



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Maestría en Sanidad Animal

Patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en el Ecuador

AUTOR

Mvz. Diego Ismael Ochoa Castro

DIRECTOR

Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc.

Loja – Ecuador

2025

**Trabajo de Titulación, previo a
la obtención del título de
Magister en Sanidad Animal**

Certificación

Loja, 15 de enero del 2025

Mvz. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en el Ecuador**, previo a la obtención del título de **Magíster en Sanidad Animal**, de la de autoría del estudiante **Diego Ismael Ochoa Castro** con **cédula de identidad** Nro. **0302011630**, una vez que el trabajo cumple todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para la respectiva sustentación y defensa.

MVZ. Roberto Claudio Bustillos Huilca, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Diego Ismael Ochoa Castro**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de identidad: 0302011630

Fecha: 15 de enero del 2025

Correo electrónico: diego.ochoa@unl.edu.ec

Teléfono: 0996488332

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Diego Ismael Ochoa Castro**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en el Ecuador**, como requisito para optar por el título de **Magister en Sanidad Animal**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los 15 días del mes de enero de dos mil veinticinco.

Firma:

Autor/a: Diego Ismael Ochoa Castro

Cédula: 0302011630

Dirección: Cuenca - Ecuador

Correo electrónico: diego.ochoa@unl.edu.ec

Teléfono: 0996488332

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Mvz. Roberto Bustillos Huilca, MSc.

Dedicatoria

Agradezco a Dios por bendecirme, por darme la vida, la salud y las oportunidades necesarias para avanzar en cada paso de este camino. Desde lo más profundo de mi corazón, expreso mi gratitud infinita a mi amada esposa, Paola Fernanda Castillo Zumba, por su paciencia y apoyo en todos los retos que enfrenté a lo largo de esta meta. Gracias a ti y a tu amor incondicional he podido llegar hasta aquí. Me enseñaste el camino correcto para superar los desafíos de manera profesional, emocional y familiar. Durante esta etapa, siempre fuiste mi mayor motivación, y quiero decirte que eres el mayor tesoro de mi vida.

A mis hijos Emylia, Daniela y Martín, quienes son mi razón de ser y mi más grande inspiración en la vida, les dedico este logro con la esperanza de que este granito de arena los motive a perseguir sus sueños. Mi mayor deseo es verlos volar alto como personas de bien. Quizás nosotros, sus padres, podamos ser la inspiración para que emprendan grandes proyectos de vida.

Diego Ismael Ochoa Castro

Agradecimiento

Agradezco de manera especial la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), por su apoyo en la provisión de datos e información para la elaboración de proyecto de tesis.

Un agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Loja y a la Maestría en Sanidad Animal, dirigida por el Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, por confiar en mí y permitirme demostrar mis destrezas y mi deseo de superación en cada uno de los programas realizados.

Al Dr. Roberto Claudio Bustillos Huilca, director de este Trabajo de Titulación, por ser mi guía en la elaboración de cada capítulo descrito en el presente documento. Su apoyo merece mi más sincero reconocimiento y respeto, ya que sin su orientación este proyecto no habría sido posible.

Al Dr. Luis Hidalgo, profesor de la Maestría en Sanidad Animal II de la Universidad Nacional de Loja, por compartir sus conocimientos y permitir que una parte importante de ellos sea plasmada en esta investigación.

A mi esposa la MVZ. Paola Castillo por su aporte en el proyecto, en redacción, interpretación y revisión de la información del proyecto.

Diego Ismael Ochoa Castro

Índice de contenido

| | |
|--|-----|
| Portada..... | i |
| Certificación | ii |
| Autoría..... | iii |
| Carta de autorización por parte del autor..... | iv |
| Dedicatoria..... | v |
| Agradecimiento..... | vi |
| Índice de contenido | vii |
| Índice de Tablas..... | ix |
| Índice de Figuras | x |
| Índice de Anexos | xi |
| 1. Título | 1 |
| 2. Resumen | 2 |
| Abstract..... | 3 |
| 3. Introducción | 4 |
| 4. Marco Teórico..... | 7 |
| 4.1. Población equina en Ecuador | 7 |
| 4.2. Problemas sanitarios de los equinos. | 8 |
| 4.3. Anemia infecciosa equina | 9 |
| 4.3.1. Etiología..... | 10 |
| 4.3.3. Sintomatología..... | 11 |
| 4.3.4. Mortalidad y morbilidad | 12 |
| 4.3.5. Epidemiología | 12 |

| | | |
|---------|---|----|
| 4.3.6. | Métodos de diagnóstico | 13 |
| 4.3.7. | Tratamiento..... | 13 |
| 4.3.8. | Vacunas | 14 |
| 4.3.9. | Control y prevención | 13 |
| 4.3.10. | Factores de riesgo | 16 |
| 4.4. | Análisis espacial de enfermedades | 16 |
| 5. | Metodología | 19 |
| 5.1. | Área de estudio..... | 19 |
| 5.2. | Procedimiento | 19 |
| 5.2.1 | Enfoque de la investigación..... | 19 |
| 5.2.2 | Diseño de la investigación..... | 20 |
| 5.2.3. | Tamaño de la muestra y tipo de muestreo | 19 |
| 5.2.4 | Toma de muestras y análisis serológico | 20 |
| 5.2.5 | Variables de estudio..... | 21 |
| 5.4 | Consideraciones éticas | 22 |
| 6. | Resultados..... | 23 |
| 6.1. | Brotos de Anemia infecciosa equina en Ecuador Continental..... | 23 |
| 6.2. | Detección de conglomerados de Anemia Infecciosa Equina en Ecuador continental. | 25 |
| 7. | Discusión | 29 |
| 8. | Conclusiones..... | 32 |
| 9. | Recomendaciones | 33 |
| 10. | Bibliografía..... | 34 |
| 11. | Anexos | 41 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Población equina en Ecuador por provincias | 7 |
| Tabla 2. Enfermedades equinas y su estado en el Ecuador | 9 |
| Tabla 3. Caracterización de las variables | 21 |
| Tabla 4. Número de casos positivos a AIE por regiones y año en Ecuador Continental | 23 |
| Tabla 5. Comparación de casos de AIE por región desde el año 2020 al 2023 | 24 |
| Tabla 6. Casos por provincia de todas las notificaciones ingresadas entre los años 2020 – 2023 | 25 |
| Tabla 7. Análisis espacial retrospectivo con el 50 % de la población en riesgo. | 28 |
| Tabla 8. Análisis espacio temporal retrospectivo con 50 % de la población en riesgo..... | 28 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Mapa de región de estudio donde existe mayor número de casos de AIE | 19 |
| Figura 2. Casos positivos de Anemia infecciosa equina en Ecuador continental | 24 |
| Figura 3. Clústeres puramente espaciales (2020-2023) tomando el 50 % de la población en riesgo. | 26 |
| Figura 4. Mapa de Ecuador Continental con los clústeres significativos y no significativos. | 27 |

Índice de Anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Solicitud de Información a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoo Sanitario | 41 |
| Anexo 2. Resultado de análisis de datos en el software SatScan | 41 |

1. Título

Patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en el Ecuador

2. Resumen

La anemia infecciosa equina (AIE) es una enfermedad viral crónica ocasionada por un virus de la familia Retroviridae, subfamilia Orthoretrovirinae que afecta a los équidos. El objetivo de esta investigación fue determinar los patrones espaciales de la AIE en el Ecuador utilizando los datos de los brotes registrados por Agrocalidad entre los años 2020 y 2023. Se realizó un estudio ecológico a nivel de provincia, se aplicó un análisis retrospectivo espacial y un análisis retrospectivo espaciotemporal. Se evidenciaron en total 156 casos positivos con 137 (87,82 %) en la región costa, 18 (11,54 %) en la región sierra y 1 (0,64 %) en la región amazónica. La incidencia incrementó de 0,81 casos por cada 10 000 animales a 1,68 por cada 10 000 animales. En el análisis retrospectivo espacial, se identificaron dos clústeres significativos ($p < 0,05$). El primer clúster involucró a las provincias de Guayas, Santa Elena y Los Ríos y el segundo se limitó a la provincia de Santa Elena. En el análisis retrospectivo espaciotemporal, se identificó un conglomerado estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en el centro-oriente de Ecuador, que abarcó 13 provincias de las regiones sierra y amazónica, lo que indica una fuerte correlación entre la geografía y la ocurrencia de los casos. Se concluye que, existieron brotes de AIE en la costa y amazonía por lo que es importante la vigilancia y el control sanitario en estas zonas.

Palabras claves: Anemia infecciosa equina, análisis espacial, casos, Ecuador.

Abstract

Equine Infectious Anemia (EIA) is a chronic viral disease caused by a virus from the *Retroviridae* family, *Orthoretrovirinae* subfamily, which affects equids. The objective of this research was to determine the spatial patterns of EIA in Ecuador using outbreak data recorded by Agrocalidad between 2020 and 2023. An ecological study at the provincial level was conducted, applying a retrospective spatial analysis and a retrospective spatiotemporal analysis. A total of 156 positive cases were recorded, with 137 (87.82%) in the coastal region, 18 (11.54%) in the highlands (Sierra), and 1 (0.64%) in the Amazon region. The incidence increased from 0.81 cases per 10 000 animals to 1.68 per 10 000 animals. In the retrospective spatial analysis, two significant clusters were identified ($p < 0.05$). The first cluster involved the provinces of Guayas, Santa Elena, and Los Ríos, while the second was limited to the province of Santa Elena. In the retrospective spatiotemporal analysis, a statistically significant cluster ($p < 0.05$) was identified in the central-eastern part of Ecuador, encompassing 13 provinces from the highland and Amazon regions, indicating a strong correlation between geography and case occurrence. It is concluded that there were EIA outbreaks in both the coastal and Amazon regions, highlighting the importance of surveillance and sanitary control in these areas.

Keywords: Equine infectious anemia, spatial analysis, cases, Ecuador.

3. Introducción

Los equinos, son susceptibles a un amplio rango de enfermedades infecciosas de etiología viral, bacteriana y fúngica, algunas de ellas de rápida transmisión y curso agudo como la Influenza equina o la infección por herpes virus equino tipo 1, mientras que otras poseen un curso insidioso/crónico, tales como la anemia infecciosa equina o el muermo, lo que puede comprometer su salud y generar pérdidas económicas para sus propietarios (Barrandeguy & Carossino, 2017).

La anemia infecciosa equina (AIE) es una enfermedad retroviral causada por un lentivirus que se caracteriza por su alta prevalencia de hasta el 26 % en regiones con climas cálidos debido a su transmisión por insectos vectores. Se propaga por transferencia de sangre de caballos infectados a caballos sanos a través de la picadura de insectos hematófagos (Stringer, 2014).

Esta enfermedad puede cursar desde la forma aguda hasta crónica, sus signos clínicos característicos son: en fase aguda, fiebre, inapetencia, debilidad, signos adicionales como ictericia, taquipnea, taquicardia, trombocitopenia, epistaxis y heces sanguinolentas, en ocasiones los cuadros crónicos presentan depresión, pérdida de peso, anemia, hemorragias petequiales en membranas mucosas, incluso lesiones oftálmicas, sin embargo muchos caballos pueden ser asintomáticos en una primera exposición y llegan a ser portadores del virus. Los caballos infectados son portadores de por vida, lo que limita drásticamente las opciones de manejo, por lo que solo se puede optar por dos soluciones, el aislamiento total del equino o el sacrificio (Spickler et al., 2010).

La AIE está distribuida en todo el mundo. El virus que la ocasiona está presente en los Estados Unidos y Canadá, pero parece estar ausente en algunos países, tales como Islandia y Japón (Spickler, et al., 2010). Esta enfermedad también ha sido descrita en algunos países de Sudamérica y Centroamérica. Así Vallejo R. et al. (2021) reportan la enfermedad en los años 2010 – 2021 en países como Guatemala 15,91 %, México con 34,58 % y Argentina 50,38 %. Mientras que, en Ecuador, la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD), ha reportado una prevalencia del 4,6 % para septiembre – diciembre del año 2011.

La anemia infecciosa equina al estar en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), requiere de medidas de control, como la denuncia inmediata de casos sospechosos, la cuarentena de animales y la eliminación de los

individuos infectados. En Ecuador, el control de esta enfermedad depende de AGROCALIDAD, esto a través del asesoramiento técnico y aplicación de las medidas recomendadas en el Artículo 1.2.3 del Código Sanitario para los Animales Terrestres (Spickler et al., 2010).

Existen estudios espaciales en algunos países, por ejemplo, en Francia e Italia se analizaron los brotes de AIE de 2005 a 2023 y estos mostraron cinco clústeres espaciotemporales significativos, con puntos calientes concentrados en el sureste de Francia y el noroeste de Italia. El nicho ecológico del modelo revela que el oeste, el centro y el sur de Europa son zonas de alto riesgo para los brotes. La temperatura media anual, la precipitación anual y la densidad de caballos son variables importantes que influyen en la ocurrencia de la enfermedad (An et al., 2024).

Un estudio publicado en Brasil sobre la prevalencia y la distribución espacial del virus de AIE durante los periodos lluviosos (mayo y junio) y secos (octubre y noviembre) de 2017 y 2018. Se obtuvo como resultado que el estado de Ceará tuvo la mayor prevalencia de animales positivos por la presencia de áreas con mayores densidades de casos de AIE en ambos periodos climáticos, en los años 2017 y 2018, también hubo presencia del virus otros estados por lo que se determina que la aparición del virus puede estar relacionado con zonas donde hay mayor movimiento y densidad de caballos (Bezerra et al., 2021).

Otro trabajo también en Brasil utilizó datos del Sistema Nacional de Información de Salud Animal (SIZ) durante los periodos de 2006 – 2023 en donde identificaron áreas de alto riesgo para la Anemia Infecciosa Equina (AIE) y analizaron la tendencia temporal de la enfermedad en todas las regiones y Unidades Federativas. Se notificaron 111 826 casos de AIE, con predominio en las regiones noreste (39,75 %), Centro-Oeste (27,56 %) y Norte (20,95 %). Los resultados resaltan la importancia de los análisis de tendencias espaciales, espaciotemporales y temporales en el monitoreo de la AIE, permitiendo la identificación de áreas de alto riesgo y orientando políticas de control efectivas (Da-Silva et al., 2025).

Jara et al., (2020) realizaron un análisis para dilucidar los patrones de propagación global del Virus de la Anemia Infecciosa Equina (VAIE) en todos los países donde se hayan hecho publicaciones sobre la enfermedad, obteniendo 1470 publicaciones hasta el año 2019 de 57 países. Como resultado, descubrieron que los VAIE circulantes en América y Asia están más relacionados con los linajes europeos que con otros países asiáticos, siendo Europa el continente con la mayor diversidad filogenética de VAIE. La reconstrucción filogeográfica sugirió a

Hungría como el país de origen más probable para la circulación actual del VAIE y uno de los centros de diversificación más importantes para la enfermedad.

En el Ecuador se han llevado a cabo algunas investigaciones sobre AIE, así en un estudio en la provincia de Imbabura comprendido en el periodo entre septiembre – diciembre del 2011 se tomaron muestras de 144 equinos para identificar AIE y se obtuvieron como resultado 0 % de prevalencia. Así también en un estudio en el año 2012 en hatos caballares del sector la Hoya de Loja se determinó que existe 0 % de presencia de la enfermedad (Freire, 2012). En otro trabajo en el año 2013 en trece predios de los cantones: Guano, Penipe, Chambo y Riobamba, pertenecientes a la provincia de Chimborazo se encontró un porcentaje bajo de animales positivos con apenas el 1,69 % (Zapata, 2013).

Con estos antecedentes y en vista de que en el país no se han realizado estudios espaciales sobre anemia infecciosa equina, el objetivo de este estudio fue analizar la distribución espacial de la anemia equina en Ecuador utilizando datos del Servicio Veterinario Oficial en Ecuador (SVO), reportados durante el periodo 2020-2023. El análisis tuvo como objetivo proporcionar información pertinente a propietarios, técnicos de servicios oficiales como veterinarios de práctica privada, personal de secretaría, de ganaderos, estudiantes y asociaciones de caballistas con el fin de aumentar la comprensión de los factores que contribuyen a la distribución espacial de la enfermedad y asegurar que las decisiones de control estén mejor sustentadas teniendo en cuenta la investigación científica, para el cumplimiento se menciona los siguientes objetivos: i) evaluar la presencia de autocorrelación espacial entre los cantones positivos para AIE en Ecuador y ii) determinar los patrones espaciales de AIE en el Ecuador.

4. Marco Teórico

4.1. Población equina en Ecuador

La población equina en Ecuador es aproximadamente de 231 429 animales, distribuida en ganado asnal, caballar y mular, según información de la Encuesta de superficie agropecuaria [ESPAC] (2023). Además, existen alrededor 162 818 Unidades de Producción Agropecuaria equina en Ecuador continental según ESPAC, que están distribuidas en el sistema de producción equina familiar, deportivo, equino terapia y trabajo; la mayor cantidad de animales se encuentran en las provincias de Manabí, Esmeraldas y Chimborazo (Tabla 1).

Tabla 1. Población equina en Ecuador por provincias

| Provincia | Asnal | Caballar | Mular | Total |
|--------------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|
| Azuay | 758 | 12 298 | 851 | 13 907 |
| Bolívar | 813 | 6 027 | 4 608 | 11 448 |
| Cañar | 528 | 2 528 | 413 | 3 468 |
| Carchi | 113 | 4 996 | 98 | 5 207 |
| Cotopaxi | 3 636 | 7 380 | 1 664 | 12 680 |
| Chimborazo | 11 677 | 5 291 | 270 | 17 239 |
| Imbabura | 728 | 7 170 | 621 | 8 519 |
| Loja | 3 348 | 7 975 | 2 171 | 13 494 |
| Pichincha | 385 | 11 899 | 1 058 | 13 342 |
| Tungurahua | 2 827 | 5 938 | 545 | 9 311 |
| Santo Domingo de los Tsáchilas | 267 | 1 424 | 1 986 | 3 678 |
| El Oro | 434 | 3 882 | 1 059 | 5 375 |
| Esmeraldas | 1 476 | 14 022 | 9 810 | 25 309 |
| Guayas | 651 | 16 138 | 2 546 | 19 335 |
| Los Ríos | 304 | 4 204 | 1 254 | 5 761 |
| Manabí | 5 187 | 18 347 | 22 538 | 46 072 |
| Santa Elena | | 71 | 9 | 79 |
| Morona Santiago | 214 | 5 587 | 831 | 6 632 |
| Napo | 1 | 253 | 36 | 290 |

| | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
| Orellana | 119 | 1 776 | 221 | 2 116 |
| Pastaza | | 565 | 163 | 728 |
| Sucumbíos | 163 | 4 239 | 672 | 5 074 |
| Zamora Chinchipe | 340 | 1 301 | 621 | 2 262 |
| Zona delimitada | | | 81 | 81 |
| Total general | 33 971 | 143 310 | 54 125 | 231 406 |

Fuente: INEC- Encuesta de superficie agropecuaria del Azuay-ESPAC 2023

4.2. Problemas sanitarios de los equinos.

Existen varias enfermedades de origen viral que afectan a los equinos, entre las que podemos enumerar a aquellas que provocan infecciones persistentes (anemia infecciosa equina, rabia, peste equina africana) y que llevan a la muerte del animal; infecciones del sistema respiratorio (influenza, herpes); las que afectan directamente a la producción animal por su implicancia en los abortos o pérdida directa de potrillos a pocas horas de nacer (arteritis, rinoneumonitis) y no menos importante son las que producen signos nerviosos y que en su mayoría son zoonóticas (encefalitis víricas) (Muriel., et al. 2002).

En el Ecuador se han reportado algunas enfermedades en equinos, así por ejemplo en el 2015 se reportó ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA) tres casos de hemoparásitos, estos brotes fueron de piroplasmosis equina (*Theileria equi* y *Babesia caballi*), en las provincias de Esmeraldas, Guayas y Santa Elena. También en el año 2024, se reportó en el sistema de vigilancia epidemiológica de AGROCALIDAD, un caso de encefalomiелitis equina del este en la provincia del Guayas, esta infección viral es de notable importancia porque es zoonótica y puede provocar encefalitis severa en humanos (AGROCALIDAD- Programa Sanitario Equino, 2016).

En la Tabla 2 se presenta un resumen del estatus sanitario ecuatoriano con relación a las enfermedades equinas de control oficial que son de declaración obligatoria ante la OMSA. Se presentan tres categorías de acuerdo con los estándares internacionales: enfermedad presente, es la enfermedad que se encuentra en el país; enfermedad ausente, es aquella enfermedad que alguna vez se detectó y hoy no están presente, se debe indicar el año del último foco; y enfermedad nunca señalada son enfermedades nunca detectadas en el país (Agrocalidad, 2015).

Tabla 2. Enfermedades equinas y su estado en el Ecuador

| Enfermedad | Estado |
|------------------------------------|----------------|
| Anemia infecciosa equina | Presente |
| Encefalomiелitis equina del este | Presente |
| Encefalomiелitis equina del oeste | Nunca señalada |
| Encefalomiелitis equina venezolana | Ausente (1972) |
| Piroplasmosis equina | Presente |
| Rinoneumonía equina | Nunca señalada |
| Influenza equina | Nunca señalada |
| Arteritis viral equina | Nunca señalada |
| Muermo equino | Nunca señalada |
| Durina equina | Nunca señalada |
| Metritis contagiosa equina | Nunca señalada |
| Peste equina | Nunca señalada |

Fuente: Programa nacional sanitario equino – AGROCALIDAD, 2015

4.3. Anemia infecciosa equina

La anemia infecciosa equina es una infección viral persistente que afecta a équidos, cuyos signos clínicos son inespecíficos y se relacionan con el nivel de viremia. (Araújo et al., 2023). Se presenta en forma aguda o crónica con episodios febriles, trombocitopenia y anemia (Issel et al., 2014). Cuando un caballo se infecta con el virus de la anemia infecciosa equina (AIE), este se convierte en portador por el resto de su vida considerándose una fuente de infección para otros caballos. En la naturaleza el virus se transmite de un caballo clínicamente enfermo a poblaciones susceptibles a través de insectos hematófagos (González del Pino, 2011).

La enfermedad se caracteriza por episodios febriles recurrentes, trombocitopenia, anemia, pérdida de peso y edema de las partes bajas del cuerpo; si no se produce la muerte en el curso de los ataques clínicos agudos, se produce una fase crónica y la enfermedad tiende a convertirse en latente (González del Pino, 2011). Normalmente, el período de incubación es de entre 1 y 3 semanas, pero puede prolongarse hasta 3 meses. En casos agudos, los ganglios linfáticos, el bazo y el hígado se agrandan y se vuelven hiperémicos (OIE, 2014).

4.3.1. Etiología

La AIE es una enfermedad causada por un lentivirus que pertenece a la familia *Retroviridae* y subfamilia *Orthoretrovirinae*. Afecta a todos los miembros de la familia de los equinos. Aunque se identificó por primera vez en Francia en 1843, fue en Estados Unidos en dónde se realizó el primer diagnóstico formal en 1888 (Spickler et al., 2010). El virus de la AIE es uno de los más simples y pequeños de la familia lentivirus, con un genoma de aproximadamente de 8kb de longitud, aquí se van a incluir tres genes principales gag, pol, env y tres reguladores los cuales son importantes para la replicación viral (Issel et al., 2014).

El gen gag codifica para las proteínas p26, p15, p11 y p9, presentes en la cápside viral; el gen pol codifica para las enzimas transcriptasa inversa, integrasas y proteasas, y el gen env codifica las glicoproteínas de transmembrana, gp45, y de superficie, gp90 (Jara et al., 2020). Estas últimas se encuentran en un número de 72 en la superficie en forma de espículas, llamadas peplómeros. Estas glicoproteínas gp90 y gp45 son las encargadas de la adhesión del VAIE a la membrana citoplasmática de la célula huésped (Espasandin, 2022).

4.3.2. Patogenia

El virus de la AIE tiene una preferencia por los monocitos y macrófagos. La mayoría de los macrófagos infectados se localizan en el bazo, aunque los monocitos también pueden infectarse en la sangre. La replicación viral ocurre principalmente en macrófagos maduros, los cuales son la fuente principal de una viremia de alto título durante la fase aguda de la infección (Issel et al., 2014).

La fiebre, anemia y trombocitopenia observadas en caballos infectados probablemente sean consecuencia del aumento de citocinas proinflamatorias como la interleucina 1 y la interleucina 6. Estas citocinas pueden inducir fiebre y, además, suprimir la producción de plaquetas y eritrocitos, lo que resulta en anemia (Maclachlan & Dubovi, 2011).

Desde el punto de vista histológico, estos órganos están infiltrados con poblaciones de leucocitos inmaduros y de células plasmáticas. Las células de Kupffer, del hígado, generalmente contienen hemosiderina o eritrocitos. Se puede detectar la hipertrofia del bazo mediante un examen rectal. Los distintos tipos de diagnóstico incluyen la arteritis vírica equina, *Anaplasma phagocytophilum* y otras causas de edema, fiebre, anemia, o trombocitopenia/equimosis (World Organisation for Animal Health, 2024). La transmisión

natural de la enfermedad se encuentra mediada por artrópodos hematófagos (tábanos y moscas de los establos) que actúan como vectores mecánicos. Estos son eficientes transmisores ya que su probóscide retiene aproximadamente 10+/- 5 nanolitros (0,00001 ml) de sangre, suficiente para asegurar la transmisión a otro huésped susceptible. Los mosquitos, en cambio, no actúan como vectores del vAIE pues la ingestión de sangre y carga viral es insuficiente para una transmisión efectiva (Barrandeguy & Carossino, 2017).

4.3.3. Sintomatología

Los signos clínicos de la AIE se desencadenan cuando las cargas virales alcanzan un valor umbral crítico; no obstante, alcanzar o superar el umbral depende de la cepa del virus, del grado de resistencia innata individual a la enfermedad y de la especie equina (Espasandin, 2022). En burros y mulas, la enfermedad suele ser menos grave que en caballos, en estos últimos, se han descrito tres fases (Issel et al., 2014):

- **Fase aguda:** es transitoria, resuelve en pocos días siendo los signos más frecuentes fiebre elevada, letargia y trombocitopenia. Si esta última es muy marcada, pueden presentarse hemorragias petequiales en las mucosas. Debido a que estos signos son inespecíficos, la enfermedad es subdiagnosticada. Los animales afectados pueden presentar elevada letalidad o ingresar en la fase crónica de la enfermedad (Barrandeguy & Carossino, 2017).
- **Fase recurrente:** Se presentan episodios recurrentes con viremia, fiebre, letargo, trombocitopenia, inapetencia y anemia. Estos episodios duran entre 3 y 5 días y pueden repetirse con intervalos de semanas o meses. Al disminuir la carga viral, síntomas como la trombocitopenia remiten (Issel et al., 2014).
- **Fase crónica:** La mayoría de los caballos que sobreviven al estadio agudo se caracterizan por un largo período de recuperación de 5 a 30 días, esta forma puede acompañar al animal hasta 20 años, el caballo afectado con la AIE crónica es el clásico “habitante del pantano”, ha perdido su salud, se presenta letárgico, anoréxico, con un hematocrito bajo, y una persistente trombocitopenia, especialmente coincidiendo con la fiebre causada por el virus de la AIE (Espasandin, 2022). En caballos con infección crónica, se han informado casos de lesiones oftálmicas, caracterizadas por despigmentación con vasos coroidales prominentes (Morales et al., 2015).

4.3.4. Mortalidad y morbilidad

La morbilidad y mortalidad de la AIE es variable, esto depende de la cepa del virus y su virulencia, el manejo y susceptibilidad de los animales expuestos; la edad es un factor importante porque los individuos más jóvenes son los más susceptibles (Tarazona & Ascanio, 2024). Se han informado epizootias con unos índices altos en la morbilidad y mortalidad, la contaminación experimental con dosis alta del virus produce índices de mortalidad del 80 %. (Morales et al., 2015).

4.3.5. Epidemiología

Se han observado índices altos en establecimientos donde la enfermedad ha sido endémica durante muchos años (Spickler et al., 2010). Fue reportada por primera vez en Francia en el año 1843, y se comprobó científicamente en 1888 siendo diagnosticada en EE. UU; habiéndose considerado como causa de la enfermedad las malas condiciones higiénicas, un año después fue descubierta su naturaleza contagiosa, esto fue reconocido posteriormente en muchas publicaciones que se realizaron en diversos países como Francia, Suiza, Alemania, Japón, EE. UU. de Norteamérica y Canadá (Morales et al., 2015).

En los Estados Unidos la prevalencia de esta enfermedad fue crítica a partir de 1930 llegando a ser devastadora en los años 60 y 70. En Europa en el año 1966 la prevalencia era alta principalmente en espacios de carreras ecuestres y centros de competencia para caballos, lo que hizo que la OMSA tomara medidas en el asunto y desde ese año la enfermedad fue incluida y manejada desde el manual de código terrestre y se catalogó como una de las enfermedades contagiosas de equinos de Europa y el mundo (Tarazona & Ascanio, 2024).

En Sudamérica fue reportada por primera vez en Venezuela en 1939, adicionando que el porcentaje de positividad fue del 12,4 %, en Colombia la AIE fue reportada por primera vez para el año de 1948, para ese momento se estableció una prevalencia del 1,2 al 7,5 % (Ruiz et al., 2008), en Brasil se realizó un primer reporte de la enfermedad en 1968 en la ciudad de Rio de Janeiro y posteriormente en Chile fue diagnosticada en 1980, declarada y erradicada un año más tarde. Siendo así, una enfermedad de distribución mundial (Tarazona & Ascanio, 2024).

4.3.6. Métodos de diagnóstico

La Organización Internacional de Epizootias (OIE) recomienda como método diagnóstico de elección la prueba de inmunodifusión en gel de agar (AGID), desarrollada por Leroy Coggins en 1972, por ser la única prueba que descubre con máxima seguridad a los portadores de virus sin manifestaciones clínicas. La prueba de Coggins reconoce anticuerpos contra el corazón proteico del virus, más exactamente reconoce el antígeno p26 ubicado en la cápside viral en todos los serotipos virales (González del Pino, 2011).

Otras pruebas serológicas como ELISA e inmunoblot pueden complementar el diagnóstico y mejorar su precisión. Sin embargo, estas pruebas presentan algunas limitaciones; pueden arrojar falsos negativos en las primeras etapas de la infección y falsos positivos en potros debido a la transferencia pasiva de anticuerpos maternos. Por otro lado, aunque las pruebas PCR son útiles para detectar el ADN proviral, pueden verse afectadas por la variabilidad genética del virus y la baja carga viral en fases subclínicas (Maclachlan & Dubovi, 2011).

Existe también el método de la asociación de genoma amplio Genome Wide Association Analysis (GWAS) que consiste en el análisis de asociación de marcadores únicos (*single marker association*) y asociación de bloques haplotípicos (*association block*) implementados en el programa Haploview, el objetivo es identificar asociación de genotipos con fenotipos evaluando las diferencias en las frecuencias alélicas de variantes genéticas entre individuos que son ancestralmente similares pero que difieren fenotípicamente lo que permitiría identificar diferencias significativas entre individuos infectados e individuos no infectados debido a la condición sanitaria, que en este caso es la infección por el virus de AIE, ya que sugiere que la identificación de la naturaleza de la susceptibilidad del huésped ante un patógeno, permite obtener un panorama más amplio y completo para elaborar una defensa o tratamiento específico para ese patógeno (Espasandin, 2022).

4.3.7. Tratamiento

No hay tratamiento disponible para los équidos que han dado positivo en la prueba de Coggins para AIE (Ricotti et al., 2016). Debido al riesgo significativo que representan los équidos infectados y portadores del virus para otros équidos sanos en su entorno, se recomienda la eutanasia como medida de prevención y de control de la enfermedad (Agrocalidad, 2015).

4.3.8. Vacunas

Es importante recalcar que esta enfermedad no tiene vacuna, ni posee cura, por lo que para su control y mitigación es importante llevar a cabo una serie de políticas y reglamentación en la que se disponga el manejo de la enfermedad (Hyrum, 2021).

4.3.9. Control y prevención

Muchos países tienen programas de control para la AIE, las regulaciones estatales varían, por ejemplo, en EE. UU. se necesita que se lleve a cabo una prueba o más, especialmente antes de que el caballo se incorpore a actividades organizadas y/o se venda. Es beneficioso llevar a cabo exámenes voluntarios en los caballos de un establecimiento y realizar exámenes en animales recién introducidos antes de su introducción a una manada libre de AIE (Spickler et al., 2010).

En Ecuador la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, es la entidad que establece el procedimiento en caso de que se presente un equino sospechoso a AIE el cual se describe a continuación:

Vigilancia pasiva: Cuando existe sospecha de AIE, se debe informar a la entidad de control AGROCALIDAD. Cabe recalcar que todas las personas involucradas en el sector agropecuario funcionan como sensores epidemiológicos y es su responsabilidad la comunicación. Ello desencadena las acciones de respuesta correspondientes con la aplicación de medidas de control sanitario. Siguiendo estos pasos:

- Notificación a la oficina más cercana de AGROCALIDAD de la sospecha de la existencia de un equino con AIE.

- Técnicos de la agencia registrarán el evento en el Sistema de Vigilancia Zoosanitario del Ecuador (SIZSE) y visitarán el predio en un plazo máximo de 24 horas, en donde evaluarán si la sintomatología corresponde a la enfermedad o de lo contrario se desestimaré el caso.

- Si la sintomatología es compatible con AIE, se cuarentena el predio y se muestrea todos los equinos presentes en él, para enviar las muestras a los laboratorios oficiales de la Agencia.

- Se aplica las medidas sanitarias según la normativa vigente para los equinos positivos a la enfermedad.

-Marcaje del equino y aislamiento a 300 metros de los equinos sanos hasta su sacrificio o por el resto de su vida.

-Sacrificio del equino mediante eutanasia.

-A los equinos negativos se vuelven a muestrear a los 21 días y en caso de salir nuevamente negativos, se levantará la cuarentena con las medidas de prevención y control según la normativa y medidas de bioseguridad adecuadas.

Vigilancia activa: El sistema de vigilancia epidemiológica activa está diseñado con relación a las prioridades y recursos. La vigilancia activa para el caso de AIE se determina con un plan estructurado periódico y planificado avalado por la Coordinación General de Sanidad Animal.

Para la prevención de la enfermedad la Autoridad Sanitaria recomienda lo siguiente:

-Realizar 2 pruebas diagnósticas anuales en la población équida de un predio con intervalo de 6 meses.

-Establecer un periodo de cuarentena interna en los predios que tienen un alto movimiento de animales, reconfirmando la condición de negativos de los ingresantes de los treinta a sesenta días posteriores y recién allí incorporarlos definitivamente al predio.

-Medias de bioseguridad adecuadas si como un correcto manejo de los desechos biopeligrosos.

-Mantener programas de control de vectores, plagas y roedores, tanto en las instalaciones como alrededor del predio donde se alojan normalmente los équidos.

-Está contraindicado todo tipo de tratamiento contra AIE, ya que el équido una vez infectado se convierte en portador del virus por toda su vida y con ello, en una potencial fuente de contagio, ya que no existe tratamiento ni vacuna contra la enfermedad.

-Consultar a los organizadores de ferias, exhibiciones, cabalgatas o cualquier otra actividad que reúna équidos de diferentes regiones, sobre cómo están controlando que no participe ningún équido enfermo de AIE. De acuerdo con sus reglamentos internos, es responsabilidad de los organizadores asegurarse de que no participe ningún équido sin un certificado negativo de AIE (Agrocalidad, 2015).

4.3.10. Factores de riesgo

Los principales factores de riesgo para la transmisión del VAIE incluyen el tamaño del hato, la movilización de los animales y la retención de animales persistentemente infectados. Además, la cercanía a hatos infectados aumenta considerablemente las probabilidades de contagio (González del Pino, 2011). Algunos estudios mencionan que la presencia de vectores mecánicos como los tábanos, la transmisión iatrogénica y vertical, y los escasos controles sanitarios pueden generar una prolongación del ciclo de la enfermedad y representar un riesgo de infección a la población de équidos de estudio (Milián-Belloso et al., 2024). Así también se menciona que los seres humanos podríamos ser la principal fuente de infección por AIE, por ejemplo en Estados Unidos se ha demostrado la transmisión iatrogénica a los caballos cuando los propietarios o entrenadores reutilizan agujas, jeringas y kits de aplicación intravenosa; a través de la contaminación de los viales de medicamentos multidosis y mediante transfusión directa de sangre entre caballos con el propósito de aumentar el rendimiento deportivo (dopaje de sangre) (Oke, 2024).

4.4. Análisis espacial de enfermedades

El Análisis Espacial constituye una serie de técnicas matemáticas y estadísticas aplicadas a los datos distribuidos sobre el espacio geográfico (Correa et al., 2021). Cuando se lo enfoca desde la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se considera sinónimo de su subsistema de tratamiento que aparece como su núcleo de especificidad por contener las herramientas que permitirá la aplicación de procedimientos (Castillo, 2023).

Los primeros mapas que se usaron exitosamente como una herramienta descriptiva útil para la investigación de brotes empezaron en 1798 en Nueva York durante un brote de fiebre amarilla realizado por el Dr. Seaman, así también el Dr. Snow en 1854 durante una epidemia de Colera en Londres relacionó por medio del uso de mapas los lugares específicos de provisión de agua con los casos encontrados (Valbuena-Garcia & Rodriguez-Villamizar, 2018).

En los últimos años el uso de mapas se ha extendido para cubrir casi cualquier enfermedad, esto también ha facilitado las comparaciones internacionales; por ejemplo, en un estudio espacial realizado en Argentina en 2016, sobre los accidentes de trabajo en veterinarios de grandes animales se identificaron concentraciones espaciales principalmente en el sudeste (Molineri, Signorini, & Tarabla, 2016).

En Colombia se han realizado estudios para describir la distribución espacial de *Mycobacterium avium* subsp, Paratuberculosis (MAP) en hatos lecheros, detallando variables específicamente aquellas relacionadas con los hatos positivos (Correa et al., 2021). También en España se han realizado trabajos que utilizan el SIG o herramientas espaciales para detectar *Coxiella burnetii* tanto en animales como en humanos. Los SIG se utilizan tanto en sanidad animal como en salud pública, sin embargo, hay un mayor número de referencias que han empleado estas herramientas espaciales en el campo de la sanidad animal, sobre todo en rumiantes domésticos de aptitud láctea. La mayor parte de los casos de fiebre Q se localizaban próximos a zonas de alta densidad ganadera y se ha cuantificado el riesgo de infección en función de la distancia de la residencia de las personas a las granjas infectadas (Martínez et al., 2023).

En el Ecuador existen algunos trabajos realizados con enfoque espacial, así en el año 2018 Vargas realizó un estudio de análisis espacial del riesgo de enfermedades respiratorias de notificación obligatoria en Ecuador Continental: Newcastle (NC), Bronquitis infecciosa (IB), Laringotraqueítis infecciosa (LT) e Influenza Aviar (IA); en aves de traspatio en donde se demostró que la distribución de casos positivos, en las aves de traspatio, de tres de las cuatro enfermedades respiratorias (NC, IB, LT) están asociados e identificados espacialmente formando clústeres. En estas áreas el riesgo de presencia de enfermedad se incrementó entre 5.2 a 6 veces respecto del nivel bajo. Los casos positivos en general siempre estuvieron asociados a la producción de aves adultas (Vargas, 2018).

En otro estudio en el oriente sobre análisis de la distribución espacial de larva migrans, mediante el empleo de indicadores epidemiológicos clásicos con datos del registro nacional de salud del periodo de años 2007-2017, se demostró que la categoría primera infancia que corresponde a niños entre 0 a 5 años tienen mayor riesgo de contraer esta enfermedad, siendo la edad más predisponente para el contagio. Y por otro lado el sexo no mostró relevancia estadística. En cuanto a la distribución espacial se obtuvo información de seis clústeres, los cuales 5 se encontraron en cantones de la región costa y el más grande en la región amazónica. El clúster más grande encontrado se localiza en las provincias de Sucumbíos y Orellana, entre los cantones Cuyabeno, Putumayo, Shushufindi, Aguarico, Orellana, Lago Agrio; lugares que se caracterizan por un clima caliente y húmedo al igual que los cantones de la región costa del Ecuador (Suárez, 2020).

En el mismo año Cabrera realizó un estudio de análisis espacial de cuatro Helmintiasis zoonóticas importantes de interés veterinario en humanos de Ecuador en el periodo 2013-2017 para identificar conglomerados epidémicos, en dónde se realizó un estudio retrospectivo de los casos reportados de cuatro enfermedades helmínticas: Ascariasis, Anquilostomiasis, Estrongiloidiasis, y Equinococosis. La información se obtuvo de la base de datos de camas y egresos hospitalarios del Instituto Nacional de Estadística y Censo Ecuador (INEC). Se concluyó que estas enfermedades parasitarias son endémicas de varias provincias del Ecuador especialmente en la Región Sierra Centro-Sur, y algunas provincias de la Región Amazónica donde se pudieron identificar los clústeres, por lo que es necesaria la intervención de Médicos Humanos y Veterinarios para controlar estas enfermedades desatendidas (Cabrera, 2020).

Por último, Palma (2023) realizó un análisis espacio temporal prospectivo y retrospectivo con información de los años 2019 – 2021 donde se concluyó que existe variabilidad en el número de brotes de Peste Porcina Clásica en diferentes provincias del país. Las provincias de Manabí y Los Ríos tuvieron la mayor incidencia de brotes, con un total de 9 y 8 casos respectivamente, por el contrario, Santa Elena, El Oro, Pastaza, Cotopaxi, Imbabura y Santo Domingo de los Tsáchilas presentaron un rango de 1 a 2 casos cada una.

5. Metodología

5.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó utilizando la base de datos referente a Anemia infecciosa equina de AGROCALIDAD desde el año 2020 al 2023, se tuvo información de las 23 provincias de las regiones: Costa, Sierra y Amazonía (Figura 1). Se usó datos de Ecuador Continental, el mismo que está ubicado en Sudamérica, posee cuatro regiones naturales. La Amazónica abarca el 45,5 % de su superficie y posee una gran reserva forestal, un 23,6 % corresponde a la región Sierra, la Costa el 27,5 % y 3,2 % corresponde a las Islas Galápagos. La división administrativa del país está conformada por 24 provincias, 221 cantones y 1 499 parroquias, que componen la organización territorial, ocupan un área de 256 370 km² y una población de 17 268 000 habitantes (INEC, 2022).

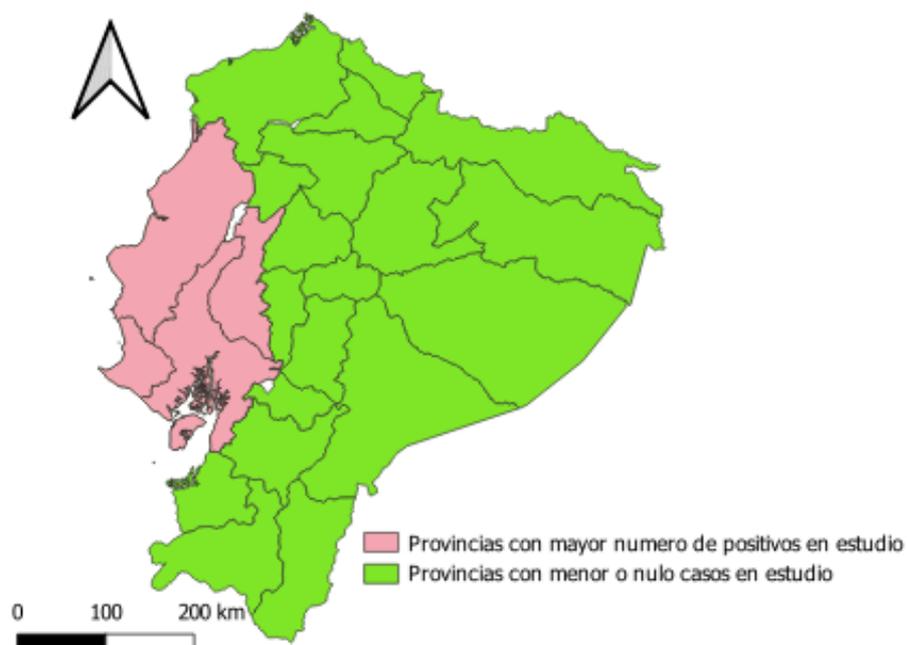


Figura 1. Mapa de región de estudio donde existe mayor número de casos de AIE

5.2. Procedimiento

5.2.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación fue cuantitativo, el cual se basó en los aspectos numéricos para investigar, analizar y comprobar información y datos orientada a verificar o comprobar de manera deductiva las proposiciones planteadas en la investigación, esto fue

mediante la construcción de hipótesis en base a la relación de variables para posteriormente someterlas a medición logrando así su confirmación o refutación (Neill & Cortéz, 2018).

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, se puede redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis (Hernández et al., 2014).

5.2.2 Diseño de la investigación

La investigación fue tipo observacional de tipo ecológico en la que se determinaron los patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en Ecuador continental.

5.2.3 Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

La población de estudio de esta investigación estuvo constituida por el total de casos confirmados de AIE reportados en las notificaciones del Sistema de información zoonosológica Ecuador (SIZSE) de AGROCALIDAD, la información cuenta con todos los casos reportados de la red de laboratorios a nivel nacional. Se tomaron en cuenta los datos de los años 2020, 2021, 2022 y 2023. El número total de registros fue de 1 900 distribuidos por provincia y cantón.

5.2.4 Toma de muestras y análisis serológico

La toma de las muestras para el diagnóstico fue realizada por los Médicos Veterinarios de AGROCALIDAD. Dentro del protocolo se procede a tomar una muestra de sangre de los équidos en tubos sin anticoagulante, de tapa roja y utilizando rigurosas condiciones de asepsia, las muestras son centrifugadas a 4000 revoluciones/minuto de 5 a 10 minutos, para que se separe el suero y el cual es enviado manteniendo la cadena de frío entre 2 a 8 °C máximo, sin congelar, hasta su remisión al laboratorio seleccionado (Agrocalidad, 2015).

Las muestras para los análisis fueron realizadas en los laboratorios de AGROCALIDAD que tienen sus sedes en 8 provincias y los laboratorios de la red acreditados por la Agencia, estas muestras han sido receptadas por personal capacitado quienes han garantizado la integridad de

la muestra siguiendo los instructivos de ensayo estandarizados y bajo la norma internacional ISO IEC/NTE 17025 2018, que garantiza el aseguramiento de la calidad de ensayos mediante la prueba de Inmunodifusión en gel de agar (IDGA) por la técnica de Coggins usada como prueba confirmatoria y que es la prueba Gold estándar emitida por la OMSA para realizar vigilancia epidemiológica.

IDGA es una prueba que consiste en la inmunodifusión en gel de agar, donde se enfrentan un antígeno (antígeno de Coggins o p26), con los anticuerpos provenientes de los sueros de los animales que se quiere testear, en donde la positividad se manifiesta al unirse el Ac con el Ag formando una línea de precipitina.

Los análisis fueron realizados con procedimientos de ensayos específicos para análisis de anemia infecciosa equina, cuentan con equipos de alta tecnología estandarizados y debidamente calibrados, el kit de diagnóstico que se utilizó fue VMRD que contiene controles positivos certificados por la Organización mundial de sanidad animal, que garantiza una alta especificidad y sensibilidad analítica.

5.2.5 Variables de estudio

En la investigación se trabajó con las siguientes variables (Tabla 3):

Tabla 3. Caracterización de las variables

| N | Variable | Definición | Indicador | Escala | Tipo |
|---|--|--|--------------------------|----------|-------------|
| 1 | Números de casos de anemia infecciosa equina | Resultado de laboratorio mediante AGID | Positivo Negativo | Discreta | Cualitativa |
| 2 | Regiones de Ecuador continental | Porción de territorio determinada por caracteres étnicos o circunstancias especiales de clima, producción, topografía, administración, gobierno, etc | Costa, Sierra y Amazonía | Nominal | Cualitativa |
| 3 | Provincia de Ecuador | Demarcación territorial administrativa de las varias en que se organizan algunos Estados o instituciones. | Provincias del país | Nominal | Cualitativa |

5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se realizó un estudio prospectivo y retrospectivo tanto del espacio como del tiempo, para esto se examinaron y ordenaron registros desde enero de 2020 hasta diciembre de 2023 por

región, provincia, cantón y año. La investigación contempló los emplazamientos geográficos de 221 regiones administrativas del país (cantones), que constituyen la unidad territorial administrativa de mediana escala del país (INEC, 2023).

Adicionalmente, se empleó un modelo de probabilidad de Poisson identificando zonas con tasas de agregación elevadas y bajas por días. Se realizaron estudios con el 50 % de la población en riesgo y se determinó el riesgo. El estudio de conglomerados de tiempo-espacio se llevó a cabo mediante el programa estadístico SaTScan (versión 10.1 disponible de manera gratuita, (<http://www.satscan.org>), el cual se utiliza frecuentemente para identificar aglomeraciones de espacio y tiempo en los ámbitos de la salud pública (Rao, Shi, & Zhang, 2017), mientras que para la creación de mapas se empleó el programa QGIS V 3.22.4.

5.4 Consideraciones éticas

No se consideraron necesarias porque el trabajo fue observacional, por tanto, no existe una experimentación animal. Adicional, este estudio requirió del uso de información protegida de la base de datos de AGROCALIDAD, los datos obtenidos fueron de índole confidencial con respecto al propietario.

6. Resultados

6.1. Brotes de Anemia infecciosa equina en Ecuador Continental

Los datos de Anemia infecciosa equina en el sistema de información zoonosanitaria del Ecuador mostraron 1 901 casos de sospecha para el periodo 2020 al 2023, de los cuales 156 fueron confirmados como positivos. La distribución geográfica de estos casos positivos fue de 137 (87,82 %) en la región costa, seguido de 18 casos (11,54 %) en la región sierra y 1 (0,64 %) caso en la región amazónica (Figura 2).

Durante el año 2020 se confirmaron 22 casos en total, 12 (54,55 %) casos en la costa y 10 (45,45 %) en la sierra. Para el 2021 se registró 30 casos positivos, 25 (83,33 %) para la región costa y 5 (16,67 %) para la sierra. Por otra parte, en el año 2022 solo la región costa reportó la existencia de 65 (100 %) casos positivos. Por último, en el año 2023 se notificó 39 casos, 35 (89,75 %) casos positivos en la región costa, 3 (7,69 %) en la región sierra y 1 (2,56 %) único caso en la región Amazónica (Tabla 4).

La población equina en el país en el año 2020 fue de 271 513 animales, de los cuales se reportaron 22 casos positivos, teniendo una incidencia de 0,81 casos por cada 10 000 animales. En 2021, la población aumentó a 308 270 equinos y se registraron 30 casos positivos, con una incidencia de 0,97 por cada 10 000 animales. Para el año 2022, la población se redujo a 250 488 animales y se reportaron aproximadamente 65 casos, lo que representa la mayor incidencia del periodo con 2,59 casos por cada 10 000 animales. Finalmente, en 2023, la población equina continuó disminuyendo a 231 406 animales, con 39 casos reportados, y una incidencia de 1,68 por cada 10 000 animales.

Tabla 4. Número de casos positivos a AIE por regiones y año en Ecuador Continental

| Año | Costa | Sierra | Amazonía | Total |
|------|-------|--------|----------|-------|
| 2020 | 12 | 10 | 0 | 22 |
| 2021 | 25 | 5 | 0 | 30 |
| 2022 | 65 | 0 | 0 | 65 |
| 2023 | 35 | 3 | 1 | 39 |
| | | | Total | 156 |

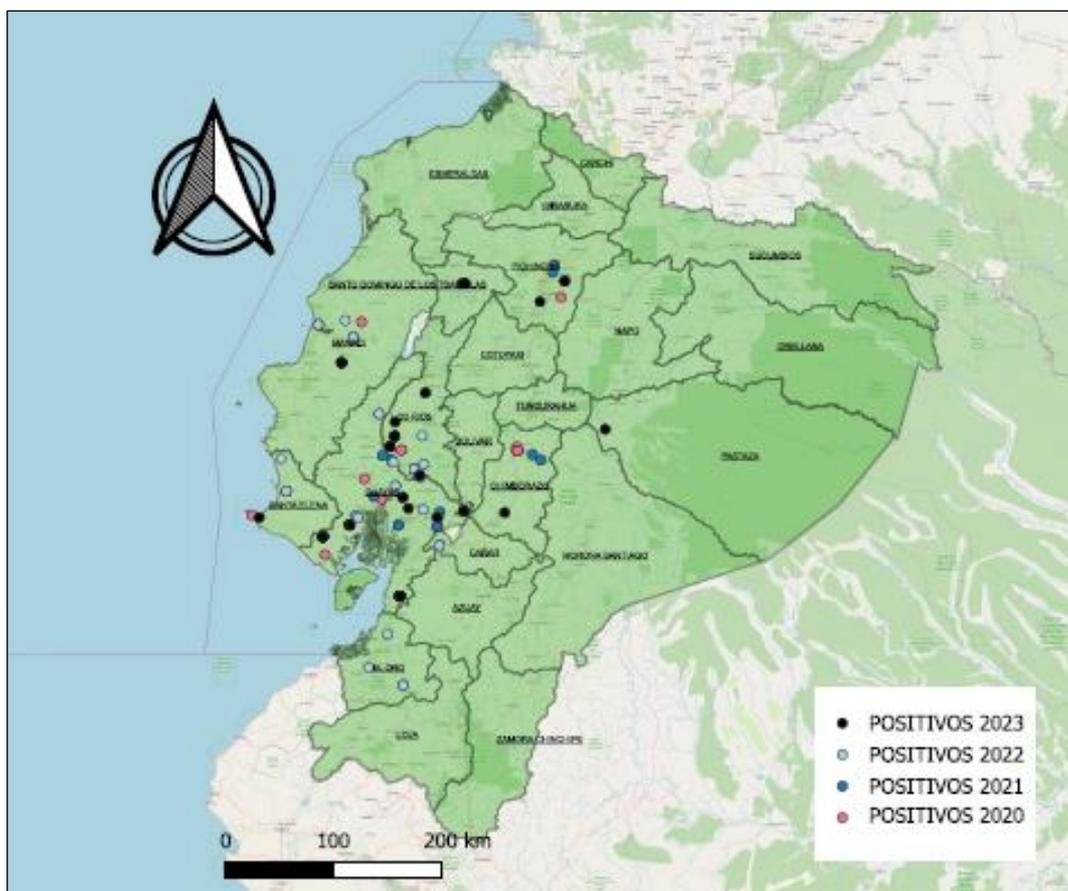


Figura 2. Casos positivos de Anemia infecciosa equina en Ecuador continental

Al comparar el porcentaje de casos de AIE en las tres regiones a través de la prueba de Chi², se pudo evidenciar una diferencia estadística ($p < 0,001$). La región costa predomina sobre el resto (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de casos de AIE por región desde el año 2020 al 2023

| Características | Costa | Oriente | Sierra | Chi-q | p valor |
|-----------------|-------|---------|--------|---------|---------|
| Número de casos | 137 | 1 | 18 | 189 753 | 0,0001 |
| % | 87,82 | 0,64 | 11,54 | | |

En cuanto a los casos por provincia durante el periodo 2020 – 2023, en la Tabla 6 se puede observar que el mayor porcentaje está en las provincias de Guayas con el 48,72 %, Los Ríos con 13,46 % y Manabí con 8,33 % pertenecientes a la región Costa. De la misma forma se determina que la provincia de Chimborazo, ha reportado el mayor porcentaje de casos (7,05 %) seguido de Pichincha con 4,49 % y Cotopaxi con 2,56 % en la Sierra. Y el 0,64 % en la provincia de Pastaza de la Amazonía.

Tabla 6. Casos por provincia de todas las notificaciones ingresadas entre los años 2020 – 2023

| Región | Provincia | n | % |
|------------------|-------------|-----------------|-------|
| Sierra | Azuay | 0 | 0,00 |
| | Cañar | 3 | 1,92 |
| | Carchi | 0 | 0,00 |
| | Chimborazo | 11 | 7,05 |
| | Cotopaxi | 4 | 2,56 |
| | Imbabura | 2 | 1,28 |
| | Loja | 0 | 0,00 |
| | Pichincha | 7 | 4,49 |
| | Tungurahua | 0 | 0,00 |
| Costa | El Oro | 5 | 3,21 |
| | Esmeraldas | 1 | 0,64 |
| | Guayas | 76 | 48,72 |
| | Los Ríos | 21 | 13,46 |
| | Manabí | 13 | 8,33 |
| | Santa Elena | 12 | 7,69 |
| | Amazonía | Morona Santiago | 0 |
| Napo | | 0 | 0,00 |
| Orellana | | 0 | 0,00 |
| Pastaza | | 1 | 0,64 |
| Sucumbíos | | 0 | 0,00 |
| Zamora Chinchipe | | 0 | 0,00 |

6.2. Detección de conglomerados de Anemia Infecciosa Equina en Ecuador continental.

- Análisis retrospectivo puramente espacial de clústeres con áreas altas o bajas de casos

En el análisis retrospectivo espacial en meses y con el 50 % de la población en riesgo, se identificaron 2 clústeres que fueron estadísticamente significativos ($p < 0,05$) (Tabla 7). El primer conglomerado (Clúster 1) estuvo conformado por las provincias de la costa Guayas, Santa Elena y Los Ríos. Su periodo de tiempo fue de 48 meses en el periodo de 1 de enero del 2020 hasta el 31 de diciembre del 2023. La población equina identificada en estas tres

provincias fue de 25 175 equinos en donde se identificaron 8,4 casos esperados, con un valor de $p < 0,0001$ (Figura 3).

El segundo conglomerado (Clúster 2) estuvo conformado, únicamente, por la provincia de Santa Elena, también de la región Costa. Su ventana de tiempo fue de 12 meses en el periodo 1 de enero del 2020 al 31 de diciembre del 2020. La población equina identificada fue de 79 equinos, con 0,01 casos esperados y un valor de $p < 0,01$ (Figura 3).

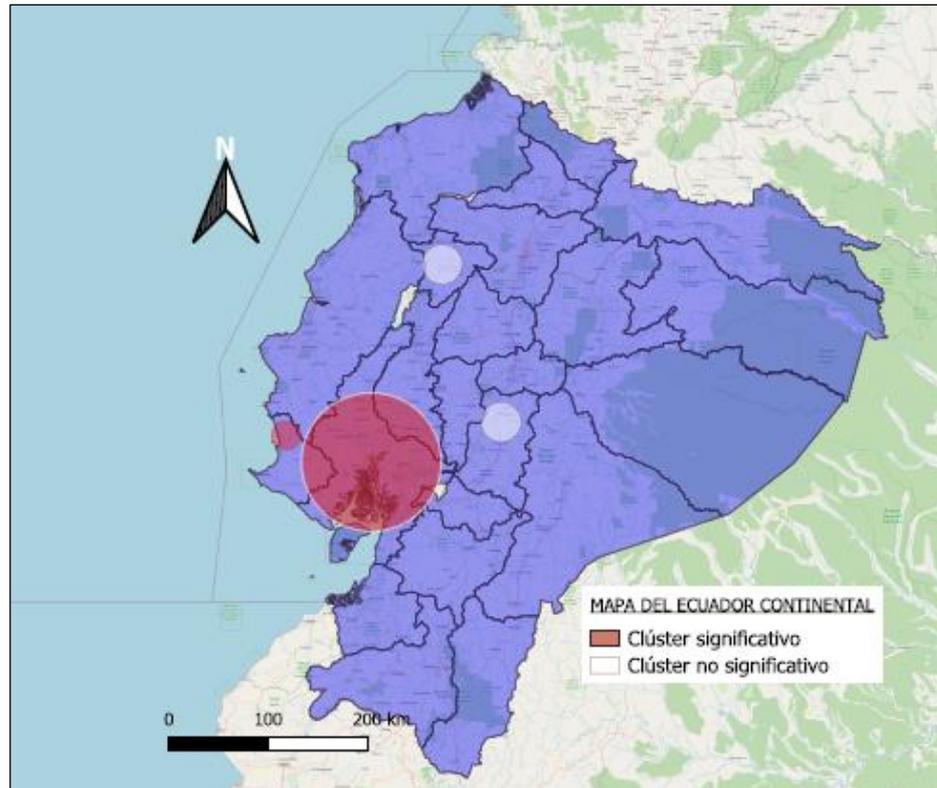


Figura 3. Clústeres puramente espaciales (2020-2023) tomando el 50 % de la población en riesgo.

- *Análisis retrospectivo espaciotemporal de clústeres con áreas altas o bajas de brotes*

En este análisis el tiempo de agregación fue en meses, en donde se consideró un 50 % de la población en riesgo dando como resultado un clúster estadísticamente significativo ($p < 0,05$) (Tabla 8).

El conglomerado (Clúster 1) formado fue significativo y tuvo un alto número de casos, ubicados en el centro oriente del país, en la región sierra y amazónica que comprenden las provincias de Pastaza, Orellana, Morona Santiago, Napo, Tungurahua, Sucumbíos,

Chimborazo, Cotopaxi, Bolívar, Cañar, Pichincha, Imbabura, Azuay, con una extensión de radio de 29 078 Km² durante el periodo comprendido entre 1 de enero de 2021 al 31 de diciembre 2023. Tuvo una población equina de 90 946 y 29,77 casos esperados con un valor de $p < 0,001$ (Figura 4).

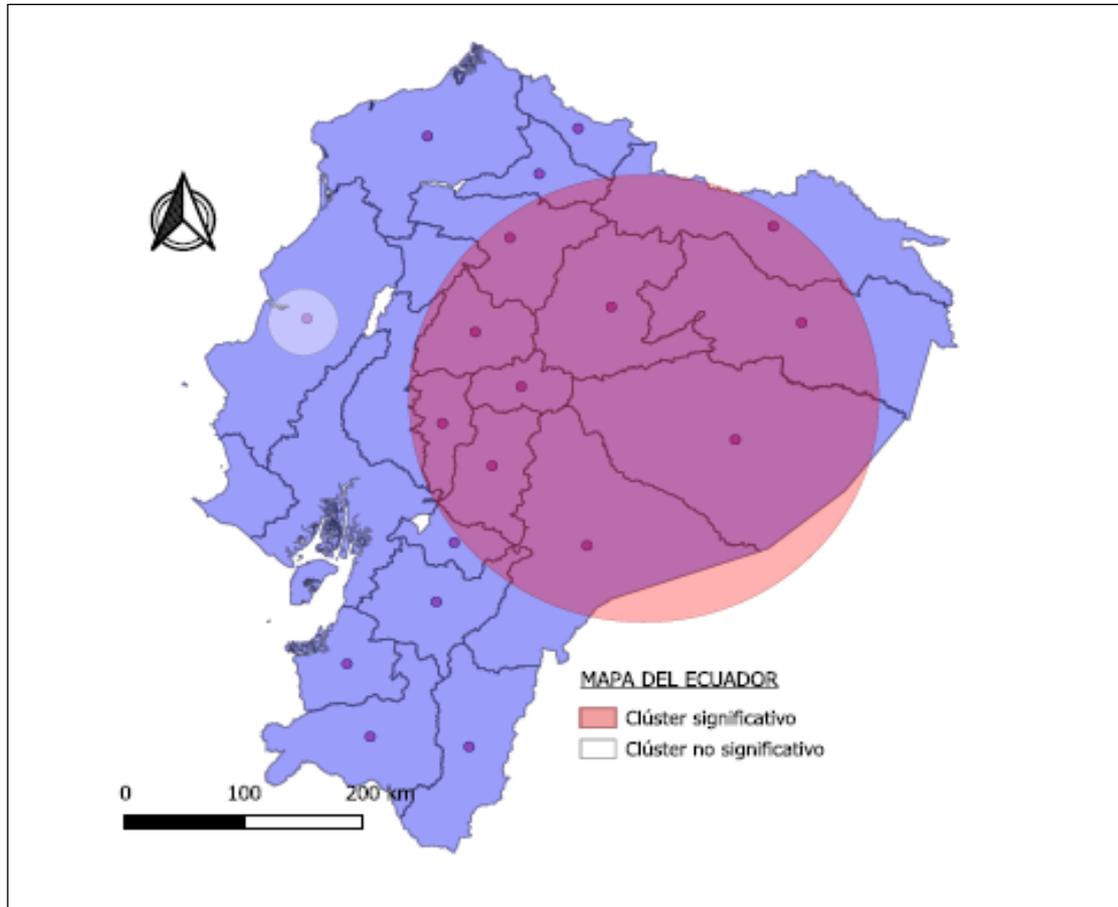


Figura 4. Mapa de Ecuador Continental con los clústeres significativos y no significativos

Tabla 7. Análisis espacial retrospectivo con el 50 % de la población en riesgo.

| Clúster ID | Tiempo inicio | Tiempo Fin | Radio | Población | Número de casos | Casos esperados | Casos anuales/100000 | Observado /Esperado | Riesgo relativo | Relación de probabilidad logarítmica | P valor |
|------------|---------------|------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|------------|
| 1 | 1/1/2022 | 31/12/2023 | 145,65 | 25 175 | 66 | 8,4 | 131,2 | 8,01 | 14,18 | 8,10 | < 0,0001 * |
| 2 | 1/1/2020 | 31/12/2020 | 0 | 79 | 2 | 0,01 | 2 526,4 | 154,28 | 156,49 | 0,01 | 0,01 * |

Tabla 8. Análisis espacio temporal retrospectivo con 50 % de la población en riesgo.

| Clúster ID | Tiempo inicio | Tiempo Fin | Radio | Población | Número de casos | Casos esperados | Casos anuales/100000 | Observado /Esperado | Riesgo relativo | Relación de probabilidad logarítmica | P valor |
|------------|---------------|------------|--------|-----------|-----------------|-----------------|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|---------|
| 1 | 1/1/2022 | 31/12/2023 | 29 078 | 90 946 | 6 | 29,77 | 3,3 | 0,20 | 0,17 | 16 531 202 | 0,001 * |
| 2 | 1/1/2022 | 31/12/2023 | 0 | 46 072 | 3 | 7,54 | 6,5 | 0,4 | 0,38 | 1 851 176 | 0,863 |

7. Discusión

En el presente estudio se tuvo como resultado 156 casos positivos de AIE durante el periodo de 2020-2023, distribuyéndose en las diferentes regiones del país: la región costa con 137 casos (87,82 %), le sigue la región sierra con 18 casos (11,54 %) y finalmente la región Amazónica, con 1 caso positivo (0,64 %). Estos resultados concuerdan con el estudio de Vallejo et al. (2021) que demuestran la presencia de Anemia Infecciosa Equina en varios países de las regiones de Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. Por ejemplo, en Brasil muestran la presencia de AIE en la Región Pantanal con un 52 % de casos positivos y Estado de Bahía con 25,58 % casos confirmados (Borges et al., 2013; Araújo et al., 2023). En Argentina en la provincia de Santa Fe se mostró un 44,1 % de animales infectados (Ricotti et al., 2016) y Guatemala con 19,3 % (Milián-Belloso et al., 2024). También Carvelli et al. (2024) reportaron la enfermedad en Italia la presencia de la enfermedad con 0,18 % de casos positivos en el periodo de 2007-2012. En Rumania en el periodo de 2010-2014 también existieron casos con porcentajes de 0,25 %, 0,48 %, 0,28 %, 0,29 % y 0,12 % respectivamente de la enfermedad (Bolfá et al., 2015).

La presencia de esta enfermedad en estos países puede atribuirse a factores de riesgo iatrogénicos como el uso compartido de agujas, equipos contaminados con sangre o la transfusión de sangre y sus derivados (Roberts, 2017), así también por factores ambientales como la temporada de lluvias que favorece la proliferación de insectos como los tábanos (*Tabanus* sp.) los cuales son vectores endémicos de estos países y representan un alto riesgo para la transmisión (Borges et al., 2013), otro factor podría ser la movilización de animales positivos sin ningún control lo que causa una mayor transmisión y mayor número de casos positivos a la enfermedad (Barzoni et al., 2018).

Al analizar la incidencia de la enfermedad se pudo evidenciar que hubo un aumento, ya que pasó de 0,81 casos por cada 10 000 animales en el 2020 a 1,68 por cada 10 000 animales en el 2023. Esto difiere del estudio de Carvelli et al. (2024) en Italia, en donde se pudo observar que los casos durante el periodo 2007-2014 disminuyeron de 6,9 casos por cada 10 000 animales a 1,31 casos por cada 10 000 animales, esto demuestra que la vigilancia sistemática activa durante varios años reduce eficazmente la incidencia de AIE.

Esta variación podría estar relacionada con el incremento de las actividades ecuestres tras la pandemia, y a su vez el interés del propietario por controlar el estatus sanitario de sus animales

debido que en los eventos donde participan equinos, ya sea en ferias de exposición, comercialización o competencias según la Resolución 0267 emitida por AGROCALIDAD (2016), se dispone a solicitar exámenes negativos de AIE. Según Machado et al. (2021) los animales en constante movimiento tienen gran importancia en la propagación de la enfermedad, además como lo mencionan Da-Silva et al. (2025), los lugares con mayor densidad de caballos tienen una alta probabilidad de presencia del virus. Carvelli et al. (2024), aseveran que, sin un sistema de vigilancia activo, la ausencia de notificación de la enfermedad no garantiza su inexistencia.

En el análisis retrospectivo espacial se encontraron dos clústeres significativos, el clúster 1 estuvo conformado por las provincias de la costa, Guayas, Santa Elena y Los Ríos y el clúster 2 estuvo representado por la provincia de Santa Elena, también de la región costa. Lo que se corresponde con trabajos como el de An et al. (2024), quienes evidenciaron cinco clústeres significativos con puntos calientes concentrados en el sureste de Francia y el noroeste de Italia, lugares con temperaturas altas. Por el contrario, difiere del estudio de Da-Silva et al. (2025) en donde se analizó la tendencia temporal de la enfermedad en Brasil durante un período de 18 años (2006-2023), identificando tres clústeres de alto riesgo en las regiones Noreste, zona con mayor densidad de caballos (39,75 %), Centro-Oeste (27,56 %) y Norte (20,95 %), y se concluyó que, en las zonas de mayor concentración de caballos, hay más probabilidad de ocurrencia de casos. Estos hallazgos evidencian que no sólo la densidad de caballos en una zona incide en la ocurrencia de los casos, sino factores ambientales como la temperatura media anual y la precipitación anual pueden ser determinantes (Machado et al., 2021).

En el análisis espaciotemporal, se identificó un solo clúster de valores altos conformado por las provincias de Guayas, Los Ríos, Santa Elena y Manabí, durante el periodo 2022 - 2023. Al comparar con el trabajo de Borges et al. (2013) en el Municipio de Poconé en Brasil en donde se encontró que existe mayor ocurrencia de la enfermedad en las áreas inundables de este municipio con un porcentaje de 85,7 %, frente a las áreas no inundables con una ocurrencia de la enfermedad del 9,1 %, se podría deducir que los factores climáticos (Chemere, 2022), los insectos hematófagos como tábanos, moscas de los ciervos y moscas de los establos siguen siendo factores de riesgo importantes para la transmisión de AIE (Malik et al., 2017). Reyes (2019) también indica que las provincias con casos significativos son de la región costa por lo que poseen climas cálidos y alto índice de humedad y tendencias a ser zonas inundables según la época del año.

Por otro lado, estos patrones difieren a los reportados en Brasil por Bezerra et al. (2021) que identificaron conglomerados de casos en diversas regiones fronterizas de los estados del nordeste de Brasil: Ceará, Paraíba, Pernambuco y Río Grande del Norte, con porcentajes de 1,22 % de presencia de la enfermedad en la temporada seca de 2017, y entre el 0,03 % y el 1,69 % en la temporada de lluvias de 2018. En el periodo seco de 2018 se encontró una ocurrencia de la enfermedad de 1,32 %.

En este sentido, el cambio climático global que es el resultado de la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente por el consumo de combustibles fósiles y su acumulación en la troposfera y fenómenos climáticos como el del Niño, pueden aumentar la temperatura entre 1 °C y 4,6 °C (Benavidez & León, 2007). Esto podría alterar la distribución y el comportamiento biológico de los organismos vectores y los huéspedes intermediarios, amplificadores o reservorios, así como la viabilidad y las tasas de maduración de los agentes infecciosos responsables de ciertas enfermedades que afectan a los equinos especialmente aquellas transmitidas por vectores (Timoney, 2017).

8. Conclusiones

Durante el periodo 2020-2023, el Sistema de Información Zoonosológica del Ecuador registró un total de 156 casos positivos de Anemia Infecciosa Equina, con altos porcentajes en la región Costa, seguido por la región sierra y por último la región Amazónica. Lo que sugiere que la región costa es el principal foco de la enfermedad, posiblemente debido a factores como condiciones ambientales favorables y mayor movilidad animal.

El análisis de la incidencia de Anemia Infecciosa Equina en Ecuador durante el periodo 2020-2023 revela una variabilidad en el número de casos positivos, la incidencia aumentó de 0,81 casos por cada 10 000 animales a 1,68 por cada 10 000 animales. Por lo que se evidencia factores adicionales que se relacionan con la propagación de la enfermedad.

Existe una correlación espacial del número de casos entre las provincias de la región costa lo que demuestra patrones de agrupación entre los lugares. Esto proporciona información crucial que no solo contribuye al entendimiento espacial de la AIE, sino que también puede ser fundamental para el diseño de estrategias de vigilancia y control sanitario, mejorando así la capacidad de intervención en la región y optimizando las medidas preventivas.

9. Recomendaciones

La AIE es una enfermedad que afecta a toda la población equina y el estatus zoonosario del país, por lo cual se recomienda desarrollar estrategias de control y reforzar medidas zoonosarias de las explotaciones equinas con el empleo de pruebas de diagnóstico, como el test Coggins.

Establecer medidas de cuarentena para los caballos con resultados positivos y controlar la población de mosquitos y otros vectores que propagan la enfermedad con el fin de prevenir la transmisión viral dentro del área.

Evitar la compra o venta de caballos sin verificar su estado sanitario y capacitar a los propietarios y empleados de las instalaciones equinas sobre cómo reconocer los síntomas de la AIE, la importancia de la detección temprana y notificación inmediatamente a Agrocalidad.

Se recomienda llevar a cabo estudios de prevalencia con nuevos métodos de diagnóstico para entender la epidemiología de la enfermedad en el país.

10. Bibliografía

- An, Q., Li, Y., Sun, Z., Gao, X., & Wang, H. (2024). Spatiotemporal analysis of equine infectious anemia and prediction of risk areas in Europe. *Preventive Veterinary Medicine*, 230(106281). doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2024.106281>
- Agrocalidad. (2015). Registro Oficial - Resolución 0267. Obtenido de Agencia de Regulación y Control Fito y Zoo Sanitario: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu155163.pdf>
- Araújo, J., Nunes, J., Da-Silva, I., Queiroz, B., Torres, P., & Abreu, A. (2023). Prevalence and main risk factors of equine infectious anemia in the southern of Bahia Coast Identity Territory, Brazil. *Scielo*, 90. doi:<https://doi.org/10.1590/1808-1657000052023>
- Barrandeguy, M., & Carossino, M. (2017). Enfermedades virales y bacterianas del equino. Obtenido de Repositorio de la Universidad de la Plata: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/87789/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barzoni, C., Martínez, D., Días, G., Nogueira, G., Payão, D., & Sperotto, M. (2018). Equine infectious anemia in the western region of Rio Grande do Sul, Brazil. *Scielo*, 48(6). doi:<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170809>
- Benavidez, H., & León, G. (2007). *Información Técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Obtenido de Nota Técnica del IDEAM: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/50544101/Gases_de_Efecto_Invernadero_y_el_Cambio_Climatico-libre.pdf?1480106247=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DINFORMACION_TECNICA_SOBRE_GASES_DE_EFECT.pdf&Expires=1744313026&Signature=Di1gPUKU-Qew
- Bezerra, C., Anjos, D., Falcão, B., Bezerra, C. M., Nogueira, D., Silva, M., Azevedo, S. (2021). Verdadera prevalencia y distribución espacial del Virus de Anemia Infecciosa Equino (EIAV) en Caballos de la Región Noreste de Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae*, 49. doi:<https://doi.org/10.22456/1679-9216.116488>
- Bolfa, P., Barbuceanu, F., Leau, S., & Leroux, C. (2015). Equine infectious anaemia in Europe: Time to re-examine the efficacy of monitoring and control protocols? *Equine veterinary journal*, 48(2), 140-142. doi:<https://doi.org/10.1111/evj.12466>

- Borges, A., Silva, L., Nogueira, M., Oliveira, A., Segri, N., Ferreira, F., Aguiar, D. (2013). Prevalence and risk factors for Equine Infectious Anemia in Poconé municipality, northern Brazilian Pantanal. *Research in Veterinary Science*, 95(1), 76-81. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2013.02.011>
- Cabrera, K. (2020). Análisis espacial de cuatro Helmintiasis zoonóticas importantes de interés veterinario en humanos de Ecuador en el periodo 2013-2017 para identificar conglomerados epidémicos. Obtenido de Repositorio de la Universidad de las Américas UDLA: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12596/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-62.pdf>
- Carvelli, A., Nardini, R., Carnio, A., Ricci, I., Rosone, F., Sala, M., . . . Sicluna, M. (2024). Equine Infectious Anaemia: The Active Surveillance of an Entire Equid Population Reduces the Occurrence of the Infection. *Transboundary and Emerging Diseases*(3439871), 13. doi:<https://doi.org/10.1155/2024/3439871>
- Castillo, O. (10 de 2023). Generación e implementación de una metodología para el análisis espacial de restricciones y condicionantes a derechos de uso y propiedad de la tierra sobre predios objeto de regularización, formalización, acceso y restitución de tierras en Colombia . Obtenido de Repositorio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/a7df929c-0e0c-472d-811b-a72bacbe5c24/content>
- Correa, N., Badel, M., & Fernández, J. (2021). Spatial and environmental analysis of *Mycobacterium avium* infected dairies in Antioquía (Colombia). *Revista Veterinaria*, 32(2), 155-163. Obtenido de https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/49181/RIUNNE_FACEN_A_AR_Correa-Badel-Fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Da-Silva, V., Barreto, D., Carvalho, J., Almeida, B., Pinheiro, C. J., & Mota, R. (2025). Clusters of high transmission risk and time series for Equine Infectious Anemia in Brazil. *ELSEVIER*, 105628. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2025.105628>
- Duque, L., Muñoz, J., & Mondragón, I. (2020). Prevalencia de Anemia Infecciosa Equina en la población de equinos. *Zootecnia Tropical*, 38. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/102623177/212-Texto_del_articulo-1148-2-10-20201111-libre.pdf?1684995051=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DPrevalencia_de_Anemia_Infecciosa_Equina.pdf
&Expires=1743028958&Signature=CDzUS8XR7Q3Mxp82s5aF

ESPAC. (2023). [ecuadorencifras.gob.ec](https://www.ecuadorencifras.gob.ec). Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua>

Espasandin, A. (12 de 2022). Evaluación de la resistencia genética a la Anemia Infecciosa Equina en caballos de una zona endémica de la Argentina. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional del Nordeste: https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/54615/RIUNNE_FVET_TD_Espasandin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Freire, J. (2012). Diagnóstico de Anemia Infecciosa Equina (AIE) mediante el Test de Coggins en hatos caballares de la Hoya de Loja. Repositorio de la Universidad Nacional de Loja. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5464/1/TESIS%20JUAN%20FREIRE%20ROMERO%20DIAGN%20C3%93STICO%20DE%20ANEMIA%20INFECCIOSA.pdf>

González del Pino, F. (2011). Anemia Infecciosa Equina (AIE): presentación de un cuadro clínico. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 12(10), 1-12. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63621921008>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F.: McGraw-Hill. Obtenido de https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Hyrum, G. (2021). Estudio de viabilidad financiera para el control y prevención de la Anemia Infecciosa Equina (AIE) en el Municipio de Ibagué. Obtenido de Repositorio de la Corporación Universitaria Minuto de Dios: <https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/1761b536-f771-4c10-a7d3-719f29d19c2c/content>

INEC. (2022). Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia_Estadistica/Micrositio_geoportail/marco-geoestadistico-2022.html

- Issel, C. J., Cook, R. F., Mealey, R. H., & Horohov, D. W. (2014). Equine Infectious Anemia in 2014: Live with It or Eradicate It? *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 30(3), 561-577. <https://doi.org/10.1016/J.CVEQ.2014.08.002>
- Jara, M., Frias-De-Diego, A., & Machado, G. (2020). Phylogeography of Equine Infectious Anemia Virus. *Frontiers Ecology and Evolution*, 8(127). doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00127>
- Machado, G., Corbellini, L., Frias-De-Diego, A., Nogueira, G., Viali, D., Jara, M., & Freitas, E. (2021). Impact of changes of horse movement regulations on the risks of equine. *Preventive Veterinary Medicine*, 190(105319). doi:<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105319>
- Maclachlan, J., & Dubovi, E. (2011). *Fenner's Veterinary Virology* (Cuarta edición ed.). Ithaca, New York, Estados Unidos : Elsevier.
- Malik, P., Singha, H., & Sarkar, S. (2017). Equine Infectious Anemia. *Emerging and Re-emerging Infectious Diseases of Livestock*, 215-235. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-47426-7_8
- Martínez, C., Rivera, J., Amores, J., Sánchez, A., & Contreras, A. (2023). Contributions of spatial epidemiology to the monitoring and control of Q fever: systematic review. *Anales de Veterinaria de Murcia*, 37. doi: <https://doi.org/10.6018/analesvet.556661>
- Milián-Belloso, S., Lepe-López, M., & Godoy, E. (2024). Estudio serológico de Anemia Infecciosa Equina en équidos de turismo de un municipio de Petén, Guatemala. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 35(6), 1-7. doi:<https://doi.org/10.15381/rivep.v35i6.27820>
- Molineri, A., Signorini, M., & Tarabla, H. (2016). Análisis espacial de los accidentes laborales in itinere en veterinarios de grandes animales en la provincia de Santa Fe. *Analecta Veterinaria*, 36(2), 23-27. Obtenido de <https://revistas.unlp.edu.ar/analecta/article/view/3550>
- Morales, A., Méndez, A., & Morales, M. (2015). Anemia infecciosa equina. Una Revisión. *Revista del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel"*, 46(1-2). Obtenido de http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_inhrr/article/view/12902

- Muriel, G., Ferrera, V., & Hernández, H. (2002). Manual de Enfermedades de los Equinos. Repositorio de la universidad de la Plata. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/133157/Documento_completo.%20pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Murillo, J. (2012). Estudio Epidemiológico de Anemia Infecciosa Equina en la provincia de Imbabura. Obtenido del repositorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstreams/a7a2613e-502b-4592-aacc-58eb0c2c0585/download>
- Neill, D., & Cortéz, L. (2018). Procesos y Fundamentos de la Investigación Científica. Machala: UTMACH. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>
- OIE. (2014). Anemia Infecciosa Equina. Manual de La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) sobre animales terrestres. (Vol. Capítulo 3.6.6).
- Oke, S. (2024). What Happened to an EIA-Free America? The Horse. Obtenido de <https://thehorse.com/1121583/what-happened-to-an-eia-free-america/>
- Palma, D. (2023). Determinación de patrones espaciales de peste porcina clásica en Ecuador, periodo 2019-2021. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional de Loja: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27451/1/DarwinMauricio_PalmaRam%C3%ADrez.pdf
- Popoff, N., Espasandin, A., Cipolini, M., Piñeyro, Q., Aguirre, M., Monzón, N., . . . D., M. (2022). Diagnóstico de Anemia Infecciosa Equina en pacientes del hospital Escuela. Obtenido de Repositorio de la Universidad Nacional del Nordeste: https://repositorio.unne.edu.ar/bitstream/handle/123456789/55056/RIUNNE_FVET_AC_Popoff-Espasandin-Cipolini.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rao, H., Shi, X., & Zhang, X. (2017). Uso del análisis estadístico de escaneo de Kulldorff para detectar conglomerados espacio-temporales de tuberculosis en la provincia de Qinghai, China, 2009-2016. *BMC Infect Dis*(17), 578. doi:<https://doi.org/10.1186/s12879-017-2643-y>

- Reyes, J. (2019). Comportamiento de la temperatura y la precipitación del perfil costero ecuatoriano en el año 2018. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 3(2). Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta23/OCE23_1.pdf
- Ricotti, S., García, M., Veaute, C., Bailat, A., Lucca, E., Cook, F., . . . Soutullo, A. (2016). Serologically silent, occult equine infectious anemia virus (EIAV) infections in horses. *Veterinary Microbiology*, 187, 41-49. doi:https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2016.03.007
- Roberts, H. (2017). Equine infectious anaemia in Europe: an ongoing threat to the UK. 181(17), 442-446. doi:https://doi.org/10.1136/vr.j4721
- Roirer, E., Ávila, L., Chagas, J., Tenorio, L., Marques, T., Morales, L., . . . Sad, E. (2020). Equine Infectious Anemia - Case report. *Research, Society and Development*, 9(11), e39591110098. doi:https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10098
- Ruiz, J., Cruz, Á., Reyes, E., Góngora, A., & López, A. (2008). Asociación serológica de la rinoneumonitis viral equina y la anemia infecciosa equina. *Revista MVZ Córdoba*, 13(1), 1128-1137. doi:https://doi.org/10.21897/rmvz.404
- Spickler, A., Roth, J., Galyon, J., Lofstedt, J., & Lenardón, M. (2010). *Enfermedades Emergentes y Exóticas de los Animales (Primera Edición ed.)*. Ames, Iowa, USA: State University College of Veterinary Medicine. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=s1R6wsyeT4IC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Suárez, P. (2020). Análisis de la distribución espacial de larva migrans en Ecuador, jmediante el empleo de indicadores epidemiológicos clásicos con datos del registro nacional de salud del periodo de años 2007 - 2017. Obtenido de Repositorio de la Universidad de las Américas UDLA: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12025/1/UDLA-EC-TMVZ-2020-19.pdf>
- Tarazona, E., & Ascanio, D. (2024). Principales factores de transmisión de la Anemia Infecciosa Equina. Obtenido de Repositorio de la Universidad Cooperativa de Colombia: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/50aca2ea-9bff-4f3d-9026-47cc311aef83/content>

- Timoney, P. (2017). Factors Influencing the International Spread of Equine Diseases. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 16(3), 537-551. doi:Veterinary Clinics of North America: Equine Practice
- Valbuena-Garcia, A., & Rodriguez-Villamizar, L. (2018). Análisis espacial en epidemiología: revisión de métodos. *Revista de la Universidad Industrial de Santander.*, 50 (4), 358-365. Obtenido de Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072018000400358#aff1
- Vallejo, R., Zambrano, M., Delgado, R., Vera, R., Fonseca, O., & Pérez, M. (2021). Prevalencia de anemia infecciosa equina en Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. Revisión sistemática y metanálisis. *Revista de Salud Animal*, 43(2), 1-11. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/356392267_Prevalencia_de_anemia_infecciosa_equina_en_Sudamerica_Centroamerica_y_el_Caribe_Revision_sistemica_y_metanalisis_Prevalence_of_equine_infectious_anemia_in_Central_America_the_Caribbean_and_South_Ame
- Vargas, J. (11 de 2018). Análisis espacial del riesgo de enfermedades respiratorias de notificación obligatoria en aves. Obtenido de Repositorio de la universidad Central del Ecuador: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/94efc844-2f67-4de1-8d74-37aa68bde36f/content>
- World Organisation for Animal Health. (14 de 08 de 2024). Anemia infecciosa equina WHO. Código terrestre WHO., pág. 8.
- Zapata, J. (2013). Determinación de la prevalencia de Anemia Infecciosa Equina (A.I.E) en trece predios de los cantones: Guano, Penipe, Chambo Y Riobamba, pertenecientes a la Provincia de Chimborazo. Obtenido del repositorio de la Escuela Superior Politecnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2873/1/17T1170.pdf>

11. Anexos

Anexo 1. Solicitud de Información a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoo Sanitario

M MAYRA ALEXANDRA TORRES VACA <mayra.torres@agrocalidad.gob.ec>
para mí

1 oct 2024, 8:55

Estimado Dr. Ochoa,

Reciba un cordial saludo de parte de la Coordinación General de Sanidad Animal de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario – Agrocalidad. En atención a su solicitud y reconociendo la importancia de su proyecto de investigación titulado "Determinación de patrones espaciales y seroprevalencia en regiones de riesgo asociados a la anemia infecciosa equina en el Ecuador", le informamos que hemos procedido a adjuntar la información correspondiente a los años 2020, 2021, 2022 y 2023.

Los datos proporcionados incluyen los registros de casos positivos y negativos de anemia infecciosa equina, así como la ubicación a nivel de provincia, cantón y parroquia, conforme a lo solicitado. Esperamos que esta información sea de utilidad para el desarrollo de su estudio epidemiológico y contribuya al avance de la investigación en sanidad animal en el Ecuador.

Saludos cordiales,

MVZ. Mayra Torres

Responsable de la Gestión de Planes de Contingencia / Dirección de Vigilancia Zoonosanitaria / Coordinación General de Sanidad Animal

Eloy Alfaro y Federico González Suárez, Av. Interoceánica Km. 14 1/2, sector La Granja.
(+593) 2 3828 860 ext. 2012
Código postal: 170903 / Tumbaco - Ecuador
www.agrocalidad.gob.ec



Anexo 2. Resultado de análisis de datos en el software SatScan

CLUSTERS DETECTED

```
1.Location IDs included.: GUAYAS, SANTA ELENA, LOS RIOS
Coordinates / radius..: (2.117227 S, 79.889321 W) / 96.75 km
Span.....: 149.65 km
Time frame.....: 2022/1/1 to 2023/12/31
Population.....: 25175
Number of cases.....: 66
Expected cases.....: 8.24
Annual cases / 100000.: 131.2
Observed / expected...: 8.01
Relative risk.....: 14.18
Log likelihood ratio..: 94.497669
P-value.....: < 0.000000000000000001
Recurrence interval...: 100000000000000000 years
```

```
1.Location IDs included.: PASTAZA, ORELLANA, MORONA SANTIAGO, NAPO, TUNGURAHUA, SUCUMBIOS,
                        CHIMBORAZO, COTOPAXI, BOLIVAR, CANAR, PICHINCHA, IMBABURA, AZUAY
Coordinates / radius..: (1.717809 S, 76.879201 W) / 290.78 km
Span.....: 438.48 km
Time frame.....: 2022/1/1 to 2023/12/31
Population.....: 90946
Number of cases.....: 6
Expected cases.....: 29.77
Annual cases / 100000.: 3.3
Observed / expected...: 0.20
Relative risk.....: 0.17
Log likelihood ratio..: 16.531202
P-value.....: 0.001
Recurrence interval...: 1000 years
```