

Seroprevalencia del virus de Lengua Azul en cabras (*Capra hircus*) de la Región Norte del Perú

Seroprevalence of Bluetongue virus in goats (*Capra hircus*) of the Northern Region of Peru

Josselyn Escano L.¹, Dennis Navarro M.¹, Jessica Jurado P.¹, Miguel Ara G.², Jorge Mantilla S.³, Mercy Ramírez V.¹, Hermelinda Rivera G.^{1*}

RESUMEN

Lengua Azul es una enfermedad endémica en regiones tropicales y subtropicales y el virus causante de la enfermedad es transmitido por mosquitos vectores del género *Culicoides*. El objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia del virus de Lengua azul (VLA) en cabras de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad (Perú). Se colectaron muestras de sangre (n=424) entre junio a octubre de 2017 de cabras mayores a 6 meses de edad, sin signos clínicos de enfermedad y criadas en forma extensiva. Los sueros fueron analizados con kits comerciales de ELISA de competición para determinar anticuerpos contra VLA. Se encontró una seroprevalencia de 23.8% (IC 95% 19.84-28.16). Los resultados por departamento indican que 34.9% (81/232), 20.9% (13/62), 9.5% (4/42) y 6.0% (3/50) y 0% (0/38) de las cabras de Piura, Tumbes, Cajamarca, Lambayeque y La Libertad, respectivamente, tuvieron anticuerpos contra el VLA. La seropositividad al VLA mostró una asociación positiva ($p<0.05$) con la edad de las cabras y negativa ($p<0.05$) con la altitud (msnm) de crianza.

Palabras clave: cabras, virus, lengua azul, anticuerpos, ELISA de competición

¹ Laboratorio de Microbiología y Parasitología Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

² Laboratorio de Bioquímica y Nutricional Animal, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

³ Subdirección de Control y Erradicación de Enfermedades, Dirección de Sanidad Animal, Servicio Nacional de Sanidad Agraria-SENASA, Lima, Perú

* E-mail: hriverag@unmsm.edu.pe

Recibido: 27 de julio de 2022

Aceptado para publicación: 20 de octubre de 2022

Publicado: 22 de diciembre de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

Bluetongue is an endemic disease in tropical and subtropical regions and the virus that causes the disease is transmitted by mosquito vectors of the genus *Culicoides*. The aim of this study was to determine the seroprevalence of the Bluetongue virus (BTV) in goats from the departments of Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca and La Libertad (Peru). Blood samples (n=424) were collected from goats older than 6 months of age, without clinical signs of disease and reared in extensive production systems between June and October 2017. The sera were analysed with commercial ELISA competition kits to determine antibodies against BTV. A seroprevalence of 23.8% (95% CI 19.84-28.16) was found. The results by department indicate that 34.9% (81/232), 20.9% (13/62), 9.5% (4/42) and 6.0% (3/50) and 0% (0/38) of samples from Piura, Tumbes, Cajamarca, Lambayeque and La Libertad, respectively, had antibodies against BTV. The seropositivity showed a positive association ($p < 0.05$) with the age of the goats and negative ($p < 0.05$) with the altitude of rearing.

Key words: goats, virus, bluetongue, antibodies, competitive ELISA

INTRODUCCIÓN

La cabra (*Capra hircus*) doméstica proviene de la domesticación de la cabra bezoar (*Capra aegagrus*), especie silvestre que habitaba el Asia Central hace más de 10 000 años. La cabra fue una de las primeras especies en ser domesticada y que contribuyó al desarrollo y migración del humano (Zheng *et al.*, 2020). Es una especie que se encuentra distribuida en todos los continentes, estimándose una población cercana a los mil millones, y de ese total, el 58.2 y 36.2% se encuentran en los continentes asiático y africano, respectivamente (Amills *et al.*, 2017).

Las primeras cabras llegaron al Perú con el ingreso de los españoles en 1536 para abastecerlos de carne y leche. Las razas inicialmente introducidas fueron la Granada, Murcia y Málaga. Luego de muchas adaptaciones al sistema de crianza, mestizaje y a las diversas condiciones geográficas del país, se desarrolló el tipo de animal conocido como la «criolla» (Urviola *et al.*, 2016). La población caprina en el país es de 1 814 359, según el último censo agropecuario de 2012, encon-

trándose principalmente en la costa (68%), mayormente bajo crianza transhumante, mientras que el 31% se distribuye en los valles interandinos de la sierra (INEI, 2012; Urviola *et al.*, 2016).

Las cabras en el Perú, al igual que en otros países, cumplen un importante rol en la vida socio-económica de numerosas familias rurales al proveerles ingresos por la venta de queso, carne y cuero y como fuente de proteínas; sin embargo, su crianza sigue siendo precaria con escasa asistencia técnica y médica (Urviola *et al.*, 2016; Miller y Lu, 2019). No obstante, es una de las especies que está siendo considerada como una alternativa para la crianza moderna y sostenible debido a su rusticidad, adaptabilidad a ambientes áridos y resistencia a enfermedades (Urviola *et al.*, 2016; Miller y Lu, 2019).

Se dispone de escasa información de su situación sanitaria en el país, con excepción de la vigilancia oficial de brucelosis (SENASA, 2019). En estas últimas décadas, la Lengua azul, enfermedad arboviral, está emergiendo como una enfermedad de gran impacto económico al ocasionar severos brotes epizooticos en rumiantes en áreas geo-

gráficas donde no hubo reportes previos (Tabachnick, 2004). Lengua azul es una enfermedad de reporte obligatorio ante la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), cuya presentación limita el comercio internacional de animales y de sus productos (MacLachlan *et al.*, 2019).

Lengua azul es una enfermedad prevalente en zonas tropicales y subtropicales, donde los animales son infectados por el virus sin que se observe una evidencia clínica (Rivera *et al.*, 2013; Navarro *et al.*, 2019, Jurado *et al.*, 2020). Diversos estudios epidemiológicos sugieren que el calentamiento global es uno de los principales factores que favorece la migración y distribución de vectores hacia altitudes superiores hallando animales susceptibles y ocasionado brotes y pérdidas económicas (MacLachlan y Guthrie, 2010). La mayor población de cabras en el Perú se encuentra en el norte, donde existen factores medioambientales propicios para la presencia de insectos *Culicoides*. Ante esto, el objetivo del estudio fue determinar la seroprevalencia del virus de Lengua azul (VLA) en cabras de los departamentos del norte del Perú como base para futuros estudios epidemiológicos y moleculares sobre esta enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Las muestras de sueros de cabras del estudio fueron obtenidas por el Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA) entre junio a octubre de 2017 como parte de la vigilancia activa de la brucelosis caprina a nivel nacional. La presente investigación consideró los sueros de cabras de los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y Cajamarca, con base a las condiciones ecológicas y climáticas favorables para la presencia del vector y por existir una mayor población de cabras en dichas zonas.

Se consideraron muestras de sueros de cabras ($n=424$) hembras mayores a seis meses y que no estuvieran en gestación aparente en el momento del muestreo. El tamaño de muestra fue obtenido para un muestreo bietápico con probabilidad proporcional al tamaño de la población de sueros de cabras registrados en el censo agropecuario de 2012. Se usaron las mismas unidades primarias de muestreo (predios) y el mismo número de cabras por predio según el procedimiento descrito por Segura y Honhold (2000), considerando 56% como prevalencia (Jurado *et al.*, 2020), un nivel de confianza de 95% y un error permisible de 5%. El número de sueros a ser muestreado por predio se obtuvo según el procedimiento de Elbers *et al.* (1995) usando un coeficiente de correlación intraclassa de 0.4 (Carvelli *et al.*, 2019). El tamaño de muestra fue corregido por efecto del diseño (Segura y Honhold, 2000) y la distribución de las muestras de suero se indica en el Cuadro 1.

Detección de Anticuerpos

Se utilizó un kit comercial de ELISA de competición (ID.vet, Francia) para la detección de anticuerpos contra el virus de Lengua azul. El kit presenta una sensibilidad de 100% (99.49-100%) y especificidad diagnóstica de 100% (99.84-100%) y fue utilizado siguiendo las indicaciones incluidas en el kit por el fabricante. Se consideró como resultado negativo porcentajes de competición (S/N%) superiores o iguales a 40% y positivo cuando fue inferior al 40%.

Análisis Estadístico

La prevalencia del VLA fue estimada mediante la proporción de animales seropositivos sobre el total de animales muestreados. Se calculó el intervalo de confianza de 95% de la prevalencia de acuerdo con el procedimiento de Wald y se realizó un análisis monovariado de asociación de la prevalencia con la edad de las cabras (≤ 11 , 12 a 24, ≥ 25

Cuadro 1. Población caprina, conglomerados y muestras colectadas por departamento del Perú en el estudio de seroprevalencia de Lengua azul (2017)

Departamento	Población	Proporción	Conglomerado	Muestras
Tumbes	70,012	0.14	31	62
Piura	260,221	0.55	117	232
Lambayeque	55,607	0.12	25	50
La libertad	41,802	0.08	18	38
Cajamarca	48,163	0.10	21	42
Total	475,805	1	212	424

Cuadro 2. Seroprevalencia del virus de Lengua Azul en cabras de la Región Norte del Perú (2017)

Departamento	Conglomerados (n)	Animales (n)	Seropositivos (%)	IC 95%
Tumbes	31	62	20.9	10.83 - 31.10
Piura	117	232	34.9	28.78 - 41.01
Lambayeque	25	50	6.0	0 - 12.58
La libertad	18	38	0	0 - 7.89
Cajamarca	21	42	9.5	0.65- 18.40
Total	212	424	23.8	19.77 – 27.86

Cuadro 3. Seroprevalencia del virus de Lengua Azul en cabras según grupo etario y altitud de crianza de la Región Norte del Perú (2017)

	Animales (n)	Seropositivos		IC 95%	P-valor
		n	%		
Edad (meses)					
<11	74	9	12.16	4.72 – 19.61	<0.001
12-24	272	64	23.53	18.49 - 28.57	
>24	78	28	35.90	25.25 - 46.54	
Altitud (msnm)					
>1000	352	86	24.43	20.03 - 29.26	<0.001
1001-2999	40	15	37.50	22.72 - 54.19	
≥3000	32	0	0.00	0 – 9.38	
Total	424	101	23.8	19.77 – 27.86	

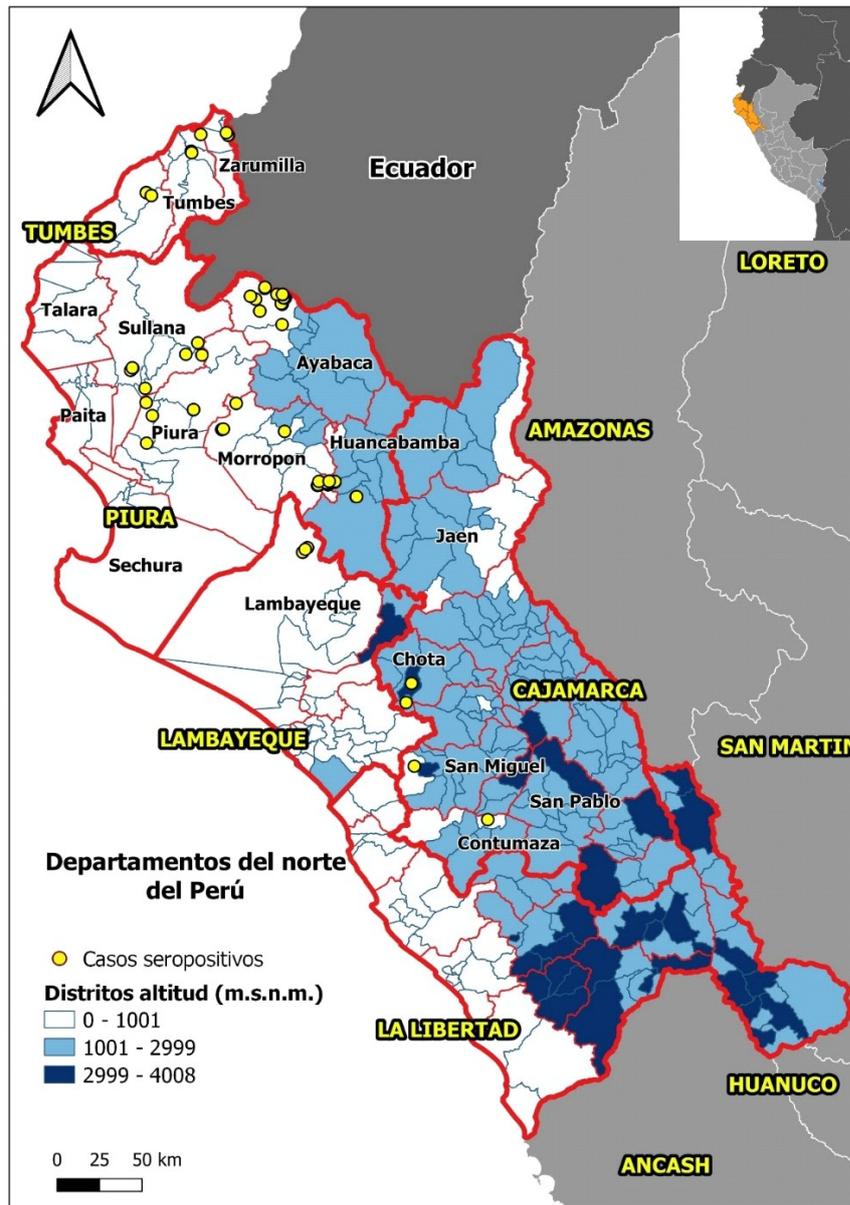


Figura 1. Departamentos del norte del Perú con presencia de cabras seropositivas al virus de Lengua azul (2017)

meses) y con la altitud (msnm) de la zona de crianza (≤ 1000 , 1001 a 2000 , ≥ 2001 msnm) usando la prueba del Chi cuadrado de Pearson como estadístico de contraste y un nivel de significancia de 0.05 . Para el análisis de los datos se usó el programa Stata 14.0 (Stata Corp, 2015).

RESULTADOS

La seroprevalencia global de anticuerpos contra el VLA en cabras en la zona del estudio fue de 23.8% (IC 95% : $19.77 - 27.86\%$). La mayor prevalencia se observó en las ca-

bras del departamento de Piura 34.9% (81/232), seguido Tumbes (20.9%, 13/62), Cajamarca (9.5%, 4/42) y Lambayeque (6%, 3/50). No hubo casos positivos en las cabras de La Libertad (Cuadro 2, Figura 1). En el departamento de Piura, las provincias con mayor seroprevalencia fueron Huancabamba (94%, 15/16), Ayabaca (85%, 34/40), Morropón (50%, 8/16), Piura y Sullana.

Los seroprevalencias según el grupo etario y la altitud de las zonas de crianza se muestran en el Cuadro 3. Se encontró una asociación significativa ($p < 0.05$) entre seropositividad y grupo etario, siendo que los animales con mayor edad tienden a estar más afectados. Por otro lado, rebaños en alturas superiores a los 3000 msnm fueron negativas al VLA ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

La seroprevalencia global de 23.8% del VLA es alta e importante ya que muestra una amplia difusión del virus en poblaciones de cabras criadas en ecosistemas que van desde zonas áridas con bosques secos, otras con climas templados con abundante vegetación y zonas con temperaturas frías en las vertientes de los Andes. Durante el muestreo, las cabras no presentaron signos clínicos compatibles con Lengua azul indicando que la infección en estas poblaciones de cabras es subclínica.

El VLA es endémico en zonas tropicales y subtropicales, zonas donde se presentan las condiciones bióticas y abióticas que propician la transmisión viral (Purse *et al.*, 2005; MacLachlan, 2011; MacLachlan *et al.*, 2015). Los estudios serológicos de VLA en América Latina no siempre se han asociado con la enfermedad clínica, con la excepción de Brasil, donde se han informado casos clínicos en ovejas, ciervos y cabras (Clavijo *et al.*, 2002; Álvarez-Balaro *et al.*, 2014; Guimarães *et al.*, 2017). Los trabajos citados

afirman que la manifestación clínica inusual de la enfermedad puede deberse a factores como la introducción de razas o de otros serotipos patógenos, así como cambios en la humedad, precipitaciones, velocidad del viento y variación de la temperatura, entre otros, debido al calentamiento global y el cambio climático.

Los resultados indican que 34.9% (81/232) de las muestras de cabras colectadas en el departamento de Tumbes presentaron anticuerpos contra el VLA seguido de Tumbes (20.9%, 13/62). En el caso del departamento de Piura, las provincias de Ayabaca, Huancabamba y Morropón corresponden a la zona andina de Piura con altitudes que van desde menos de 1000 a más de 3000 msnm, con clima cálido, templado y frío, respectivamente, durante el invierno (INEI, 2012; Figura 1) y donde se concentra la mayor población ganadera y una vegetación ideal para el desarrollo y reproducción de mosquitos vectores de arbovirus (Méndez *et al.*, 2009). Piura, por ser el departamento con mayor población de cabras se muestreó un mayor número de predios ($n=117$), y esto pudo haber influenciado la mayor positividad encontrada. Por otro lado, las cabras al ser criadas en forma extensiva recorren grandes distancias en busca de pasturas compartiendo el espacio con otras especies de animales (Temoche, 2019).

Las muestras obtenidas en 6 de los 21 predios distribuidos en 18 distritos de Cajamarca presentaron una positividad de 9.5% (4/42) de anticuerpos. Las muestras positivas fueron de cabras criadas en altitudes entre 1291 a >2900 msnm, sugiriendo que la baja prevalencia podría deberse a ciertas condiciones climáticas, épocas del año o poca población de cabras en estas áreas. Resultados similares en cuanto a porcentaje de seropositividad y condiciones ecológicas fueron hallados por Ravishankar *et al.* (2005) en ovejas y cabras en la región de Karala, India.

Lambayeque es otro departamento donde solo se encontró 6% (3/50) de muestras seropositivas en 2 de los 25 predios muestreados. Las muestras positivas fueron de cabras de los distritos de Olmos y Motupe donde se desarrolla la agricultura en base a irrigaciones. No se dispone de información respecto al historial de los rebaños con animales seropositivos, pero es posible que sean animales introducidos de otras localidades con fines de mejoramiento o resultado de infecciones esporádicas asociadas a cambios climáticos que hicieron posible la incursión de los mosquitos vectores del virus. Por otro lado, en el caso de La Libertad, el mayor porcentaje de la ganadería se desarrolla en forma extensiva y semi-extensiva, entre 2700 a 4000 msnm (INEI, 2012) donde la altitud, la temperatura y el tipo de crianza podrían constituir barreras para los mosquitos vectores del VLA.

La prevalencia global de 23.8% encontrada en este estudio fue inferior al 56% de seropositividad al VLA obtenido por Jurado *et al.* (2020) en ovinos de pelo en San Ramón (Junín) y 46% por Navarro *et al.* (2019) en Pucallpa (Ucayali, Perú). El norte peruano, a pesar de su proximidad a la línea ecuatorial, la temperatura y humedad relativa muestran oscilaciones variables que dependen de la época del año, del fenómeno de El Niño y de los fuertes fríos provenientes de la Cordillera de los Andes (MINAGRI, 2015). Estas condiciones contribuirían a una discontinuidad en la presencia del vector, como sugieren Portela *et al.* (2015). Por otro lado, las condiciones ecológicas en las zonas tropicales son más estables y favorables para la multiplicación y circulación del *Culicoides*.

Se observó una asociación significativa ($p < 0.05$) entre la prevalencia de VLA con el grupo etario de las cabras y la altitud de crianza, siendo el porcentaje de positivos mayor en las cabras de 25 meses en comparación a los de 11 meses de edad (Cuadro 3). Esta asociación se explica debido a que a mayor

edad la probabilidad de ser infectados o re-infectados se incrementa. Lo mismo fue observado por Yavari *et al.* (2018), donde la seroprevalencia fue mayor en ovinos con edades mayores a 2 años. Por otro lado, Elmahi *et al.* (2020) encontraron que cabras de 6-11 meses resultaron más susceptibles a la infección por el VLA (93.9%) que las de mayor edad (85.5%). En este caso, una posible explicación podría ser la pérdida temprana de la inmunidad pasiva o el tipo de crianza donde los animales jóvenes son confinados por protección de predadores.

Se encontró una asociación significativa ($p < 0.05$) entre la seropositividad y la altitud de crianza. La mayor parte [37.5 (15/40)] de las cabras seropositivas se encontraron entre 1000 y 2900 msnm; no encontrándose animales infectados por encima de los 3000 msnm (Cuadro 3). No hay información publicada en el país con la cual contrastar estos resultados; sin embargo, datos de otras latitudes parecen confirmar un efecto negativo de la altitud sobre LA. Así, Pioz *et al.* (2012), usando modelos simultáneos autoregresivos con errores espaciales, encontraron que la altitud, particularmente en los rangos 222 a 358 y 359 a 1915 msnm, afectó negativamente la velocidad de dispersión del VLA serotipo 8 en la epizootia de 2007 en Francia. Los autores atribuyen este resultado a la influencia negativa de la altura sobre la abundancia y actividad del vector. Por su lado, Abera *et al.* (2018), usando regresión logística múltiple, hallaron OR ajustados de 5.69 y 2.35, estadísticamente significativos, de zonas bajas y medias, respectivamente, comparadas con zonas altas, con respecto a la seroprevalencia de VLA en cabras y ovejas de Etiopía occidental. Un estudio similar realizado en la Llanura Tibetana de China, donde la elevación promedio es de 4000 msnm, con veranos cortos e inviernos largos con temperaturas de 0 °C, y donde los *Culicoides* son estacionales y su actividad indica en primavera e incrementa en verano, mostró seroprevalencias de 20.3% en ovejas y 17.3% en yaks (Jian-Gang-Ma *et al.*, 2017).

No se dispone de muchos reportes de seroprevalencia de VLA en cabras en América Latina. En Río de Janeiro, Brasil, se encontró seropositividad de 44% en cabras de apariencia normal (Cunha *et al.*, 1988), en tanto que Portela *et al.* (2015) encontraron prevalencias de 7.4% en Ecuador, y Gibbs *et al.* (1983) reportaron entre 40 a 100% en países de la zona del Caribe. En otros países con alta población de cabras como China, Egipto, India, Irán y Sudán, la exposición a VLA varía entre 33 y 100% (Mozaffari *et al.*, 2014; Karam *et al.*, 2018; Elmahi *et al.*, 2020), con variaciones según las regiones (Ravishankar *et al.*, 2005). Ante el inminente calentamiento global, enfermedades emergentes como el arbovirus Lengua azul podrían afectar la salud de los rumiantes criados en zonas interandinas y andinas ocasionando severas pérdidas económicas, por lo que se considera necesario realizar los estudios de serotipificación del virus, así como la vigilancia entomológica de *Culicoides* spp en el país.

CONCLUSIONES

- La seroprevalencia del virus de Lengua azul (VLA) en cabras sin signos clínicos de enfermedad de los departamentos de la Región Norte del Perú fue de 23.8% (CI 95%, 19.77-27.86).
- El porcentaje de animales seropositivos fue mayor en las provincias de Huancabamba, Ayabaca y Morropón, Piura.
- Las muestras de cabras del departamento de La Libertad fueron seronegativas del VLA.
- Se evidenciaron asociaciones significativas entre la prevalencia de anticuerpos contra VLA con la edad de las cabras y con la altitud de las crías.

Agradecimiento

El estudio fue financiado por el Fondo Nacional para el Desarrollo de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) con Contrato 356-

2019-Fondecyt y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos con Resolución Rectoral N.º 07465-R-19.

LITERATURA CITADA

1. **Abera T, Bitew M, Gebre D, Mamo Y, Deneke Y, Nandi S. 2018.** Bluetongue disease in small ruminants in South Western Ethiopia: Cross-sectional sero-epidemiological study. BMC Res Notes 11: 12. doi: 10.1186/s13104-018-3222-z
2. **Álvarez-Balero F, Dos Santos-Lima M, Del Faya C, Ribeiro de Oliveira G, Maristela Pituco E, Zandonai Brandao F. 2014.** Outbreak of bluetongue virus serotype 4 in dairy sheep in Rio de Janeiro, Brazil. J Vet Diagn Invest 26: 567-570. doi: 10.1177/104063871-4538020
3. **Amills M, Capote J, Tosser-Klopp G. 2017.** Goat domestication and breeding: a jigsaw of historical, biological and molecular data with missing pieces. Anim Genet 48: 631-644. doi: 10.1111/age.12598
4. **Carvelli A, Sala M, Autorino G, Scicluna M, Iacoponi F, Rombola P, Scaramozzino P. 2019.** A cross-sectional serosurvey in a sheep population in central Italy following a bluetongue epidemic. Plos One. 14: e0208074. doi: 10.1371/journal.pone.0208074
5. **Cunha R, Souza D, Teixeira A. 1988.** Prevalence of antibodies of bluetongue virus in the serum of goats and sheep in Rio de Janeiro State. Arq Fluminenses Med Vet 3: 53-56.
6. **Clavijo A, Sepulveda L, Riva J, Pessoa-Silva M, Taylor-Ruthes A, Lopez JW. 2002.** Isolation of bluetongue virus serotype 12 from an outbreak of the disease in South America. Vet Rec 151: 301-302. doi: 10.1136/vr.151.10.301
7. **Elbers A, Stegeman J, De Jong M, Lambers J, De Koning R, Hunneman W. 1995.** Estimating sample sizes for a

- two-stage sampling survey of seroprevalence of pseudorabies virus (PRV)-infected swine at a regional level in The Netherlands. *Vet Quart* 17: 92-95. doi: 10.1080/01652176.1995.9694540
8. **Elmahi M, Karrar A, Elhassan A, Hussien M, Enan K, Mansour M, Hussein A. 2020.** Serological investigations of bluetongue virus (BTV) among sheep and goats in Kassala State, Eastern Sudan. *Vet Med Int* 2020: 8863971. doi: 10.1155/2020/8863971
 9. **Gibbs EPJ, Greiner EC, Alexander FCM, King TH, Roach J. 1983.** Serological survey of ruminant livestock in some countries of the Caribbean region and South America for antibody of bluetongue virus. *Vet Rec* 113: 446-448. doi: 10.1136/vr.113.19.446
 10. **Guimarães L, Rosa J, Matos A, Cruz R, Guedes M, Dorella F, Figueiredo H, et al. 2017.** Identification of bluetongue virus serotypes 1, 4, and 17 co-infections in sheep flocks during outbreaks in Brazil. *Res Vet Sci* 113: 87-93. doi: 10.1016/j.rvsc.2017.09.001
 11. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012.** IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
 12. **Jian-Gang Ma, Xiao-Xuan Zhang, Wen-Bin Zheng, Ying-Tian Xu, Xing-Quan Zhu, Gui-Xue Hu, Dong-Hui Zhou. 2017.** Seroprevalence and risk factors of bluetongue virus infection in Tibetan sheep and yacks in Tibetan Plateau, China. *Biomed Res Int* 2017: 5139703. doi: 10.1155/2017/5139703
 13. **Jurado J, Navarro D, Ramírez M, Santiago M, Rivera H. 2020.** Detección de anticuerpos contra el virus de lengua azul en ovinos de dos localidades de Junín, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 31: e17850. doi: 10.15381/rivep.v31i2.17850
 14. **Karam A, Puro K, Das S, Shakuntala I, Sanjukta R, Milton A, Ghatak S, et al. 2018.** Seroprevalence of peste des petits ruminants and bluetongue in goat population of Meghalaya, India. *Vet World* 11: 1689-1691. doi: 10.14202/vetworld.2018.1689-1691
 15. **Miller BA, Lu CD. 2019.** Currents status, of global dairy goat production: an overview. *Asian Austral J Anim* 32: 1219-1232. doi: 10.5713/ajas.19.0253
 16. **MacLachlan N. 2004.** Bluetongue: pathogenesis and duration of viraemia. *Vet Ital* 40: 462-467.
 17. **Maclachlan N, Guthrie A. 2010.** Re-emergence of bluetongue, African horse sickness, and other orbivirus diseases. *Vet Res* 41: 35. doi: 10.1051/vetres/2010007
 18. **Maclachlan N. 2011.** Bluetongue: history, global epidemiology, and pathogenesis. *Prev Vet Med* 102: 107-111. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.04.005
 19. **Maclachlan N, Mayo C, Daniels P, Savini G, Zientara S, Gibbs E. 2015.** Bluetongue. *Rev Sci Tech OIE* 34: 329-340. doi: 10.20506/rst.34.2.2360
 20. **Maclachlan N, Zientara S, Wilson W, Richt J, Savini G. 2019.** Bluetongue and epizootic hemorrhagic disease viruses: recent developments with these globally re-emerging arboviral infections of ruminants. *Curr Opin Virol* 34:56-62. doi: 10.1016/j.coviro.2018.12.005
 21. **Méndez M, Florin D, Hurtado A, Fernández R. 2009.** Vigilancia de arbovirus en el departamento de Piura, Peru. *Revista Horizonte Médico* 9: 67-74.
 22. **[MINAGRI] Ministerio de Agricultura y Riego. 2015.** Lima: [Internet]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/53-sector-agrario/el-clima>
 23. **Mozaffari A., Khalili M., Sabahi S. 2014.** High seroprevalence of bluetongue virus antibodies in goats in southeast Iran. *Asian Pac J Trop Biomed* 4(Suppl 1): 275-278. doi: 10.12980/APJTb.4.2014B599
 24. **Navarro D, Jurado J, Rojas M, Ramirez M, Rivera H. 2019.** Detección molecular del virus de Lengua Azul en *Culicoides insignis* y en ovinos de Pucallpa, Perú. *Rev Inv Vet Perú* 30: 465-576. doi: 10.14381/rivep.v30i1.15690

25. **Pioz M, Guis H, Crespín L, Gay E, Calavas D, Durand B, Abrial D, Ducrot C. 2012.** Why did spread the way it did? Environmental factors influencing the velocity of Bluetongue virus serotype 8 epizootic wave in France. *Plos One* 7(8): e43360. doi: 10.1371/journal.pone.0043360
26. **Portela Z, Maldonado Coelho Guedes M, Diniz Matos A. 2015.** Bluetongue and other orbiviruses in South America: gaps and challenges. *Vet Ital* 51: 253-262 doi: 10.12834/VetIt.600.2892.1
27. **Purse B, Mellor P, Rogers D, Samuel A, Mertens P, Baylis M. 2005.** Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe. *Nat Rev Microbiol* 3: 171-181. doi: 10.1038/nrmicro1090
28. **Ravishankar C, Krishnan Nair G, Mini M, Jayaprakasan V. 2005.** Seroprevalence of bluetongue virus antibodies in sheep and goats in Krala, India. *Rev Sci Tech OIE* 24: 953-958.
29. **Rivera H, Cárdenas L, Ramírez M, Manchego A, More J, Zúñiga A, Romero M. 2013.** Infección por orbivirus en huanganas (*Tayassu pecari*) de Madre de Dios. *Rev Inv Vet Perú* 24: 544-550. doi: 10.15381/rivep.v24i4.2738
30. **Segura J, Honhold N. 2000.** Métodos de muestreo para la producción y la salud animal. México: Universidad Autónoma de Yucatán. 139 p.
31. **[SENASA] Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú. 2019.** [Internet]. [18 enero 2021] Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/6398-2/>
32. **StataCorp. 2015.** Stata Statistical Software: Release 14. College Station, TX: StataCorp LP.
33. **Tabachnic W. 2004.** Culicoides and the global epidemiology of bluetongue virus infection. *Vet Ital* 40: 144-150.
34. **Temoche V. 2019.** Sistema de producción de caprinos en tres zonas vulnerables al cambio climático de la Región Piura. Tesis de Maestría .Lima: Univ. Nacional Agraria La Molina. 156 p.
35. **Urviola N, Gómez-Urviola J, Celi I, Milán M, Jordana J. 2016.** La cabra criolla peruana, situación actual y perspectivas conservacionistas. En: Biodiversidad caprina iberoamericana. Bogotá, Colombia: Univ. Cooperativa de Colombia. p 163-168.
36. **Yavari M, Gharekhani J, Mohammadzadeh A. 2018.** Bluetongue virus seropositivity and some risk factors affecting bluetongue virus infection in sheep flocks. *Comp Clin Pathol* 27: 1017-1022. doi: 10.1007/s00580-018-2695-4
37. **Zheng Z, Wang X, Li M, Li Y, Yang Z, Wang X, Pan X, et al. 2020.** The origin of domestication genes in goats. *Sci Adv* 6: eaaz5216. doi: 10.1126/sciadv.aaz5216