



Prevalencia y factores de riesgo asociados a *Cryptosporidium* spp. en bovinos de leche de Chiquinquirá (Colombia)



Diana M. Bulla-Castañeda ^a

Deisy J. Lancheros Buitrago ^a

Leneth B. Castañeda Sedano ^a

Rosa I. Higuera Piedrahita ^b

Martin O. Pulido-Medellin ^{a*}

^a Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – UPTC. Grupo de Investigación en Medicina Veterinaria y Zootecnia – GIDIMEVETZ. Tunja, Colombia.

^b Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Cuautitlán, México.

*Autor de correspondencia: martin.pulido@uptc.edu.co

Resumen:

La criptosporidiosis es una enfermedad que se caracteriza por generar episodios de diarrea en bovinos alrededor del mundo causada por un parásito protozoario del género *Cryptosporidium* spp. del phylum Apicomplexa y Familia Cryptosporiidae. Es responsable de importantes pérdidas económicas, y sumado a esto, genera un impacto en la salud humana, al poseer la capacidad de parasitar a humanos. El objetivo fue determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a *Cryptosporidium* spp. en bovinos de Chiquinquirá (Colombia). Se desarrolló un estudio descriptivo de corte transversal con muestreo aleatorio simple, en donde se tuvo en cuenta un tamaño muestral de 1,044 bovinos, entre machos y hembras, de diferentes razas, y grupos etarios con el programa estadístico WinEpi. Las muestras de materia fecal se tomaron directamente del recto y procesadas mediante la técnica de Ziehl-Neelsen modificada (ZN) para la identificación de ooquistes del parásito en el objetivo de 100X. Los datos se procesaron con el programa estadístico Epi Info®. Se encontró una

prevalencia general del 7.3 % (73/1000), las hembras, los bovinos de 2 a 4 años y los cruces raciales fueron los más prevalentes. No se encontró asociación estadística significativa entre la raza, edad y sexo de los individuos evaluados, y la positividad al protozooario ($P \geq 0,05$). La compra de animales y las producciones de mayor tamaño se consideraron como factores de riesgo para la parasitosis. Se deben diseñar e implementar planes de prevención y control del protozooario basados en prácticas sanitarias que impidan la diseminación de los ooquistes que se encuentran en materia fecal.

Palabras clave: *Cryptosporidium* spp., Criptosporidiosis, Bovinos.

Recibido: 21/04/2023

Aceptado: 13/02/2024

Introducción

Cryptosporidium spp. es un parásito protozario, coccidiano, zoonótico, intracelular obligado que forma parte del phylum Apicomplexa y familia Cryptosporiidae; el cual se encuentra distribuido en todo el mundo⁽¹⁻⁵⁾. El parásito afecta el tracto gastrointestinal de especies de vertebrados como bovinos, aves, pequeños rumiantes, roedores, caninos, felinos, conejos, ardillas e incluso al hombre⁽⁶⁻⁹⁾. Recientes reportes indican que existen más de 40 especies de *Cryptosporidium* spp. descritas, de las cuales *C. parvum*, *C. bovis*, *C. ryanae* y *C. andersoni* se presentan de forma rutinaria en el ganado bovino⁽⁵⁾.

Los parásitos de este género causan una enfermedad gastrointestinal grave conocida como criptosporidiosis^(7,8), que impacta tanto la salud humana como la sanidad animal^(1,5,6). El ganado, especialmente los terneros, han sido identificados como uno de los reservorios más comunes de este protisto^(1,4), siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en terneros de 1 mes de edad o menos a nivel mundial⁽¹⁰⁾. Sin embargo, existe una gran variedad de hospedadores que pueden actuar como reservorios del parásito, lo que favorece que *Cryptosporidium* spp. persista en el medio ambiente durante tiempos prolongados como ooquistes, aumentando el riesgo de transmisión a los huéspedes susceptibles^(6,7).

Las infecciones por *Cryptosporidium* spp. constituyen una carga sustancial para la salud pública y son responsables de pérdidas económicas en los rebaños de ganado en todo el mundo⁽¹¹⁾. Por lo tanto, la reducción de la enfermedad y el desprendimiento de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. se considera como un objetivo importante en las producciones ganaderas, mediante la inhibición de la transmisión del protista a través del contacto directo con animales infectados, o la ingestión de alimentos y agua contaminados con heces de

animales⁽⁹⁾. El diagnóstico del protozooario se basa en la identificación de ooquistes del mismo a nivel de laboratorio, en donde lo habitual es llevar a cabo una observación microscópica de los ooquistes, aplicando a frotis fecales una tinción de Ziehl-Neelsen (ZN) con solución de alcohol ácido, auramina con fenol o inmunofluorescente⁽¹²⁾.

Las opciones terapéuticas disponibles para tratar la criptosporidiosis son limitadas⁽¹¹⁾. A pesar del interés sustancial en este tipo de parásitos, el progreso en términos de desarrollo del tratamiento y comprensión de la mayoría del ciclo de vida de este organismo inusual es escaso⁽⁷⁾. Hasta donde se sabe, en el Departamento de Boyacá no hay estudios recientes de la identificación de ooquistes del parásito en materia fecal por microscopia, ni el análisis de diferentes variables⁽¹³⁾. Por consiguiente, el objetivo de la presente investigación fue determinar la prevalencia y factores de riesgo asociados a *Cryptosporidium* spp. en bovinos de Chiquinquirá (Colombia).

Material y métodos

Ubicación geográfica

Boyacá cuenta con cuatro municipios especializados en producción de leche (Chiquinquirá, Caldas, San Miguel de Sema y Saboyá), alcanzando un volumen de 70,000 L diarios derivados de aproximadamente 50,000 hembras bovinas destinadas a la producción láctea⁽¹⁴⁾. De acuerdo con los datos del gobierno nacional, la ganadería en Chiquinquirá representa un renglón importante de la economía del municipio, que se encuentra situado a 5°36'48" N y a 0°15'21" de longitud meridiano de Bogotá, a una altitud de 2,000 a 3,200 msnm y una temperatura promedio de 15 °C⁽¹⁵⁾.

Tamaño de muestra

Chiquinquirá para el año 2022 reportó 33,398 cabezas de ganado según el Censo Pecuario Nacional del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)⁽¹⁶⁾. Con base en los datos reportados y siguiendo la fórmula obtenida del programa estadístico WinEpi, se determinó un tamaño de muestra de 947 hembras y 47 machos bovinos de diversos grupos etarios y razas con potencial lechero. Además, se tuvo en cuenta un intervalo de confianza del 95%, error aceptado del 5%, una fracción de muestreo de 1.15% y una prevalencia esperada del 50 %.

$$n = \left(\frac{Z \frac{a}{2\sqrt{p(1-p)}}}{E} \right)^2 = \frac{Z^2 \alpha/2 \cdot p(1-p)}{E^2}$$

Dónde: n= tamaño de la muestra; E= error aceptado; p= valor esperado de la proporción; α = probabilidad de cola.

Toma y procesamiento de muestras

Se tomaron entre 2 a 5 g de materia fecal directamente del recto mediante palpación rectal. Las muestras fueron rotuladas y almacenadas en neveras de refrigeración, para ser transportadas al Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) para su procesamiento. Para la identificación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en las heces de los bovinos se implementó la técnica de Ziehl Neelsen modificada (ZN) o tinción en frío de Kinyoun. Se realizó un frotis delgado de materia fecal en el portaobjetos, el cual se dejó secar al aire libre. Posteriormente, las láminas se colocaron en gradillas de tinción en donde se colorearon durante 10 min con fucsina de ZN. Luego, se realizó decoloración de las láminas durante 2 min con alcohol ácido de ZN y se llevó a cabo un enjuague con agua de flujo lento. A continuación, las láminas se suspendieron durante 6 min en azul de metileno de ZN y fue empleado un secado al aire libre. Las láminas se examinaron microscópicamente con Objetivo 100x con aceite de inmersión). Se consideraron como positivas aquellas muestras en las cuales los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. se tiñeron de rojo brillante⁽¹⁷⁾.

Análisis estadístico

La identificación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en la materia fecal de los bovinos y los datos obtenidos en la encuesta epidemiológica, fueron consolidados y filtrados. Dentro de los factores evaluados, es importante mencionar que en cuanto a las prácticas de manejo, se hace referencia a la ausencia o presencia del evento, hato grande fueron aquellos con más de 10 animales en producción y los hatos pequeños con 10 o menos. En cuanto a las fuentes de agua la única que proveía agua potable y tratada fue el acueducto. Los resultados se analizaron con el programa estadístico Epi Info® versión 7.2.4.0.

La proporción de individuos afectados por *Cryptosporidium* spp y expuestos a los factores que se evaluaron en el estudio, fueron comparados con la misma proporción de una población no expuesta a ese factor para estimar las razones de prevalencia (RP). El RP se utilizó para medir la asociación entre cryptosporidiosis y los factores causales hipotéticos, así como la importancia de estas asociaciones mediante una prueba exacta de Fisher⁽¹⁸⁾.

Los valores de RP superiores a 1 (intervalo de confianza inferior 95% < 1) y con $P < 0.05$ se consideraron como factores de riesgo, mientras que los valores de RP inferiores a 1 (intervalo de confianza superior 95% < 1) y con $P < 0,05$ fueron factores de protección. La variable dependiente incluyó los resultados de ZN modificada; mientras que las variables independientes fueron todas las variables determinantes establecidas en la encuesta epidemiológica aplicada durante la toma de la muestra. Una vez establecidos estos factores, se realizó una regresión logística⁽¹⁹⁾.

Consideraciones éticas

El estudio se realizó de acuerdo con la Resolución 8430 del Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, y la Ley 84 de 1989. Estas establecen las normas que son idóneas para el bienestar de los animales durante la investigación. Asimismo, antes de la toma de las muestras de sangre, se obtuvo la firma de consentimiento informado por parte de los propietarios de los bovinos.

Resultados

Una prevalencia general de 7.3 % (73/1000) fue determinada en el municipio de Chiquinquirá. Las hembras fueron más prevalentes que los machos con 7.39 (70/947) y 6.98 % (3/43), respectivamente. Los bovinos de 2 a 4 años y ejemplares de raza cruzada tuvieron mayor presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. (Cuadro 1). No se encontró asociación estadística significativa entre la raza, edad y género de los individuos evaluados, y la positividad al protozooario ($P \geq 0,05$).

Cuadro 1: Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. por grupo etario y raza en bovinos del municipio de Chiquinquirá, Boyacá

Variable	N	Positivos <i>Cryptosporidium</i> spp.	Prevalencia (%)
Grupos etarios			
< 2 años	304	20	6.58
2-4 años	84	10	11.90
> 4 años	612	43	7.03
Razas			
Ayrshire	138	11	7.97
Cruces	95	9	9.47
Holstein	767	53	6.91

En cuanto a las variables evaluadas, las prácticas de manejo como la presencia de ganado de otros propietarios ($P=0.0018$), arriendo de pastos ($P=0.0010$) y la compra de animales ($P=0.0062$) tuvieron asociación estadística significativa con la presentación del parásito en los bovinos evaluados (Cuadro 2).

Cuadro 2: Análisis de las prácticas de manejo como posibles factores de riesgo asociados a las infecciones por *Cryptosporidium* spp.

Variable	Categoría	RP	Intervalo de confianza (95%)	P-valor
Prácticas de manejo	Corral	0.9769	0.9416 - 1.0135	0.1234
	Ganado de otros propietarios	0.9427	0.9136 - 1.0729	0.0018
	Otras especies	0.9352	0.8351 - 1.0474	0.1113
	Arriendo de pastos	0.9455	0.9138 - 1.0783	0.0013
	Compra de animales	1.0472	1.0118 - 1.0839	0.0062
	Cercas dañadas	1.0056	0.9696 - 1.0430	0.4254
	Desparasitación	0.9352	0.8351 - 1.0474	0.1113

Los resultados se presentan como razón de prevalencia (RP) e intervalo de confianza (IC) del 95%.

La diarrea presentó asociación estadística significativa con la presencia de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en las muestras de materia fecal analizadas. El tamaño del hato tuvo significancia estadística, en donde los hatos grandes se consideraron como posible factor de riesgo y el hato pequeño se estableció como factor de protección para la presentación del parásito. Por otra parte, al analizar la fuente de agua de consumo el acueducto y la quebrada, presentaron asociación estadística significativa con la positividad del protozooario, además la quebrada se estableció como posible factor de riesgo, mientras el acueducto fue factor de protección (Cuadro 3).

Cuadro 3: Análisis de las manifestaciones clínicas, tamaño del hato y fuente de agua de consumo como posibles factores de riesgo asociados a las infecciones por *Cryptosporidium* spp.

Variable	Categoría	RP	Intervalo de confianza (95%)	P-valor
Manifestaciones clínicas	Diarrea	0.9552	0.9208 - 1.0909	0.0078
	Fiebre	0.9699	0.9366 - 1.0044	0.0545
Tamaño del hato	Hato grande	1.051	1.0169 - 1.0863	0.0081
	Hato pequeño	0.9515	0.9206 - 0.9834	0.0072
Fuente de agua	Acueducto	0.9496	0.9175 - 0.9829	0.0023
	Aljibe	0.9694	0.9364 - 1.0035	0.0657
	Quebrada	1.0589	1.0122 - 1.1078	0.0041

Los resultados se presentan como razón de prevalencia (RP) e intervalo de confianza (IC) del 95%.

El análisis de las variables que se determinaron como posibles factores de riesgo mediante regresión logística, permitió determinar que la compra de animales y aquellas unidades de producción en donde hay más 10 animales, como factores de riesgo para la presentación de ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en los bovinos evaluados (Cuadro 4).

Cuadro 4: Análisis de variables como posibles factores de riesgo asociados a las infecciones por *Cryptosporidium* spp

Variable	Odds ratio	ICI	ICS	P-valor
Compra de animales	2.252	1.3358	3.7965	0.0023
Hato grande	2.6677	1.2593	5.651	0.0104
Quebrada	1.5773	0.9484	2.6232	0.0791

Odds ratio= razón de probabilidades; ICI= intervalo de confianza inferior; ICS= intervalo de confianza superior.

Discusión

La infección por protozoarios entéricos en el ganado puede representar una amenaza para la productividad y la supervivencia de los bovinos, lo que genera impactos negativos en la industria ganadera⁽²⁰⁾. En este grupo de patógenos que afectan la salud animal, *Cryptosporidium* spp. es un parásito intracelular obligado que se transmite por vía fecal-oral tras la ingestión de ooquistes que pueden contaminar, persistir y resistir la desinfección en el agua y en los alimentos⁽²¹⁾. La literatura publicada sobre el parásito es extensa, proporcionando detalles de su distribución en la mayoría de las regiones del mundo⁽²²⁾. En este sentido, se han reportado prevalencias de 52.2 % en Argelia⁽¹⁰⁾, 16.2 % en Etiopia⁽⁴⁾, 53 % en fincas de Letonia⁽²³⁾ y 64 % en bovinos muestreados en la región lagunera de México⁽²⁴⁾.

De la misma forma, a nivel nacional existen prevalencias del 22 % en la región Sabana Centro (Cundinamarca)⁽²⁵⁾, 22 % y 7 % en Chiquinquirá^(26,27), 48 % en bovinos de Boyacá⁽²⁸⁾ y el diagnóstico microscópico reveló que 115 terneros (26.6 %) de 44 granjas (59.5 %) dieron positivo en una área central de Colombia (Antioquia, Boyacá, Cundinamarca y Meta)⁽²⁹⁾, las cuales se encuentran por arriba de la encontrada en el presente estudio. Las variaciones reportadas se pueden presentar debido a las diferentes condiciones medioambientales, las prácticas de manejo y el número de animales en las explotaciones, por lo que se debe considerar el papel que tiene el medio ambiente en la contaminación directa e indirecta, principalmente en lo que se relaciona con la acumulación de ooquistes en animales que se encontraban previamente en el hato, y facilitan la ruta de transmisión fecal-oral de los bovinos, pues puede modificar la prevalencia de infección del parásito⁽³⁰⁾.

En el presente estudio, los bovinos de 2 a 4 años tuvieron la mayor prevalencia del parásito, lo cual difiere con lo reportado en África^(6,10), Asia⁽²⁰⁾ y Suramérica⁽²⁹⁾ en donde se detectó una mayor tasa de infección en ganado joven en comparación con los animales adultos. No se encontró asociación estadística significativa con la edad de los bovinos ($P \geq 0,05$), lo cual se relaciona con la prevalencia de la infección por *Cryptosporidium* en el ganado bovino de

Etiopía central⁽³¹⁾, pero difiere con los datos obtenidos de bovinos de explotaciones lecheras de Colombia⁽²⁸⁾, Estados Unidos⁽³²⁾ e India⁽²⁾; dado que en las investigaciones se encontraron asociación entre la edad y la excreción de ooquistes en materia fecal. Así mismo, la edad no se consideró como un factor de riesgo para el protozoo en el presente estudio. No obstante, los bovinos <12 meses de edad fueron los factores asociados a la excreción de ooquistes de *Cryptosporidium* spp en Colombia⁽²⁸⁾. En este sentido, se debe tener en cuenta que los terneros lactantes tienen mayor predisposición a adquirir la infección por el parásito; además, la enfermedad clínica puede estar influenciada por el estado inmunitario del huésped⁽³³⁾.

Das *et al*⁽²⁾ reportan que, existe significancia estadística entre la positividad a *Cryptosporidium* spp. y el sexo de los bovinos, lo cual no se evidenció en el presente estudio; sin embargo, en la prevalencia de la infección por *Cryptosporidium* en Etiopía⁽³¹⁾ y Nigeria⁽⁶⁾ no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre machos y hembras, lo cual se relaciona con nuestros resultados. Por otra parte, los cruces raciales tuvieron la mayor excreción de ooquistes del protozoo, sin existir una asociación estadística entre la raza de bovinos con la presentación del parásito ($P \geq 0,05$), lo cual coincide con la ausencia de relación reportada en la prevalencia de la infección en bovinos en Addis Abeba y sus alrededores⁽³¹⁾, que es probable se presente debido a la posibilidad del ganado de carne como el de leche de ser infectados por el coccidiano⁽²⁾.

Los factores de riesgo de *Cryptosporidium* spp. se asocian principalmente con el manejo y la condición sanitaria de los animales⁽³¹⁾. La presencia de ganado de otros propietarios en los hatos, el arriendo de pastos y la compra de animales, de los cuales no se conocía los antecedentes sanitarios y de desparasitación, se asociaron a la presencia de ooquistes en las muestras evaluadas ($P \leq 0,05$), esto debido a que la transmisión de la criptosporidiosis se debe principalmente a las prácticas de manejo que permitan la diseminación de ooquistes que se encuentran en el medio ambiente o en animales enfermos o huéspedes susceptibles. Del mismo modo, la compra de animales se determinó como factor de riesgo para la presencia del parásito, esto se puede presentar debido a que *Cryptosporidium* spp, no es específico del huésped. Por tanto, un ambiente contaminado con ooquistes durante un brote en bovinos puede dar lugar a la infección otras especies que posteriormente utilicen la misma zona de pastoreo, además al desconocer los antecedentes sanitarios de los individuos puede aumentar la posibilidad de transmisión del protozoo⁽²⁾.

El tamaño del hato se asoció con la excreción de ooquistes de *Cryptosporidium* spp., en donde las producciones de menor tamaño se consideraron como factor de protección y los hatos con mayor cantidad de individuos se establecieron como factor de riesgo para la infección, lo que concuerda con la asociación positiva entre la mayor densidad de población bovina con la excreción fecal de *Cryptosporidium* spp en África⁽³¹⁾, Asia⁽²⁰⁾, Europa⁽³⁴⁾ y Norteamérica⁽³²⁾. Del mismo modo, la crianza individual de terneros disminuye la infección por el protozoo en aproximadamente 2.5 veces en comparación con la crianza de terneros en grupo⁽³¹⁾,

existiendo una diferencia en el desprendimiento de ooquistes entre los sistemas de alojamiento, con una mayor prevalencia en los terneros mantenidos de manera grupal comparado con el sistema individual. Sin embargo, dependerá de la edad de los animales⁽³⁴⁾; esto demuestra la importancia que tienen las instalaciones utilizadas en las explotaciones intensivas con mayores densidades de animales⁽²⁹⁾.

El consumo de agua de bebida proveniente del acueducto y de la quebrada presentó significancia ($P \leq 0,05$), en donde el acueducto se estableció como un factor de protección para la positividad al parásito. Explotaciones con fuentes de agua potable como pozos, ríos o arroyos; adquirieron *Cryptosporidium* 2.4 y 2.9 veces más, en comparación con las granjas que usan agua del grifo para proveer de agua a los bovinos⁽³¹⁾. Así mismo, los hatos que eliminan las aguas residuales al campo en comparación con las granjas que arrojan aguas residuales a los pozos cercanos también podrían tener mayores posibilidades de padecer la infección al protozooario⁽³¹⁾. La infección por *Cryptosporidium* spp. tiene una asociación significativa con los síntomas del animal infectado⁽²⁾, de allí que la presentación de diarrea en los individuos evaluados tuviera asociación significativa ($P \leq 0,05$). No obstante, estudios previos indicaron que no hubo asociación entre la presencia de diarrea y desprendimiento de ooquistes^(6,34,35), así como una prevalencia ligeramente mayor en el ganado diarreico comparado con el no diarreico⁽⁶⁾. A pesar de esto, la tasa de infección por *Cryptosporidium* spp en Colombia^(27,28) y Algeria⁽¹⁰⁾ es mayor en animales que manifiestan diarrea comparada con la de aquellos individuos que no la presentan, lo que concuerda con lo encontrado en Chiquinquirá; destacándose que el riesgo de que el síntoma se presente en los bovinos puede disminuir a medida que van alcanzando la edad adulta⁽²³⁾.

En la actualidad no existe en el mercado una vacuna o un fármaco para el tratamiento y control de la criptosporidiosis en rumiantes, lo que dificulta su prevención. En este sentido, es necesario implementar estrategias que permitan reducir la propagación de la infección en los hatos, y en donde se incluyan buenas prácticas de manejo de la enfermedad, tales como la separación de bovinos con diarrea, la limpieza y desinfección de las instalaciones antes de la introducción de animales, el retiro y eliminación de materia fecal o basura húmeda, higiene de comederos y bebederos, el desarrollo de estrategias para reducir la humedad en los hatos así como el suministro adecuado de calostro a los recién nacidos⁽³⁶⁾.

Conclusiones e implicaciones

Se encontró una prevalencia moderada de la infección por *Cryptosporidium* spp. en los bovinos de Chiquinquirá, en donde las hembras, los bovinos de 2 a 4 años y los cruces raciales fueron los más prevalentes, aunque la infección por el protozooario se presenta con mayor frecuencia en terneros, los adultos pueden convertirse en fuente de diseminación del parásito, por lo que su prevención y control debe ser primordial en los hatos. La compra de animales

y las producciones de mayor tamaño se consideraron como factores de riesgo para la parasitosis; en este sentido, las prácticas sanitarias y de manejo deben ser ajustadas de tal manera que en los sistemas extensivos y en aquellos en donde se permite el ingreso de animales sin conocer antecedentes sanitarios, se minimice la excreción de ooquistes en materia fecal.

Conflicto de intereses

Los autores del presente artículo declaran que no existe ningún tipo de conflicto de intereses, ni ninguna relación económica, personal, política, interés financiero, ni académico que pueda influir en el juicio de los mismos.

Literatura citada:

1. Mammeri M, Chevillot A, Chenafi I, Thomas M, Julien C, Vallée I, Polack B, Follet J, Adjou K. Molecular characterization of *Cryptosporidium* isolates from diarrheal dairy calves in France. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 2019;18:1–8.
2. Das K, Nair LV, Ghosal A, Sardar SK, Dutta S, Ganguly S. Genetic characterization reveals evidence for an association between water contamination and zoonotic transmission of a *Cryptosporidium* sp. from dairy cattle in West Bengal, India. *Food Waterborne Parasitol* 2019;17:1–5.
3. Widmer G, Köster PC, Carmena D. *Cryptosporidium hominis* infections in non-human animal species: revisiting the concept of host specificity. *Int J Parasitol* 2020;50:253–262.
4. Seyoum-Tarekegn Z, Tigabu Y, Dejene H. *Cryptosporidium* infection in cattle and humans in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Parasite Epidemiol Control* 2021;14:1-15.
5. Guy RA, Yanta CA, Bauman CA. Molecular identification of *Cryptosporidium* species in Canadian post-weaned calves and adult dairy cattle. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 2022;34:1-7.
6. Olalekan Odeniran P, Oluwafemi Ademola I. Epidemiology of *Cryptosporidium* infection in different hosts in Nigeria: A meta-analysis. *Parasitol Int* 2019;71:194–206.
7. Bones AJ, Jossé L, More C, Miller CN, Michaelis M, Tsaousis AD. Past and future trends of *Cryptosporidium in vitro* research. *Exp Parasitol* 2019;196:28–37.
8. Putignani L. *Cryptosporidium*. In: Elsevier. *Encyclopedia of Infection and Immunity* 2022:450–462.

9. Guo Y, Ryan U, Feng Y, Xiao L. Emergence of zoonotic *Cryptosporidium parvum* in China. *Trends Parasitol* 2022;38(4):335–343.
10. Ouakli N et al. *Cryptosporidium*-associated diarrhea in neonatal calves in Algeria. *Vet Parasitol Reg Stud Reports* 2018;12:78–84.
11. Woolsey ID, Zeller WE, Blomstrand BM, Øines Ø, Enemark HL. Effects of selected condensed tannins on *Cryptosporidium parvum* growth and proliferation in HCT-8 cell cultures. *Exp Parasitol* 2022;241:1–6.
12. OIE. Office International des Epizooties. Criptosporidiosis. (2.4.13). Manual de la OIE sobre animales terrestres. 2016:1-17.
13. Ballesteros CMF, Paramo MAP. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp en terneros menores de 30 días en el Valle de Ubaté-Chiquinquirá Colombia [Trabajo de pregrado]. Colombia, Bogotá. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A; 2019.
14. Castrillón FD. INFORME: Cuencas lecheras, motores de la producción nacional. Contexto ganadero 2014. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-cuencas-lecheras-motores-de-la-produccion-nacional>. Consultado: Abr 20, 2023.
15. Chiquinquirá A. Información del municipio. <https://www.chiquinquiraboyaca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx> 2023; Consultado Abr 20, 2023.
16. ICA. (2022). Censo Pecuario Nacional. Censo Bovino en Colombia. <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>; Consultado Abr 20, 2023.
17. Muhammad Zaglool DA, Mohamed A, Wahid Khodari YA, Usman Farooq M. *Crypto-Giardia* antigen rapid test versus conventional modified Ziehl-Neelsen acid-fast staining method for diagnosis of cryptosporidiosis. *Asian Pac J Trop Med* 2013;63:212–215.
18. Thrusfield M. *Veterinary Epidemiology*. 2nd ed. New Jersey, USA: Editorial Blackwell Publishing Ltd.; 2005.
19. Martin SW, Meek A, Willebreg P. *Veterinary epidemiology: Principles and methods*. Zaragoza, España: Editorial Acribia S.A.; 1997.
20. Abdullah DA et al. Molecular detection and epidemiological risk factors associated with *Cryptosporidium* infection among cattle in Peninsular Malaysia. *Food Waterborne Parasitol* 2019;12:1–9.

21. Hagos B, Molestina RE. A simple alcohol-based method of oocyst inactivation for use in the development of detection assays for *Cryptosporidium*. Food Waterborne Parasitol 2022;27:1–11.
22. Mahmoudi MR, Ongerth JE, Karanis P. *Cryptosporidium* and cryptosporidiosis: The Asian perspective. Int J Hyg Environ Health 2017;220(7):1098–1109.
23. Deksne G, Mateusa M, Cvetkova S, Derbakova A, Keidāne D, Troell K, Schares G. Prevalence, risk factor and diversity of *Cryptosporidium* in cattle in Latvia. Vet Parasitol Reg Stud Reports 2022;28:1–11.
24. López TLL, López CO, Vázquez VC, Alvarado GOG, Vázquez AR, Rodríguez FH, *et al.* Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en hatos lecheros de la región lagunera, México. Rev Bio Cienc 2020;7(811):1–14.
25. Avendaño C, Amaya Á, Bayona M. Caracterización epidemiológica de la criptosporidiosis en bovinos de la región Sabana Centro (Cundinamarca). Rev. U.D.C.A Act Div Cient 2010;13(2):109–116.
26. Avendaño C, Quílez J, Sánchez-Acedo C. Prevalencia de *Cryptosporidium* en terneros en el Valle de Ubaté – Chiquinquirá (Colombia). Rev U.D.C.A Act Div Cient 2010;13(1):41–47.
27. Montaña JS, Avendaño C. Contribución al conocimiento de la epidemiología de la criptosporidiosis bovina en el Valle de Chiquinquirá. Rev U.D.C.A Act Div Cient 2012;15(2):391–398.
28. Pulido-Medellín MO, Andrade-Becerra RJ, Iván Rodríguez-Vivas R, Garcia-Corredor DJ. Prevalencia y posibles factores de riesgo en la excreción de ooquistes de *Cryptosporidium* spp en bovinos de Boyacá, Colombia. Rev Mex Cienc Pecu 2014;5(3):357–364.
29. Avendaño C, Ramo A, Vergara-Castiblanco C, Sánchez-Acedo C, Quílez J. Genetic uniqueness of *Cryptosporidium parvum* from dairy calves in Colombia. Parasitol Res 2018;117(5):1317–1323.
30. Constancis C, Ravinet N, Bernard M, Lehebel A, Brisseau N, Chartier C. Rearing system with nurse cows and risk factors for *Cryptosporidium* infection in organic dairy calves. Prev Vet Med 2021;190:1–8.
31. Manyazewal A, Stomeo F, Pal M, Gezahegn M, Tesfaye M, Lucy M, Teklu W, Getachew T. Prevalence, risk factors and molecular characterization of *Cryptosporidium* infection in cattle in Addis Ababa and its environs, Ethiopia. Vet Parasitol Reg Stu Reports 2018;13:79–84.

32. Li X. *et al.* Statewide cross-sectional survey of *Cryptosporidium* and *Giardia* in California cow-calf herds. *Rangel Eco Management* 2019;72:461–466.
33. Holzhausen I, Lendner M, Dauschies A. Bovine *Cryptosporidium parvum* field isolates differ in cytopathogenicity in HCT-8 monolayers. *Vet Parasitol* 2019;273:67–70.
34. Åberg M, Emanuelson U, Troell K, Björkman C. Infection dynamics of *Cryptosporidium bovis* and *Cryptosporidium ryanae* in a Swedish dairy herd. *Vet Parasitol* 2019;276S:1–6.
35. Åberg M, Emanuelson U, Troell K, Björkman C. A single-cohort study of *Cryptosporidium bovis* and *Cryptosporidium ryanae* in dairy cattle from birth to calving. *Vet Parasitol Reg Stu Reports* 2020;20:1–5.
36. Russell S, Power M, Ens E. *Cryptosporidium* and *Giardia* in feral water buffalo (*Bubalus bubalis*) in the South East Arnhem Land Indigenous Protected Area, Australia. *Parasitol Res* 2020;119(7):2149–2157.