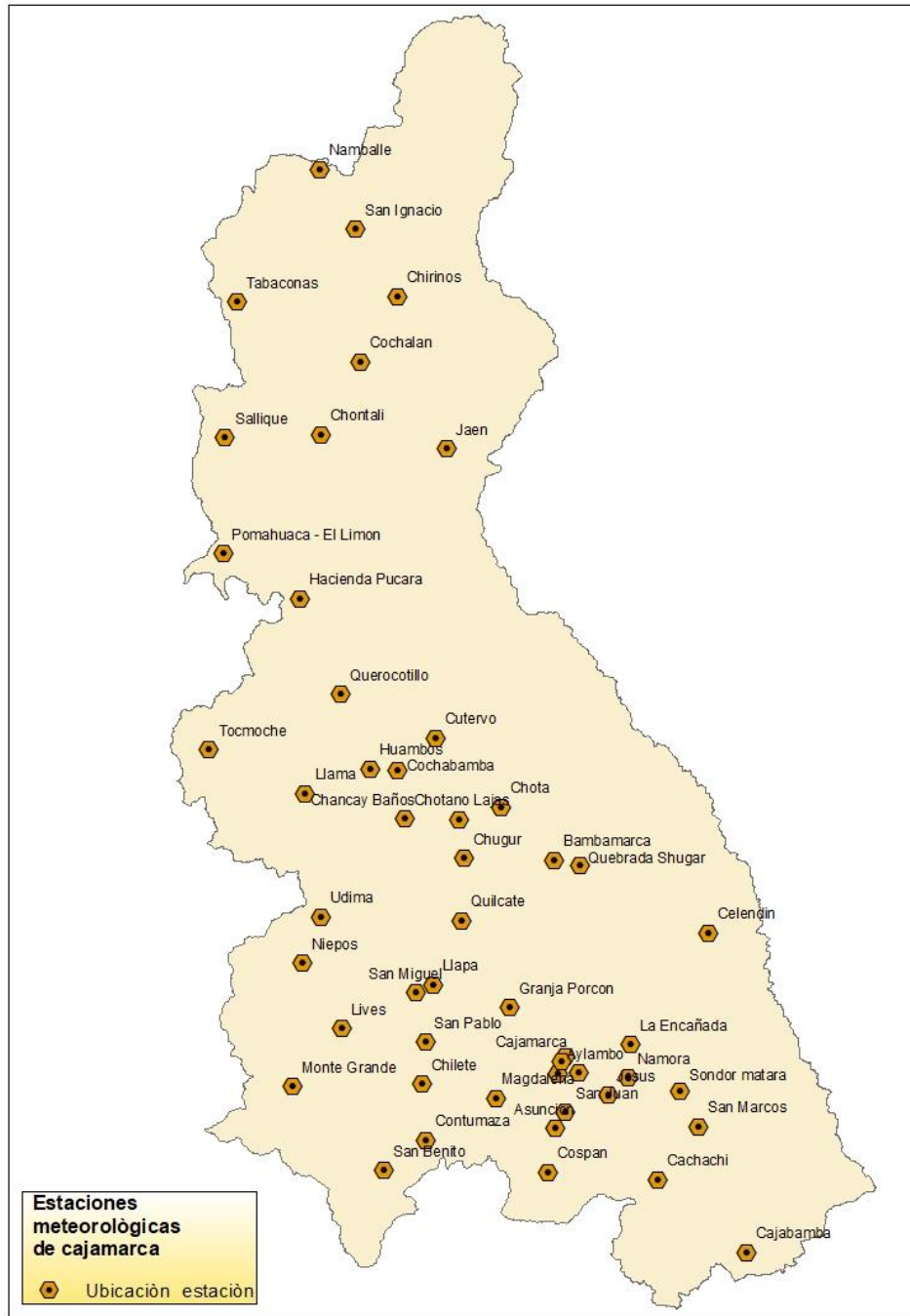


Figura 2. Ubicación espacial de las estaciones meteorológicas de Cajamarca

3.5.2 Diseño de cartografía espacial de las variables

Humedad

- ✓ Se sistematizó la base de datos en Excel de los registros anuales y mensuales de la variable humedad del histórico del 2004 al 2019.
- ✓ Se calculó los promedios multianuales de humedad del periodo 2004 al 2019, por cada estación meteorológica (Anexo 2).
- ✓ Los datos multianuales de humedad en Excel, fueron convertidos a formato espacial (shape).
- ✓ Mediante métodos de interpolación espacial QGIS, se obtuvo mapas temáticos de humedad multianual por rangos de humedad de 75 – 80 %, > 80 – 85 % y >85 a 90 %.
- ✓ Luego al mapa resultante de rangos de humedad, se incorporó la capa espacial de las 172 ocurrencias de rabia.
- ✓ Mediante herramientas de geoprocésamiento QGIS como selección por atributos, clip y mergel; se realizó cortes espaciales de cada rango de humedad y a través del identificador se colectó los datos de humedad por cada ocurrencia, ver Figura 3.
- ✓ Los datos fueron comparados con los mapas espaciales de rangos de humedad de la Zonificación Económica y Ecológica ZEE de los años 1981 al 2010, siendo similares.
- ✓ La data shape de registro de humedad fue convertida nuevamente a formato Excel y a todo dato en texto se le asignó códigos numéricos, a fin de ser procesados en el software estadístico Stata, (Anexo 3).

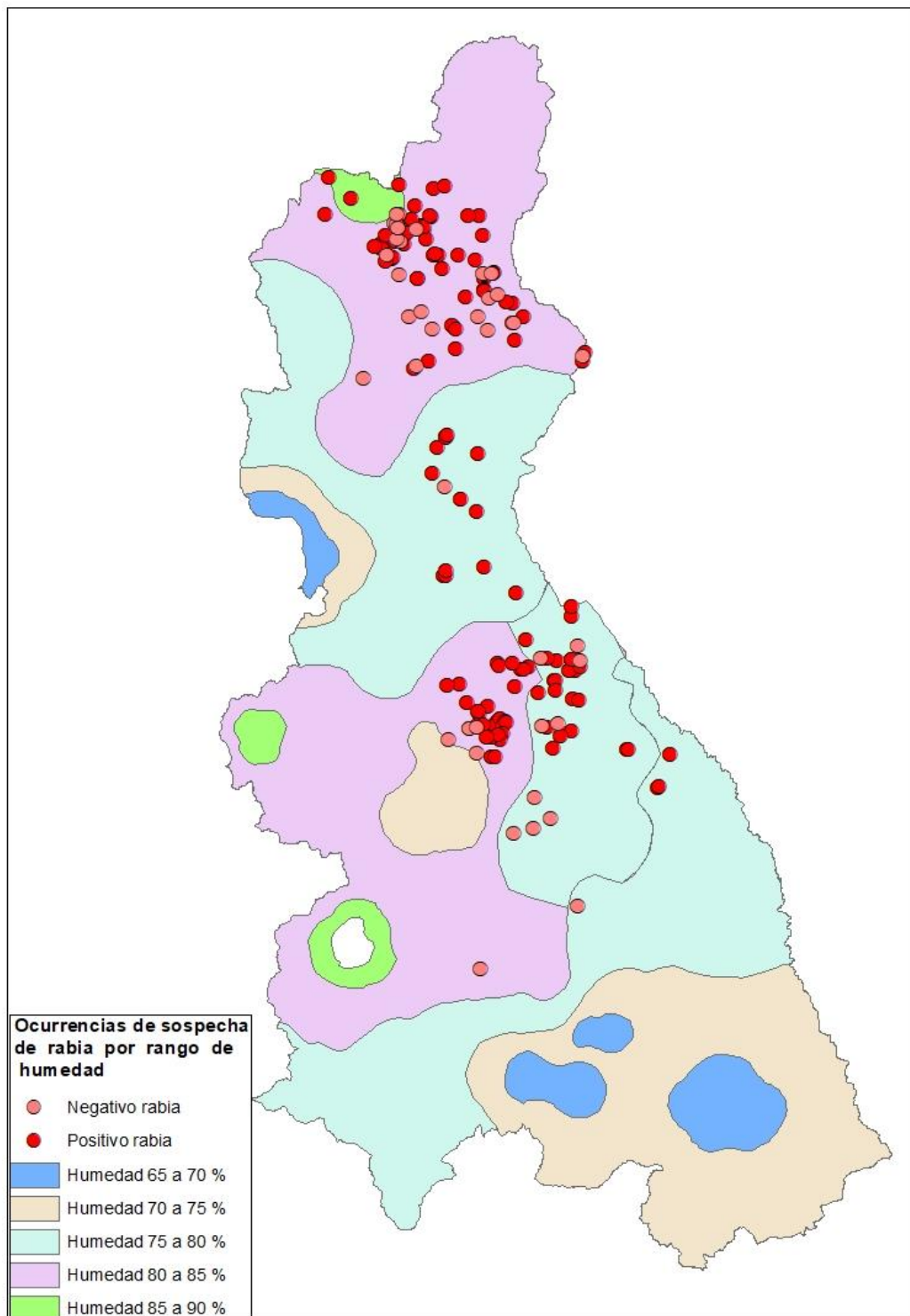


Figura 3. Selección espacial de las ocurrencias de rabia por rango de humedad.

Altitud

- ✓ Se sistematizó la base de datos en Excel de las 172 ocurrencias con sospecha de rabia de los años 2004 al 2019.
- ✓ Los datos de ocurrencias a través de sus coordenadas geográficas fueron convertidos a formato shape.
- ✓ Mediante la capa espacial de altitud de curvas de nivel de la ZEE y Google earth, se colectó la altitud de cada ocurrencia, principalmente de aquellas que no tenían registro de dicho dato (Figura 4).
- ✓ Asimismo, mediante herramientas de geoprocésamiento en QGIS, a fin de corroborar los datos, se calculó nuevamente la altitud de las 172 ocurrencias, siendo similares.
- ✓ Se estableció rangos de altitud de 1 a 1200 msnm, >1200 a 2400, >2400 a 3600 y >3600 msnm.
- ✓ Posteriormente los datos de la cartografía espacial de altitud de las 172 ocurrencias, fueron convertidos a Excel, a cada dato en texto se le asignó códigos numéricos, a fin de ser procesados en software estadístico Stata, ver Anexo 3.

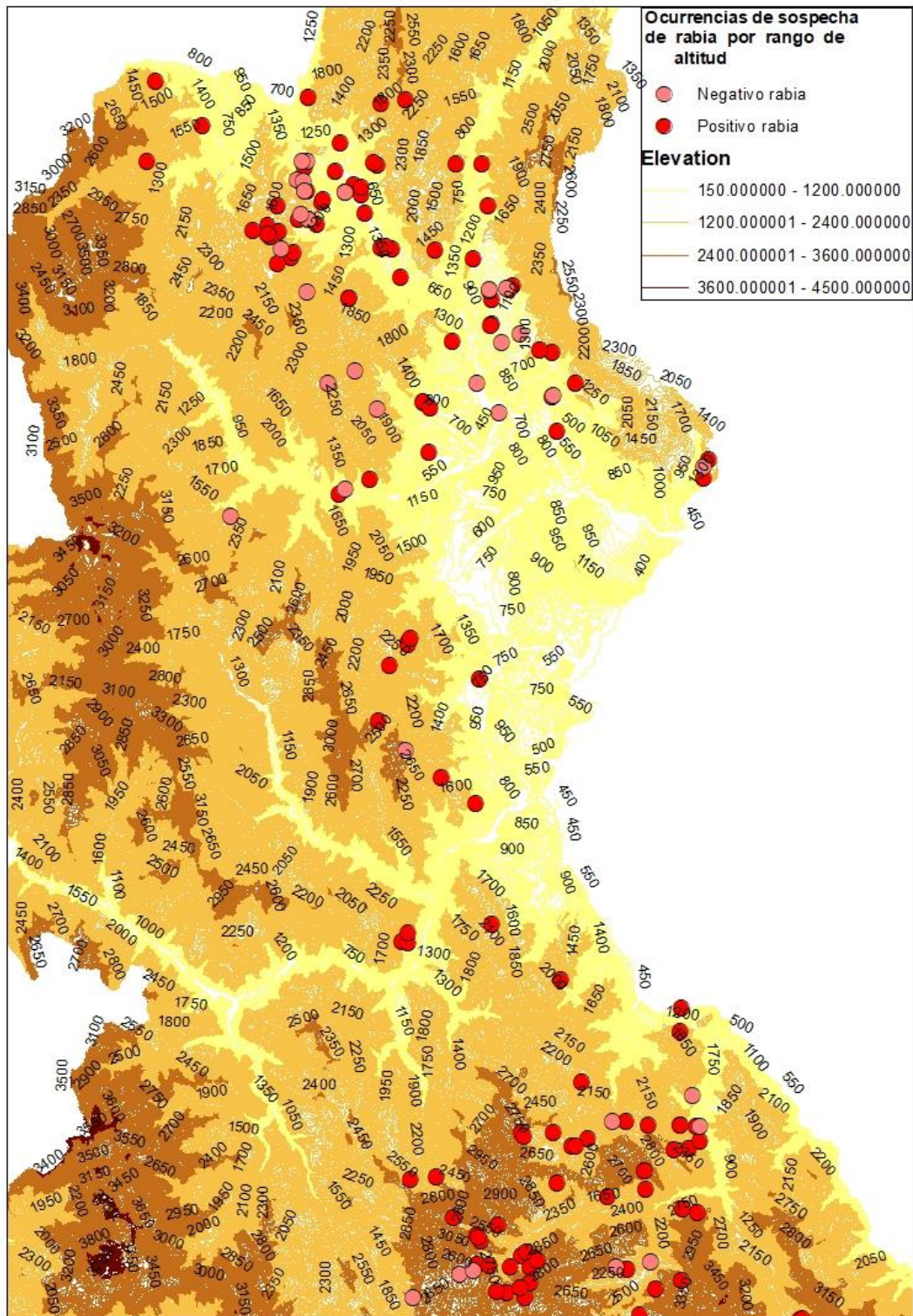


Figura 4. Colección espacial de datos de altitud por cada ocurrencia

Temperatura

- ✓ Se sistematizó la base de datos en Excel de los registros anuales y mensuales de la variable temperatura del histórico del 2004 al 2019.
- ✓ Se calculó los promedios multianuales de temperatura, por cada estación meteorológica (Anexo 4).
- ✓ Los datos multianuales de temperatura de cada estación en Excel, fueron convertidos a formato espacial (shape).
- ✓ Mediante métodos de interpolación espacial QGIS, se obtuvo la capa temperatura multianual por rangos que van de 12 – 16 °C, >16 – 20 °C, >20 – 24 °C y >24 °C.
- ✓ Luego al mapa resultante de rangos de temperatura, se incorporó la capa espacial de las 172 ocurrencias de rabia.
- ✓ Con herramientas de geoprocésamiento QGIS como selección por atributos, clip y mergel; se realizó cortes espaciales de cada rango de temperatura y a través del identificador se colectó la data de temperatura de cada ocurrencia, ver Figura 5.
- ✓ Los datos fueron comparados con los mapas espaciales de rangos de temperatura de la ZEE de los años 1981 al 2010, siendo similares.
- ✓ La información trabajada fue convertida a Excel y a todo dato en texto se asignó códigos numéricos, a efectos de ser procesado en Stata (Anexo 3)

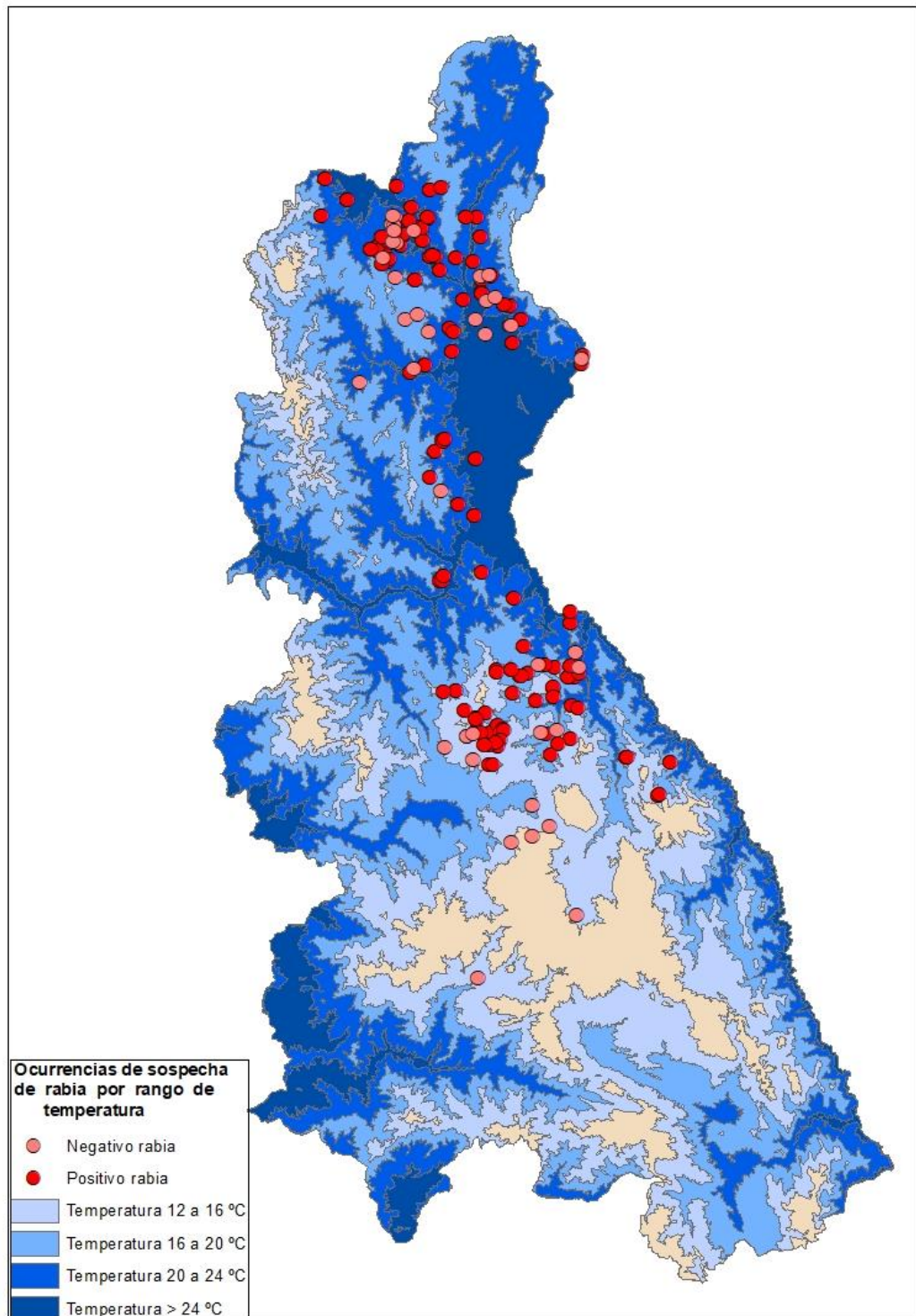


Figura 5. Selección espacial de las ocurrencias de rabia por rango de temperatura

Precipitación

- ✓ Se sistematizó la base de datos en Excel de los registros anuales y mensuales de la variable precipitación del histórico del 2004 al 2019.
- ✓ Se calculó los promedios multianuales de precipitación, por cada estación meteorológica, ver Anexo 5.
- ✓ Los datos multianuales de precipitación de cada estación en Excel, fueron convertidos a formato espacial shape.
- ✓ Mediante métodos de interpolación espacial QGIS, se obtuvo la capa precipitación multianual por rangos que van de 800 – 1000 mm, >1000 – 1200 mm, > 1200 – 1400 y >1400 – 1600 mm.
- ✓ Al mapa resultante de rangos de precipitación, se incorporó la capa espacial de las 172 ocurrencias de rabia.
- ✓ Con herramientas de geoprocésamiento QGIS como selección por atributos, clip y mergel; se realizó cortes espaciales de cada rango de precipitación, a fin de seleccionar la data de precipitación de cada ocurrencia, según se detalla en la Figura 6.
- ✓ Los datos fueron comparados con los mapas espaciales de rangos de precipitación del ZEE de los años 1981 al 2010, siendo similares.
- ✓ Por último, la información fue nuevamente convertida a Excel y a todo dato en texto se le asignó códigos numéricos, a efectos de procesarlo en Stata, ver anexo 6.

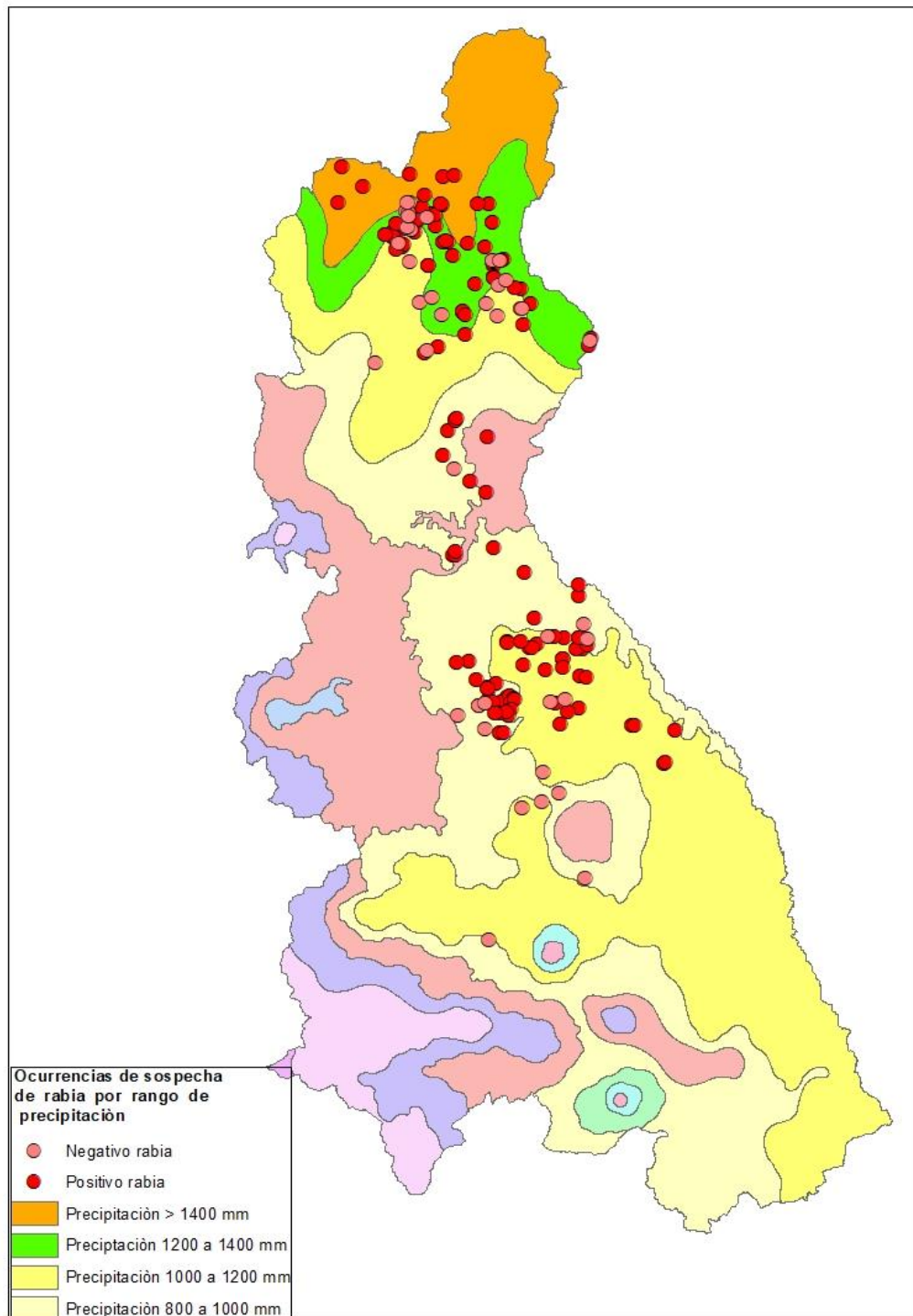


Figura 6. Selección espacial de las ocurrencias de rabia por rango de precipitación.

Red hídrica

- ✓ En Excel se sistematizó la base de datos de las 172 ocurrencias de rabia de los años de estudio.
- ✓ Mediante QGIS, la data de ocurrencias fue convertida a formato espacial.
- ✓ Se superpuso e incorporó el archivo vectorial de la red hídrica de ríos principales de Cajamarca de la ZEE.
- ✓ En QGIS con herramientas de medición, se registró las distancias de cada ocurrencia a la red hídrica, en rangos: 0 a 1 km, >1 – 2 km y >2 km (Fig. 7).
- ✓ Los datos por cada ocurrencia se consolidaron en formato Excel, los datos en texto se le asignó códigos numéricos, para ser procesado en Stata (Anexo 6).

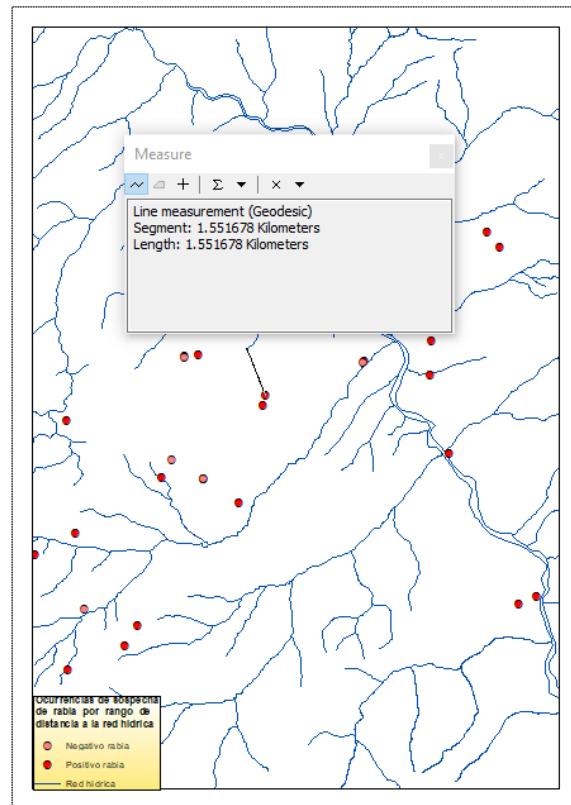


Figura 7. Colección espacial de datos de distancia a la red hídrica

Distancia a los refugios

- ✓ Se sistematizó en Excel la base de datos de las 172 ocurrencias de rabia y mediante QGIS, el archivo se transformó a formato espacial shape.
- ✓ Se superpuso e incorporó el archivo vectorial de los refugios de murciélagos *Desmodus rotundus*.
- ✓ En QGIS mediante herramientas de medición, se registró las distancias de cada ocurrencia con relación a la ubicación de los refugios, en rangos de 0 a 5 km, > 5 – 10 km y > 10 km (Figura 8).
- ✓ Los datos por cada ocurrencia se consolidaron en Excel y a todo dato en texto se le asignó códigos numéricos, para ser procesado en Stata (Anexo 6)

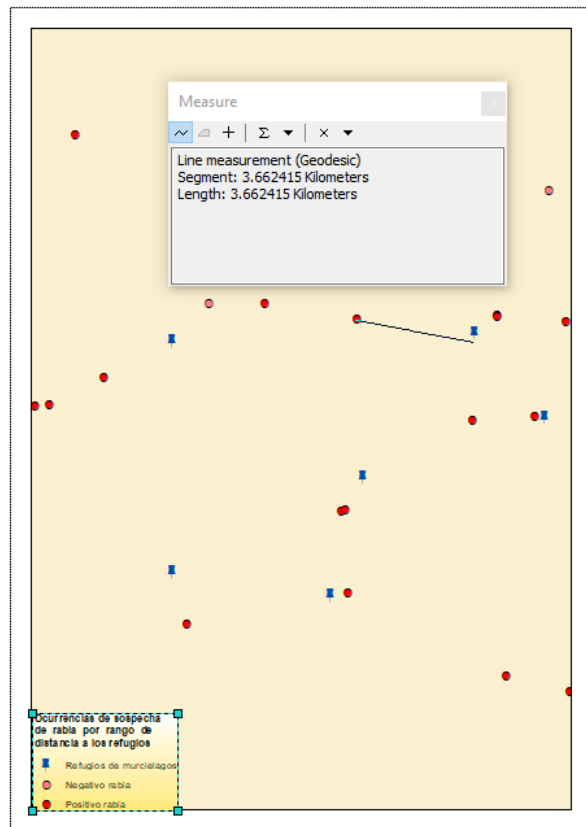


Figura 8. Colección espacial de datos de distancia a los refugios

3.5.3 Maxent

- A fin de modelar la predicción de la distribución potencial de la enfermedad hacia áreas sin ocurrencia, se usó el programa Maxent.
- Se incorporó al programa la data espacial de los 132 casos positivos a Rabia.
- Asimismo, se ingresó las capas espaciales de las variables de altitud, humedad, temperatura, precipitación, distancia la red hídrica y a los refugios de murciélagos.
- Por último, la capa espacial de avistamiento de murciélagos *Desmodus rotundus*.
- Luego se estableció los parámetros establecidos por Maxent.
- Posteriormente se modelo la predicción de distribución de la enfermedad, hacia áreas sin ocurrencias en la región de Cajamarca.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se trabajó con información física y espacial del periodo de los años 2004 al 2019, elaborada por las siguientes entidades y de acceso público:

- Servicio Nacional de Sanidad Agraria - SENASA Cajamarca, información sanitaria concerniente a:
 - 172 registros de ocurrencias de sospecha de rabia, correspondiendo 132 a ocurrencia positivas y 40 negativas.
 - Información espacial de identificación de refugios de murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus*
 - Resultados de laboratorio de rabia, mediante la prueba de Inmunofluorescencia Directa.

- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, información sobre las variables como humedad, temperatura y precipitación, en forma mensual y por años 2004 al 2019, asimismo se obtuvo la información de coordenadas geográficas de cada estación meteorológica de la región de Cajamarca.
- Gobierno Regional de Cajamarca, información sobre la Zonificación Económica y Ecológica - ZEE, mapa espacial de altitud con curvas de nivel y capas de red hídrica.
- Museo de historia natural del Perú, data de detecciones del *Desmodus rotundus* del Perú.

3.7. Análisis estadístico

3.7.1. Análisis bivariado

- Se usó para establecer la asociación estadística significativa ($p < 0.05$) entre la variable dependiente y cada una de las variables independientes, mediante la prueba de chi cuadrado.

La hipótesis a evaluar mediante la prueba de Chi cuadrado se especifica de la siguiente forma:

H0: Las variables son independientes o no están asociadas.

H1: Las variables no son independientes o están asociadas

Calcular el estadístico de Prueba:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^c \frac{(F_o - F_e)^2}{F_e}$$

Donde:

Fe. Frecuencia esperada del evento de estudio

Fo, frecuencia observada del evento de estudio

Calcular el valor crítico: $X^2(gl; 1 - \alpha)$, donde α es el nivel de significancia deseado

Siendo los grados de libertad $(gl) = (r-1)(k-1)$; donde: r son el número de filas y k el número de columnas

Toma la decisión es de acuerdo a la siguiente regla de decisión:

H0 se rechaza si: $X_c^2 > X_{(gl; 1-\alpha)}^2$; en caso contrario se acepta la

H0

- Para el cálculo de la significancia estadística y el análisis bivariado, se utilizó el software Stata,
- Mediante estadística descriptiva, se elaboró tabla de frecuencias por cada variable de estudio para su análisis respectivo.
- Se asignó una determinada codificación numérica, a todos los datos en texto de Excel, a fin de ser procesado en Stata.
- De igual forma en Stata, la data numérica de las variables se clasifico en categorías cualitativas a criterio del investigador, según sus rangos establecidos:

- Altitud: 1 a 1200 msnm (baja), >1200 a 2400 (media), >2400 a 3600 (alta) y >3600 msnm (muy alta).
- Humedad: 75 – 80 % (baja), > 80 – 85 % (media) y >85 a 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 a 1 km (distancia corta), > 1 – 2 km (distancia media) y > 2 km (distancia larga).
- Distancia a los refugios: 0 a 5 km (distancia corta), > 5 – 10 km (distancia media) y > 10 km (distancia larga).

3.7.2. Análisis multivariado

- Se empleó para el análisis de la variable dependiente con las variables independientes mediante la regresión logística múltiple para la determinación de los factores de riesgo a un nivel de significancia de $p < 0.05$.
- La regresión logística múltiple es expresar la probabilidad de que ocurra el evento en estudio como función de ciertas variables, que se presumen relevantes o influyentes. Si ese hecho que queremos modelizar o predecir lo representamos por Y (la variable dependiente), y las k variables explicativas (independientes y de control) se designan por $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$, la ecuación general (o función logística) es:

$$P_{(Y=1)} = \frac{1}{1 + e^{\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_k X_k}}$$

- Donde $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$ son los parámetros del modelo, y e denota la función exponencial. Esta función exponencial es una expresión simplificada que corresponde a elevar el número e a la potencia contenida dentro del paréntesis, siendo e el número o constante de Euler, o base de los logaritmos neperianos (cuyo valor aproximado a la milésima es 2,718).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en tres secciones, siendo datos epidemiológicos, factores de riesgo y distribución espacial de casos de rabia hacia áreas sin ocurrencia.

4.1. Datos epidemiológicos

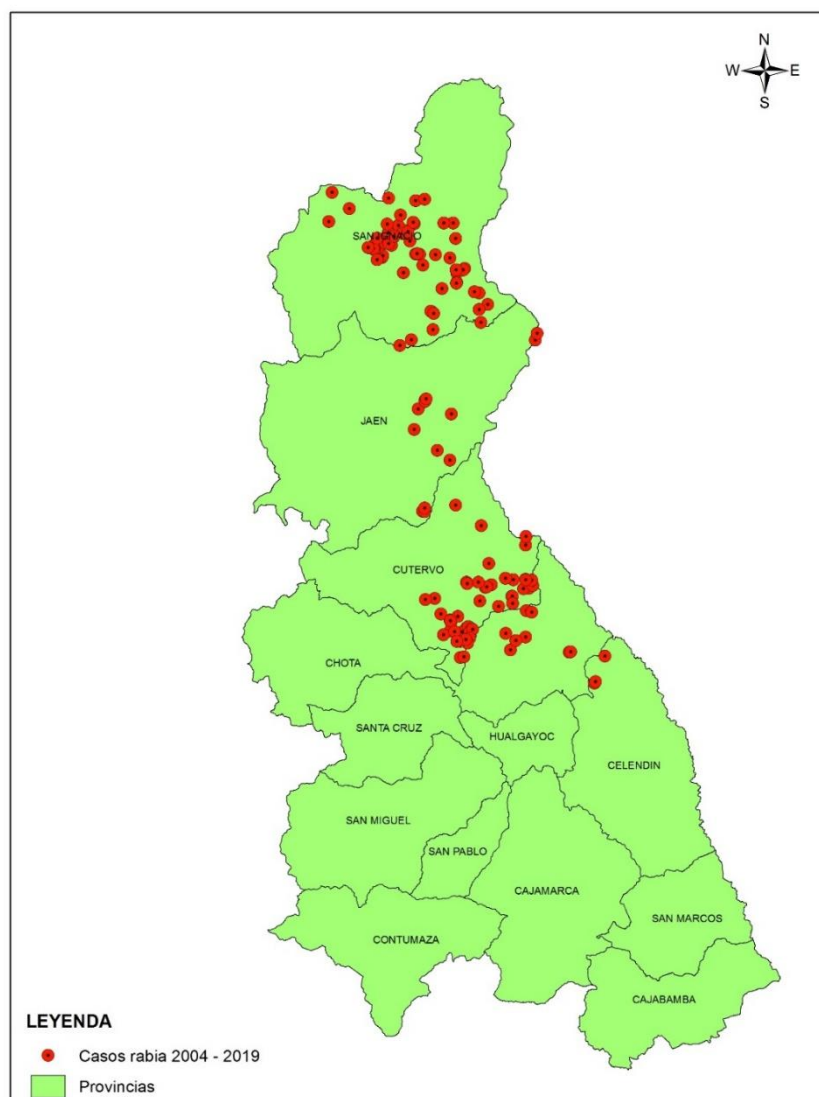


Figura 9. Ubicación espacial de los casos de rabia por años, Cajamarca 2004 al 2019

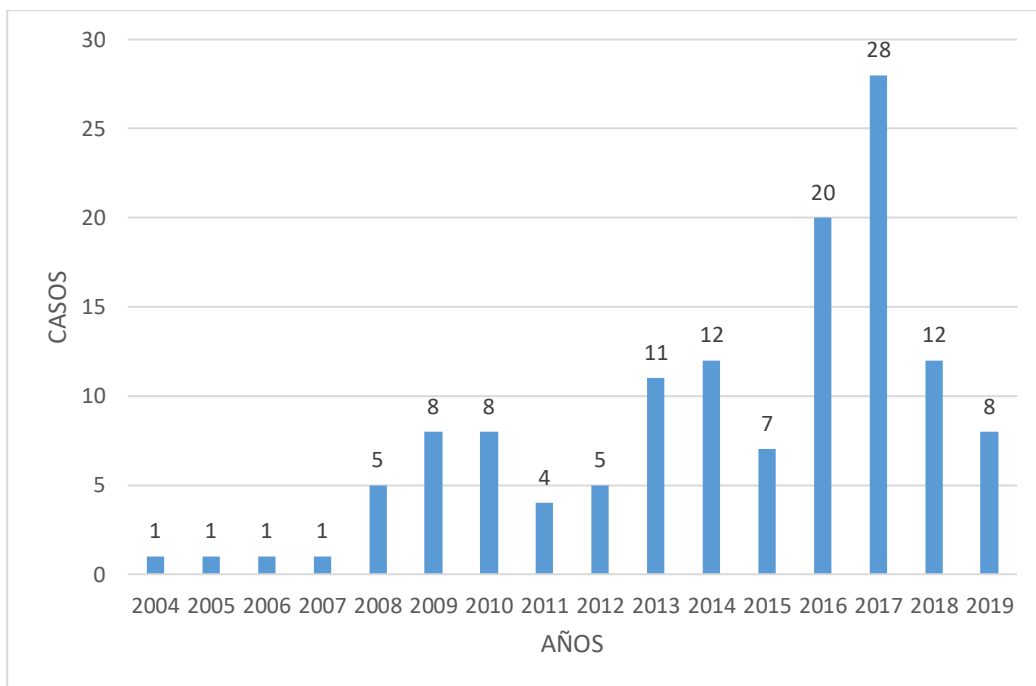


Figura 10. Casos de rabia bovina por años, Cajamarca 2004 - 2019

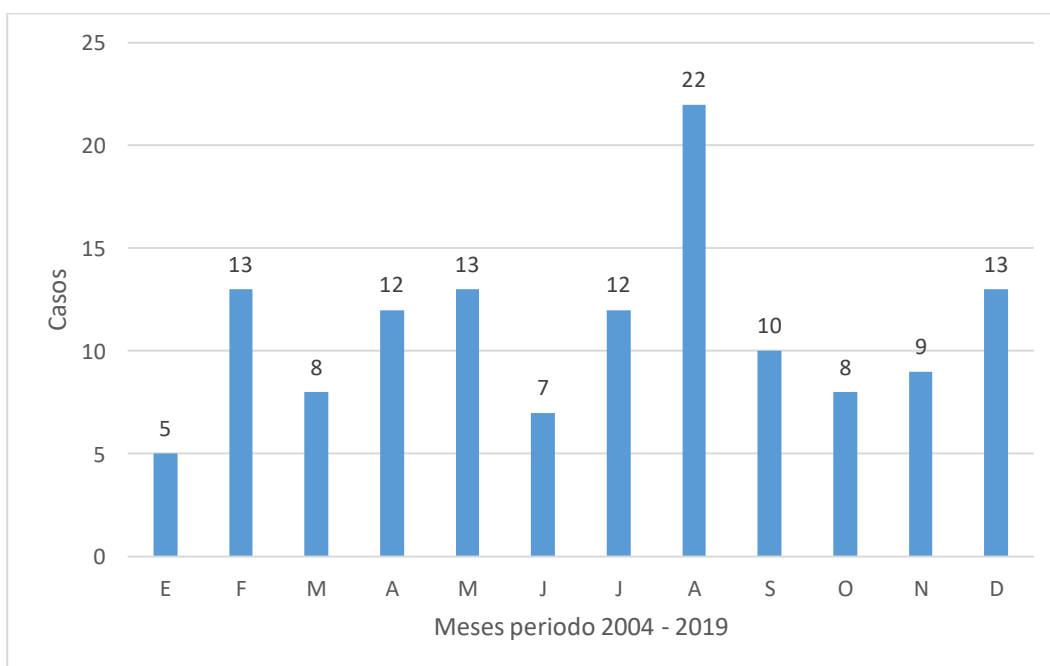


Figura 11. Casos de rabia bovina por meses, Cajamarca 2004- 2019

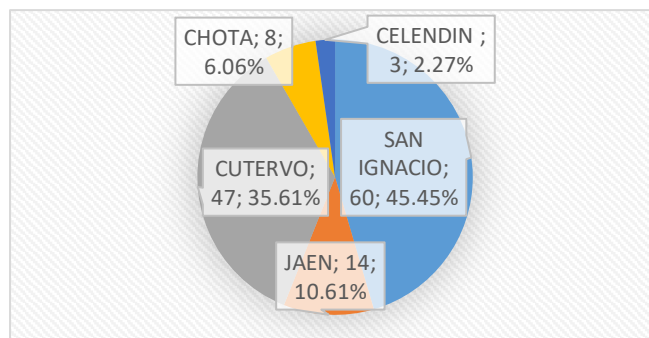


Figura 12. Casos de rabia bovina por provincias, Cajamarca 2004 - 2019

Tabla 1. Casos de rabia por distritos, Cajamarca 2004 - 2019.

Provincias	Distritos	Casos	Porcentaje (%)
San Ignacio	Chirinos	6	4.55
San Ignacio	Huarango	14	10.61
San Ignacio	La Coipa	2	1.52
San Ignacio	Namballe	3	2.27
San Ignacio	San Ignacio	21	15.91
San Ignacio	San José de Lourdes	14	10.61
Jaén	Colasay	3	2.27
Jaén	Jaén	5	3.79
Jaén	Las Pirias	3	2.27
Jaén	San José del Alto	1	0.76
Jaén	Santa Rosa	2	1.52
Cutervo	Choros	1	0.76
Cutervo	Cujillo	2	1.52
Cutervo	Cutervo	21	15.91
Cutervo	La Ramada	6	4.55
Cutervo	San Andrés de Cutervo	5	3.79
Cutervo	San Juan de Cutervo	1	0.76
Cutervo	San Luis de Lucma	4	3.03
Cutervo	Santo Domingo de la Capilla	2	1.52
Cutervo	Santo Tomas	1	0.76
Cutervo	Socota	3	2.27
Cutervo	Toribio Casanova	1	0.76
Chota	Anguía	2	1.52
Chota	Chadin	2	1.52
Chota	Conchan	1	0.76
Chota	Tacabamba	3	2.27
Celendín	Cortegana	3	2.27
TOTAL	-----	132	100.00

Los resultados epidemiológicos muestran un 76.74 % de ocurrencias positivas a rabia (132/172). La enfermedad no se distribuye homogéneamente, sino más bien el histórico ocurre en la zona noreste de Cajamarca, en zonas más sub tropicales que limitan con el Ecuador y de allí se propaga hacia el centro y sur de la Región, a lo largo de la vertiente del río Marañón (Figura 9). Lo que concuerda con lo descrito por Cárdenas (2017) en Colombia, quien encontró un mayor riesgo para rabia, en áreas de clima más cálido y con mayor vegetación en el norte y este del País. Asimismo en México según lo descrito por Johnson *et al.* (2014), encontraron que la supervivencia del murciélago hematófago vector del virus rábico, se da mayormente en áreas de climas cálidos propagándose luego a zonas más templadas, concordando con la epidemiología del presente estudio, es decir la presencia en áreas con mayor temperatura y precipitación.

También se determinó que los casos de rabia se presentan periódicamente a través de los años y durante todos los meses, sin estacionalidad marcada, salvo durante los años 2016 y 2017 donde ha enfermedad mostro un marcado aumento de casos debido posiblemente a que se reportó en nuevos distritos donde existía población bovina sin vacunar lo que permitió un mayor contagio (Figuras 10 y 11). Este hallazgo difiere de lo hallado por Zarza *et al.* (2017) en México, quienes registraron el mayor riesgo de rabia durante la estación seca (abril y mayo), por ende, se podría inferir, que el efecto climático estacional puede influir en la presentación de casos, pero no es determinante.

A nivel de ubicación geográfica, los casos se identificaron en 05 provincias, registrándose un mayor nivel en la provincia de San Ignacio con un 45.45 % (60/132) y un 35.61 % (47/132) en la provincia de Cutervo (Figura 12). A nivel distrital se identificaron casos en 27 distritos, el mayor número se obtuvo en los distritos de San

Ignacio y Cutervo con 15.91 % (21/132), seguido de Huarango y San José de Lourdes con 10.61 % (14/132), ver tabla 1, dichas áreas geográficas son sub tropicales, concordando con lo informado por Cárdenas (2017) en Colombia, quien describe un patrón para la presencia de rabia en zonas más cálidas. Es conveniente a futuro se puedan ejecutar otros estudios de investigación, para inferir porque aún no se registran casos en la zona noroeste y suroeste de Cajamarca.

4.2. Factores de riesgo asociados a la presencia de casos de rabia bovina

Análisis bivariado

4.2.1. Altitud

Tabla 2. Ocurrencias de sospecha de rabia bovina según altitud, Cajamarca, 2004 – 2019

Rabia	Rango de altitud en msnm				Total
	1 a 1200 (Baja)	>1200 a 2400 (Media)	>2400 a 3600 (Alta)	>3600 (Muy alta)	
Positivo	42	58	32	0	132
%	31.82	43.94	24.24	0.00	100.00
Negativo	16	14	7	3	40
%	40.00	35.00	17.50	7.50	100.00
Total	58	72	39	3	172
%	33.72	41.86	22.67	1.74	100.00

$$\begin{aligned} \text{Pearson chi}^2(3) &= 11.7109 & \text{Pr} &= 0.008 \\ \text{Fisher's exact} &= & &= 0.021 \end{aligned}$$

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 2.1 %, se puede inferir que la altitud está asociada a la presentación de casos de rabia en el presente estudio $p = 0.021 < 0.05$. Según el rango de altitud se registró un mayor porcentaje de un 43.94% de casos (58/132) en altitudes medias de 1200 a 2400 msnm y un 31.82% (42/132) en el rango de 1 a 1200 msnm, no se registró ningún caso positivo en altitud >3600 msnm (ver Tabla 2). Estos resultados difieren con lo detallado por Pineda Serruto *et al.* (2021), quienes encontraron en Apurímac, que la tasa de incidencia por

rabia en altitudes de 2301 y 3500 msnm es cuatro veces la tasa de incidencia en comparación con altitudes entre 500 y 2300 msnm ($p=0.001$). El presente hallazgo se debería principalmente a que, en Cajamarca, existe gran variedad de valles interandinos que van desde altitudes de 800 a 2800 msnm, en donde existen un gran número de predios ganaderos que servirían como fuente de alimento para vampiros que pueden transmitir la rabia.

Si bien los rangos de altitud del presente estudio son diferentes a otros estudios, se puede establecer la siguiente comparación, por ejemplo, en México Bárcenas-Reyes *et al.* (2015) encontraron que un 87.4% (900/1030) de casos de rabia se situaron en áreas de hasta 1500 msnm, en el presente estudio un 75.76 % se situó en áreas de hasta 2400 msnm. Asimismo según lo descrito por Cárdenas (2017) en Colombia, encontró que el mayor riesgo a rabia bovina se situó en áreas por debajo de 1000 msnm, lo que difiere al encontrado aquí de solo un 31.82% por debajo de los 1200 msnm, lo cual podría deberse básicamente a que nuestra región el ganado se cría mayormente en pisos altitudinales hasta 2400 msnm, asimismo es preciso indicar que algunas colonias de murciélagos hematófagos podrían estar adaptándose a mayores altitudes o también debido al bajo reporte de casos en altitudes altas por una mayor lejanía a las sedes del SENASA. Por último según Greenhall *et al.* (1983) el rango geográfico del vampiro *Desmodus rotundus* transmisor de la rabia no se extiende por encima de 2300 msnm y según Quintana y Pacheco (2007), registraron en Perú distribuciones del vampiro hasta los 3680 msnm, siendo muy similar al encontrado en el presente estudio en el cual no se registró ningún caso de rabia en altitudes > 3600 msnm. A futuro es necesario ampliar las investigaciones para inferir con mayor precisión que rangos de altitud tendrían mayor asociación con los casos de rabia que se presenten.

4.2.2. Refugios de murciélagos *Desmodus rotundus*

Tabla 3. Ocurrencias de sospecha de rabia bovina según distancia a los refugios de murciélagos, Cajamarca 2004 – 2019

Rabia	Rango de distancia a los refugios en kilómetros			Total
	0 a 5 km (Corta)	> 5 a 10 km (Media)	> 10 km (Larga)	
Negativo	5	12	23	40
%	12.50	30.00	57.50	100.00
Positivo	82	41	9	132
%	62.12	31.06	6.82	100.00
Total	87	53	32	172
%	50.58	30.81	18.60	100.00

Pearson chi2(2) = 57.3373 Pr = 0.000

Fisher's exact = 0.000

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 0.000 %, se pudo inferir que los refugios de murciélagos hematófagos según su distancia a los brotes, está asociado a la presencia de casos de rabia $p=0.000 < 0.05$. Registrándose el mayor porcentaje de 62.12 % (82/132) en la distancia corta de hasta 5 km, seguido de un 31.06 % (41/132) en el rango > 5 a 10 km (Tabla 3). Tal asociación se explica básicamente a qué en los refugios existentes en el Perú (Quintana y Pacheco, 2007) y en Latinoamérica, se ha identificado al vector *Desmodus Rotundus*, el cual de estar infectado transmite la rabia al ganado principalmente en países amazónicos como Brasil, Perú, Colombia y Ecuador, según lo descrito por Scheffer *et al.* (2014), por ende el mayor riesgo ocurrirá en predios que están a distancias menores con relación a los refugios, como se demostró en el presente estudio, donde el mayor porcentaje de casos se observó en el rango de distancia corta hasta 5 km. Sin embargo los refugios para albergar a las colonias de murciélagos deben tener temperaturas, precipitación y humedad adecuada, según lo describen Scheffer *et al.* (2015) y Zarza

et al. (2017), también es importante tener en cuenta que los refugios permiten al vector establecer nuevas colonias y por lo tanto incrementar el riesgo de propagación de la enfermedad (Pineda Serruto *et al.*, 2021). Son diversos los refugios identificados que sirven como albergue de los murciélagos hematófagos, existen cuevas, cavernas, huecos de árboles, grutas, túneles, minas, ruinas arqueológicas o casas abandonadas (Quintana y Pacheco, 2007), en el presente estudio solo se consideró cuevas, no se descarta que en las áreas estudiadas haya otro tipo de refugios lo que incrementaría aún más el riesgo para rabia.

No solo el riesgo para rabia es la presencia de refugios, sino que además en diversos estudios se ha confirmado la presencia del virus rábico en poblaciones de *Desmodus rotundus*, por ejemplo en Colombia, se analizaron 100 especímenes de los cuales el 13% de murciélagos fueron positivos (Betancur *et al.*, 2016), asimismo en América Latina y el Caribe se registró un 22,5% de murciélagos positivos para la rabia ((Escobar *et al.*, 2015).

4.2.3. Humedad

Tabla 4. Ocurrencias de sospecha de rabia bovina según humedad, Cajamarca 2004 – 2019

Rabia	Rango de humedad en porcentaje (%)			Total
	75 – 80 (Baja)	> 80 – 85 (Media)	> 85 - 90 (Alta)	
Negativo	18	18	4	40
%	45.00	45.00	10.00	100.00
Positivo	27	99	6	132
%	20.45	75.00	4.55	100.00
Total	45	117	10	172
%	26.16	68.02	5.81	100.00

Pearson $\chi^2(2) = 12.7015$ Pr = 0.002

Fisher's exact = 0.001

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 0.1 %, hay evidencia estadística suficiente como para inferir que la variable humedad está asociada a la presentación de casos de rabia en el presente estudio $p=0.001 < 0.05$. El mayor porcentaje de casos de un 75.00 % (99/132) se obtuvo en el rango de humedad media >80 a 85 %, seguido de un 20.45 % en el rango de 75 a 80 (Tabla 4). Resultados que concuerdan con lo descrito por Barquez *et al.* (2012) en México, quienes indican que el rango ideal de humedad relativa en los refugios del vampiro vector transmisor de la rabia es de 70 a 100% y no debe caer por debajo del 45 %. Esta información respalda al registro de casos de rabia encontrado en Cajamarca, los cuales se vienen presentando en áreas cercanas a la vertiente del río marañón, en climas sub tropicales cálidos en donde se registra mayores niveles de humedad, temperatura y precipitación, similar a lo descrito por Scheffer *et al.* (2014), quienes reportan casos de rabia humada transmitida por murciélagos en zonas con climas cálidos de países amazónicos como Brasil, Perú, Colombia y Ecuador, y también a lo descrito por Llamas (2009) quien menciona que la epidemiología de la rabia selvática es compleja, ya que los factores que la afectan incluyen la cepa del virus, el comportamiento de la especie huésped, la ecología y los factores ambientales. En resumen, es necesario continuar con investigaciones sobre las variables climáticas y establecer a futuro estudios con rangos similares de humedad a lo reportado en otros estudios.

4.2.4. Temperatura

Tabla 5. Ocurrencias de sospecha de rabia bovina según temperatura, Cajamarca 2004 – 2019.

Rabia	Rango de temperatura en °C				Total
	12 a 16 (Baja)	>16 a 20 (Media)	>20 a 24 (Alta)	>24 (Muy alta)	
Negativo	13	9	7	11	40
%	32.50	22.50	17.50	27.50	100.00
Positivo	21	36	48	27	132
%	15.91	27.27	36.36	20.45	100.00
Total	34	45	55	38	172
%	19.77	26.16	31.98	22.09	100.00

Pearson $\chi^2(3) = 8.6476$ Pr = 0.034

Fisher's exact = 0.033

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 3.3 %, hay evidencia estadística suficiente como para inferir que la variable temperatura está asociada a la presentación de casos de rabia en el presente estudio $p=0.033 < 0.05$. Se observó un mayor registró de casos de un 36.36 % (48/132) en el rango de temperatura alta >20 a 24 °C, seguido de un 27.27 % (36/132) en el rango de >16 a 20 °C y un 20.45 % (27/132) en el rango de temperatura muy alta > 24 °C (Tabla 5), es conveniente también destacar que el mayor número de casos se produjo a partir de temperaturas altas mayores a 20 °C con un 56.81 % (75/132). Estos resultados son similares a lo encontrado en México por Ávila-Flores y Medellín (2004), quienes mencionan que el murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, se encuentra en áreas con temperaturas cálidas de 20 a 27 °C, siendo las más óptimas donde hay mínimas fluctuaciones de 24 - 25 °C. Asimismo concuerda con lo descrito por Scheffer *et al.* (2014), quienes describen que el vector no tolera climas fríos, y no se encuentra en áreas donde la temperatura promedio sea inferior a 10 °C, también son sensibles a temperaturas muy elevadas, de tal forma que 37 y 38 °C puede ser letal. Cabe

mencionar que el presente estudio no se registró ningún caso en temperaturas menores a 12 °C, pero sí un 15.91 % (21/132) en el rango de 12 a 16 °C, por lo que se puede presumir que el vector se podría estar adaptando cada vez más a temperaturas más bajas.

El presente estudio es similar a lo descrito por Brito-Hoyos et al. (2013), quienes señalan en Colombia que las altas temperaturas favorecen la presencia del *Desmodus rotundus*, el cual también es corroborado en México por Bárcenas-Reyes et al. (2019), en donde observaron que el número de casos de rabia aumenta con una temperatura máxima que oscila entre 29 y 29,5 °C, y una temperatura mínima entre 16 y 16,5 °C. Es conveniente ampliar en Cajamarca, nuevos estudios con ajustes de temperatura máxima y mínima para predecir que rangos de temperatura son de mayor riesgo para rabia.

4.2.5. Precipitación

Tabla 6. Ocurrencias sospecha de rabia bovina según precipitación, Cajamarca 2004 – 2019

Rabia	Rango de precipitación en mm				Total
	800 a 1000 (Baja)	>1000 a 1200 (Media)	>1200 a 1400 (Alta)	>1400 (Muy alta)	
Negativo	10	17	13	0	40
%	25.00	42.50	32.50	0.00	100.00
Positivo	40	45	38	9	132
%	30.30	34.09	28.79	6.82	100.00
Total	50	62	51	9	172
%	29.07	36.05	29.65	5.23	100.00

$$\text{Pearson chi2(3)} = 3.7691 \quad \text{Pr} = 0.288$$

$$\text{Fisher's exact} = 0.305$$

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 30.5 %, la variable precipitación no está asociada a la presencia de casos de rabia en el presente estudio $p=0.305 > 0.05$. Sin embargo a pesar que el análisis es no significativo, se

aprecia que el número de ocurrencias positivas aumenta a partir de precipitaciones > 1000 a 1200 mm, en donde se registra el mayor porcentaje 34.09 % (45/132), ver Tabla 6, lo que es similar a lo encontrado en Colombia por Bárcenas-Reyes *et al.* (2019), quienes indicaron que el número de casos de rabia aumenta con precipitaciones entre 1190 y 1200 mm. Asimismo en el presente estudio se aprecia que los casos de rabia disminuyen notablemente con precipitaciones > 1400 mm, registrándose tan solo un 6.82 % (9/132), lo cual podría ser debido probablemente a que en Cajamarca, no ocurren fuertes precipitaciones como en áreas geográficas tropicales, a futuro sería ideal se realicen nuevos estudios con datos de precipitación de estaciones locales.

4.2.6. Red hídrica

Tabla 7. Ocurrencias de sospecha de rabia, según distancia a la red hídrica, Cajamarca, 2004 – 2019

Rabia	Rango de distancia a la red hídrica en kilómetros			Total
	0 a 1 km (Corta)	> 1 a 2 km (Media)	> 2 km (Larga)	
Negativo	35	5	0	40
%	87.50	12.50	0.00	100.00
Positivo	104	24	4	132
%	78.79	18.18	3.03	100.00
Total	139	29	4	172
%	80.81	16.86	2.33	100.00

$$\text{Pearson chi}^2(2) = 2.0882 \quad \text{Pr} = 0.352$$

$$\text{Fisher's exact} = 0.536$$

Con un nivel de confianza del 95% y una probabilidad de error del 53.6 %, hay evidencia estadística suficiente como para inferir que la variable red hídrica no está asociada a la presentación de casos de rabia en el presente estudio $p=0.536 > 0.05$. Aun no siendo significativo el presente estudio, se observa un mayor porcentaje de

casos de rabia 78.79 % (104/132), en predios positivos ubicados a una distancia corta 0 a 1 km de la red hídrica (Tabla 7). En tal sentido se puede inferir que la distancia de los predios a las fuentes de agua, no sería un factor de riesgo para la presentación de rabia, inferencia que podría deberse probablemente a que, en distancias mayores a 1 km, habría otras fuentes de agua no identificadas como quebradas, pequeños riachuelos, canales, pozos, lagunas y manantiales ubicados también a menos de 1 km de los brotes, lo que podría hacer variar los resultados obtenidos. Cabe indicar que en el presente estudio se trabajó con datos espaciales de ríos principales, sería conveniente en el futuro recabar mayor información de las redes hídricas de la región a efectos de tener una mejor predicción del riesgo, ya que según lo descrito por Quintana y Pacheco (2007), los murciélagos vampiros tienen preferencia por las cavernas húmedas y especialmente aquellas que contienen fuentes de agua, con lo cual se incrementa la probabilidad de transmisión de rabia.

Análisis multivariado

Tabla 8. Análisis multivariado de variables distancia a los refugios y temperatura

```
. xi: logit dg_rabia dist_refug edad temp,or nolog
```

```
Logistic regression                               Number of obs   =          172
                                                    LR chi2(3)      =           84.58
                                                    Prob > chi2     =           0.0000
Log likelihood = -50.995023                       Pseudo R2       =           0.4533
```

dg_rabia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
dist_refug	.7113111	.0501871	-4.83	0.000	.6194445 .816802
edad	.9751924	.0096798	-2.53	0.011	.9564036 .9943503
temp	1.181045	.0815862	2.41	0.016	1.031491 1.352281
_cons	3.918965	5.432733	0.99	0.324	.2589277 59.31496

Tabla 9. Indicador de riesgo de las variables distancia a los refugios y temperatura en base a su media (refugios min/7.59=1 7.5901/max=0; edad min/30.40=0 30.4001/max=1 y temp min/20.57=0 20.5701/max=1)

```
. xi: logit dg_rabia cat_dis_ref cat_edad cat_temp,or nolog
```

```
Logistic regression                Number of obs   =          172
                                   LR chi2(3)       =           51.45
                                   Prob > chi2        =           0.0000
Log likelihood = -67.559088         Pseudo R2       =           0.2758
```

dg_rabia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
cat_dis_ref	13.36336	6.184373	5.60	0.000	5.395006 33.10089
cat_edad	.3036459	.1336889	-2.71	0.007	.1281154 .7196701
cat_temp	2.497008	1.154137	1.98	0.048	1.009224 6.17806
_cons	.8137856	.4005026	-0.42	0.675	.3101654 2.135142

De acuerdo al análisis de regresión logística múltiple, se encontró que la posibilidad de que se presenten casos de rabia en bovinos a una distancia menor a 7.59 km es 13.36 veces las posibilidades de que se presenten casos, cuando la distancia a los refugios sea mayor, siempre y cuando las temperatura ambiental y edad de los bovinos se mantengan constantes, con un IC_{95%}: 5.4 – 33.1, por lo que se considera como un factor de riesgo la cercanía a los refugios. El resultado guarda relación con lo informado por Scheffer *et al.* (2015), quienes describen un mayor riesgo para rabia, en predios ubicados a distancias menores a los refugios, cuyo hábitat debería mantener una temperatura constante (Pineda Serruto *et al.*, 2021).

La posibilidad de que se presenten casos de rabia en bovinos de edades de 30.4 meses a más es 0.3 veces las posibilidades de que se presenten casos de rabia en bovinos de edades menores a 30.4 meses. Siempre que la distancia a los refugios y la temperatura ambiental permanezcan constantes, con un IC_{95%}: 0.13 – 0.72, se considera como un factor de salud la edad temprana, por el menor tiempo de exposición al vector de la rabia.

La probabilidad de que se presenten casos de rabia en bovinos a temperaturas iguales o mayores a 20.57°C es 2.49 veces las posibilidades de que se presenten casos de rabia en bovinos a temperaturas menores a 20.57°C, cuando la distancia a los refugios y la edad de los bovinos permanece constante, con un IC_{95%}: 1. – 6.21. Se determina como un factor de riesgo la temperatura mayor a 20.57°C, corroborándose con lo encontrado en México por Ávila-Flores y Medellín (2004), quienes mencionan que el murciélago vampiro *Desmodus rotundus*, se encuentra en áreas con temperaturas cálidas de un rango de 20 a 27 °C. Los resultados son consistentes con lo descrito por Arellano-Sota (1988) y McNab (1973), que determinaron que los murciélagos vampiros que transmiten la rabia, no sobreviven en áreas con temperaturas frías inferiores a 10°C o 15 °C.

4.3. Distribución espacial de casos de rabia hacia áreas sin ocurrencia

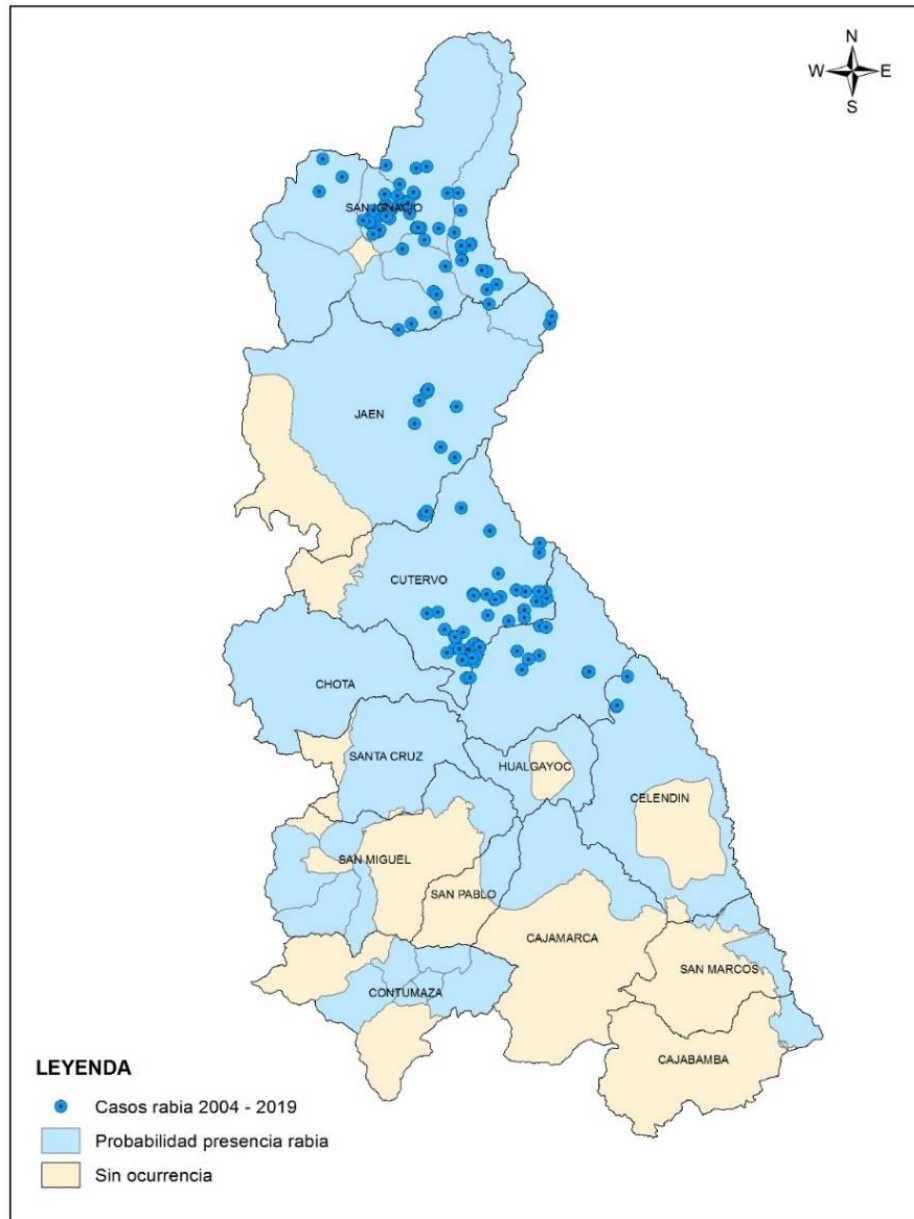


Figura 13. Distribución espacial de casos de rabia bovina, hacia áreas sin ocurrencia

Mediante la predicción de dispersión de brotes de rabia hacia áreas sin ocurrencia, el análisis muestra una probabilidad de presentación de casos de rabia en una superficie aproximada de 78.12 %, áreas que estarían ubicadas en las 13

provincias de Cajamarca (Figura 13), en donde probablemente existiría una similitud de factores de riesgo como temperatura, humedad, altitud y refugios que favorecerían la ocurrencia de rabia en el ganado de predios ubicados principalmente a nivel noreste de Cajamarca, en áreas sub tropicales. Lo que concuerda con el estudio realizado por Bárcenas-Reyes *et al.* (2019), que señalan una gran probabilidad de dispersión de rabia en áreas del este y al norte de Colombia en zonas cálidas tropicales. También se podría inferir que en ambos estudios la dispersión de la enfermedad no es homogénea, el mayor riesgo se encontró en áreas del norte y el este, con vegetación, cercanía a zonas de agua y con presencia de ganadería extensiva, según lo descrito por Cárdenas (2017).

En resumen se podría estimar, que a futuro se presentarían nuevos casos de rabia, en zonas sin ocurrencia donde exista un hábitat ecológico ideal para la supervivencia del *Desmodus rotundus*, asimismo bajo escenarios de cambio climático, presencia de refugios, disponibilidad de alimento y corredores biológicos, según lo describen Johnson *et al.* (2014) y Zarza *et al.* (2017). La probabilidad de dispersión de rabia hacia nuevas áreas de Cajamarca, es una predicción obtenida a partir de las variables estudiadas, lo cual puede variar en otros estudios de esta naturaleza.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ Los casos de Rabia Bovina, se vienen presentando periódicamente en la zona noreste y centro de Cajamarca, con registros durante todos los meses y años. Se han identificado casos en 05 provincias y 27 distritos, el mayor número de ocurrencias a nivel provincial se registró en San Ignacio 45.45% (60/132) y en Cutervo 35.61% (47/132), a nivel distrital el mayor registro fue en San Ignacio y Cutervo con 15.91% (21/132).

- ✓ Las variables ambientales de temperatura ($p=0.033<0.05$) y humedad ($p=0.001<0.05$); mostraron asociación estadística significativa, confirmándose la hipótesis planteada en la presente investigación. El mayor número de casos por rangos se registró: 36.36% (48/132) en temperatura alta y 75% (99/132) en humedad media. En cuanto a la precipitación ($p=0.305>0.05$) y distancia a la red hídrica ($p=0.536>0.05$), no mostraron asociación estadística significativa, el mayor número de casos de 34.09% (45/132) se dio en precipitación media y 78.79% (104/132) en distancia corta a la red hídrica.

- ✓ Las variables geográficas de altitud ($p=0.021<0.05$) y distancia a los refugios ($p=0.000<0.05$); mostraron asociación estadística significativa. El mayor número de casos de 43.94% (54/132) se registró en altitud media y 62.12% (82/132) en el rango de distancia corta a los refugios.

- ✓ La posibilidad de que se presenten casos de rabia en bovinos a una distancia menor a 7.59 km, es 13.36 veces más de que se presenten casos a una distancia mayor con relación a los refugios. También la posibilidad de que se presenten casos de rabia en bovinos con edades de 30.4 meses a más, es 0.3 veces las posibilidades en edades menores a 30.4 meses y la posibilidad de que se presenten casos a temperaturas iguales o mayores a 20.57°C es 2.49 veces las posibilidades de que se presenten casos a temperaturas menores a 20.57°C.
- ✓ El modelo de distribución potencial de casos de rabia, estimó a futuro una probabilidad de dispersión de nuevos casos, en el 78.12% de la superficie terrestre de la región de Cajamarca.

5.2.Recomendaciones

- ✓ Dado que existe una probabilidad de dispersión de rabia en las 13 provincias de Cajamarca, se deben instaurar principalmente campañas de vacunación contra rabia y campañas de educación sanitaria.
- ✓ Desarrollar a futuro nuevos estudios de investigación con registros locales de variables climatológicas y geográficas, según clasificación de las regiones naturales del Perú, a fin de predecir porque aún no se han presentado casos de rabia bovina en la zona noroeste y suroeste de Cajamarca.
- ✓ Ampliar los estudios epidemiológicos del hábitat de la especie silvestre *Desmodus rotundus* y de sus refugios, con la finalidad de tener un conocimiento más cabal del comportamiento del vector principal del virus de la rabia.

LISTA DE REFERENCIAS

- Acha, P.N., Arambulo, P.V. 1985. Rabies in the tropics – history and current status. In: Kuwert E, Mérieux C, Koprowski H, Bogel K editors. Rabies in the tropics. Berlin: Springer-Verlag; 1985. p. 343-59.
- Acha, P.N., Szyfres, B. 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales: Clamidirosis, rickettsiosis y virosis. Tercera edición. Lima (PE): Organización Panamericana de la Salud; 2003.
- Adams, R.A., Hayes, M.A., 2008. Water availability and successful lactation by bats as related to climate change in arid regions of western North America. *Journal of Animal Ecology* 77, 1115–1121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01447.x>
- Algeo, T.P., Slate, D., Caron, R.M., Atwood, T., Recuenco, S., Ducey, M.J., Chipman, R.B., Palace, M., 2017. Modeling Raccoon (*Procyon lotor*) Habitat Connectivity to Identify Potential Corridors for Rabies Spread. *Tropical Medicine and Infectious Disease* 2. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed2030044>
- Arellano-Sota, C., 1988. Vampire Bat-Transmitted Rabies in Cattle, *Reviews of Infectious Diseases*.
- Ávila-Flores, R., Medellín, R.A. 2004. Ecological, taxonomic, and physiological correlates of cave use by mexican bats. *J Mammal*. 85:675-87.
- Bárceñas-Reyes, I., Loza-Rubio, E., Zendejas-Martínez, H., Luna-Soria, H., Cantó-Alarcón, G. J., & Milián-Suazo, F. (2015). Comportamiento epidemiológico de la rabia parálitica bovina en la región central de México, 2001-2013. *Revista Panamericana de Salud Publica/Pan American Journal of Public Health*, 38(5), 396–402.
- Bárceñas-Reyes, I., Nieves-martínez, D. P., Cuador-gil, J. Q., Loza-rubio, E., González-ruiz, S., Cantó-alarcón, G. J., & Milián-suazo, F. (2019). Spatiotemporal analysis of rabies in cattle in central Mexico on a spherical model. *Journal of Spherical Geometry*, 14. <https://doi.org/10.4081/gh.2019.805>
- Barquez, R., Pérez, S., Miller, B., Díaz, M. 2012. *Desmodus rotundus*: IUCN: International Union for Conservation of Nature; 2012 [Available from: www.iucn.org].
- Betancur Hurtado, C., Calderón Rangel, A., Rodríguez R., V.C., 2016. Presencia de virus rábico en murciélagos hematófagos en Colombia. *Revista Biosalud* 15, 17-24. <https://doi.org/10.17151/biosa.2016.15.1.3>.
- Blackburn, J.K., Mcnyset, K.M., Curtis, A., Hugh-Jones, M.E., 2007. Modeling the Geographic Distribution of *Bacillus anthracis*, the Causative Agent of Anthrax Disease, for the Contiguous United States using Predictive Ecologic Niche Modeling. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*.

- Brito-Hoyos, D.M., Brito Sierra, E., Villalobos Álvarez, R., 2013. Distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010. *Revista Panamericana Salud Pública* 33, 8–14. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892013000100002>.
- Calisher, C.H., Childs, J.E., Field, H.E., Holmes, K. v., Schountz, T., 2006. Bats: Important reservoir hosts of emerging viruses. *Clinical Microbiology Reviews* 19, 531–545. <https://doi.org/10.1128/CMR.00017-06>
- Calisher, C.H., Ellison, J.A., 2012. The other rabies viruses: The emergence and importance of lyssaviruses from bats and other vertebrates. *Travel Medicine and Infectious Disease* 10, 69–79. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2012.01.003>.
- Cárdenas, Z., 2017. Universidad Autónoma de Barcelona Facultad de Veterinaria. Análisis espacio temporal de la rabia bovina de origen silvestre en Colombia 48.
- CDC (2012b) The rabies virus. Centers for Disease Control and Prevention. Disponible en <<http://www.cdc.gov/rabies/transmission/virus.html>. Accessed 30 Mar 2012
- Cliquet, F., Aubert, M. 2004. Elimination of terrestrial rabies in Western European countries. *Developments in Biologicals*. 2004 ;119:185-204. PMID: 15747421.
- Condori-Condori, R.E., Streicker, D.G., Cabezas-Sanchez, C., Velasco-Villa, A., 2013. Enzootic and epizootic rabies associated with vampire bats, Peru. *Emerging Infectious Diseases* 19, 1463–1469. <https://doi.org/10.3201/eid1909.130083>.
- Correa, G.P. 1981. La rabia, manifestaciones clínicas, transmisión, prevención y tratamiento. Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. Departamento de Virología. *Ciencia Veterinaria* 3-1981. México DF.
- Dzikwi, A.A., Kuzmin, I.I., Umoh, J.U., Kwaga, J.K.P., Ahmad, A.A., Rupprecht, C.E., 2010. Evidence of Lagos Bat Virus Circulation among Nigerian Fruit Bats. *Journal of Wildlife Diseases* 46, 267–271.
- Escobar, L.E., Peterson, T., Favi, M., Yung, V., Medina-Vogel, G., 2015. Bat-borne rabies in latin America. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo* 57, 63–72. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652015000100009>.
- FAO. Food And Agriculture Organización of the United Nations. 2018. Zero By 30 The Global Strategic Plan. To end human deaths from dog-mediated Rabies zero by 30. FAO - OIE - WHO.
- Flores, R. (2003) ‘Técnicas, substancias y estrategias para el control de murciélagos vampiros’, Organización Panamericana de la Salud- Organizacion mundial de la salud., 1 edición, pp. 1–2.
- Franklin, J., Miller, J.A., Jennifer, A., 2010. Mapping species distributions : spatial inference and prediction. Cambridge University Press. www.cambridge.org 320.
- Garg, S.R. 2014. Rabies in Man and Animals, DOI 10.1007/978-81-322-1605-6_2. Pag. 10. Available in < <https://vdoc.pub/documents/rabies-in-man-and-animals-1t7r59jbt8g0>.

- Green S.L., Smith L.L., Vernau W., Beacock S.M. 1992. Rabies in horses: 21 cases (1970-1990). *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1992 Apr;200(8):1133-1137. PMID: 1607322.
- Greenhall, A.M., Joermann, G., Schmidt, U., Seidel, M.R., 1983. *Desmodus rotundus*. *Mammalian Species*. <https://doi.org/10.2307/3503895>
- Hampson, K., Coudeville, L., Lembo, T., Sambo, M., Kieffer, A., Attlan, M., Barrat, J., Blanton, J.D., Briggs, D.J., Cleaveland, S., Costa, P., Freuling, C.M., Hiby, E., Knopf, L., Leanes, F., Meslin, F.X., Metlin, A., Miranda, M.E., Müller, T., Nel, L.H., Recuenco, S., Rupprecht, C.E., Schumacher, C., Taylor, L., Vigilato, M.A.N., Zinsstag, J., Dushoff, J., 2015. Estimating the Global Burden of Endemic Canine Rabies. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 9. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PNTD.0003709>.
- Hanlon, C.A., Childs, J.E., Nettles, V.F. 1999. Recommendations of a national working group on prevention and control of rabies in the United States Article III: Rabies in wildlife.
- Hayes, M.A., Adams, R.A., 2017. Simulated bat populations Erode when exposed to climate change projections for western North America. *PLoS ONE* 12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180693>
- Hayes, M.A., Piaggio, A.J., 2018. Assessing the potential impacts of a changing climate on the distribution of a rabies virus vector. *PLoS ONE* 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0192887>
- He, X., Koryta, T., Schatz, J., Freuling, C.M., Muller, T., Kollner, B., 2014. Anti-Lyssaviral Activity of Interferons and from the Serotine Bat, *Eptesicus serotinus*. *Journal of Virology* 88, 5444–5454. <https://doi.org/10.1128/jvi.03403-13>.
- INEI. 2012. Resultados definitivos del IV Censo Nacional Agropecuario. P45. Disponible en <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>.
- Jeschke, J.M., Strayer, D.L., 2008. Usefulness of Bioclimatic Models for Studying Climate Change and Invasive Species. *Annals of the New York Academy of Sciences*. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.002>
- Johnson, N., Aréchiga-Ceballos, N., Aguilar-Setien, A., 2014. Vampire bat rabies: Ecology, epidemiology and control. *Viruses*. <https://doi.org/10.3390/v6051911>.
- Kienzle, Thomas E. 2007. Foreword by David heymann. *Deadly disease and epidemics*. Includes bibliographical references and index. ISBN 0 -7910-9261-5.
- Kotait, I., Goncalves, C.A., Peres, N.F., Souza, M.C., Targueta, M.C., 1998. Controle da raiva dos herbívoros. Instituto Pasteur - Sao Paulo, SP (Manuais, 1) 1.
- Lee, D.N., Papeş, M., van den Bussche, R.A., 2012. Present and Potential Future Distribution of Common Vampire Bats in the Americas and the Associated Risk to Cattle. *PLoS ONE* 7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042466>

- Lyman, CP y Wimsatt, WA. 1966. Regulación de la temperatura en el murciélago vampiro, *Desmodus rotundus*. *Zoología fisiológica*, 39 (2), 101-109.
- Machado-Machado, E.A., 2012. Empirical mapping of suitability to dengue fever in Mexico using species distribution modeling. *Appl Geogr* 33: 82–93.
- McNab, B.K., 1973. American Society of Mammalogists Energetics and the Distribution of Vampires, Source: *Journal of Mammalogy*.
- Medina MP. 1995. Presentaciones clínicas y diagnóstico diferencial de la rabia en el bovino. *Memorias, Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos del XIX Congreso Nacional de Buiatría 24,25 y 26 de agosto, Torreón, Coahuila, México.*
- Moran, D., Juliao, P., Alvarez, D., Lindblade, K.A., Ellison, J.A., Gilbert, A.T., Petersen, B., Rupprecht, C., Recuenco, S., 2015. Knowledge, attitudes and practices regarding rabies and exposure to bats in two rural communities in Guatemala. *BMC Research Notes* 8. <https://doi.org/10.1186/s13104-014-0955-1>.
- Neerinckx, S.B., Peterson, A.T., Gulinck, H., Deckers, J., Leirs, H., 2008. Geographic distribution and ecological niche of plague in sub-Saharan Africa. *Int J Health Geographics* doi:10.1186/1476-072X-7-54.
- OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. 2011. Rabies: a priority for humans and animals. *Bolein N° 2011-3*. Disponible <<https://www.oie.int/app/uploads/2021/03/bull-2011-3-eng.pdf>. <https://rabiesalliance.org/resource/oie-technical-disease-card-rabies>.
- OIE. Organización Mundial de Sanidad Animal. 2018. Infección por el virus de la rabia y otros lissavirus. *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres (mamíferos, aves y abejas)*. Capítulo 3.1.17. Disponible en línea online [web <https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.17_RABIE S%20.pdf](https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.01.17_RABIE_S%20.pdf)
- Peterson, A.T., Bauer, J.T., Mills, J.N., 2004. Ecologic and geographic distribution of Filovirus Disease. *Emerging Infect Dis* 10: 40–47.
- Peterson, A.T., 2001. Predicting species' geographical distributions based on ecological niche modeling. *Condor* 103: 599–605.
- Peterson, A.T., 2006. Ecologic Niche Modeling and Spatial Patterns of Disease Transmission. *Emerging Infectious Diseases* 12, 1822–1826.
- Peterson, A.T., 2014. *Mapping Disease Transmission Risk: Enriching Models Using Biogeography and Ecology*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., 2006. Maximum Entropy Modeling of Species Geographic Distributions. *Ecological Modelling* 190, 231–259. Available online at www.sciencedirect.com <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

- Pineda Serruto, M.E., Vidal Cárdenas, E.M., Callapiña Enríquez, E.H., Valderrama Pomé, A.A., 2021. Association between geographical altitude and incidence of wild rabies in cattle in the Apurímac region (2004-2015). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú* 32. <https://doi.org/10.15381/RIVEP.V32I4.19270>
- Pyšek, P., Richardson, D.M., 2010. Invasive species, environmental change and management, and health. *Annual Review of Environment and Resources* 35, 25–55. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-033009-095548>
- Quintana, H.N., Pacheco, V.T., 2007. Identificación y Distribución de los Murciélagos Vampiros del Perú. *Rev Perú Med Exp Salud Publica*. 24(1): 81-88.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Hinchcliff, K.W., Constable, P.D. 2007. *Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*, 10th edn. Saunders-Elsevier, Edinburgh. Available in <https://ia600202.us.archive.org/24/items/BloodradostitsVeterinaryMedicine10thEdition/Blood%20Radostits%20Veterinary%20Medicine%2010th%20Edition.pdf>. P1384-1393.
- Ramírez, R., González, A., Nevárez, A., Rodríguez, L., 2011. Informe de tres casos de rabia paralizante y bebesiosis bovina en el municipio de Aldama. Tamaulipas. México. Nota de Investigación. *Rev. Mèx.* 42 (4). p331-338
- Reynes, J.-M., Molia, S., Audry, L., Hout, S., Ngin, S., Walston, J., Bourhy, H., 2004. Serologic Evidence of Lyssavirus Infection in Bats, Cambodia. *Emerging Infectious Diseases*. www.cdc.gov/eid. Vol. 10, N° 12. p2231-2234.
- Rodríguez V.R. 2005. *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. MC Graw-Gill-Interamericana. pp. 107-116.
- Rosatte, R., 2011. Evolution of Wildlife Rabies Control Tactics, *Advances in Virus Research*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387040-7.00019-6>.
- Rupprecht, C.E., Kuzmin, I. v., 2015. Why we can prevent, control and possibly treat - But will not eradicate - Rabies. *Future Virology* 10, 517–535. <https://doi.org/10.2217/fvl.15.26>.
- Rupprecht, C.E., Turmelle, A., Kuzmin, I. v., 2011. A perspective on lyssavirus emergence and perpetuation. *Current Opinion in Virology* 1, 662–670. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2011.10.014>.
- Rupprecht, C.E., Fooks, A.R., Abela-Ridder, B., 2018. *Laboratory techniques in rabies*. Fifth edition. Volumen 1.1, 304. Available in <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/310836/9789241515153-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Sarkar, S., Strutz, S.E., Frank, D.M., Rivaldi, C.L., Sissel, B., 2010. Chagas disease risk in Texas. *PLoS Neglected Trop Dis* doi:10.1371/journal.pntd.0000836
- Schatz, J., Teifke, J.P., Mettenleiter, T.C., Aue, A., Stiefel, D., Müller, T., Freuling, C.M., 2014. Lyssavirus distribution in naturally infected bats from Germany. *Veterinary Microbiology* 169, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2013.12.004>.

- Scheffer, K., Iamamoto, K., Miyuki Asano, K., Mori, E., Estevez Garcia, A.I., Achkar, S.M., de Oliveira Fahl, W., 2014. Hematophagous bats as reservoirs of rabies. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 31, 302–309. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2014.312.51>
- Scheffer, K., Iamamoto, K., Miyuki Asano, K., Mori, E., Estevez Garcia, A.I., Achkar, S.M., de Oliveira Fahl, W., 2015. *Diphylla Ecaudata* y *Diaemus Youngi*, *Biología Y Comportamiento. Acta Zoológica Mexicana* 31, 436–445.
- Scher, G., Schnell, M.J., 2020. Rhabdoviruses as vectors for vaccines and therapeutics. *Current Opinion in Virology*. <https://doi.org/10.1016/j.coviro.2020.09.003>.
- SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2019. Datos hidrometeorológicos en Cajamarca por cada estación según día, año y mes. <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2013. Sistema de Vigilancia Epidemiológica. Sub Dirección de Análisis de Riesgo y Vigilancia Epidemiológica. Dirección de Sanidad Animal.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2019. Situación Epidemiológica de la rabia en herbívoros en la región de Cajamarca. Dirección Ejecutiva Cajamarca Informe, 6.
- Soberón, J., Peterson, A.T., 2005. Interpretation of Models of Fundamental Ecological Niches and Species. *Distributional Areas, Biodiversity Informatics*.
- Spickler, A.R. Rabies and Rabies-Related Lyssaviruses. 2012. Last updated: November 2012. Available in <<https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/rabies.pdf>
- Tan, B., Gao, F., Wolfe, R.E., Pedelty, J.A., Nightingale, J., Morissette, J.T., Ederer, G.A., 2011. An Enhanced TIMESAT Algorithm for Estimating Vegetation Phenology Metrics From MODIS Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing* 4, 361–371. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2010.2075916>
- Tordo, N., Poch, O., Ermine, A., Keith, G., Rougeon, F., 1986. Walking along the rabies genome: Is the large G-L intergenic region a remnant gene? *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 83, 3914–3918. <https://doi.org/10.1073/pnas.83.11.3914>.
- WHO. Expert Consultation on Rabies. 2005. Geneva, Switzerland. World Health Organization. Technical report, first report. 931, pp. 1–88. Available in <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/43262>.
- WHO. World Health Organization. 2012. Rabies. Available in <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/rabies>.
- WHO. Expert Consultation on Rabies. 2013. Switzerland. World Health Organization. second report (No. 982). Available in <<https://apps.who.int/iris/handle/10665/85346>.

Zarza, H., Martínez-Meyer, E., Suzán, G., Ceballos, G., 2017. Geographic distribution of *desmodus rotundus* in Mexico under current and future climate change scenarios: Implications for bovine paralytic rabies infection. *Veterinaria Mexico* 4. <https://doi.org/10.21753/vmoa.4.3.390>

ANEXOS

Anexo 1. Estaciones meteorológicas de Cajamarca

Nº	ESTACIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD
1	Asunción	Asunción	Cajamarca	-7.326044	-78.515825
2	Augusto Weberbauer	Cajamarca	Cajamarca	-7.152222	-78.491389
3	Aylambo	Cajamarca	Cajamarca	-7.193450	-78.510119
4	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	-6.676550	-78.518336
5	Cachachi	Cachachi	Cajabamba	-7.451064	-78.268550
6	Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	-7.626944	-78.050556
7	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	-7.163780	-78.500267
8	Celendín	Celendín	Celendín	-6.852922	-78.144850
9	Chancay Baños	Chancay Baños	Santa Cruz	-6.575833	-78.881111
10	Chilete	Chilete	Contumazá	-7.219680	-78.837980
11	Chirinos	Chirinos	San Ignacio	-5.308497	-78.897589
12	Chontali	Chontali	Jaén	-5.643611	-79.084722
13	Chotano Lajas	Lajas	Chota	-6.576667	-78.748611
14	Chota	Chota	Chota	-6.547128	-78.648631
15	Chugur	Chugur	Hualgayoc	-6.670911	-78.737169
16	Cochabamba	Cochabamba	Chota	-6.457222	-78.898056
17	Cochalan	La Coipa	San Ignacio	-5.466389	-78.988611
18	Contumazá	Contumazá	Contumazá	-7.355833	-78.830278
19	Cospan	Cospan	Cajamarca	-7.433611	-78.533611
20	Cutervo	Cutervo	Cutervo	-6.379639	-78.805122
21	Pomahuaca - El Limón	Pomahuaca	Jaén	-5.931944	-79.321944
22	Granja Porcon	Cajamarca	Cajamarca	-7.033611	-78.626667
23	Hacienda Pucara	Pucara	Jaén	-6.041667	-79.133889
24	Huambos	Huambos	Chota	-6.453642	-78.963186
25	Jaén	Jaén	Jaén	-5.677500	-78.779444
26	Jesus	Jesus	Cajamarca	-7.245703	-78.388414
27	La Encañada	Encañada	Cajamarca	-7.123272	-78.333139
28	La Victoria	Llcanora	Cajamarca	-7.191186	-78.459472
29	Lives	Unión Agua Blanca	San Miguel	-7.084722	-79.033889
30	Llama	Llama	Chota	-6.514431	-79.122619
31	Llapa	Llapa	San Miguel	-6.978330	-78.811180
32	Magdalena	Magdalena	Cajamarca	-7.254167	-78.660556
33	Monte Grande	Yonan	Contumazá	-7.224986	-79.153231
34	Namora	Namora	Cajamarca	-7.203333	-78.338889
35	Namballe	Namballe	San Ignacio	-4.999525	-79.088619
36	Niepos	Niepos	San Miguel	-6.925114	-79.129017
37	Quebrada Shugar	Bambamarca	Hualgayoc	-6.687778	-78.456944
38	Querecotillo	Querecotillo	Cutervo	-6.273656	-79.036956
39	Sallique	Sallique	Jaén	-5.650278	-79.316944
40	Quilcate	Catilluc	San Miguel	-6.822747	-78.744000
41	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	-5.145136	-78.999444

42	San Benito	San Benito	Contumazá	-7.428192	-78.931667
43	San Juan	San Juan	Cajamarca	-7.288056	-78.491111
44	San Marcos	Pedro Gálvez	San Marcos	-7.321944	-78.169444
45	San Miguel	San Miguel	San Miguel	-6.996844	-78.853081
46	San Pablo	San Pablo	San Pablo	-7.117747	-78.830833
47	Sondor matara	Gregorio Pita	San Marcos	-7.236875	-78.212619
48	Tabaconas	Tabaconas	San Ignacio	-5.321944	-79.288055
49	Tocmoche	Tocmoche	Chota	-6.408056	-79.355833
50	Udima	Catache	Santa Cruz	-6.813056	-79.084444

Anexo 2. Promedios multianuales de humedad por cada estación, 2004 al 2019

Nº	ESTACIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	ALTITUD	HUMEDAD
1	Asunción	Asunción	Cajamarca	2270	72
2	Augusto Weberbauer	Cajamarca	Cajamarca	2673	64
3	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	2495	79
4	Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	2625	70
5	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2720	37
6	Celendín	Celendín	Celendín	2602	81
7	Chancay Baños	Chancay Baños	Santa Cruz	1640	74
8	Chirinos	Chirinos	San Ignacio	1772	84
9	Chontali	Chontali	Jaén	1627	80
10	Chota	Chota	Chota	2468	85
11	Cochabamba	Cochabamba	Chota	1653	74
12	Contumaza	Contumazá	Contumazá	2520	75
13	Cospan	Cospan	Cajamarca	2450	83
14	Cutervo	Cutervo	Cutervo	2668	88
15	Pomahuaca - El Limón	Pomahuaca	Jaén	1080	52
16	Granja Porcón	Cajamarca	Cajamarca	3149	82
17	Huambos	Huambos	Chota	2263	83
18	Jaén	Jaén	Jaén	618	77
19	Jesus	Jesus	Cajamarca	2564	63
20	La Encañada	Encañada	Cajamarca	2980	76
21	La Victoria	Llacanora	Cajamarca	2630	71
22	Llama	Llama	Chota	2096	83
23	Llapa	Llapa	San Miguel	3030	83
24	Magdalena	Magdalena	Cajamarca	1260	68
25	Namora	Namora	Cajamarca	2760	71
26	Namballe	Namballe	San Ignacio	722	89
27	Niepos	Niepos	San Miguel	2424	88
28	Sallique	Sallique	Jaén	1804	82
29	Quilcate	Catilluc	San Miguel	3082	82
30	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	1243	82
31	San Benito	San Benito	Contumazá	1317	81
32	San Juan	San Juan	Cajamarca	2228	80
33	San Marcos	Pedro Gálvez	San Marcos	2290	67
34	San Miguel	San Miguel	San Miguel	2658	78
35	San Pablo	San Pablo	San Pablo	2338	80
36	Sondor matara	Gregorio Pita	San Marcos	2908	76
37	Tabaconas	Tabaconas	San Ignacio	1605	74
38	Tocmoche	Tocmoche	Chota	1435	88
39	Udima	Catache	Santa Cruz	2454	88

Anexo 3. Registro de datos de humedad, altitud y temperatura por cada caso, 2004 – 2019

Caso	Provincia	Distrito	Año	Mes	Diagnóstico rabia	Humedad	Altitud	Temperatura
1	2	0	2013	8	1	82	2312	17
2	2	0	2013	8	1	83	2803	16
3	2	1	2019	1	1	80	2543	18
4	2	1	2019	2	1	80	2655	20
5	6	2	2015	8	1	80	1736	19
6	6	2	2015	8	1	84	1741	20
7	6	2	2017	4	1	83	905	21
8	6	2	2017	5	1	85	919	22
9	6	2	2017	5	1	81	850	23
10	6	2	2019	8	1	85	982	24
11	3	3	2017	4	1	75	1973	20
12	5	6	2017	2	1	79	1494	21
13	5	6	2017	2	1	80	1116	23
14	5	6	2017	5	1	75	1040	21
15	2	7	2013	2	1	82	2289	17
16	1	8	2018	11	1	75	3264	16
17	1	8	2018	11	1	80	3259	16
18	1	8	2018	7	1	78	2754	15
19	3	9	2011	11	1	81	1209	21
20	3	9	2012	8	1	83	594	28
21	3	10	2015	8	1	84	2457	15
22	3	10	2015	4	1	82	2349	15
23	3	10	2016	5	1	84	2355	18
24	3	10	2016	7	1	84	2425	16
25	3	10	2016	7	1	84	2551	19
26	3	10	2016	7	1	82	2699	20
27	3	10	2016	8	1	83	2471	16
28	3	10	2016	9	1	84	2700	15
29	3	10	2016	9	1	85	2600	18
30	3	10	2016	6	1	82	2740	12
31	3	10	2016	7	1	82	2470	18
32	3	10	2016	7	1	82	2537	18
33	3	10	2016	7	1	83	2478	16
34	3	10	2017	2	1	84	2776	16
35	3	10	2017	2	1	84	2677	19
36	3	10	2017	5	1	84	2749	15
37	3	10	2017	8	1	82	2463	15
38	3	10	2017	9	1	82	2593	16
39	3	10	2017	9	1	81	2704	15
40	3	10	2017	10	1	80	2808	14
41	3	10	2018	3	1	81	2993	19

42	6	11	2004	11	1	85	421	27
43	6	11	2005	2	1	85	1148	21
44	6	11	2008	9	1	85	1272	24
45	6	11	2010	2	1	85	1191	21
46	6	11	2010	10	1	84	793	26
47	6	11	2011	10	1	84	1156	22
48	6	11	2016	7	1	84	1216	21
49	6	11	2017	2	1	83	775	25
50	6	11	2017	5	1	82	769	27
51	6	11	2017	5	1	82	1235	22
52	6	11	2018	11	1	83	1124	22
53	6	11	2019	4	1	83	799	28
54	6	11	2019	4	1	82	1140	24
55	6	11	2019	10	1	80	746	26
56	5	12	2010	5	1	75	1962	20
57	5	12	2010	10	1	76	2150	17
58	5	12	2010	9	1	78	670	26
59	5	12	2016	8	1	79	1013	26
60	5	12	2016	8	1	75	1545	21
61	6	13	2016	4	1	81	1077	23
62	6	13	2017	5	1	82	756	27
63	3	15	2013	4	1	83	1790	20
64	3	15	2013	12	1	84	2121	17
65	3	15	2013	12	1	84	1257	21
66	3	15	2013	12	1	80	1295	21
67	3	15	2013	12	1	81	1324	23
68	3	15	2014	7	1	80	1309	23
69	5	16	2010	8	1	75	1841	21
70	5	16	2018	12	1	80	1911	24
71	5	16	2018	10	1	79	1943	18
72	6	17	2006	7	1	86	1321	23
73	6	17	2009	6	1	90	1971	29
74	6	17	2012	8	1	90	1266	22
75	3	18	2014	8	1	82	2193	17
76	3	18	2016	5	1	82	2081	19
77	3	18	2017	4	1	83	2558	18
78	3	18	2017	5	1	85	2468	18
79	3	18	2014	8	1	85	2173	17
80	6	19	2007	8	1	82	1598	21
81	6	19	2008	5	1	84	1600	23
82	6	19	2008	9	1	84	1151	24
83	6	19	2008	12	1	84	1683	22
84	6	19	2009	3	1	84	1430	22
85	6	19	2009	3	1	84	1553	21
86	6	19	2009	4	1	82	1411	21

87	6	19	2009	6	1	84	1811	17
88	6	19	2009	11	1	80	1511	21
89	6	19	2009	3	1	85	1264	21
90	6	19	2012	11	1	85	590	25
91	6	19	2013	3	1	85	1220	24
92	6	19	2013	9	1	85	1316	21
93	6	19	2015	10	1	80	625	28
94	6	19	2015	1	1	83	593	26
95	6	19	2017	4	1	83	918	25
96	6	19	2017	6	1	80	608	26
97	6	19	2017	8	1	89	889	26
98	6	19	2017	9	1	83	1219	21
99	6	19	2017	10	1	83	1125	21
100	6	19	2018	2	1	82	1429	22
101	6	20	2008	1	1	85	596	26
102	6	20	2010	6	1	85	680	26
103	6	20	2010	11	1	85	663	25
104	6	20	2011	8	1	84	1302	21
105	6	20	2011	7	1	84	1492	22
106	6	20	2012	8	1	81	636	26
107	6	20	2013	8	1	80	579	26
108	6	20	2015	1	1	81	1160	24
109	6	20	2016	4	1	88	632	25
110	6	20	2018	11	1	81	1559	21
111	6	20	2018	4	1	83	728	25
112	6	20	2018	2	1	83	1249	21
113	6	20	2018	2	1	89	1010	25
114	6	20	2019	11	1	84	1752	23
115	5	21	2016	3	1	85	677	28
116	3	22	2012	9	1	85	2315	17
117	3	23	2014	3	1	85	2306	20
118	3	23	2014	6	1	85	2854	16
119	3	23	2014	6	1	85	2868	16
120	3	23	2019	7	1	81	1815	18
121	5	25	2009	3	1	81	1029	26
122	5	25	2017	1	1	81	1163	21
123	3	26	2016	12	1	82	2137	18
124	3	26	2017	12	1	82	2005	17
125	3	27	2014	2	1	84	1968	17
126	3	28	2014	8	1	84	2310	20
127	3	28	2016	5	1	84	2478	20
128	3	28	2017	11	1	82	2042	17
129	2	29	2014	12	1	81	2285	17
130	2	29	2014	11	1	81	2813	15
131	2	29	2014	11	1	81	2525	16

132	3	30	2014	8	1	77	1466	22
133	6	2	2017	2	0	80	429	26
134	3	10	2017	5	0	80	2687	14
135	6	19	2017	5	0	90	615	26
136	0	14	2017	7	0	75	3655	16
137	6	19	2017	9	0	80	1219	17
138	6	13	2018	7	0	80	1874	17
139	2	4	2018	4	0	80	3615	15
140	2	4	2004	6	0	75	2396	15
141	2	4	2005	12	0	75	3107	14
142	5	25	2006	4	0	85	996	25
143	6	2	2007	9	0	85	453	25
144	6	11	2007	9	0	85	765	25
145	3	10	2009	6	0	85	2512	16
146	6	19	2009	4	0	80	1772	17
147	6	19	2009	6	0	80	1478	17
148	6	19	2009	8	0	86	1005	26
149	6	19	2009	9	0	81	1293	21
150	6	2	2010	6	0	83	1427	20
151	6	19	2010	2	0	81	1302	20
152	6	19	2010	3	0	89	1090	27
153	6	19	2010	3	0	89	1124	28
154	6	19	2010	5	0	81	1308	21
155	7	24	2010	7	0	83	2785	15
156	6	11	2011	7	0	85	811	26
157	6	11	2012	7	0	81	917	21
158	5	12	2012	3	0	80	2364	20
159	3	9	2012	8	0	81	960	25
160	2	29	2013	8	0	80	2584	14
161	6	11	2013	3	0	80	1087	21
162	3	15	2013	12	0	80	978	16
163	3	28	2013	4	0	83	1722	17
164	6	19	2014	8	0	81	928	26
165	5	21	2014	1	0	81	1203	23
166	2	29	2014	9	0	80	2049	16
167	4	5	2015	8	0	79	3624	14
168	3	10	2016	9	0	79	2598	14
169	3	10	2016	10	0	79	2886	12
170	6	13	2016	11	0	81	1710	20
171	6	11	2016	4	0	81	1185	23
172	6	13	2016	3	0	85	1041	23

Anexo 4. Promedios multianuales de temperatura por cada estación, 2004 al 2019

N°	ESTACIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	ALTITUD	T. MAX.	T. MIN.
1	Asunción	Asunción	Cajamarca	2270	22	13
2	Augusto Weberbauer	Cajamarca	Cajamarca	2673	22	8
3	Aylambo	Cajamarca	Cajamarca	2894	20	10
4	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	2495	21	11
5	Cachachi	Cachachi	Cajabamba	3203	17	7
6	Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	2625	23	11
7	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2720	21	7
8	Celendín	Celendín	Celendín	2602	19	10
9	Chancay Baños	Chancay Baños	Santa Cruz	1640	27	12
10	Chilete	Chilete	Contumazá	848	28	12
11	Chirinos	Chirinos	San Ignacio	1772	22	15
12	Chontali	Chontali	Jaén	1627	25	15
13	Chota	Chota	Chota	2468	21	10
14	Cochabamba	Cochabamba	Chota	1653	25	13
15	Cochalan	La Coipa	San Ignacio	754	26	15
16	Contumaza	Contumazá	Contumazá	2520	20	9
17	Cospan	Cospan	Cajamarca	2450	21	11
18	Cutervo	Cutervo	Cutervo	2668	17	10
19	Pomahuaca - El Limón	Pomahuaca	Jaén	1080	31	7
20	Granja Porcon	Cajamarca	Cajamarca	3149	17	4
21	Hacienda Pucara	Pucara	Jaén	1061	22	11
22	Huambos	Huambos	Chota	2263	20	12
23	Jaén	Jaén	Jaén	618	32	20
24	Jesus	Jesus	Cajamarca	2564	23	9
25	La Encañada	Encañada	Cajamarca	2980	19	7
26	La Victoria	Llacanora	Cajamarca	2630	21	7
27	Llama	Llama	Chota	2096	21	12
28	Llapa	Llapa	San Miguel	3030	17	7
29	Magdalena	Magdalena	Cajamarca	1260	30	16
30	Monte Grande	Yonàn	Contumazá	431	28	17
31	Namora	Namora	Cajamarca	2760	21	8
32	Namballe	Namballe	San Ignacio	722	32	18
33	Niepos	Niepos	San Miguel	2424	19	10
34	Sallique	Sallique	Jaén	1804	28	15
35	Quilcate	Catilluc	San Miguel	3082	16	6
36	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	1243	27	17

37	San Benito	San Benito	Contumazá	1317	25	16
38	San Juan	San Juan	Cajamarca	2228	22	12
39	San Marcos	Pedro Gálvez	San Marcos	2290	25	10
40	San Miguel	San Miguel	San Miguel	2658	18	10
41	San Pablo	San Pablo	San Pablo	2338	20	11
42	Sondor matara	Gregorio Pita	San Marcos	2908	20	7
43	Tabaconas	Tabaconas	San Ignacio	1605	22	14
44	Udima	Catache	Santa Cruz	2454	21	12

Anexo 5. Promedios multianuales de precipitación por cada estación, 2004 al 2019

Nº	ESTACIÓN	DISTRITO	PROVINCIA	ALTITUD	PRECIPITACIÓN
1	Asunción	Asunción	Cajamarca	2270	1181
2	Augusto Weberbauer	Cajamarca	Cajamarca	2673	703
3	Aylambo	Cajamarca	Cajamarca	2894	585
4	Bambamarca	Bambamarca	Hualgayoc	2495	789
5	Cachachi	Cachachi	Cajabamba	3203	737
6	Cajabamba	Cajabamba	Cajabamba	2625	991
7	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	2720	1207
8	Celendín	Celendín	Celendín	2602	1037
9	Chancay Baños	Chancay Baños	Santa Cruz	1640	957
10	Chilete	Chilete	Contumazá	848	168
11	Chirinos	Chirinos	San Ignacio	1772	1413
12	Chontali	Chontali	Jaén	1627	1525
13	Chotano Lajas	Lajas	Chota	2163	978
14	Chota	Chota	Chota	2468	1108
15	Chugur	Chugur	Hualgayoc	2757	1775
16	Cochabamba	Cochabamba	Chota	1653	925
17	Cochalan	La Coipa	San Ignacio	754	1051
18	Contumazá	Contumazá	Contumazá	2520	882
19	Cospan	Cospan	Cajamarca	2450	1128
20	Cutervo	Cutervo	Cutervo	2668	1116
21	Pomahuaca - El Limón	Pomahuaca	Jaén	1080	432
22	Granja Porcón	Cajamarca	Cajamarca	3149	1495
23	Hacienda Pucara	Pucara	Jaén	1061	645
24	Huambos	Huambos	Chota	2263	901
25	Jaén	Jaén	Jaén	618	749
26	Jesus	Jesus	Cajamarca	2564	709
27	La Encañada	Encañada	Cajamarca	2980	987
28	La Victoria	Llacanora	Cajamarca	2630	485
29	Lives	Unión Agua Blanca	San Miguel	1850	532
30	Llama	Llama	Chota	2096	858
31	Llapa	Llapa	San Miguel	3030	1013
32	Magdalena	Magdalena	Cajamarca	1260	450
33	Monte Grande	Yonan	Contumazá	431	48
34	Namora	Namora	Cajamarca	2760	908
35	Namballe	Namballe	San Ignacio	722	2747
36	Niepos	Niepos	San Miguel	2424	922
37	Quebrada Shugar	Bambamarca	Hualgayoc	3292	1062
38	Querecotillo	Querecotillo	Cutervo	1970	993
39	Sallique	Sallique	Jaén	1804	597
40	Quilcate	Catilluc	San Miguel	3082	1071
41	San Ignacio	San Ignacio	San Ignacio	1243	1158

42	San Benito	San Benito	Contumazá	1317	364
43	San Juan	San Juan	Cajamarca	2228	1032
44	San Marcos	Pedro Gálvez	San Marcos	2290	815
45	San Miguel	San Miguel	San Miguel	2658	971
46	San Pablo	San Pablo	San Pablo	2338	653
47	Sondor matara	Gregorio Pita	San Marcos	2908	1094
48	Tabaconas	Tabaconas	San Ignacio	1605	1259
49	Tocmoche	Tocmoche	Chota	1435	737
50	Udima	Catache	Santa Cruz	2454	1052

Anexo 6. Registro de datos de precipitación, red hídrica y distancia a los refugios por cada caso, 2004 – 2019

Caso	Provincia	Distrito	Año	Mes	Diagnóstico rabia	Precipitación	Distancia red hídrica	Distancia Refugios
1	2	0	2013	8	1	1100	0.6	5
2	2	0	2013	8	1	1200	2.6	6
3	2	1	2019	1	1	1100	0.7	4.9
4	2	1	2019	2	1	1200	0.8	4.9
5	6	2	2015	8	1	1200	1.2	4
6	6	2	2015	8	1	1200	1.2	6
7	6	2	2017	4	1	1300	0.2	1.8
8	6	2	2017	5	1	1220	0.3	4
9	6	2	2017	5	1	1330	0.5	3
10	6	2	2019	8	1	1245	0.5	3.6
11	3	3	2017	4	1	890	1.1	10.5
12	5	6	2017	2	1	800	0.8	8.4
13	5	6	2017	2	1	1000	0.7	7.9
14	5	6	2017	5	1	800	0.6	8.8
15	2	7	2013	2	1	1012	0.4	1.9
16	1	8	2018	11	1	1200	2.1	1
17	1	8	2018	11	1	1015	1.5	1
18	1	8	2018	7	1	1101	1.9	0.8
19	3	9	2011	11	1	856	1.0	0.5
20	3	9	2012	8	1	900	0.5	2.7
21	3	10	2015	8	1	1000	1.1	2.2
22	3	10	2015	4	1	800	0.5	3.9
23	3	10	2016	5	1	911	0.4	1.7
24	3	10	2016	7	1	1000	0.4	5.4
25	3	10	2016	7	1	900	0.9	8
26	3	10	2016	7	1	900	1.2	0.4
27	3	10	2016	8	1	900	0.3	1.5
28	3	10	2016	9	1	1000	0.5	2
29	3	10	2016	9	1	870	0.2	6
30	3	10	2016	6	1	822	1.3	0.2
31	3	10	2016	7	1	910	0.1	8
32	3	10	2016	7	1	800	0.4	6
33	3	10	2016	7	1	855	0.6	3
34	3	10	2017	2	1	1100	1.0	2.3
35	3	10	2017	2	1	866	0.1	1.6
36	3	10	2017	5	1	900	0.2	1.1
37	3	10	2017	8	1	1000	0.4	6.4
38	3	10	2017	9	1	800	0.2	0.7
39	3	10	2017	9	1	800	0.1	2.4
40	3	10	2017	10	1	800	0.4	3

41	3	10	2018	3	1	918	0.4	7
42	6	11	2004	11	1	1033	0.4	2.5
43	6	11	2005	2	1	1342	0.4	1
44	6	11	2008	9	1	1367	0.3	0.5
45	6	11	2010	2	1	1320	1.1	4
46	6	11	2010	10	1	1376	0.6	4
47	6	11	2011	10	1	1245	1.6	3
48	6	11	2016	7	1	1280	1.1	5
49	6	11	2017	2	1	1276	0.5	8
50	6	11	2017	5	1	1243	0.4	3
51	6	11	2017	5	1	1013	1.3	3.2
52	6	11	2018	11	1	1400	1.2	4
53	6	11	2019	4	1	1201	0.7	3
54	6	11	2019	4	1	1300	0.6	6.2
55	6	11	2019	10	1	1013	0.6	4
56	5	12	2010	5	1	833	0.6	14
57	5	12	2010	10	1	874	0.8	11
58	5	12	2010	9	1	800	0.9	12
59	5	12	2016	8	1	800	0.0	9
60	5	12	2016	8	1	871	0.6	7
61	6	13	2016	4	1	1018	0.2	4
62	6	13	2017	5	1	1011	0.3	5
63	3	15	2013	4	1	1029	0.6	0.3
64	3	15	2013	12	1	1040	0.4	5.2
65	3	15	2013	12	1	901	0.4	1.5
66	3	15	2013	12	1	1100	0.4	2
67	3	15	2013	12	1	876	0.7	5.8
68	3	15	2014	7	1	1034	0.3	2.6
69	5	16	2010	8	1	866	0.5	3
70	5	16	2018	12	1	967	0.8	5
71	5	16	2018	10	1	865	0.9	2.8
72	6	17	2006	7	1	1600	0.6	5
73	6	17	2009	6	1	1500	0.5	3
74	6	17	2012	8	1	1600	0.1	2
75	3	18	2014	8	1	1011	0.6	1.7
76	3	18	2016	5	1	1024	0.5	4.2
77	3	18	2017	4	1	1200	0.6	6.7
78	3	18	2017	5	1	1100	0.2	7
79	3	18	2014	8	1	1036	0.2	1.9
80	6	19	2007	8	1	1332	0.3	10
81	6	19	2008	5	1	1400	0.7	10.7
82	6	19	2008	9	1	1342	1.9	4.9
83	6	19	2008	12	1	1028	0.6	9.4
84	6	19	2009	3	1	1031	0.4	10.3
85	6	19	2009	3	1	1022	0.3	11.6

86	6	19	2009	4	1	1100	0.1	11.8
87	6	19	2009	6	1	1008	0.1	2
88	6	19	2009	11	1	1400	0.0	3.5
89	6	19	2009	3	1	1040	0.0	7.5
90	6	19	2012	11	1	1330	0.1	6.8
91	6	19	2013	3	1	1028	1.0	6.3
92	6	19	2013	9	1	1330	1.3	7.4
93	6	19	2015	10	1	1300	0.6	4.5
94	6	19	2015	1	1	1250	0.1	5.2
95	6	19	2017	4	1	1400	0.4	2
96	6	19	2017	6	1	1289	0.1	3.7
97	6	19	2017	8	1	1233	0.3	4.7
98	6	19	2017	9	1	1100	1.0	6
99	6	19	2017	10	1	1340	2.1	5
100	6	19	2018	2	1	1300	0.3	2
101	6	20	2008	1	1	1400	0.1	4.4
102	6	20	2010	6	1	1364	0.1	6
103	6	20	2010	11	1	1329	0.4	7
104	6	20	2011	8	1	1500	0.7	4.5
105	6	20	2011	7	1	1354	0.9	2.8
106	6	20	2012	8	1	1300	0.0	3.1
107	6	20	2013	8	1	1233	0.1	1.3
108	6	20	2015	1	1	1500	1.1	9
109	6	20	2016	4	1	1300	0.1	10.2
110	6	20	2018	11	1	1500	0.2	7
111	6	20	2018	4	1	1342	0.5	4.1
112	6	20	2018	2	1	1500	0.3	7.7
113	6	20	2018	2	1	1500	0.1	4
114	6	20	2019	11	1	1500	0.8	5.3
115	5	21	2016	3	1	1200	0.0	9
116	3	22	2012	9	1	1100	1.7	1.9
117	3	23	2014	3	1	1001	0.4	1.6
118	3	23	2014	6	1	1200	2.0	1.2
119	3	23	2014	6	1	1100	1.7	1.2
120	3	23	2019	7	1	1200	0.2	0.5
121	5	25	2009	3	1	1324	1.3	8
122	5	25	2017	1	1	1240	1.2	6
123	3	26	2016	12	1	800	1.5	6.6
124	3	26	2017	12	1	800	0.6	4
125	3	27	2014	2	1	1000	0.9	3.5
126	3	28	2014	8	1	1098	0.8	2.3
127	3	28	2016	5	1	1112	0.4	6.1
128	3	28	2017	11	1	1097	1.7	4.3
129	2	29	2014	12	1	1033	0.1	3.4
130	2	29	2014	11	1	1009	0.5	8.7

131	2	29	2014	11	1	1002	0.7	2.5
132	3	30	2014	8	1	980	0.4	6
133	6	2	2017	2	0	1044	0.3	31.3
134	3	10	2017	5	0	875	0.1	6
135	6	19	2017	5	0	1350	0.1	3.7
136	0	14	2017	7	0	897	0.1	39.7
137	6	19	2017	9	0	1032	1.0	6.3
138	6	13	2018	7	0	1030	0.1	21.7
139	2	4	2018	4	0	1020	1.1	15.5
140	2	4	2004	6	0	1043	0.6	7.2
141	2	4	2005	12	0	945	1.0	13.8
142	5	25	2006	4	0	1330	0.8	49.7
143	6	2	2007	9	0	1115	0.2	26.5
144	6	11	2007	9	0	1134	0.5	32
145	3	10	2009	6	0	1000	0.2	10.3
146	6	19	2009	4	0	1018	0.6	11.5
147	6	19	2009	6	0	1020	0.1	10.7
148	6	19	2009	8	0	1310	0.8	9.8
149	6	19	2009	9	0	1012	0.7	7.3
150	6	2	2010	6	0	1310	0.0	19.7
151	6	19	2010	2	0	1328	0.9	7.8
152	6	19	2010	3	0	1234	0.2	9.3
153	6	19	2010	3	0	1352	0.3	8.6
154	6	19	2010	5	0	1380	0.9	7.7
155	7	24	2010	7	0	913	0.0	55.4
156	6	11	2011	7	0	1356	0.5	16.5
157	6	11	2012	7	0	1055	1.7	23.6
158	5	12	2012	3	0	850	0.1	31.4
159	3	9	2012	8	0	912	0.2	4.9
160	2	29	2013	8	0	1067	0.8	3.3
161	6	11	2013	3	0	1300	1.6	16.7
162	3	15	2013	12	0	800	0.3	3.2
163	3	28	2013	4	0	1041	0.3	1.6
164	6	19	2014	8	0	1342	0.3	10.4
165	5	21	2014	1	0	1065	0.2	41.9
166	2	29	2014	9	0	1021	0.1	6.1
167	4	5	2015	8	0	1065	0.7	17.6
168	3	10	2016	9	0	960	0.3	7.4
169	3	10	2016	10	0	800	0.6	5.8
170	6	13	2016	11	0	1400	0.5	24.7
171	6	11	2016	4	0	1400	0.7	22.9
172	6	13	2016	3	0	1200	1.0	35.2

Anexo 7. Códigos numéricos de la información en texto.

Provincias	Código	Distritos	Código
Cajamarca	0	Anguía	0
Celendín	1	Chadín	1
Chota	2	Chirinos	2
Cutervo	3	Choros	3
Hualgayoc	4	Chota	4
Jaén	5	Chugur	5
San Ignacio	6	Colasay	6
San Miguel	7	Conchan	7
Mes	Código	Cortegana	8
Enero	1	Cujillo	9
Febrero	2	Cutervo	10
Marzo	3	Huarango	11
Abril	4	Jaén	12
Mayo	5	La Coipa	13
Junio	6	La Encañada	14
Julio	7	La Ramada	15
Agosto	8	Las Pirias	16
Setiembre	9	Namballe	17
Octubre	10	San Andrés de Cutervo	18
Noviembre	11	San Ignacio	19
Diciembre	12	San José de Lourdes	20
Rabia	Código	San José del Alto	21
Negativo	0	San Juan de Cutervo	22
Positivo	1	San Luis de Lucma	23
		San Silvestre de Cochan	24
		Santa Rosa	25
		Santo Domingo de la Capilla	26
		Santo Tomas	27
		Socota	28
		Tacabamba	29
		Toribio Casanova	30

Anexo 8. Resultado positivo de rabia



REG UCDSA 03
INFORME DE ENSAYO
 Área de: VIROLOGIA
Nº 201814074



Día	Mes	Año
19	11	2018

15/02/2022 16:32:55

Av. La Molina Nº 1915, La Molina - Lima, e-mail : ucdsa@senasa.gob.pe - Telefax (51-1) 313-3304

I. DATOS GENERALES

DATOS DE LA MUESTRA :

Especimen : ENCEFALO Nº Muestras : 1 Especie : BOVINO Fecha de Colección : 16/11/2018	Nº Ensayos : 1 Fecha de Ingreso : 19/11/2018	Propietario : CASAS BUENO GILBERTO Departamento : CAJAMARCA Provincia : CELENDIN Distrito : ORTEGANA
--	---	---

DATOS DEL REMITENTE :

Médico Veterinario / Otro : RODRIGUEZ CHAVEZ JESUS Dirección Desconcentrada : CAJAMARCA
--

ENSAYO(S) SOLICITAD(OS) :

Para Descarte de : RABIA

II. RESULTADOS

Prueba	Muestra	Identificación Animal/Producto	Resultado
INMUNOFLUORESCENCIA DIRECTA RABIA	ND0618C01470103	NEGRA CON BLANCO	Positivo

Referencia :

Enfermedad	Método de Ensayo	Referencia
RABIA	MET-UCDSA /Vir-03 TECNICA DE ANTICUERPOS FLUORESCENTES DIAGNOSTICO DE RABIA	Según Metodología Rabia Técnica de Laboratorio. Tercera Edición OMS. Ginebra 1976.



Anexo 9. Resultado negativo de rabia



REG UCDSA 03
INFORME DE ENSAYO
 Área de: VIROLOGIA
Nº 201913284



Día	Mes	Año
23	10	2019

19/02/2022 16:34:28

Av. La Molina Nº 1915, La Molina - Lima, e-mail : ucdsa@senasa.gob.pe - Telefax (51-1) 313-3304

I. DATOS GENERALES

DATOS DE LA MUESTRA :

Especimen : ENCEFALO	Nº Ensayos : 1	Propietario : TAPIA MEGO DANIEL
Nº Muestras : 1	Especie : EQUINOS	Departamento : CAJAMARCA
Fecha de Colección : 19/10/2019	Fecha de Ingreso : 23/10/2019	Provincia : JAEN
		Distrib : COLASAY

DATOS DEL REMITENTE :

Médico Veterinario / Otro :
 RODRIGUEZ CHAVEZ JESUS
 Dirección Desconcentrada :
 CAJAMARCA

ENSAYO(S) SOLICITAD(OS) :

Para Desoarte de :
 RABIA

II. RESULTADOS

Prueba	Muestra	Identificación Animal/Producto	Resultado
INMUNOFLUORESCENCIA DIRECTA RABIA	N00619001860100	NEGRA	Negativo

Referencia :

Enfermedad	Método de Ensayo	Referencia
RABIA	MET-UCDSA /MIR-03 TECNICA DE ANTICUERPOS FLUORESCENTES DIAGNOSTICO DE RABIA	Segun Metodología Rabia Teórica de Laboratorio. Tercera Edición OMS. Ginebra 1976.



* 2 0 1 9 1 3 2 8 4 *

Ejecutado por: RODRIGUEZ FAVARATO AUGUSTO ALEJANDRO

Pag: 1 de 1

19/02/2022 16:34:28

Anexo 10. Resultados análisis estadístico bivariado

ALTITUD

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
 VARIABLES RABIA\Rabia log altitud valido_25_12_2021.log

log type: text

opened on: 25 Dec 2021, 16:05:56

. tab dg_rabia alt_ran, chi exact

Enumerating sample-space combinations:

stage 4: enumerations = 1

stage 3: enumerations = 4

stage 2: enumerations = 44

stage 1: enumerations = 0

Rabia	altitud rango				Total
	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
Negativo	16	14	7	3	40
Positivo	42	58	32	0	132
Total	58	72	39	3	172

Pearson chi2(3) = 11.7109 Pr = 0.008

Fisher's exact = 0.021

. tab dg_rabia alt_ran, row

```
+-----+
| Key      |
|-----|
| frequency |
| row percentage |
+-----+
```

Rabia	altitud rango				Total
	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
Negativo	16	14	7	3	40
	40.00	35.00	17.50	7.50	100.00
Positivo	42	58	32	0	132
	31.82	43.94	24.24	0.00	100.00
Total	58	72	39	3	172
	33.72	41.86	22.67	1.74	100.00

RED HÍDRICA

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
VARIABLES RABIA\rabia log distancia red hídrica 2.log

log type: text

opened on: 19 Dec 2021, 16:40:04

```
. gen hidric_ran= dist_red_hid
```

```
. label variable hidric_ran "distancia a la red hídrica"
```

```
. recode hidric_ran min/1=0 1.01/2=1 2.01/max=2  
(hidric_ran: 172 changes made)
```

```
. label define red_hidrica 0 "Corta" 1 "Media" 2 "Larga"
```

```
. label values hidric_ran red_hidrica
```

```
. tab dg_rabia hidric_ran, chi exact
```

Enumerating sample-space combinations:

stage 3: enumerations = 1

stage 2: enumerations = 2

stage 1: enumerations = 0

	distancia a la red hídrica			
Rabia	Corta	Media	Larga	Total
Negativo	35	5	0	40
Positivo	104	24	4	132
Total	139	29	4	172

Pearson chi2(2) = 2.0882 Pr = 0.352

Fisher's exact = 0.536

```
. tab dg_rabia hidric_ran, row
```

```
+-----+  
| Key      |  
|-----|  
| frequency |  
| row percentage |  
+-----+
```

	distancia a la red hídrica			
Rabia	Corta	Media	Larga	Total
Negativo	35	5	0	40
	87.50	12.50	0.00	100.00
Positivo	104	24	4	132
	78.79	18.18	3.03	100.00
Total	139	29	4	172
	80.81	16.86	2.33	100.00

HUMEDAD

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
 VARIABLES RABIA\Rabia log humedad valido.log

log type: text

opened on: 25 Dec 2021, 11:47:39

. tab dg_rabia humed_ran, chi exact

Enumerating sample-space combinations:

stage 3: enumerations = 1

stage 2: enumerations = 8

stage 1: enumerations = 0

	rango de humedad			
Rabia	Baja	Media	Alta	Total
Negativo	18	18	4	40
Positivo	27	99	6	132
Total	45	117	10	172

Pearson chi2(2) = 12.7015 Pr = 0.002

Fisher's exact = 0.001

. tab dg_rabia humed_ran, row

```
+-----+
| Key      |
|-----|
| frequency |
| row percentage |
+-----+
```

	rango de humedad			
Rabia	Baja	Media	Alta	Total
Negativo	18	18	4	40
	45.00	45.00	10.00	100.00
Positivo	27	99	6	132
	20.45	75.00	4.55	100.00
Total	45	117	10	172
	26.16	68.02	5.81	100.00

PRECIPITACIÓN

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
 VARIABLES RABIA\Rabia log precipitación valido.log

log type: text

opened on: 25 Dec 2021, 15:00:38

```
. tab dg_rabia prec_ran, chi exact
```

Enumerating sample-space combinations:

stage 4: enumerations = 1

stage 3: enumerations = 5

stage 2: enumerations = 36

stage 1: enumerations = 0

	rango de precipitación				
Rabia	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total
Negativo	10	17	13	0	40
Positivo	40	45	38	9	132
Total	50	62	51	9	172

Pearson chi2(3) = 3.7691 Pr = 0.288

Fisher's exact = 0.305

```
. tab dg_rabia prec_ran, row
```

```
+-----+
| Key      |
|-----|
| frequency |
| row percentage |
+-----+
```

	rango de precipitación				Total
Rabia	Baja	Media	Alta	Muy Alta	
Negativo	10	17	13	0	40
	25.00	42.50	32.50	0.00	100.00
Positivo	40	45	38	9	132
	30.30	34.09	28.79	6.82	100.00
Total	50	62	51	9	172
	29.07	36.05	29.65	5.23	100.00

REFUGIOS

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
 VARIABLES RABIA\Rabia log refugios.log

log type: text

opened on: 25 Dec 2021, 15:32:22

. tab dg_rabia refu_ran, chi exact

Enumerating sample-space combinations:

stage 3: enumerations = 1

stage 2: enumerations = 25

stage 1: enumerations = 0

	distancia a los refugios			Total
Rabia	Corta	Media	Larga	
Negativo	5	12	23	40
Positivo	82	41	9	132
Total	87	53	32	172

Pearson chi2(2) = 57.3373 Pr = 0.000

Fisher's exact = 0.000

. tab dg_rabia refu_ran, row

```
+-----+
| Key      |
|-----|
| frequency |
| row percentage |
+-----+
```

	distancia a los refugios			
Rabia	Corta	Media	Larga	Total
Negativo	5	12	23	40
	12.50	30.00	57.50	100.00
Positivo	82	41	9	132
	62.12	31.06	6.82	100.00
Total	87	53	32	172
	50.58	30.81	18.60	100.00

TEMPERATURA

log: D:\A -RABIA - 2020\ARCHIVOS RABIA 18-12-2019 OFICIAL\STATA
 VARIABLES RABIA\rabia log temperatura valido.log

log type: text

opened on: 25 Dec 2021, 13:10:11

. tab dg_rabia tem_ran, chi exact

Enumerating sample-space combinations:

stage 4: enumerations = 1

stage 3: enumerations = 13

stage 2: enumerations = 130

stage 1: enumerations = 0

	rango de temperatura				
Rabia	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total
Negativo	13	9	7	11	40
Positivo	21	36	48	27	132
Total	34	45	55	38	172

Pearson chi2(3) = 8.6476 Pr = 0.034

Fisher's exact = 0.033

. tab dg_rabia tem_ran, row

```
+-----+
| Key      |
|-----|
| frequency |
| row percentage |
+-----+
```

	rango de temperatura				
Rabia	Baja	Media	Alta	Muy Alta	Total
Negativo	13	9	7	11	40
	32.50	22.50	17.50	27.50	100.00
Positivo	21	36	48	27	132
	15.91	27.27	36.36	20.45	100.00
Total	34	45	55	38	172
	19.77	26.16	31.98	22.09	100.00

Anexo 11. Resultados análisis estadístico multivariado

*Nivel base

xi: logit dg_rabia,or
estimate store a

*Nivel 1

xi: logit dg_rabia i.sexo,or nolog
estimate store b1
xi: logit dg_rabia year,or nolog
estimate store b2
xi: logit dg_rabia i.prov,or nolog
estimate store b3
xi: logit dg_rabia i.dist,or nolog
estimate store b4
xi: logit dg_rabia altit,or nolog
estimate store b5
xi: logit dg_rabia dist_red_hid,or nolog
estimate store b6
xi: logit dg_rabia dist_refug,or nolog
estimate store b7
xi: logit dg_rabia humed,or nolog
estimate store b8
xi: logit dg_rabia precip,or nolog
estimate store b9
xi: logit dg_rabia temp,or nolog
estimate store b10
xi: logit dg_rabia i.t_crianza,or nolog
estimate store b11
xi: logit dg_rabia i.crianza,or nolog
estimate store b12
xi: logit dg_rabia sem,or nolog
estimate store b13
xi: logit dg_rabia edad,or nolog
estimate store b14
estimates stats a b1 b2 b3 b4 b5 b6 b7 b8 b9 b10 b11 b12 b13 b14

*Nivel 2

xi: logit dg_rabia dist_refug i.sexo,or nolog
estimate store c1
xi: logit dg_rabia dist_refug year,or nolog
estimate store c2
xi: logit dg_rabia dist_refug i.prov,or nolog
estimate store c3
xi: logit dg_rabia dist_refug i.dist,or nolog
estimate store c4

xi: logit dg_rabia dist_refug altit,or nolog
estimate store c5
xi: logit dg_rabia dist_refug dist_red_hid,or nolog
estimate store c6
xi: logit dg_rabia dist_refug humed,or nolog
estimate store c8
xi: logit dg_rabia dist_refug precip,or nolog
estimate store c9
xi: logit dg_rabia dist_refug temp,or nolog
estimate store c10
xi: logit dg_rabia dist_refug i.t_crianza,or nolog
estimate store c11
xi: logit dg_rabia dist_refug i.crianza,or nolog
estimate store c12
xi: logit dg_rabia dist_refug sem,or nolog
estimate store c13
xi: logit dg_rabia dist_refug edad,or nolog
estimate store c14
estimates stats b7 c1 c2 c3 c4 c5 c6 c8 c9 c10 c11 c12 c13 c14

*Nivel 3

xi: logit dg_rabia dist_refug edad i.sexo,or nolog
estimate store d1
xi: logit dg_rabia dist_refug edad year,or nolog
estimate store d2
xi: logit dg_rabia dist_refug edad i.prov,or nolog
estimate store d3
xi: logit dg_rabia dist_refug edad i.dist,or nolog
estimate store d4
xi: logit dg_rabia dist_refug edad altit,or nolog
estimate store d5
xi: logit dg_rabia dist_refug edad dist_red_hid,or nolog
estimate store d6
xi: logit dg_rabia dist_refug edad humed,or nolog
estimate store d8
xi: logit dg_rabia dist_refug edad precip,or nolog
estimate store d9
xi: logit dg_rabia dist_refug edad temp,or nolog
estimate store d10
xi: logit dg_rabia dist_refug edad i.t_crianza,or nolog
estimate store d11
xi: logit dg_rabia dist_refug edad i.crianza,or nolog
estimate store d12
xi: logit dg_rabia dist_refug edad sem,or nolog
estimate store d13
estimates stats c14 d1 d2 d3 d4 d5 d6 d8 d9 d10 d11 d12 d13

```
. xi: logit dg_rabia dist_refug edad temp,or nolog
```

```
Logistic regression                Number of obs   =          172
                                   LR chi2(3)         =           84.58
                                   Prob > chi2         =           0.0000
Log likelihood = -50.995023         Pseudo R2       =           0.4533
```

dg_rabia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
dist_refug	.7113111	.0501871	-4.83	0.000	.6194445	.816802
edad	.9751924	.0096798	-2.53	0.011	.9564036	.9943503
temp	1.181045	.0815862	2.41	0.016	1.031491	1.352281
_cons	3.918965	5.432733	0.99	0.324	.2589277	59.31496

Se recodifican las variables, en base a su media:

```
recode cat_dis_ref min/7.59=1 7.5901/max=0
```

```
recode cat_edad min/30.40=0 30.4001/max=1
```

```
recode cat_temp min/20.57=0 20.5701/max=1
```

```
. xi: logit dg_rabia cat_dis_ref cat_edad cat_temp,or nolog
```

```
Logistic regression                Number of obs   =          172
                                   LR chi2(3)         =           51.45
                                   Prob > chi2         =           0.0000
Log likelihood = -67.559088         Pseudo R2       =           0.2758
```

dg_rabia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
cat_dis_ref	13.36336	6.184373	5.60	0.000	5.395006	33.10089
cat_edad	.3036459	.1336889	-2.71	0.007	.1281154	.7196701
cat_temp	2.497008	1.154137	1.98	0.048	1.009224	6.17806
_cons	.8137856	.4005026	-0.42	0.675	.3101654	2.135142