

ARTÍCULO CIENTÍFICO

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ANEMIA INFECCIOSA EQUINA EN EL ECUADOR CONTINENTAL

SPATIAL DISTRIBUTION OF EQUINE INFECTIOUS ANEMIA IN CONTINENTAL ECUADOR

Ochoa-Castro, Diego^{a,b*}; Rojas, Gabriela^a; Luna, Eduardo^c; Bustillos-Huilca, Roberto^a; Rodríguez, Vladimir^a; Castillo, Paola^{b*}

^a Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables,
Universidad Nacional de Loja. Loja – Ecuador

^b Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario- AGROCALIDAD. Cuenca - Ecuador.

^c Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Amazonia. Lago Agrio – Ecuador.

*Autor de correspondencia: diego.ochoa@unl.edu.ec

Resumen

La anemia infecciosa equina constituye una de las principales enfermedades virales en el Ecuador, debido a sus repercusiones en la salud animal, la producción agropecuaria y la economía de las zonas rurales. Por esta razón, el propósito del presente trabajo fue analizar los patrones de distribución espacial de la enfermedad en el país, empleando los registros de brotes reportados por La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario entre los años 2020 y 2023. Se desarrolló un estudio de nivel ecológico por provincia, con un enfoque de análisis retrospectivo tanto espacial como espaciotemporal. En total, se notificaron 156 casos positivos, de los cuales 137 casos se localizaron en la Costa, 18 casos en la Sierra y finalmente un caso en el Oriente Ecuatoriano. La ocurrencia pasó de 0,81 casos por cada 10 000 animales a 1,68. El análisis retrospectivo espacial nos ayudó a identificar conglomerados significativos ($p < 0,05$). El primero incluyó a las provincias de Guayas, Santa Elena y Los Ríos, mientras que el segundo se limitó únicamente a Santa Elena. En cuanto a este análisis, se determinó el clúster estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en la zona centro-oriental del país, el cual incluyó a 13 provincias de la Sierra y Amazonía, evidenciando una marcada relación entre la geografía y la aparición de casos. En conclusión, los brotes de la enfermedad se registran

principalmente en la Costa y la Amazonía, lo que resalta la necesidad de fortalecer las medidas de vigilancia epidemiológica y control sanitario en estas áreas.

Palabras clave: análisis espacial, anemia infecciosa equina, Ecuador, salud animal

Abstract

Equine infectious anemia is one of the primary viral diseases in Ecuador, due to its significant impact on animal health, agricultural production, and the rural economy. For this reason, the purpose of this study was to analyze the spatial distribution patterns of the disease in the country, using records of outbreaks reported by the Phytosanitary and Animal Health Regulation and Control Agency between 2020 and 2023. An ecological study was conducted by the province using a retrospective spatial and spatiotemporal analysis approach. In total, 156 positive cases were reported, with 137 cases located on the coast, 18 cases in the highlands, and one case in eastern Ecuador. The incidence rose from 0,81 cases per 10,000 animals to 1,68 cases per 10,000 animals. The retrospective spatial analysis helped us identify significant clusters ($p < 0,05$). The first included the provinces of Guayas, Santa Elena, and Los Ríos, while the second was limited to Santa Elena alone. This analysis identified a statistically significant

* Correspondencia a: Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja. Loja-Ecuador. Teléfono: +593 996488332. Correo electrónico: diego.ochoa@unl.edu.ec

cluster ($p < 0,05$) in the central-eastern part of the country, encompassing 13 provinces in the Sierra and Amazon regions, indicating a clear relationship between geography and the occurrence of cases. In conclusion, outbreaks of the disease are primarily recorded in the Coastal and Amazon regions, underscoring the need to strengthen surveillance measures.

Keywords: spatial analysis, equine infectious anemia, animal health.

I. INTRODUCCIÓN

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 [1].

Esta enfermedad puede cursar desde la forma aguda hasta crónica, presentando signos clínicos característicos en fase aguda como fiebre, inapetencia, debilidad, signos adicionales como ictericia, taquipnea, taquicardia, trombocitopenia, epistaxis y heces sanguinolentas, mientras que los cuadros crónicos presentan depresión, pérdida de peso, anemia, hemorragias petequiales en membranas mucosas, incluso lesiones oftálmicas; sin embargo, muchos caballos pueden ser asintomáticos llegando a ser únicamente portadores de este 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 [2].

La AIE está distribuida en todo el mundo; el virus que la ocasiona ha sido notificado en América del Norte, Estados Unidos y Canadá, pero parece estar ausente en algunos países, tales como Islandia y Japón [2]. Esta enfermedad también ha sido descrita en algunos países de Sudamérica y Centroamérica, donde fueron detectados algunos casos por infección [3].

En Sudamérica se registró una prevalencia combinada del 13,1 % (IC 95 %: 11,1-15,2), mientras que en Centroamérica y el Caribe fue de 9,0 % (IC 95 %: 3,50-16,6). Asimismo, se evidenció que durante el periodo 2010-2016 la prevalencia combinada alcanzó el 16,3 % (IC 95 %: 11,7-21,5), cifra superior a la observada en

los años 2017-2021, con 6,6 % (IC 95 %: 0,52-0,81). Por otro lado, se identificó una mayor prevalencia en mulos, 20,7 % (IC 95 %: 7,1-37,9), en comparación con los asnos, 0,03 % (IC 95 %: 0-9,2), y los caballos, 12,6 % (IC 95 %: 11-14,3) [3].

En Ecuador, AGROCALIDAD ha reportado una prevalencia del 4,6 % para septiembre – diciembre del año 2011.

Al estar en la lista de enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), esta enfermedad requiere de medidas de control como la cuarentena de animales y la eliminación de los individuos infectados. En Ecuador, el control de esta enfermedad depende de AGROCALIDAD, a través del asesoramiento técnico y aplicación de las medidas recomendadas en el Artículo 1.2.3 del Código Sanitario para los Animales Terrestres [4].

Existen algunos estudios de AIE en el país, así en la provincia de Imbabura en una investigación llevada a cabo en 144 muestras recolectadas entre septiembre y diciembre del 2011 no se encontraron casos positivos, sin embargo los datos oficiales de AGROCALIDAD para el periodo de septiembre – diciembre del 2010, reportaron 22 positivos de 479 animales muestreados, con una incidencia de 4,59 % y una prevalencia de 4,60 %, y para el siguiente periodo de enero a septiembre del 2011 se evidenció un positivo de 203 animales muestreados, con una incidencia de 0,45 % y una prevalencia de 0,49 % [5].

En otro trabajo en 150 muestras de hatos caballares en la hoya de Loja, Freire (2012) [6] determinó que la enfermedad en la zona es inexistente. Mientras que un estudio desarrollado en 13 predios de los cantones: Guano, Penipe, Chambo y Riobamba, pertenecientes a la provincia de Chimborazo, se encontraron dos animales positivos (1,69 %) en el cantón Guano utilizando la prueba de Coggins [7].

Con estos antecedentes, el principal objetivo de este estudio fue analizar la distribución espacial de la anemia infecciosa equina en Ecuador utilizando datos del Servicio Veterinario Oficial en Ecuador (SVO), reportados durante el periodo 2020-2023. El análisis busca 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 la finalidad de incrementar el entendimiento y comprensión de los factores que contribuyen la distribución espacial de la enfermedad y asegurar que las decisiones de control estén mejor sustentadas teniendo en cuenta la investigación científica.

II. METODOLOGÍA

Lugar de ejecución del proyecto

La presente investigación se realizó utilizando la información de la base de datos de AIE de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD), la cual incluye información de las 23 provincias de las regiones: Costa, Sierra y Amazonía, a excepción de la región insular, desde el año 2020 hasta 2023 (Fig.1).

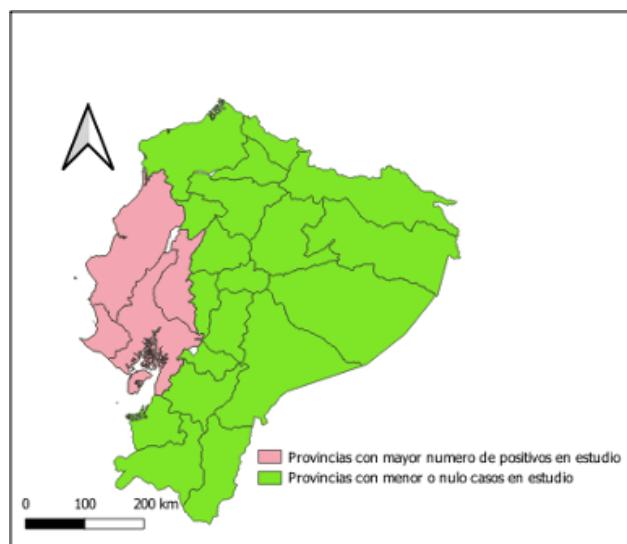


Fig. 1. Mapa de Ecuador continental: Región donde se representa el mayor y menor número de casos positivos de AIE.

Diseño de la investigación

Este estudio fue observacional de tipo ecológico

en el que se determinaron los patrones espaciales de la anemia infecciosa equina en Ecuador continental.

Tamaño de la muestra y tipo de muestreo

La población de estudio de esta investigación estuvo constituida por los casos confirmados de AIE del Sistema de información zoosanitaria Ecuador (SIZSE) de AGROCALIDAD. El número total de casos fue de 1901; los datos estuvieron distribuidos por provincia y cantón, en el periodo de enero de 2020 a diciembre de 2023.

Análisis estadístico

Se empleó un modelo de probabilidad de Poisson para llevar a cabo los estudios retrospectivos y prospectivos, identificando zonas con tasas de agregación elevadas y bajas por años. Se realizaron análisis con el 25 % y 50 % de la población en riesgo utilizando el programa SaTScan (versión 10.1 disponible de manera gratuita, <http://www.satscan.org>), el cual se usa frecuentemente para identificar aglomeraciones de espacio y tiempo en los ámbitos de la salud pública [8], mientras que para la creación de mapas se empleó el programa de sistemas de información geográfica Qgis V 3.22.4.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotes de Anemia infecciosa equina en Ecuador Continental

Los datos de esta enfermedad en el sistema de información zoosanitaria del Ecuador mostraron, durante el periodo de 2020 a 2023, un total de 156 casos positivos. La distribución geográfica de estos casos positivos fue de 137 (87,82 %) en la región costa, seguida de 18 (11,54 %) en la región sierra y de 1 (0,64 %) en la Amazonía. El número de casos positivos de AIE distribuidos por región y año se describe a continuación en la Tabla 1.

TABLA 1. 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

Al comparar el porcentaje de casos de AIE entre las tres regiones mediante la prueba de χ^2 , se evidenció una diferencia estadística ($p < 0,001$). La región Costa predomina sobre el resto (Tabla 2). En cuanto a los casos por provincia durante el periodo 2020 – 2023, en la Tabla 3 se observa que el mayor porcentaje corresponde a las provincias de Guayas (48,72 %), Los Ríos

(13,46 %) y Manabí (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 %), seguida de Pichincha con 4,49 % y Cotopaxi con 2,56 % en la sierra y el 0,64 % en la provincia de Pastaza en el Oriente ecuatoriano.

TABLA 2. 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	189753	0.001
%	87.82	0.64	11.54		

TABLA 3. CASOS POR PROVINCIA DE TODAS LAS NOTIFICACIONES INGRESADAS ENTRE LOS AÑOS 2020 – 2023

Regiones	Provincias	Positivos	Negativos
Región Sierra	Azuay	0	574
	Cañar	3	109
	Carchi	0	44
	Chimborazo	11	152
	Cotopaxi	4	0
	Imbabura	2	1
	Loja	0	46
	Pichincha	7	11
Región Costa	Tungurahua	0	37
	El Oro	5	82
	Esmeraldas	1	5
	Guayas	76	282
	Los Ríos	21	30
	Manabí	13	151
Región Amazónica	Santa Elena	12	6
	Morona Santiago	0	25
	Napo	0	8
	Orellana	0	28
	Pastaza	1	2
	Sucumbíos	0	10
	Zamora Chinchipe	0	11

Estos resultados coinciden con lo reportado por Vallejo et al. [3], quienes evidencian la presencia de anemia infecciosa equina en diversos países de Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. En Brasil, por ejemplo, se ha reportado la presencia de AIE en la región del Pantanal, con un 52 % de casos positivos, y en el estado de Bahía, con un 25,58 % [9,10]. En Argentina, específicamente en la provincia de Santa Fe, se documentó una prevalencia del 44,1 % de animales infectados [11], mientras que en Guatemala la prevalencia fue del 19,3 % [12]. Asimismo, Carvelli et al. [13]

señalaron la presencia de esta enfermedad en Italia, con un 0,18 % de casos positivos durante el período 2007-2012. En Rumanía, entre 2010 y 2014, se reportaron prevalencias anuales del 0,25 %, 0,48 %, 0,28 %, 0,29 % y 0,12 %, respectivamente [14].

Análisis retrospectivo de conglomerados de anemia infecciosa equina en Ecuador continental

El análisis retrospectivo espacial, utilizando una ventana temporal mensual y considerando el 50 % de la población en riesgo, identificó dos grupos estadísticamente significativos ($p < 0,05$), como se indica en la Tabla 4. El primer clúster estuvo compuesto por las provincias de la costa del Ecuador: Guayas, Santa Elena y Los Ríos, abarcando un período de 48 meses desde el 1 de enero de 2020 hasta el 31 de diciembre de 2023. En estas provincias, según datos del

INEC, se identificaron 25 175 equinos, con 8,4 casos esperados y un valor estadísticamente significativo ($p < 0,0001$). El segundo clúster correspondió únicamente a la provincia de Santa Elena durante 12 meses, desde el 1 de enero hasta el 31 de diciembre de 2020, con una población equina de 79 animales y solo 0,01 casos esperados, siendo también significativo ($p < 0,01$) (Fig. 2).

Estos resultados coinciden con lo reportado por An et al. [15], los cuales identificaron cinco clústeres significativos con áreas de alta incidencia concentradas en regiones con altas temperaturas como el sureste de Francia y el

TABLA 4. ANÁLISIS ESPACIAL RETROSPECTIVO CON EL 50 % DE LA POBLACIÓN EN RIESGO

Clúster ID	Tiempo inicio	Tiempo Fin	Radio	Población INEC	Número de casos	Casos esperados	Casos anuales/100000	Observado/Esperado	Riesgo relativo	Relación de probabilidad logarítmica	p valor
1	1/1/2020	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 *

*Estadísticamente significativo

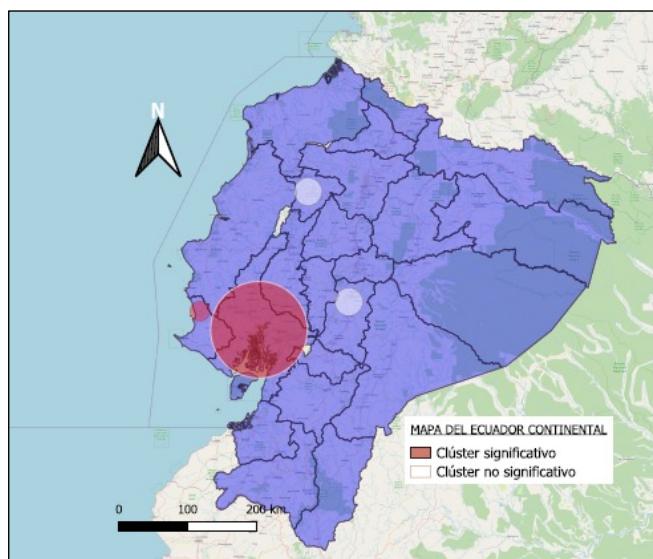


Fig.2. Análisis de clústeres prospectivos espaciotemporales entre 2020 y 2023: se centra en el 50 % de la población en riesgo.

noroeste de Italia. No obstante, difieren de los hallazgos de Da-Silva et al. [16], quienes analizaron tendencias temporales en Brasil durante 18 años (2006-2023), destacando tres clústeres de alto riesgo en las regiones Nordeste (39,75 %), Centro-Oeste (27,56 %) y Norte (20,95 %), donde la alta densidad equina se correlaciona con la ocurrencia de casos.

Estos resultados sugieren que, además de la densidad poblacional, factores ambientales como la temperatura y la precipitación anual también desempeñan un papel determinante [17]. En línea con estos hallazgos, Borges et al. [9] reportaron una mayor prevalencia en áreas inundables del municipio de Poconé, Brasil (85,7 %), en comparación con áreas no inundables (9,1 %), enfatizando el papel crucial de factores climáticos y vectores hematófagos como tábanos y diversas moscas en la transmisión de AIE [19]. Reyes [19] también destacó que las provincias costeras ecuatorianas, con climas cálidos, alta humedad y áreas propensas a inundaciones estacionales, presentan una alta incidencia de esta enfermedad.

Por otra parte, el análisis espaciotemporal de agregación en meses con un 50 % de la población en riesgo dio como resultado un clúster estadísticamente significativo ($p < 0,05$), como se indica en la Tabla 5. El conglomerado (clúster 1) formado 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 y 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 $p < 0,001$ (Fig. 3).

Estos patrones difieren a los reportados en Brasil por Bezerra et al. [21], que identificaron conglomerados de casos en diversas regiones fronterizas de los estados del Nordeste de Brasil: Ceará, Paraíba, Pernambuco y Río

TABLA 5. ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL RETROSPECTIVO CON 50 % DE LA POBLACIÓN EN RIESGO

Clúster ID	Tiempo inicio	Tiempo Fin	Radio	Población INEC	Nº de casos	Casos esperados	Casos anuales /100000	Observado /Esperado	Riesgo relativo	Relación de probabilidad logarítmica	p valor
1	1/1/2021	31/12/2023	290 78	90 946	6	29.77	3.3	0.20	0.17	16 531 202	0.001 *
2	1/1/2021	31/12/2023	0	46 072	3	7.54	6.5	0.40	0.38	1 851 176	0.863

*Estadísticamente significativo

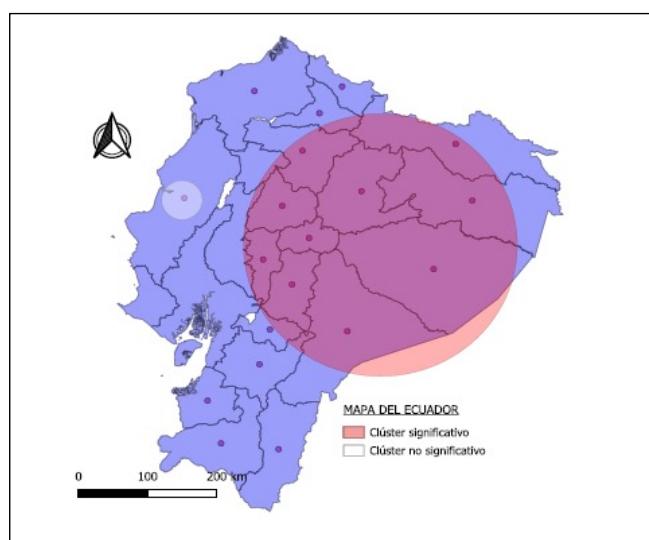


Fig.3. Mapa de Ecuador Continental con clústeres significativos y no significativos.

Grande do 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. Durante el periodo seco de 2018 se registró una tasa de 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 consumir combustibles fósiles y su acumulación en la troposfera y fenómenos climáticos como el del Niño, puede aumentar la temperatura entre 1 °C y 4,6 °C [22]. 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 [23].

IV. CONCLUSIONES

Durante el periodo 2020-2023, el Sistema de Información Zoosanitaria del Ecuador registró un total de 156 casos positivos de anemia infecciosa equina, con altos porcentajes en la región Costa, seguida por la región Sierra y, por último, la región Amazónica. Lo que sugiere que la región costera es el principal foco de la enfermedad, posiblemente debido a factores como condiciones ambientales favorables para el desarrollo de los vectores y mayor movilidad animal.

Existe una correlación espacial entre el número de casos y las provincias de la región costa, lo que evidencia 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.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario-AGROCALIDAD y a los académicos de la Universidad Nacional de Loja, por su valiosa colaboración y apoyo en esta investigación.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores aseguran que no tienen conflictos de interés que declarar.

REFERENCIAS

[1] Stringer A. Infectious Diseases of Working Equids. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2014;30(3):695-718.

[2] Spickler AR. Equine Infectious Anemia [Internet]. Ames: The Center for Food Security and Public Health; 2022 [citado 2024 jun 10]. Disponible en: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/equine_infectious_anemia.pdf

[3] Vallejo R, Zambrano M, Delgado R, Vera R, Rodríguez O, Perez M. Prevalencia de anemia infecciosa equina en Sudamérica, Centroamérica y el Caribe. *Rev Salud Anim.* 2021;4(2):11.

[4] OMSA. Anemia Infecciosa Equina. Manual de la Organización Mundial de Sanidad Animal sobre animales terrestres. 2019;1(3.6.6).

[5] Murillo J. Estudio epidemiológico de anemia infecciosa equina en Imbabura [Tesis]. Cotopaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2012.

[6] Freire J. Diagnóstico de anemia infecciosa equina mediante el test de Coggins en Loja [Tesis]. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2012.

[7] Zapata J. Prevalencia de anemia infecciosa equina en Chimborazo [Tesis]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2013.

[8] Kulldorff M, Heffernan R. A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection. *PLoS Med.* 2005;2(3):e59

[9] Borges A, Silva L, Nogueira M, Oliveira A, Segri N, Ferreira F, et al. Prevalence and risk factors for equine infectious anemia in Brazilian Pantanal. *Res Vet Sci.* 2013;95(1):76-81.

[10] Araújo J, Nunes J, Da-Silva I, Queiroz B, Torres P, Abreu A. Equine infectious anemia in Bahia, Brazil. *Arq Inst Biol.* 2023;90.

[11] Ricotti S, García M, Veaute C, et al. Occult equine infectious anemia virus infections. *Vet Microbiol.* 2016;187:41-9.

[12] Milián-Belloso S, Lepe-López M, Godoy E. Estudio serológico de AIE en Petén, Guatemala. *Rev Investig Vet Peru.* 2024;35(6).

[13] Carvelli A, Nardini R, Carnio A, et al. Equine Infectious Anaemia Surveillance in Italy. *Transbound Emerg Dis.* 2024;1:13.

[14] Bolfa P, Barbuceanu F, Leau S, Leroux C. Equine infectious anaemia in Europe. *Equine Vet J.* 2015;48(2):140-2.

[15] An Q, Li Y, Sun Z, Gao X, Wang H. Spatiotemporal analysis of EIA in Europe. *Prev Vet Med.* 2024;230.

[16] Da-Silva V, Barreto D, Carvalho J, et al. Clusters of high transmission risk for EIA in Brazil. *Res Vet Sci.* 2025;189.

[17] Machado G, Corbellini L, et al. Impact of horse movement regulations on equine diseases. *Prev Vet Med.* 2021;190.

[18] Malik P, Singha H, Sarkar S. Equine Infectious Anemia. En: Bayry J, editor. *Emerging Diseases of Livestock.* Cham: Springer; 2017. p. 215-35.

[19] Reyes J. Temperatura y precipitación en el perfil costero ecuatoriano, 2018. *Acta Oceanogr Pacíf.* 2019;23(1).

[20] Bezerra C, Anjos D, et al. Prevalencia y distribución espacial de EIAV en Brasil. *Acta Sci Vet.* 2021;49.

[21] Benavidez H, León G. Gases de efecto invernadero y cambio climático [Internet]. IDEAM; 2007 [citado 2024 jun 10]. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>

[22]Timoney P. Factors Influencing the International Spread of Equine Diseases. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 2017;16(3):537-51.

[23]Ochoa D. Patrones espaciales de AIE en Ecuador [Tesis]. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2025.