



CORONAVIRUS BOVINO (BCoV) EN SISTEMAS PRODUCTIVOS: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y PERSPECTIVAS BAJO EL ENFOQUE ONE HEALTH

Bovine Coronavirus (BCoV) in production systems: systematic review and perspectives under the One Health approach

Julio César Blanco Rodríguez¹

 <https://orcid.org/0000-0003-0422-8996>

Milton García Salazar²

 <https://orcid.org/0009-0002-7466-5761>

María Antonia Montilla-Rodríguez³

 <https://orcid.org/0000-0001-8092-4390>

¹MVZ, Esp. MSc. Investigador grupo GIPSA. Universidad de la Amazonia, ju.blanco@udla.edu.co

²MVZ. Supervisor pecuario – Veterinario. Inversiones Casaverde miltongarcia_14@hotmail.com

³MVZ, MSc., Investigadora grupo GIPSA. Universidad de la Amazonia, ma.montilla@udla.edu.co

Fecha recepción: 09 de julio de 2022 / Fecha aprobación: 30 de julio 2022 / Fecha publicación: 26 de septiembre 2022

RESUMEN

Los virus representan una causa importante de enfermedades en animales y humanos debido a su simplicidad genética y de replicación intracelular. Los coronavirus son una amplia familia de virus que afecta diferentes especies de animales domésticos, silvestres y humanos, dentro de los cuales se encuentra el Coronavirus Bovino (BCoV), con un comportamiento endémico en sistemas de producción bovina, generando problemas a nivel respiratorio y gastrointestinal. Para reconocer sus generalidades, se llevó a cabo una revisión sistemática aplicando la declaración PRISMA, de tal forma que se identificaron 230 documentos en bases de datos y otras fuentes que fueron cribados, eliminando duplicados y documentos no relacionados o no pertinentes con el interés de la investigación, hasta elegir 112 fuentes de las cuales finalmente se incluyeron 70 referencias en el presente documento, que cumplieron con criterios de inclusión y permitieron enfocarse en coronavirus bovino (BCoV), a fin de exteriorizar sus generalidades, antecedentes, importancia epidemiológica, diagnósticos, sintomatología, tratamiento y medidas de carácter preventivo que deben tenerse en cuenta cuando eventualmente se presenta una afectación por este virus.

Palabras clave: Betacoronavirus, diarrea, bovinæ, (AGROVOC Thesaurus)

ABSTRACT

Viruses are a major cause of disease in animals and humans due to their genetic simplicity and intracellular replication. Coronaviruses are a large family of viruses that affect various species of domestic and wild animals, as well as humans. Among these is Bovine Coronavirus (BCoV), which is endemic in cattle production systems and causes respiratory and gastrointestinal problems. To

Cómo citar:

Blanco Rodríguez, J.C., García Salazar, M. & Montilla-Rodríguez, M.A. (2022). Coronavirus Bovino (BCoV) en sistemas productivos: revisión sistemática y perspectivas bajo el enfoque one health. FAGROPEC, 14 (2), ppt. 137-152



understand its general characteristics, a systematic review was conducted using the PRISMA guidelines. This process identified 230 references in databases and other sources, of which 70 were ultimately included in this document. These 70 references met the inclusion criteria and allowed a focus on Bovine Coronavirus (BCoV), outlining its general characteristics, background, epidemiological importance, diagnosis, symptoms, treatment, and preventive measures that should be considered when infection with this virus occurs.

Keywords: Betacoronavirus, diarrhea, bovine, (AGROVOC Thesaurus)

INTRODUCCIÓN

El coronavirus bovino (BCoV), de tipo ARN monocatenario, ha sido poco investigado (Soules et al., 2022), correspondiente al orden Nodovirales, familia Coronaviridae, subfamilia Orthocoronavirinae, género Betacoronavirus y subgénero Embecovirus, de rápida transmisión a través de las rutas fecal-oral y respiratoria al que se atribuye importante patogenicidad en el ganado bovino, asociándolo con alteraciones digestivas en neonatos e infecciones respiratorias en vacas, pudiendo afectar rumiantes como alces, ciervos y camellos (Zhu et al., 2022).

Pese a que existen vacunas que pueden prevenir la enfermedad BCoV, es poca la información sobre métodos diagnósticos (Burkart et al., 2020) y estrategias para optimizar el acceso a los servicios sanitarios de control y prevención, por falta de conocimiento sobre sus consecuencias en el sistema de producción ganadero, para comprender su importancia epidemiológica (Gorden & Plummer, 2010).

Por lo anterior, el objeto de la actual revisión corresponde a la descripción BCoV, partiendo de las generalidades de los virus y coronavirus, para ubicar al coronavirus bovino como agente etiológico desde sus condiciones epidemiológicas, fisiopatología, signos clínicos, diagnóstico, prevención, tratamiento y las implicaciones sanitarias en los hatos.

MATERIALES Y MÉTODOS

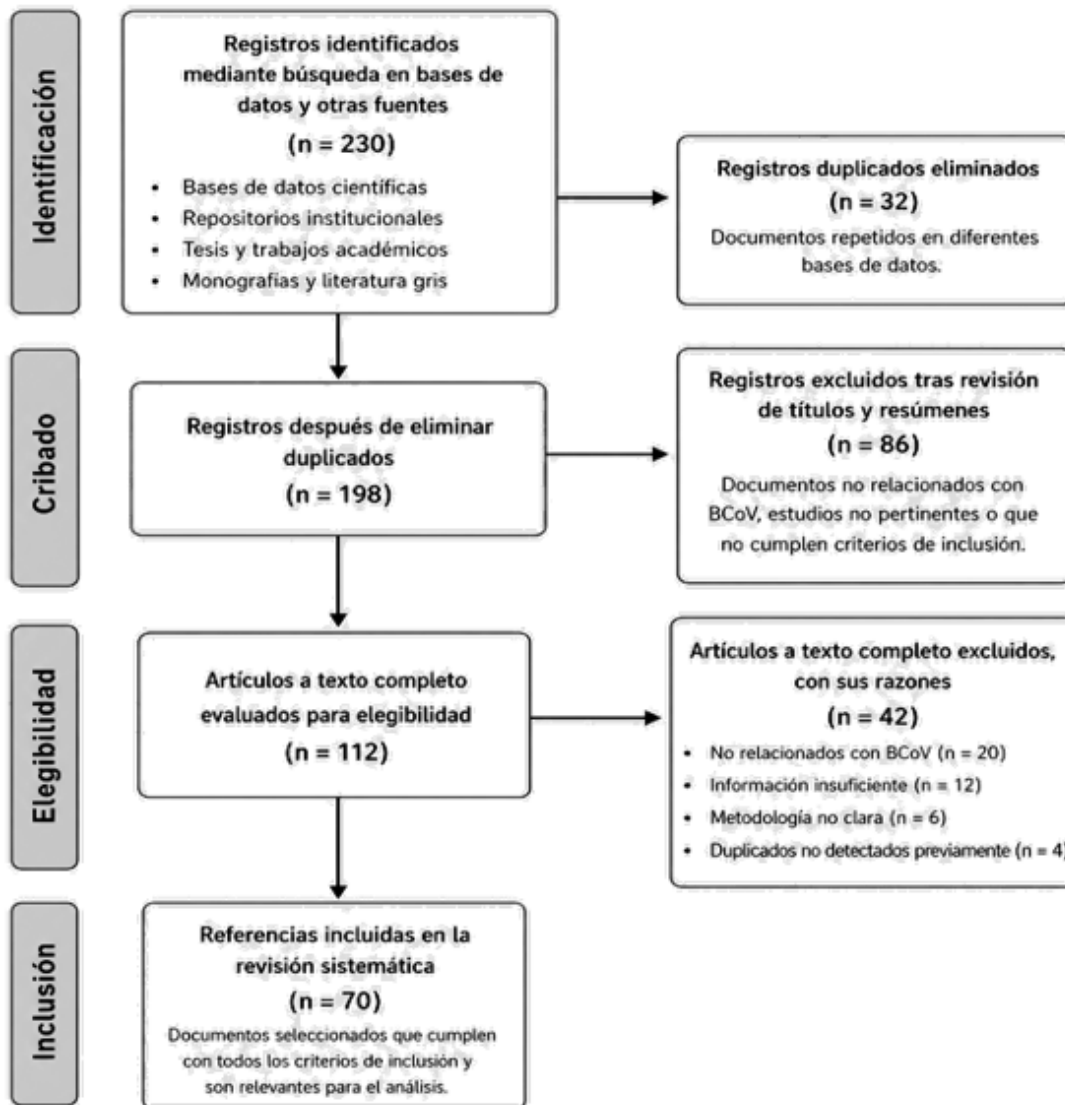
Se llevó a cabo una revisión cualitativa, considerando la declaración PRISMA (Page et al., 2021) para garantizar trazabilidad en el análisis de literatura, utilizando buscadores especializados como Scopus, Google Scholar, ScienceDirect, Researchgate, repositorios institucionales abordando artículos, tesis, monografías y documentos técnicos con información pertinente sobre microbiología veterinaria y virología. Se utilizaron palabras clave combinadas mediante operadores booleanos como AND, OR para considerar términos como *Coronavirus bovino OR Bovine coronavirus, BCoV, diarrea neonatal bovina, disentería de invierno, enfermedad respiratoria bovina, epidemiología, diagnóstico y prevención*. No fueron priorizados años de divulgación, debido a la poca información publicada, la cual reporta una media de 36 publicaciones por año (Scopus, 2022).

Se consideraron criterios de inclusión inherentes a estudios relacionados con Coronavirus Bovino (BCoV), sus generalidades epidemiológicas, clínicas, diagnósticas y preventivas.

Como criterios de exclusión, información no correspondiente a bovinos, publicaciones repetidas, documentos incompletos y no verificables.

Inicialmente se identificaron 230 documentos que podrían generar información para los intereses de la revisión, eliminando 32 registros duplicados; posteriormente, se realizó un cribado de aquellos documentos no relacionados o no pertinentes a partir de la revisión de títulos y resúmenes excluyendo 86 documentos, para excluir finalmente 42 artículos no relacionados con BCoV, con información insuficiente, metodología poco clara o duplicados no identificados, obteniendo 70 referencias para el documento de revisión, mediante orientación cualitativa – descriptiva, integrando la información obtenida de forma narrativa para obtener un análisis comprensivo del tema (Figura 1).

Figura 1.
Diagrama de flujo para selección de referencias.



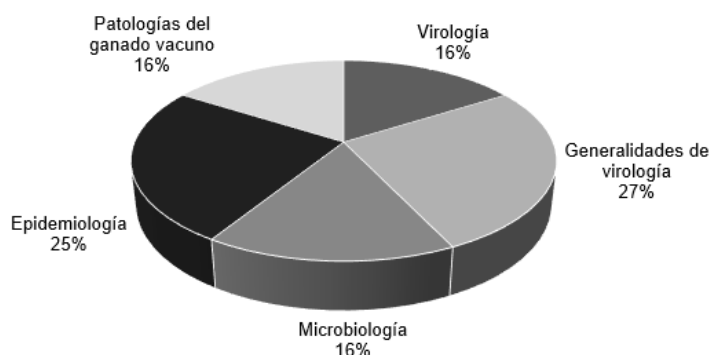
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Áreas temáticas asociadas

Finalmente, se obtuvo que los documentos relacionados con el Coronavirus Bovino son abordados desde áreas correspondientes a microbiología, virología y patologías del ganado vacuno, con mayor proporción desde la virología y epidemiología (Figura 2), siendo creciente entre los años 2018 y 2020 asociada a la pandemia generada por SARS-CoV-2.

Figura 2.

Porcentaje de participación por áreas temáticas.



Generalidades de los Virus

Se afirma que los virus son los organismos más abundantes del planeta (Alarcón & Ojeda, 2018), relacionados con decesos tanto en animales como en humanos (Peña y Faúndes, 2019). Estos microorganismos son agentes infecciosos que afectan la célula internamente (Wang y Kieff, 2018). Constan de un material genético de tipo ADN o ARN, el cual puede ser monocatenario o bicatenario, envuelto por un cápside y una capa lipídica que puede estar presente (Carballal & Oubiña, 2014).

Se distribuyen en siete grupos fundamentales (Madigan et al., 2015); esta clasificación se basa en su ácido nucleico, forma, tamaño, envoltura, replicación, mecanismo de infección y predilección por células y tejidos (Negroni & González, 2018)(Negroni & González, 2018); por tal razón, el Comité Internacional para la Taxonomía Viral (ICTV) creó un sistema de clasificación de virus con pautas que permiten mantener una uniformidad de criterios presentes en una base de datos que facilita su clasificación y denominación (Carballal y Oubiña, 2014).

Generalidades de los coronavirus

Pertencen a la subfamilia Orthocoronavirinae, que hace parte de la familia Coronaviridae (International Committee on Taxonomy of Viruses [ICTV], 2020). Los coronavirus (CoV) se dividen en cuatro tipos: Los α y β -CoV se asocian con infecciones humanas, de ma-

míferos y aves; Los géneros Deltacoronavirus y Gammacoronavirus contienen especies patógenas de animales (Ruiz-Bravo & Jimenez-Valera, 2020) de compañía, de granja y silvestres (Stout et al., 2020) causando infecciones zoonóticas (MacLachlan & Dubovi, 2016). Son grandes, pleomórficos y tienen una apariencia de corona debido a la glicoproteína en forma de maza que se proyecta desde la envoltura celular (Brooks et al., 2016).

Los coronavirus, con un tamaño de 120 a 160 nm (Antonelli et al., 2017), ingresan a la célula a través de las subunidades S1 y S2 de la glicoproteína S (Ena & Wenzel, 2020), liberando ARN genómico en el citoplasma (Chaparro & Franco, 2020), el cual se replica, generando mutaciones en su progenie (Zaragoza et al., 2020).

El Coronavirus felino (FCoV) afecta los felinos domésticos y salvajes, siendo los Guepardos (*Acinonyx jubatus*) los más susceptibles a ésta patología respiratoria aparentemente leve, que puede conducir a la Peritonitis Infecciosa Felina (FIP), gracias a la mutación interna del virus o variantes de virus circulantes (Pedersen, 2014). El FCoV tipo I es el más común y el tipo II es el resultado de la recombinación entre coronavirus de felinos y caninos, con mecanismos de infección diferentes entre sí (Stout et al., 2020).

Por otra parte, el Coronavirus Canino (CCoV), perteneciente a la familia de virus Coronaviridae, orden Nidovirales de ARN monocatenario el cual consta de dos genotipos distintos: CCoV-I y CCoV – II (Chen et al., 2019). Se relaciona con el coronavirus bovino, pero como betacoronavirus de linaje A, lejano de SARS, incluido SARS-CoV de linaje B (Stout et al., 2020).

El Coronavirus que afecta los porcinos (SADS-CoV), fue reportado entre el 2016 y 2017, en cuatro granjas de cría de cerdos en China, con alta mortalidad en lechones, cuyo agente causal fue identificado como un nuevo coronavirus con similitud genética del 95% frente al coronavirus HKU2 del murciélago (Velázquez, 2020).

También se ha reportado el virus entérico del hurón (FRECV) y el sistémico del hurón (FRSCV), caracterizado en el primer caso por una diarrea mucosa abundante y signos inespecíficos y por otra parte, lesiones granulomatosas, en peritoneo, determinándose que la infección no se considera respiratoria (Dominguez et al., 2011).

Finalmente, el Coronavirus en Bovino (BCoV), se divide en dos biotipos: entérico (BE-CoV) y respiratorio (BRCoV) (Colina et al., 2021). Este virus se considera habitual en países como Europa, Asia, Oceanía y América; en Colombia registra casos de diarreas neonatales en terneros con una incidencia del 26,1% asociada a coronavirus (Muñoz, 2019).

Coronavirus bovino

El BCoV se ubica en el segundo de los tres grupos en los que se dividen los coronavirus (International Committee on Taxonomy of Viruses [ICTV], 2020). Fue identificado por primera vez finalizando la década de 1970, mediante microscopio electrónico en muestras fecales de rumiantes salvajes, determinando que la transmisión entre especies puede ser común entre éste suborden de mamíferos (Kim et al., 2018).

Epidemiología

Como todos los Betacoronavirus, este posee potencial teórico de salto zoonótico, por lo cual es necesaria la vigilancia epidemiológica promovida como parte de la iniciativa One Health (Bonilla et al., 2020). La enfermedad se cataloga como endémica en explotaciones bovinas de leche y de engorde estabulados (Orozco-Cabrera et al., 2020). La disentería ocasionada por este virus se intensifica en épocas de invierno o condiciones de alta humedad (Muñoz, 2019).

El virus se excreta en materia fecal hasta el 70% en vacas, a pesar de la obtención de anticuerpos (Constable et al., 2017). Las crías de vacas infectadas presentan mayor riesgo (Oma et al., 2016). La principal fuente de infección es la transmisión horizontal fecal-oral y a través de aerosoles o fómites (Constable et al., 2017), así como por contacto directo con fómites y animales portadores dentro rebaños infectados, los cuales excretan el virus en las heces, especialmente durante el estrés de la temporada de invierno y el parto, actuando como fuente de infección para sus neonatos y reservorios para la reinfección en la granja (Amer, 2018).

Algunas afecciones del tracto respiratorio y gastrointestinal suelen deberse a microorganismos que pueden ejercer su acción patógena solos en forma concomitante con otros potenciando la gravedad de la enfermedad, como el virus de la diarrea viral bovina (BVDV), el virus sincitial respiratorio bovino (BRSV), el alfaherpesvirus bovino 1 (BoHV-1) y el virus de la parainfluenza bovina 3 (BPIV-3), más las bacterias, *Mycoplasma bovis*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, y *Mannheimia haemolytica* (Oliveira et al., 2020).

Los BCoV encontrados en tracto respiratorio y digestivo, se relacionan con diferentes síndromes, principalmente diarrea en terneros las tres primeras semanas de vida con morbilidad de 50 a 100%, con tasas de mortalidad del 5 al 10 % a nivel mundial (Muñoz, 2019), debido principalmente a los daños ocasionados a nivel intestinal (Amer, 2018), con una prevalencia en terneros con diarrea del 2 al 43% a nivel global (RumiNews, 2020); sin embargo, los anticuerpos calostrales en la luz del intestino de los recién nacidos, pueden contribuir a la inmunidad de la mucosa (Constable et al., 2017); por esta razón, la diarrea por coronavirus ocurre comúnmente en las dos primeras semanas de edad y su supervivencia depende de los niveles de anticuerpos séricos (Lotfollahzadeh et al., 2020).

En América Latina, existen reportes de infecciones por BCoV en países con modelos económicos agroexportadores, como Argentina, Brasil, México, Venezuela, Costa Rica y Cuba (Colina et al., 2021). En Colombia se ha detectado BCoV en terneros (Cadavid et al., 2014); sin embargo, la información epidemiológica no se encuentra sistematizada, y se considera que no es tan común como el mismo rotavirus, u otros virus, asociados a la diarrea neonatal bovina (Contextoganadero, 2017; Cadavid et al., 2014) o al complejo respiratorio bovino (Orozco et al., 2020).

Fisiopatología

La proteína S, se subdivide en unidades S1 (N-terminal) y S2 (C-terminal) de las cuales S1 es la subunidad globular, encargada de unir el virus a los receptores celulares para

la expresión de anticuerpos neutralizantes y la actividad de la hemaglutinina; S2 es la subunidad transmembrana que fusiona membranas virales y celulares (He et al., 2019). La proteína HE destruye el receptor de esterasa, importante para la entrada del virus, y sirve como una segunda proteína de unión viral para el comienzo de la infección (Suzuki et al., 2020), aunque también se menciona que pueden usar antígeno leucocitario como receptor de entrada (Szczepanski et al., 2019)

La ingestión de alimentos con contienen BCoV, ingresan a las células epiteliales respiratorias e intestinales, conteniendo conjuntos de ARNm subgenómicos, que permiten que los ARNm, traduciendo proteínas estructurales del virión ensamblándose con ARN citoplasmático para constituir la nucleocápside; las proteínas N y M interactúan con retículo endoplásmico y el aparato de Golgi; a proteína E y la M se unen, creando una ensambladura viral; la glucoproteína S se procesa y almacena en el aparato de Golgi y los viriones se reproducen en el retículo endoplásmico rugoso y el aparato de Golgi (Santibañez, 2012).

El anterior proceso ocasiona varios efectos citopáticos epiteliales del tracto respiratorio y en las criptas intestinales: apoptosis y fusión de membranas celulares, deteriorando las vellosidades y necrosando el epitelio de la cripta, donde los enterocitos son reemplazados por células inmaduras de las criptas (Lotfollahzadeh et al., 2020), presentando áreas de descamación e incremento linfocitario en las criptas del colon, con despoblación linfocitaria en linfonodos mesentéricos y hemorragia petequeal (Burimuah et al., 2020), generando una considerable pérdida de absorción, desencadenando un síndrome diarreico.

A simple vista, las lesiones causadas por BCoV, corresponden a dilatación intestinal, presencia de líquido amarillo, hiperemia a nivel de la mucosa y serosa, linfadenitis mesentérica y hemorragias petequiales en colon; Microscópicamente, se evidencia necrosis en células epiteliales, alteración de vellosidades, descamación e infiltración linfocitaria; degeneración del tejido del colon , necrosis e incremento de linfocitos y células plasmáticas, con baja población linfocitaria en nódulos linfáticos (Santibañez, 2012).

Aspectos Clínicos

Los signos clínicos se observan tempranamente, aproximadamente dos días pos-exposición y duran de tres a seis días, a través de diarrea grave, a menudo sanguinolenta (Muñoz, 2019). Igualmente, se relaciona con afectación al sistema respiratorio, que se asocia a diferentes lesiones que conducen a bronquiolitis y alveolitis (Amer, 2018).

Inmunidad

Si las proteínas S, M, E, N, y HE están presentes, inducen respuesta inmune, pero la protección contra infecciones por coronavirus, está dada principalmente por la proteína S cuya porción globular posee sitios antigénicos diana de anticuerpos y de linfocitos T citotóxicos; por lo tanto, las proteínas S y HE son los principales antígenos implicados en la neutralización viral, mientras que la proteína N activa una respuesta inmune que puede ser más eficaz en combinación con la proteína S; igualmente, el antisero baja la infectividad del virus y la proteína M amino provoca respuesta inmune; sin embargo,

es importante considerar que el inmunoestimulante natural es el calostro, al suministrar continua de anticuerpos neutralizantes en intestino, en su mayoría de tipo IgG1, es básica para la prevención; además, la vacunación de vacas en último tercio de gestación, lo que incrementa anticuerpos protectores, implicando una buena transferencia de Ac del calostro al torrente sanguíneo del ternero (Silva et al., 2016; Bok et al., 2018).

Diagnóstico

Técnicas como la microscopia electrónica, enzimoimmunoanálisis de adsorción (ELISA), Inmunofluorescencia (IF), inhibición de hemaglutinación (HI o HAI) y Reacción en Cadena de Polimerasa (PCR) son pruebas de relevancia actual (Santibañez, 2012).

Por otra parte se utilizan cultivos celulares a partir de heces, colectadas de bovinos con diarrea, para obtener un diagnóstico a través de RT-PCR, para lo cual se toma 1g de muestra, se diluye en 9 ml de medio de cultivo de células de mamífero suplementado con antibiótico, se separan totalmente en homogenizador de vidrio, se centrifugan por 15 minutos a 40C y el sobrenadante se filtra, realizando el aislamiento en cultivo primario de riñón de ternero (CPRT), identificándose por seroneutralización (Curiel et al., 2021).

En la técnica de Inmunofluorescencia directa o indirecta, se requiere biopsia de tejido intestinal fresco, guardada en recipiente con suero o PBS y refrigerado a temperatura de 2 a 8°C. (Histopat, 2016). Presenta una alta sensibilidad pero baja especificidad (Corvalán, 2019).

También se usa con menos frecuencia la prueba de ELISA para detectar anticuerpos en la sangre, usando anticuerpos policlonales y monoclonales, marcados con una enzima específica, siendo positiva al dar un cambio en la coloración (MedlinePlus, 2022).

Actualmente la técnica diagnóstica más recomendada por su alta sensibilidad y especificidad es la reacción en cadena de polimerasa con transcriptasa inversa (RT-PCR), a partir de muestra de sangre o tejidos, procediendo a secuenciarlas usando retrotranscriptasa compatibilizando secuencias de ARN y ADN; posteriormente, la ADN-polimerasa amplifica las copias de ADN permitiendo reconocer el gen asociado al ARNm, detectando parte del genoma viral, en pequeñas partes excretadas (Alfieri et al., 2016).

Prevención

Diferentes estudios indican que los niveles elevados de anticuerpos séricos, minimizan el riesgo de la enfermedad (Vlasova & Saif, 2021). El consumo de calostro es necesario para la producción de IgM e IgA en la luz del intestino y el suministro de BCoV oral atenuado en terneros genera resistencia post-inoculación, haciendo que altos valores de IgM y IgA aparezcan en la luz intestinal y permanezcan por más tiempo (Mebus, 1990).

La medida más importante es prevenir el ingreso de animales procedentes de regiones con alto riesgo epidemiológico, así como el desarrollo de vacunas que garantizan una protección importante en la actualidad (Takamura et al., 2002), donde la vía oral permite inmunidad activa; sin embargo la vacunación de terneros en útero presenta mayores

resultados (Vlasova & Saif, 2021). Las vacas vacunadas preparto, incrementan sus anticuerpos en el calostro y la leche reduciendo el riesgo en las crías (Takamura et al., 2002). Por otra parte, la exposición al virus genera inmunidad que debe ser estudiada con mayor detalle (Lin et al., 2000).

Cuanto se administra vacuna muerta a vacas preñadas, genera inmunidad materna pasiva de sus terneros; el virus vivo modificado que se administra por vía oral a los terneros al nacer para la inmunización activa; sin embargo, el método fiable de conferir inmunidad pasiva a los terneros es a través del calostro, aunque de corta duración (Boileau y Kapil, 2010).

Implicaciones Económicas y Sanitarias del Coronavirus Bovino (BCoV)

Estudios sobre seroprevalencia sobre Coronavirus Bovino se han reportado en algunas regiones de Colombia (Pardo y Oliver, 2012; Pardo, 2012; Cadavid et al., 2014), evidenciando su asociación con otros patógenos en los terneros (Balletesros y Paramo, 2019), con un promedio de morbilidad alto, entre 50-100%, afectando a animales de diferentes edades, con mortalidades en becerros que llegan hasta 50% y un 10% en adultos (Betancourt et al., 2006), representando pérdidas económicas, altos costos de diagnóstico y tratamiento (Rocha et al., 2019).

Por otra parte, las diarreas neonatales conllevan además a la pérdida de la genética, neumonía, descarte, con pérdidas de aproximadamente 16 kilogramos por ternero al momento del destete. Si lo pasamos al precio de la carne a diciembre del 2021, de \$38.409 pesos por kilo, el costo total sería de \$314.544 lo que se pierde por kilogramo de peso (Rodríguez, 2022). Sumado a la disminución de producción en la primera lactancia en 300 litros (Contextoganadero, 2021) y el impacto en el bienestar y uso racional de antibióticos (Ramírez, 2018).

Los protocolos sanitarios y reglamentación sobre la infección por coronavirus están dirigidos a la prevención de la transmisión del virus en humanos, y en cuanto a la contención y mitigación de dicho virus en todo el personal de la cadena productiva ganadera como son finqueros, ganaderos, campesinos productores, plantas de producción y transportadores, se realiza a través de una serie de normas denominadas “Normatividad Covid” hacia el sector agropecuario, en las cuales entran organizaciones como Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (URT) y el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (FINAGRO), entre otros (Minsalud, 2020; Minagricultura, 2020; FAO y CEPAL, 2020), con efectos sobre las cadenas productivas (Stefan Burkart et al., 2020).

En cuanto a las implicaciones sanitarias, es común que la diarrea neonatal esté asociada a otros patógenos (bacterias, virus, protozoarios) y que el riesgo de contaminación sea alto si hay confinamientos (Rocha et al., 2019) con problemas ambientales, nutricionales, inmunológicos y de manejo (Cadavid et al., 2014), lo cual genera un impacto importante en la salud pública (Pardo, 2012b).

El desconocimiento y la incapacidad en cumplimiento de normas y prácticas ganaderas (ICA, 2011), incrementa el riesgo sanitario a causa de mal manejo asociado al parto, las condiciones climáticas adversas, estrés, aumento de la densidad de rebaños, transporte e higiene deficientes (Betancourt et al., 2006; Pardo y Oliver, 2015).

CONCLUSIONES

El coronavirus Bovino – BCoV es un patógeno importante en las unidades productivas, debido a su relación con problemas digestivos y respiratorios, su alta morbilidad y su persistencia endémica debida a portadores asintomáticos y fácil transmisión fecal-oral asociada al manejo, evidenciando la necesidad de establecer programas de vigilancia epidemiológica desde un enfoque One Health.

Existen diferentes procedimientos diagnósticos de alta sensibilidad en el medio para identificar los riesgos epidemiológicos; sin embargo, la prevención a través de la inmunidad calostrual, la vacunación y el reconocimiento de agentes secundarios, modulan de manera compleja el control sanitario a nivel de fincas.

Las implicaciones sanitarias y económicas del BCoV en sistemas ganaderos colombianos son multifactoriales y complejas, afectando variables zootécnicas que no son sistematizadas, lo cual disminuye la importancia de programas enfocados a la bioseguridad y toma de decisiones de manejo basadas en evidencias, ante carencia de investigación aplicada y de políticas sanitarias que difícilmente se cumplen ante la estrecha relación entre actividades ilícitas y ganadería en varias regiones del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón, D. S., & Ojeda, F. R. (2018). Virus: pequeños gigantes que dominan el planeta. *Revista Ciencia*, 69(abril-junio), 1–64. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/69_2/PDF/Virus.pdf
- Alfieri, A. A., Alfieri, A. F., & Takiuchi, E. (2016). Detection of Bovine Coronavirus by Conventional Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction. In L. Wang (Ed.), *Animal Coronaviruses* (First edit, pp. 101–113). Springer Science+Business Media New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3414-0_9
- Amer, H. M. (2018). Bovine-like coronaviruses in domestic and wild ruminants. *Animal Health Research Reviews*, 19(2), 113–124. <https://doi.org/10.1017/S1466252318000117>
- Antonelli, G., Bagnarelli, P., Balestra, E., Batoni, G., Blasi, E., Borghi, E., Canducci, F., Cappuccinelli, P., Cavallo, R., Clementi, M., Colicchio, R., Pia Conte, M., Cornaglia, G., Costa, C., Cusi, M. G., Delogu, G., Luca, D. D., Dolzani, L., Fiori, P. L., ... Garzelli, C. (2017). Principi di microbiologia medica (G. Antonielli, M. Clementi, G. Pozzi, & G. M. Rossolini (eds.); III edizio). Casa Editrice Ambrosiana. <https://dokumen.pub/principi-di-microbiologia-medica-3nbsped-9788808187055.html>

-
- Balletesros C., M. F., & Paramo M., A. (2019). Prevalencia de *Cryptosporidium* Spp en terneros menores de 30 días en el Valle de Ubaté-Chiquinquirá Colombia. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/0d6b7d79-0717-4294-827f-52384dd8ae88/content>
- Betancourt Martell, A., Rodríguez Batista, E., & Barrera Valle, M. (2006). Coronavirus bovino: Infecciones neumoentéricas (Bovine coronavirus: Neumoenteric infections). *Revista Electrónica de Veterinaria*, VII(12), 1–28. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612664008.pdf>
- Blandon E., K. O. (2017). Detección De Coronavirus Bovino Asociado Al Complejo Respiratorio Bovino Empleando La Técnica De Reacción En Cadena De La Polimerasa En Tiempo Real En Ganado De Engorda Estabulado Del Valle De Mexicali, Baja California, Mexico. Universidad Autónoma de Baja California. <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/52764e80-0d6c-45fc-b54a-d1d7c391f056/content>
- Boileau, M. J., & Kapil, S. (2010). Bovine Coronavirus Associated Syndromes. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(1), 123–146. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2009.10.003>
- Bok, M., Alassia, M., Frank, F., Vega, C. G., Wigdorovitz, A., & Parreño, V. (2018). Passive immunity to control Bovine coronavirus diarrhea in a dairy herd in Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(1), 23–30. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.03.007>
- Bolleau, M., & Kapil, S. (2010). Síndromes asociados al coronavirus bovino. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20117547/>
- Bonilla A., K., Villamil G., W. E., Rabaan, A. A., & Rodríguez M., A. J. (2020). Una nueva zoonosis viral de preocupación global: COVID-19, enfermedad por coronavirus 2019. *Iatreia*, 33(2), 107–110. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.85>
- Brooks, G., Carroll, K., Butel, J., Morse, S., & Mietzner, T. (2016). *Microbiología médica* (Jawets, Melnick, & Adelberg (eds.); 25th ed.). Mc Graw Hill. <https://cbtis54.edu.mx/wp-content/uploads/2024/04/Microbiologia-Medica-Geo-F-Brooks-Karen-C-Carroll-Janet-S-Butel-Stephen-A-Morse-Timothy-A-Mietzner.pdf>
- Burimuah, V., Sylverken, A., Owusu, M., El-Duah, P., Yeboah, R., Lamptey, J., Frimpong, Y. O., Agbenyega, O., Folitse, R., Emikpe, B., Tasiame, W., Owiredu, E. W., Opong, S., Antwi, C., Adu-Sarkodie, Y., & Drosten, C. (2020). Molecular-based cross-species evaluation of bovine coronavirus infection in cattle, sheep and goats in Ghana. *BMC Veterinary Research*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12917-020-02606-x>
- Burkart, S, Diaz, M. F., Enciso, K., Urrea, J. L., Charry, A., & Triana, N. (2020). COVID-19 y el sector ganadero bovino en Colombia : Desarrollos actuales, potenciales, impactos y opciones de mitigación (No. 498; Publicaciones CIAT). <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/69d68535-e670-4dbb-9962-7bd797f6f841/content>

- Cadavid B., D. A., Giraldo E., C. A., Sierra B., S., Montoya P., M., Chaparro G., J. J., Restrepo B., J. E., & Olivera Á., M. (2014). Diarrea neonatal bovina en un hato del altiplano norte de Antioquia (Colombia), un estudio descriptivo. *Veterinaria y Zootecnia*, 8(2), 120–129. <https://doi.org/10.17151/vetzo.2014.8.2.9>
- Carballal, G., & Oubiña, J. R. (2014). *Virología Médica* (E. O. Mestre (ed.); cuarta). Corpuslibros. https://catedrabiologiamolecularusal.wordpress.com/wp-content/uploads/2017/08/virologia-medica-4a-edicion_carballal_booksmedicos-org.pdf
- Chaparro M., N. A., & Franco L., A. O. (2020). Aspectos clínicos e inmunológicos de la infección por SARS-CoV-2. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 52(3), 295–309. <https://doi.org/10.18273/revsal.v52n3-2020010>
- Chen, S., Liu, D., Tian, J., Kang, H., Guo, D., Jiang, Q., Liu, J., Li, Z., Hu, X., & Qu, L. (2019). Molecular characterization of HLJ-073, a recombinant canine coronavirus strain from China with an ORF3abc deletion. *Archives of Virology*, 164(8), 2159–2164. <https://doi.org/10.1007/s00705-019-04296-9>
- Colina, S. E., Aspitia, C. G., Serena, M. S., Echeverría, M. G., & Metz, G. E. (2021). El tercer gran salto: los coronavirus animales en América Latina. *Analecta Veterinaria*, 41(2), 1514–2590. <https://doi.org/https://doi.org/10.24215/15142590e059>
- Constable, P., Hinchcliff, K., Done, S., & Gruenberg, W. (2017). *Medicina veterinaria, libro de texto sobre las enfermedades del ganado vacuno, equino, ovino, porcino y caprino*. (11th ed.). https://catoute.unileon.es/discovery/fulldisplay/alma991000736069705772/34BUC_ULE:VU1
- Contextoganadero. (2021). ¿Qué pierde en su finca con la presencia de la diarrea neonatal bovina? https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/que-pierde-en-su-finca-con-la-presencia-de-la-diarrea-neonatal-bovina?qt-noticias_destacadas=0
- CONtextoganadero. (2017). ¿De qué se trata el coronavirus bovino? <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/de-que-se-trata-el-coronavirus-bovino>
- Corvalán, P. (2019). Inmunofluorecencia indirecta versus Reaccion en Polimeriza en Cadena para el diagnostico de virus respiratorios. *Sociedad Chilena de Infectoriología*. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182019000100026
- Curiel, H. M., Díaz, C. C., Mesa, D. A., Acevedo, B. A. M., Coronado, B. L., Obret, F. Y., Chavez, R. G., & Perera, G. C. L. (2021). Disentería de invierno asociada con el coronavirus bovino en vacas de la provincia Mayabeque, Cuba. *Revista de Salud Animal*, 43(3), 1–5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2021000300008
- Dominguez, E., Novellas, R., Moya, A., Espada, Y., & Martorell, J. (2011). Abdominal radiographic and ultrasonographic findings in ferrets (*Mustela putorius furo*) with systemic coronavirus infection. *Veterinary Record*, 169(1–9), 231. <https://doi.org/10.1136/vr.d4705>

-
- Ena, J., & Wenzel, R. P. (2020). Un nuevo Coronavirus emerge. *Revista Clínica Española*, 220(2), 79–148. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rce.2020.01.001>
- FAO, & CEPAL. (2020). Sistemas alimentarios y COVID-19 en América Latina y el Caribe: Impactos y oportunidades en la producción de alimentos frescos. 1–24. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45897-sistemas-alimentarios-covid-19-america-latina-caribe-ndeg-11-impactos>
- Gorden, P. J., & Plummer, P. (2010). Control, management, and prevention of bovine respiratory disease in dairy calves and cows. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 26(2), 243–259. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2010.03.004>
- He, Q., Guo, Z., Zhang, B., Yue, H., & Tang, C. (2019). First detection of bovine coronavirus in yak (*Bos grunniens*) and a bovine coronavirus genome with a recombinant he gene. *Journal of General Virology*, 100(5), 793–803. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001254>
- Histopat. (2016). Conservación de muestras para inmunofluorescencia. <https://www.histopat.es/2010/09/conservacion-de-muestras-para-inmunofluorescencia/>
- ICA. (2011). Buenas prácticas ganaderas. <https://www.ica.gov.co/getattachment/35f0d70e-b2dd-4bfc-ac1f-ba169b5ccdca/Publicacion-5.aspx>
- ICTV. (2020). Coronaviridae. *Virus Taxonomy*. <https://ictv.global/report/chapter/coronaviridae/coronaviridae>
- Kim, J. H., Jang, J. H., Yoon, S. W., Noh, J. Y., Ahn, M. J., Kim, Y., Jeong, D. G., & Kim, H. K. (2018). Detection of bovine coronavirus in nasal swab of non-captive wild water deer, Korea. *Transboundary and Emerging Diseases*, 65(3), 627–631. <https://doi.org/10.1111/tbed.12847>
- Lin, X., O'Reilly, K., Storz, J., Purdy, C., & Loan, R. (2000). Antibody responses to respiratory coronavirus infections of cattle during shipping fever pathogenesis. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7086612/pdf/705_2014_Article_1452335.pdf
- Lotfollahzadeh, Samad, Madadgar, O., Reza M., M., Reza M., M., & Watson, D. G. (2020). Bovine coronavirus in neonatal calf diarrhoea in Iran. *Veterinary Medicine and Science*, 6(4), 686–694. <https://doi.org/10.1002/vms3.277>
- MacLachlan, N. J., & Dubovi, E. J. (2016). Pathogenesis of Viral Infections and Diseases. In N. J. MacLachlan & E. J. Dubovi (Eds.), *Fenner's Veterinary Virology Fifth Edit*, pp. 187–188. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-06921-6>
- Madigan, M., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., & David., S. (2015). *Biología de los microorganismos* (Pearson (ed.); 14th ed.). Pearson education. https://ead.undav.edu.ar/pluginfile.php/1720017/mod_resource/content/0/Brock.%20Biologia%20de%20los%20microorganismos%20%282015%29.pdf
- Mebus, C. (1990). Virus infections of vertebrales. *Virus infections ruminants*. Neonatal calf

diarrea. Elsevier Science Publishers., 0(0), 297–300.

MedlinePlus. (2022). Examen de sangre ELISA. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003332.htm>

Minagricultura. (2020). Normatividad COVID. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=127484>

Minsalud. (2020). CIRCULAR EXTERNA No. 001 DE 2020. 1–9. <https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/CircularesExterna/CIRCULAR%20EXTERNA%20000001%20DE%202020.pdf>

Muñoz, A. G. (2019). Revisión Bibliográfica de las pruebas diagnósticas en las diarreas neonatales Bovinas [UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES UDCA]. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/42c669b7-2e85-4897-8135-6546af62dce8/content>

Negrón, M., & González, I. M. (2018). Virus: Generalidades. In *Microbiología Estomatológica* (3a ed., pp. 69–80). Panamericana. <https://books.google.com.ec/books?id=Gx-mui-vjZBgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Oliveira, V. H. ., Dall A., A. M., Fritzen, J. T., Lorenzetti, E., Alfieri, A. A., & Alfieri, A. F. (2020). Microbial diversity involved in the etiology of a bovine respiratory disease outbreak in a dairy calf rearing unit. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 71(April). <https://doi.org/10.1016/j.cimid.2020.101494>

Oma, V., Trávén, M., Alenius, S., Myrmel, M., & Stokstad, M. (2016). Bovine coronavirus in naturally and experimentally exposed calves; viral shedding and the potential for transmission. *Virology Journal*, 13, 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12985-016-0555-x>

Orozco-Cabrera, C., López-Valenciaa, G., Muñoz-Del Real, L. M., Gaxiola-Camacho, S. M., Castro-del Campo, N., Cueto-González, S. A., Guerrero-Velázquez, J. G., Moreno-Torres, K., Espinoza-Blandón, K. O., Gómez-Gómez, S. D., Trasviña-Muñoz, E., & Monge-Navarro, F. J. (2020). Detección molecular de coronavirus bovino asociado al complejo respiratorio bovino en ganado de engorda del valle de Mexicali, Baja California, México. *Rev Mex Cienc Pecu*, 11(4), 933–945. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i4.5137>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffman, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hrobjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

Pardo M., D., & Oliver E., O. (2012). Identificación de agentes infecciosos asociados con Diarrea Neonatal Bovina en la Sabana de Bogotá. *Rev.MVZ Córdoba*, 17(3), 3162–

3168. <https://doi.org/10.21897/rmvz.216>

Pardo M., D., & Oliver E., O. (2015). Determinación de factores de riesgo involucrados en diarrea neonatal bovina en fincas lecheras del trópico alto colombiano. *Revista Veterinaria*, 26(2), 124–130. <https://doi.org/10.30972/vet.262223>

Pardo M., D. P. (2012). Determinación de los factores de riesgo y de los agentes etiológicos asociados con la presentación de Diarrea Neonatal Bovina (DNB) en fincas de la Sabana de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/9344c23b-ee36-4b7b-bfa2-6bf2e0816c78/content>

Pedersen, N. C. (2014). An update on feline infectious peritonitis: Diagnostics and therapeutics. *The Veterinary Journal*, 201(January), 133–141. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2014.04.016>

Peña, C., & Faúndes G., N. (2019). Introducción a la Virología I. *Boletín Micológico*, 33(2), 10. <https://doi.org/10.22370/bolmicol.2018.33.2.1387>

Ramirez M., A. (2018). Estudio retrospectivo sobre la mortalidad en terneros de la raza brangus en la Hacienda Montecarlo y generación de medidas preventivas y correctivas para disminuir la misma. <https://repository.unilasallista.edu.co/server/api/core/bitstreams/520fb9e3-b6dd-4bee-8cb4-f0a6ac8efef6/content>

Rocha V., J., Gonzalez A., R., Avila C., R., Peña R., B., & Reyes R., A. (2019). Impacto económico de la mortalidad y morbilidad por enfermedades en becerras lecheras. *Abanico Veterinario*, 9, 1–7. <https://doi.org/10.21929/abavet2019.920>

Rodriguez, L. E. (2022). ¿Por qué están tan altos los precios de la carne? https://caracol.com.co/programa/2022/02/19/al_campo/1645232882_160251.html

Ruiz-Bravo, A., & Jimenez-Valera, M. (2020). SARS-CoV-2 y pandemia de síndrome respiratorio agudo (COVID-19). *Ars Pharmaceutica*, 9(2), 63–79. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30827/ars.v6i1i2.15177>

RumiNews. (2020). ¿Cómo afectan los coronavirus a la familia Bovidae? <https://rumiantes.com/afectan-coronavirus-familia-bovidae/>

Santibañez C., D. F. (2012). Diagnóstico de coronavirus bovino mediante técnicas moleculares a partir de heces de terneros en dos lecherías de la Provincia del Rancho, Chile. 53(9), 1–27. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42242/GERM%C3%81N%20GARC%C3%8DA%20SALAZAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Scopus. (2022). Bovine AND Coronavirus. Documents by Year. <https://www.scopus.com/term/analyzer.uri?sort=plf-f&src=s&sid=908f0a7b39add92b85c504a50665d-ca1&sot=a&sdt=a&sl=33&s=TITLE-ABS-KEY%28bovine+coronavirus%29&origin=resultslist&count=10&analyzeResults=Analyze+results>

-
- Silva, R., Delpiazzi, R., Lemaire, C., Decuadro-hansent, G., Parrerio, V., Sok, M., & Rocha, L. (2016). Evaluación de la vacunación de vacas parto para prevenir la diarrea neonatal por rotavirus grupo A y coronavirus en los terneros a través de la inmunidad calostrada. *Biblioteca digital*, 146–148. https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1321/JB2016_146-148.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soules, K. R., Rahe, M. C., Purtle, L., Moeckly, C., Stark, P., Samson, C., & Knittel, J. P. (2022). Bovine Coronavirus Infects the Respiratory Tract of Cattle Challenged Intranasally. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(April), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.878240>
- Stout, Alison, André, N., Jaimes, J., Millet, J., & Whittaker, G. (2020). Coronaviruses in cats and other companion animals: Where does SARS-CoV-2/COVID-19 fit. *Veterinary Microbiology*, January, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2020.108777>
- Suzuki, T., Otake, Y., Uchimoto, S., Hasebe, A., & Goto, Y. (2020). Genomic characterization and phylogenetic classification of bovine coronaviruses through whole genome sequence analysis. *Viruses*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/v12020183>
- Szczepanski, A., Owczarek, K., Bzowska, M., Gula, K., Drebot, I., Ochman, M., Maksym, B., Rajfur, Z., Mitchell, J. A., & Pyrc, K. (2019). Canine Respiratory Coronavirus, Bovine Coronavirus, and Human Coronavirus OC43: Receptors and Attachment Factors. *Viruses*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/v11040328>
- Takamura, K., Matsumoto, Y., & Shimizu, Y. (2002). Field study of bovine coronavirus vaccine enriched with hemagglutinating antigen for winter dysentery in dairy cows. *Can. J. Vet. Res.*, 66(0), 278–281. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC227016/pdf/20021000s00009p278.pdf>
- Velázquez S., R. I. (2020). Historia de las infecciones por coronavirus y epidemiología de la infección por SARS-CoV-2. *Revista Mexicana de Trasplantes*, 9(S2), 149–159. <https://doi.org/10.35366/94504>
- Vlasova, A. N., & Saif, L. J. (2021). Bovine Coronavirus and the Associated Diseases. *Frontiers in Veterinary Science*, 8(March). <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.643220>
- Wang, F., & Kieff, E. (2018). Capítulo 214e: Virología médica. In M.-H. Education (Ed.), Harrison. *Principios de Medicina Interna* (20th ed., pp. 1–4052). <https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookid=3553#292454834>
- Zaragoza M., F., Lucho C., G. G., & Barrales C., H. (2020). Panorama de la situación actual con respecto al coronavirus. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, April, 1–10. <https://doi.org/10.24875/RMIMSS.M20000127>
- Zhu, Q., Li, B., & Sun, D. (2022). Advances in Bovine Coronavirus Epidemiology. *Viruses*, 14(5), 1109. <https://doi.org/10.3390/v14051109>