



Determinación de la seroprevalencia y factores de riesgo de diarrea viral bovina en una población de la provincia de Pamplona

Determination of seroprevalence and risk factors of bovine viral diarrhoea in cows of the province of Pamplona

Jesús A. Mendoza-Ibarra¹ ; José Flórez-Gelvez² ; Jhon J. Bustamante-Cano³ 

¹Universidad de Pamplona, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Medicina Veterinaria. Pamplona - Norte de Santander, Colombia; almendoza@unipamplona.edu.co; jflorez@unipamplona.edu.co; jhonjabu@unipamplona.edu.co

Cómo citar: Mendoza-Ibarra, J.A.; Flórez-Gelvez, J.; Bustamante-Cano, J.J. 2024. Determinación de la seroprevalencia y factores de riesgo de diarrea viral bovina en una población de la provincia de Pamplona. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 27(1):e2384. <http://doi.org/10.31910/rudca.v27.n1.2024.2384>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, bajo una Licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Publicación oficial de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Institución de Educación Superior Acreditada en Alta Calidad por el Ministerio de Educación Nacional

Recibido: marzo 20 de 2023

Aceptado: junio 17 de 2024

Editado por: Helber Adrián Arévalo Maldonado

RESUMEN

La diarrea viral bovina (DVB) es una enfermedad endémica de distribución mundial, responsable de ocasionar trastornos reproductivos con gran impacto económico y sanitario. Las pruebas serológicas permiten estimar la difusión del virus en una población no vacunada. Con el objeto de determinar la prevalencia de DVB en la zona lechera de alta montaña de la provincia de Pamplona, se desarrolló un estudio seroepidemiológico transversal, utilizando la técnica de ELISA. Adicionalmente, aplicando un cuestionario, se identificaron factores de riesgo relacionados. Siguiendo los requerimientos de la ley 1774, como se expuso ante el comité de ética de la Universidad de Pamplona, se recolectaron un total de 324 muestras de sangre, a partir de bovinos no vacunados, procedentes de 82 predios. 49 muestras de 18 predios fueron positivas, indicando una prevalencia individual de 15,12 % y para predios del 21,95 %. Con el cuestionario se determinó que, en general, los predios tenían menos de 20 animales, no se llevan registros y se usa la monta natural, como principal sistema reproductivo. El contacto de hembras con toros de otras explotaciones constituyó un factor de riesgo. La prevalencia encontrada para la provincia está por debajo del promedio nacional. Se deben mejorar algunas condiciones de manejo que eviten factores de riesgo, para prevenir la diseminación de la enfermedad. Se recomienda determinar la presencia de animales persistentemente infectados, para su posterior remplazo, así como implementar registros sistemáticos en los predios y hacer pruebas en animales de nueva adquisición.

Palabras clave: Enfermedades reproductivas bovinas; Epidemiología veterinaria; Flaviviridae; Pestivirus; Salud animal.

ABSTRACT

Bovine viral diarrhoea (BVD) is an endemic disease distributed worldwide distribution, it is responsible for reproductive disorders with high economic and sanitary impact. Serological diagnostics allow for estimating the spread of the virus in an unvaccinated population. A cross-sectional study was developed to determine the prevalence of BVD in the dairy area of the high mountains of Pamplona, which included identifying related risk factors. Three hundred twenty-four blood samples were collected from non-vaccinated cattle from 82 farms, according to Law 1774 and the ethics committee of the University of Pamplona. Forty-nine samples from 18 farms were positive with an individual prevalence of 15.12% and for farms of 21.95%. The questionnaire indicated that most of the farms had less than 20 animals, had no records and natural mating was the main reproductive system. The contact of cows with bulls from other farms constituted a risk factor. The prevalence for the region was lower than found in other studies in the country. Some management conditions should be improved to avoid risk factors and prevent the spread of the disease. It is important to determine the presence of persistently infected animals, for their subsequent replacement, as well as to implement systematic records on farms and to test new animals arriving on farms.

Keywords: Animal health; Bovine reproductive diseases; Flaviviridae; Pestivirus; Veterinary epidemiology.

INTRODUCCIÓN

La diarrea viral bovina (DVB) es una enfermedad infectocontagiosa, de distribución mundial, que induce graves patologías reproductivas, respiratorias y gastrointestinales en la ganadería bovina, lo cual, causa importantes pérdidas económicas (Lanyon *et al.* 2014). Su naturaleza silenciosa, infecciones transitorias prolongadas y la existencia de animales persistentemente infectados (PI), como reservorios eficientes, son responsables de su presencia ubicua en las poblaciones de ganado bovino, en todo el mundo (Moennig & Becher, 2018). El bovino es considerado el hospedero natural del virus (Walz *et al.* 2010) y las infecciones con el virus son endémicas, a nivel global (Scharnböck *et al.* 2018).

El agente etiológico de la enfermedad es el virus de Diarrea Viral Bovina (VDVB), que tiene como genoma un ARN de polaridad positiva, envuelto, esférico, que mide de 40 a 60 nm, pertenece al género pestivirus de la familia *Flaviviridae* y se clasifica en dos biotipos, dependiendo de su comportamiento en cultivos celulares citopáticos (CP) y no citopáticos (NCP). Adicionalmente, dado que la ARN polimerasa del VDVB no posee la capacidad de corrección, cabe esperar una alta tasa de mutaciones y de sustituciones, por lo que se presenta una amplia variedad genética, permitiéndole evadir la respuesta inmune del huésped, dificultando los programas de control y de erradicación (Walz *et al.* 2020; González-Bautista *et al.* 2021).

La DVB presenta manifestaciones clínicas y lesiones variadas, dependiendo el momento en el que se presenta la infección, el genotipo y el biotipo del virus, siendo las más importantes las formas reproductivas, debido al impacto económico, efecto inmunosupresor y, en consecuencia, la susceptibilidad a infecciones secundarias en los animales (Campbell, 2004).

Entre las metodologías diagnósticas para determinar la presencia de la enfermedad en una región, se tienen la detección de antígeno viral y anticuerpos o genoma viral (Houe *et al.* 2006). Los métodos serológicos son un componente clave durante la fase de vigilancia de los programas de control del VDVB y permiten monitorear la seroprevalencia, a nivel del hato y regional. La detección de antígeno viral permite identificar la prevalencia de la enfermedad y la posible introducción de animales PI para su posterior eliminación (Wernike & Beer, 2022). La detección de anticuerpos específicos se realiza mediante pruebas serológicas, especialmente, la seroneutralización, que ha mostrado tener una alta especificidad y sensibilidad; sin embargo, al ser bastante laboriosa se prefiere la utilización del ELISA indirecto y competitivo (Ridpath *et al.* 2010).

Cuando se desea medir la distribución del VDVB en una población bovina, se debe tener presente la vacunación y la presencia de los animales PI. En los animales vacunados, el diagnóstico serológico permite medir cuál es la respuesta inmunológica hacia las vacunas, lo que determina si hay o no una respuesta inmune de protección (Toker & Yeşilbaş, 2021). En el caso de infecciones persistentes (PI), la detección directa del virus en animales portadores es el principal método de diagnóstico, toda vez que estos animales

pueden ser negativos a las pruebas serológicas (Tomazi Fritzen *et al.* 2024).

Para establecer la seroprevalencia en poblaciones no vacunadas, se determina la proporción de seropositivos bovinos de una muestra aleatoria y representativa de dicha población, usualmente, alrededor del 10 %. Es importante tener presente que los bovinos mayores de seis meses, que no hayan sido vacunados contra el VDVB y que tengan anticuerpos contra este virus, son animales que sufrieron infección natural y que poseen inmunidad contra la enfermedad, la cual, es superior a la que puede ser inducida por cualquier vacuna, siendo, además, libres de VDVB, con un 99 % de seguridad (Lanyon *et al.* 2014).

A nivel mundial, se han detectado diferentes niveles de seroprevalencia de VDVB en poblaciones bovinas de varios continentes; por ejemplo, en Irlanda, en un programa de erradicación, que inició en 2013, se logró reducir la seropositividad de 11,27 %, en los rebaños de cría y el 0,78 %, de los terneros, examinados ese año, hasta 0,56 %, en los rebaños y 0,03 %, en los terneros, en 2020 (Casey *et al.* 2022). En el continente africano, en el Noroeste de Etiopía, se hizo un estudio de seroprevalencia en hatos bovinos lecheros, encontrando un promedio de seropositividad de 26,84 % (Demil *et al.* 2021).

Respecto a la prevalencia, en Estonia, se analizaron 120 hatos bovinos lecheros, entre 2019 y 2020, encontrando una prevalencia promedio del 27,0 %, de bovinos positivos para el virus VDVB (Móttus *et al.* 2021). En otro estudio realizado en dos regiones productoras de ganado de leche en Chile (Alocilla & Monti, 2022), se encontró, para el VDVB, una prevalencia real del rebaño, de un 77 % y una prevalencia individual real de infección activa, de un 3,5 % (González-Bautista *et al.* 2021).

En Colombia, se ha reportado la presencia de animales PI en diferentes regiones del país, con una prevalencia que oscila entre el 1 y 10 % de los animales positivos, los cuales, son los responsables de mantener la enfermedad en una población determinada (Quintero *et al.* 2019). Igualmente, se han realizado diferentes estudios de seroprevalencia, que comprueban la presencia del virus (Mogollón *et al.* 1990; Jaime *et al.* 1996; Vera *et al.* 2003; González-Bautista *et al.* 2021; Martínez-Rodríguez *et al.* 2021; Rúa Giraldo *et al.* 2023). En la región oriental existen evidencias serológicas de la presencia del virus. Un estudio realizado en el departamento de Santander reportó una seroprevalencia de 29,7 %, demostrando la importancia de la enfermedad en la zona (Vargas-Niño *et al.* 2018); sin embargo, no hay estudios sistemáticos que indiquen la seroprevalencia de la región nororiental y, en especial, en la provincia de Pamplona.

La región de Pamplona es una zona de bosque altoandino, con una fuerte vocación lechera, donde predominan las razas lecheras y de doble propósito y posee una población bovina estimada de 3.322 animales. El objetivo del presente trabajo fue determinar la seroprevalencia de una población bovina de Pamplona y determinar posibles factores de riesgo, con relación al manejo propio de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó en la provincia de Pamplona, ubicada en las estribaciones de la cordillera oriental, a 2.200 m s.n.m.; el clima es seco y la temperatura varía de 8 a 18 °C, con un régimen de lluvias, que va de mayo a agosto. El ganado predominante en la región corresponde a razas criollas y sus cruces con razas doble propósito, especialmente, el ganado normando.

Tipo de estudio y selección de predios y animales. Se realizó un estudio descriptivo y de corte transversal. Teniendo en cuenta que no se tenían antecedentes, ni estudios formales de la enfermedad para la región, se seleccionó el tamaño de muestra usando, como referencia, un nivel de confianza del 95 %, una prevalencia estimada del 50 %, un error de estimación del 5 %, una probabilidad a favor del 0,5 y una probabilidad en contra de 0,5 %, así como el último censo agropecuario, que incluía, aproximadamente, 3.322 animales.

La población mínima fue obtenida tomando en cuenta los factores, tanto logísticos como estadísticos; en estos últimos, se tuvo en cuenta, principalmente, la relevancia del tamaño de la muestra, con relación al efecto y a la significancia estadística de la misma (Hulley *et al.* 2001). Los criterios de inclusión fueron bovinos hembra en edad reproductiva (mayores de dos años), no vacunados.

El promedio de animales por predio para el municipio no supera los 20 bovinos, por lo tanto, se muestrearon todos los animales del predio, que cumplían con los criterios de inclusión. En aquellos casos donde los predios tenían más de 20 animales, se muestrearon un mínimo de 10.

Toma de muestras. Se recolectaron 10 ml de sangre en tubos tipo vacutainer® sin anticoagulante. Para obtener el suero, estos fueron llevados al laboratorio de Ciencias Biomédicas de la Universidad de Pamplona, donde se centrifugaron a 2.500 rpm, por 15 minutos, para la extracción del suero, los cuales, se conservaron en crioviales, a -20 °C, hasta su procesamiento. Se obtuvieron 324 muestras de suero de bovinos no vacunados de 82 predios, distribuidos en municipios y en veredas de la provincia de Pamplona.

Desarrollo del ELISA contra VDVB. Las pruebas para detectar anticuerpos específicos contra VDVB fueron realizadas utilizando un inmunoensayo enzimático comercial de la casa IDEXX®, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La lectura, la interpretación de resultados de ELISA y el análisis para los informes, así como la gestión de los datos sanitarios, se realizaron utilizando el software xChekPlus. Algunos de los animales no presentaron pruebas concluyentes, de acuerdo con lo reportado por el fabricante, por lo que, en este caso, se repitió la toma de muestra y análisis.

Cuestionario. Se hicieron dos encuestas: A) Encuesta a los productores, con el objeto de determinar las características de los sistemas de producción del municipio, basado en datos generales de las explotaciones, relacionados con 1) manejo, 2) alimentación, 3) uso de inseminación artificial o monta natural, 4) contacto con

animales de otras explotaciones, 5) número y censo de animales, 6) sistema de explotación, raza, tipo de explotación, 7) Presencia de abortos y 8) así como datos de índices reproductivos. B) Encuesta a pie de animal, con el objeto de recolectar datos específicos acerca de: a) edad, b) número de partos y c) presencia de abortos e índices reproductivos específicos. Los datos obtenidos fueron utilizados para hacer correlación con los hallazgos, a nivel seroepidemiológico, con el fin de determinar factores de riesgo relacionados.

Análisis de los datos. Todos los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva. Para los análisis estadísticos se utilizaron, principalmente, el coeficiente de contingencia de Pearson, el cual, aplica la estadística Ji cuadrado, para determinar posibles asociaciones y los coeficientes de correlación, mediante tablas de contingencia de Pearson. Para la obtención de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo constituye el primer estudio sistemático realizado en la zona lechera de Pamplona, donde se utilizó la técnica de ELISA indirecto, para determinar la seroprevalencia del VDVB. De las 324 muestras de suero analizadas, 49, procedieron de 18 predios y fueron positivas a la prueba de ELISA indirecta, lo que correspondió a una seroprevalencia individual de 15,12 % (49/324) (95 % CI 11.61 - 19.45) y de 21,95 % (18/82) (95 % CI 14,28 - 32,14), para predios. Este valor se encuentra por debajo de los reportados para diferentes partes de país.

Vargas-Niño *et al.* (2018) reportaron una seroprevalencia de 29,7 % para el departamento de Santander, encontrando una homogeneidad en todos los municipios estudiados. En un estudio realizado con 96 animales en la sabana de Bogotá, se encontró una seropositividad del 56 %, sin síntomas clínicos evidentes, como en los animales analizados en el presente estudio (Parra *et al.* 1994). Martínez-Rodríguez *et al.* (2021) obtuvieron una seroprevalencia del 65 %, para animales y 100 %, para predios, en Valledupar, encontrando variaciones significativas relacionadas con la edad. Adicionalmente, se han determinado seroprevalencias en Boyacá, del 62,7 % (Pulido *et al.* 2009) y en el Valle del Cesar, se determinó una prevalencia del 46 % (Peña, 2011). Estas marcadas diferencias con las prevalencias encontradas en Pamplona se pueden explicar por la densidad y la compacidad del rebaño, la transferencia de animales entre explotaciones, la presencia de animales PI y a las condiciones medioambientales (Uddin *et al.* 2017; Hashemi *et al.* 2022).

Las bajas prevalencias encontradas en el presente trabajo pueden estar asociadas a una baja circulación del virus en la región, debido al tipo de explotaciones, donde predominan los hatos pequeños, con un manejo tradicional con baja tecnificación y con limitada introducción de animales nuevos. Se destaca la presencia de toros propios en los predios y la utilización de la monta natural; sin embargo, no todos los predios poseen machos, por lo que el préstamo de estos entre explotaciones es una práctica común.

Respecto a la encuesta de caracterización de los predios, se lograron obtener datos de 62 cuestionarios completos, con los cuales, se pudo obtener información acerca de la caracterización de las explotaciones. Así, se pudo determinar que, 93,5 % (58/62) de los predios tenían menos de 20 animales, solo en 6,4 % (4/62) predios se reportaron abortos esporádicos y no de manera reciente; no se llevan registros formales productivos ni reproductivos; la monta natural es el principal sistema utilizado para la reproducción; solo el 5,3 % (3/56) de los predios estudiados utilizaban la inseminación artificial, pero, igualmente, por razones culturales, utilizaban lo que se conoce como toros “repasadores”, que montaban a las hembras recién inseminadas, con el fin de asegurar la monta. Esto no permitió realizar una separación absoluta entre el uso de la monta natural y la inseminación artificial.

No se encontraron relaciones estadísticamente significativas entre la presencia de animales seropositivos y la presencia de abortos, ni con la raza o la edad y el número de partos ($p > 0,05$). Finalmente, se pudo determinar que en el 66 % de los predios en donde se presentaron casos positivos (12/18), prestaban los machos para la monta o las hembras tenían contacto con hembras de otras explotaciones. Los predios en donde se realizaba esta práctica tuvieron seis veces más riesgo de ser positivos a DVB frente a los que no, de acuerdo con la OR encontrada, indicando una relación bastante alta, mientras que el valor de X^2 fue de 0,0017 ($p < 0,05$), por lo que constituyó un factor de riesgo y, además, evidenció una relación con la presencia de los animales seropositivos, así como la posibilidad de contacto con animales de otras explotaciones.

Aunque en este trabajo no se realizó una determinación sistemática de títulos serológicos en machos, el que se compartan los machos entre fincas fue un factor de riesgo reconocido. Esto puede estar relacionado con la eliminación del virus, toda vez que se encontró una relación directa entre el uso de los machos compartidos y la mayor presencia de positividad serológica en los predios. La eliminación del virus por parte de los machos ha sido demostrada, toda vez que hay evidencia que el virus puede infectar los tejidos reproductivos con consecuencias reconocidas sobre la fertilidad, debido a su eliminación por el semen, relacionado con la replicación en las vesículas seminales y la glándula prostática, tanto en animales con infección aguda como en animales PI (Rikula *et al.* 2008). La infección puede persistir durante varias semanas en los testículos, convirtiendo al semen en una fuente potencial de infección (Givens *et al.* 2003).

Si bien la seroprevalencia indica la difusión y la exposición a un determinado microorganismo en una región, el riesgo epidemiológico que implican animales seropositivos o seronegativos diferirá, según el virus que se considere. Un animal seropositivo al VDVB señala a un potencial portador del virus y, por otra parte, un bovino seronegativo al VDVB podría indicar la presencia de un portador persistentemente infectado con el virus. Ambas situaciones, serológicamente distintas, tendrían similar significancia epidemiológica en la diseminación de la DVB (Su *et al.* 2023). Por esta, es necesario determinar la presencia de animales PI, toda vez que estos constituyen una fuente importante del mantenimiento de la infección.

En el presente estudio se encontraron hatos pequeños con deficiencias en el manejo y la falta de registros, lo que no permitió determinar índices reproductivos, que indicaran el efecto económico o sanitario. Es importante señalar que algunos estudios revelan una disminución en la fertilidad en vacas, aparentemente sanas, que tenían anticuerpos a DVB detectables, antígeno de DVB o ambos (Kale *et al.* 2011). La infección puede no causar signos clínicos obvios o una amplia gama de signos en asociación con otros complejos de enfermedades, lo que dificulta la evaluación de su impacto económico y, probablemente, se subestime (Laureyns *et al.* 2010).

Debido a que el estudio se realizó sobre una población no vacunada, la presencia de anticuerpos indica una infección natural y la circulación del virus en la población bovina de la provincia de Pamplona y, pese a la baja prevalencia, no se descarta la posible presencia de PI, toda vez, que estos animales constituyen la principal fuente de infección, por lo que se recomienda complementar los estudios serológicos con otros, que permitan identificar este tipo de animales.

Como conclusión, la seropositividad encontrada en el estudio indica el contacto de la población con el VDVB en la población bovina de la provincia de Pamplona, donde puede estar circulando de manera inaparente, sin la presentación de signos clínicos evidentes.

A pesar de encontrar prevalencias para DVB en la región Nortesantandereana, inferiores a las encontradas a nivel nacional, se puede dilucidar que es una enfermedad relativamente común en dicha región, máxime que es una prevalencia encontrada en hatos que no vacunan, por lo que se convierte en factor de riesgo para propagarse a regiones vecinas del Nororiente colombiano, a la vez, que puede incrementar las pérdidas económicas, por el impacto negativo en los índices reproductivos y la incidencia de abortos, relacionados con dicha infección. Se hace necesario implementar medidas de control, buscando reducir la incidencia de la enfermedad, como adopción de programas de vacunación, prácticas de manejo sanitario adecuadas, programas de reproducción basados exclusivamente en inseminación artificial y continuo monitoreo serológico del ganado bovino.

El préstamo de machos entre las diferentes explotaciones y las condiciones de manejo presentan relaciones estadísticamente significativas en los predios, donde se determinaron la presencia de animales seropositivos al VDVB.

Se requieren estudios sistemáticos para determinar la presencia de animales PI, como fuente principal de la infección, sobre todo, en aquellas explotaciones donde están presente los animales seropositivos.

Agradecimientos. A la Asociación de lecheros de Pamplona (ASOLEP) y el Semillero de Investigaciones en Enfermedades Infecciosas (SIDEIN) del programa de Medicina Veterinaria de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Pamplona.
Financiación: Este trabajo fue financiado por la vicerrectoría

de investigaciones de la Universidad de Pamplona, dentro de la convocatoria interna de proyectos de investigación. Conflicto de intereses: Los autores declaran que ninguno tiene conflicto de intereses en el desarrollo del presente trabajo. Contribucion de autores: Todos los autores participaron en la conceptualización, la metodología, el trabajo de campo, la escritura del documento, la validación y la revisión crítica del documento y aprobaron la versión final.

REFERENCIAS

- ALOCILLA, O.; MONTI, G. 2022. Bovine viral diarrhoea virus within and herd prevalence on pasture-based dairy systems, in southern Chile dairy farms. *Preventive Veterinary Medicine*. 198:105533. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105533>
- CAMPBELL, J.R. 2004. Effect of bovine viral diarrhoea virus in the feedlot. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 20(1):39-50. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2003.11.003>
- CASEY, M.; TRATALOS, J.; GRAHAM, D.; GUELZENBU, M.; BARRET, D.; O'GRADY, L.; MADDEN, J.; MCGRATH, G.; MORE, S. 2022. Risk factors for detection of bovine viral diarrhoea virus in low – risk herds during the latter stages of Ireland's eradication programme. *Preventive Veterinary Medicine*. 201:105607. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105607>
- DEMIL, E.; FENTIE, T.; VIDAL, G.; JACKSON, W.; LANE, J.; MEKONNEN, S.; SMITH, W. 2021. Prevalence of bovine viral diarrhoea virus antibodies and risk factors in dairy cattle in Gondar city, Northwest Ethiopia. *Preventive Veterinary Medicine*. 191:105363. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105363>
- GIVENS, M.D.; HEATH, A.M.; CARSON, R.L.; BROCK, K.V.; EDENS, M.S.; WENZEL, J.G.; STRINGFELLOW, D.A. 2003. Analytical sensitivity of assays used for detection of bovine viral diarrhoea virus in semen samples from the Southeastern United States. *Veterinary Microbiology*. 96(2):145-55. [https://doi.org/10.1016/s0378-1135\(03\)00213-x](https://doi.org/10.1016/s0378-1135(03)00213-x)
- GONZÁLEZ-BAUTISTA, E.D.; BULLA-CASTAÑEDA, D.M.; LÓPEZ-BUITRAGO, H.A.; DÍAZ-ANAYA, A.M.; LANCHEROS-BUITRAGO, D.J.; GARCÍA-CORREDOR, D.J.; TOBÓN TORREGLOSA, J.C.; ORTIZ ORTEGA, D.; PULIDO-MEDELLÍN, M.O. 2021. Seroprevalence of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) in cattle from Sotaquirá, Colombia. *Veterinary and Animal Science*. 14:1-5. <https://doi.org/10.1016/j.vas.2021.100202>
- HASHEMI, M.; BAKHSHESH, M.; MANAVIAN, M. 2022. Bovine viral diarrhoea virus and bovine herpes virus-1 in dairy cattle herds in Fars province, Southern Iran: seroprevalence and evaluation of risk factors. *Archives of Razi Institute*. 77(5):1621-1629. <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.356904.1941>
- HOU, H.; LINDBERG, A.; MOENNIG, V. 2006. Test strategies in bovine viral diarrhoea virus control and eradication campaigns in Europe. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 18(5):427-436. <https://doi.org/10.1177/104063870601800501>
- HULLEY, S.; CUMMINGS, S.; BROWNER, W.; GRADY, D.; HEARST, N.; NEWMAN, T. 2001. *Designing Clinical Research: an Epidemiologic Approach*. Segunda edición. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia. 352 p.
- JAIME, J.; VILLAMIL, L.; VERA, V.; RAMÍREZ, G. 1996. Infección persistente con el virus de la diarrea viral bovina (VDVB) en hatos lecheros de la Sabana de Bogotá. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*. 49(1):46-53.
- KALE, M.; YAVRU, S.; ATA A.; KOCAMÜFTÜOĞLU, M.; YAPLCL, O.; HASLRCLOGLU, S. 2011. Bovine viral diarrhoea virus (BVDV) infection in relation to fertility in heifers. *Journal of Veterinary Medical Science*. 73(3):331-336. <https://doi.org/10.1292/jvms.10-0254>
- LANYON, S.R.; HILL, F.I.; REICHEL, M.P.; BROWNLIE, J. 2014. Bovine viral diarrhoea: pathogenesis and diagnosis. *The Veterinary Journal*. 199(2):201-209. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.07.024>
- LAUREYNS, J.; RIBBENS, S.; DE KRUIF, A. 2010. Control of bovine virus diarrhoea at the herd level: reducing the risk of false negatives in the detection of persistently infected cattle. *The Veterinary Journal*. 184(1):21-26. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2008.11.014>
- MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, L.C.; GUZMÁN-BARRAGÁN, B.L.; ORDOÑEZ, D.; TAFUR-GÓMEZ, G.A. 2021. Cattle seroprevalence and risk factors associated with bovine viral diarrhoea in the northeastern of Colombia. *Tropical animal health and production*. 53(3):377. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02774-4>
- MOENNIG, V.; BECHER, P. 2018. Control of bovine viral diarrhoea. *Pathogens*. 7(1):29. <https://doi.org/10.3390/pathogens7010029>
- MOGOLLÓN, J.D.; GONZÁLEZ, H.; CORTÉS, E. 1990. Descripción de un caso de diarrea viral bovina (DVB) en La Sabana de Bogotá. *Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá (Colombia)*. *Revista ICA*. 25(1):26-33.
- MÓTUS, K.; RILANTO, T.; VIIDU, D.; ORRO, T.; VILTROP, A. 2021. Seroprevalence of selected endemic infectious diseases in large-scale Estonian dairy herds and their associations with cow longevity and culling rates. *Preventive Veterinary Medicine*. 192:105389. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2021.105389>

- PARRA, J.; VERA, V.; VILLAMIL, L.; RAMÍREZ, G. 1994. Seroepidemiología de la diarrea viral bovina en explotaciones lecheras de la sabana de Bogotá. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia* 42(1):29-44.
- PEÑA C. 2011. Estudio serológico de diarrea viral bovina en la microrregión del valle del Cesar. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal – AICA*. 1:309-312.
- PULIDO, M.O.; ANDRADE, R.J.; SANABRIA, O.; SALAMANCA, A. 2009. Dinámica poblacional de diarrea viral bovina en fincas lecheras del municipio de Sotaquirá Boyacá. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 22(3):416-429
- QUINTERO, J.; CORREDOR, A.; SALAS, S.; CAMARGO, H.; SÁNCHEZ, A.; TOBÓN, J.; ORTIZ, D.; SCHACHTEBECK, E.; GUTIÉRREZ, M. 2019. High prevalence of persistently infected animals from bovine viral diarrhoea in Colombian cattle. *BMC Veterinary Research*. 15:1-8. <https://doi.org/10.1186/s12917-018-1769-5>
- RIDPATH, J.F.; FULTON, R.W.; KIRKLAND, P.D.; NEILL, J.D. 2010. Prevalence and antigenic differences observed between Bovine viral diarrhoea virus subgenotypes isolated from cattle in Australia and feedlots in the Southwestern United States. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*. 22(2):184-91. <https://doi.org/10.1177/104063871002200203>
- RIKULA, U.; NUOTIO, L.; LAAMANEN, U.I.; SIHVONEN, L. 2008. Transmission of bovine viral diarrhoea virus through the semen of acutely infected bulls under field conditions. *Veterinary Record*. 162(3):79-81. <https://doi.org/10.1136/vr.162.3.79>
- RÚA GIRALDO, C.C.; LÓPEZ HERRERA, A.; RUIZ-CORTÉS, T. 2023. Bovine leukosis virus, bovine viral diarrhoea, and bovine neosporosis seroprevalence in specialized dairy herds in Antioquia-Colombia. *Tropical Animal Health and Production*. 55(5):294. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03685-2>
- SCHARNBÖCK, B.; ROCH, F.F.; RICHTER, V.; FUNKE, C.; FIRTH, C.L.; OBRITZHAUSER, W.; BAUMGARTNER, W.; KÄSBOHRER, A.; PINIOR, B. 2018. A meta-analysis of bovine viral diarrhoea virus (BVDV) prevalences in the global cattle population. *Scientific Reports*. 8(1):14420. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-32831-2>
- SU, N.; WANG, Q.; LIU, H.Y.; LI, L.M.; TIAN, T.; YIN, J.Y.; ZHENG, W.; MA, Q.X.; WANG, T.T.; LI, T.; YANG, T.L.; LI, J.M.; DIAO, N.C.; SHI, K.; DU, R. 2023. Prevalence of bovine viral diarrhoea virus in cattle between 2010 and 2021: A global systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Veterinary Science*. 9:1086180. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1086180>
- TOKER, E.B.; YEŞILBAĞ, K. 2021. Molecular characterization and comparison of diagnostic methods for bovine respiratory viruses (BPIV-3, BRSV, BVDV, and BoHV-1) in field samples in northwestern Turkey. *Tropical animal health and production*. 53(1):79. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02489-y>
- TOMAZI FRITZEN, J.T.; ZAPAROLI ZUCOLOTO, N.; LORENZETTI, E.; FERNANDES ALFIERI, A.; ALCINDO ALFIERI, A. 2024. Outbreak of persistently infected heifer calves with bovine viral diarrhoea virus subgenotypes 1b and 1d in a BVDV-vaccinated open dairy herd. *Acta Tropica*. 254:107198. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107198>
- UDDIN, M.A.; AHASAN, A.S.M.L.; ISLAM, K.; ISLAM, M.Z.; MAHMOOD, A.; ISLAM, A.; ISLAM, K.M.F.; AHAD, A. 2017. Seroprevalence of bovine viral diarrhoea virus in crossbred dairy cattle in Bangladesh. *Veterinary World*. 10(8):906-913. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.906-913>
- VARGAS-NIÑO, A.; VARGAS, R.; PARRA-MARTÍN, J.; VÁSQUEZ, M.; GÓNGORA, A.; MOGOLLÓN-WALTERO, E. 2018. Estado serológico a IBR, DVB, Leucosis, *Leptospira* y *Neospora caninum* en hembras bovinas del Departamento de Santander, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*. 23(2):6671-6680. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1341>
- VERA, V.; RAMIREZ, G.; VILLAMIL, L.; JAIME, J. 2003. *Biología molecular, epidemiología y control de IBR y BVDV*. ed. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 152p.
- WALZ, P.H.; GROOMS, D.L.; PASSLER, T.; RIDPATH, J.F.; TREMBLAY, R.; STEP, D.L.; CALLAN, R.J.; GIVENS, M.D. 2010. Control of bovine viral diarrhoea virus in ruminants. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 24(3):476-486. <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0502.x>
- WALZ, P.H.; CHAMORRO, M.F.; FALKENBERG, S.M.; PASSLER, T.; VAN DER MEER, F.; WOOLUMS, A.R. 2020. Bovine viral diarrhoea virus: An updated American College of Veterinary Internal Medicine consensus statement with focus on virus biology, hosts, immunosuppression, and vaccination. *Journal of veterinary internal medicine*. 34(5):1690-1706. <https://doi.org/10.1111/jvim.15816>
- WERNIKE K.; BEERM. 2022. International proficiency trial for bovine viral diarrhoea virus (BVDV) antibody detection: limitations of milk serology. *BMC Veterinary Research*. 18(1):168-178. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03265-w>