



Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros doble propósito de la zona centro de Veracruz, México

Dora Romero-Salas¹ ; Roger I Rodríguez-Vivas^{2*} ; Anabel Cruz-Romero¹ 
Mariel Aguilar-Domínguez¹ ; Marco A Alarcón-Zapata³ ; Melina Ojeda-Chi³ 
Gabriela J Flota-Burgos² 

¹Universidad Veracruzana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Unidad de Diagnóstico. Laboratorio de Parasitología. Rancho Torreón del Molino. Carretera Federal Veracruz-Xalapa Km 14.5. Veracruz, México.

²Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Salud Animal y Medicina Preventiva. Km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. Mérida, Yucatán, México.

³Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Campus Tuxpan. Carretera Tuxpan-Tampico Km. 7.5, Universitaria, Tuxpan, Veracruz, México.

Correspondencia: rvivas@correo.uady.mx

Recibido: November 2023; Aceptado: Mayo 2024; Publicado: Julio 2024.

RESUMEN

Objetivo. Estimar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros en ranchos ganaderos de doble propósito de Veracruz, México. **Materiales y métodos.** Se realizó un estudio epidemiológico transversal en cinco municipios del centro de Veracruz. Los animales incluidos en el estudio fueron becerros de entre 1 y 60 días de nacidos. Se obtuvieron muestras de heces del recto de los animales. Se utilizó la técnica de centrifugación de Faust modificada para concentrar ooquistes y la técnica de Inmunofluorescencia Directa para la detección de los mismos. En cada rancho se aplicaron encuestas para conocer las características de los animales y el manejo. Se estimó la prevalencia general y específica. Las variables fueron analizadas mediante la prueba univariada de Chi cuadrado para determinar posibles asociaciones epidemiológicas. **Resultados.** La prevalencia general de *Cryptosporidium* spp. fue de 69.9%, y el municipio con mayor prevalencia fue Tlalixcoyan (96.6%). No se encontró diferencia significativa entre la edad, sexo, raza y consistencia de las heces de los becerros. El rancho (R9) fue el único factor asociado a *Cryptosporidium* spp. en los becerros estudiados. **Conclusiones.** Existe una alta prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros de ranchos ganaderos doble propósito de la zona centro de Veracruz, México. Se requieren estudios, a futuro, que determinen las especies y genotipos predominantes en la región y permitan comprender de forma integral la dinámica de transmisión y el potencial zoonótico de este protozoo.

Palabras clave: Criptosporidiosis; bovinos; diarrea; factores de riesgo; parasitología; prevalencia (Fuente: Mesh, USDA).

Como citar (Vancouver).

Romero-Salas D, Rodríguez-Vivas RI, Cruz-Romero A, Aguilar-Domínguez M, Alarcón-Zapata MA, Ojeda-Chi M, Flota-Burgos GJ. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros doble propósito de la zona centro de Veracruz, México. Rev MVZ Córdoba. 2024; 29(3):e3246. <https://doi.org/10.21897/rmvz.3246>



©El (los) autor (es) 2024. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

ABSTRACT

Objective. To estimate the prevalence of *Cryptosporidium* spp. in dual-purpose calves on cattle ranches in Veracruz, Mexico. **Materials and methods.** A cross-sectional epidemiological study was carried out in five municipalities from the center of Veracruz. The animals included in the study were calves between 1 and 60 days old. Stool samples were taken directly from the rectum. The modified Faust centrifugation technique was used to concentrate oocysts and Direct Immunofluorescent Test for their detection. In each ranch surveys were applied to know the characteristics of the animals and their management. General and specific prevalence was estimated. Variables were analyzed using the univariate Chi-square test to determine possible epidemiological associations. **Results.** The overall prevalence of *Cryptosporidium* spp. was 69.9%, and the municipality with the highest prevalence was Tlalixcoyan (96.6%). No significant difference was found between the age, sex, breed and consistency of the feces of the calves. The ranch (R9) was the only factor associated with *Cryptosporidium* spp. in the calves studied. **Conclusions.** There is a high prevalence of *Cryptosporidium* spp. in calves from dual purpose cattle ranches from the center of Veracruz, Mexico. Future studies are required to determine the predominant species and genotypes in the region for an integral understanding of the transmission dynamics and zoonotic potential of this protozoan.

Keywords: Cryptosporidiosis; cattle; diarrhea; parasitology; prevalence; risk factors (*MesH*, *USDA*).

INTRODUCCIÓN

Los parásitos intestinales de los bovinos producen daños directos sobre su salud, especialmente durante el periodo neonatal, por lo que esta etapa debe de recibir un estricto cuidado en el manejo zosanitario (1).

México cuenta con diferentes sistemas de producción empleados en la producción bovina, desde producciones altamente tecnificada hasta sistemas de crianza en traspatio. El sistema doble propósito (DP) tiene como objetivo la producción y comercialización de leche y carne, esta última proviene de becerros destetados y vacas de desecho. El insumo principal proviene de las praderas nativas y/o introducidas a los trópicos y difícilmente se recurre a la suplementación con concentrados. Otras características del DP son una infraestructura mínima (rústica), con bajos niveles de inversión y tecnología, así como el uso de cruzamientos de animales (*Bos indicus* x *Bos taurus*) (2,3). Dentro de las problemáticas del sistema DP se encuentra el escaso diagnóstico de enfermedades y el poco establecimiento de medidas de prevención de las mismas, por ende, los bovinos a edades tempranas están expuestos a diferentes patógenos que pueden ocasionar diarrea infecciosa, especialmente a protozoos del género *Cryptosporidium* spp., el cual se encuentra distribuido en todo el mundo y representa el agente patógeno más frecuentemente identificado en becerros (4, 5).

Cryptosporidium spp. son patógenos entéricos comunes en bovinos y otras especies de vertebrados, además destaca su impacto negativo en la salud pública debido a su potencial zoonótico, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Las especies de *Cryptosporidium* que afectan a los bovinos son: *C. parvum*, *C. bovis*, *C. andersoni* y *C. ryanae* (6). Entre ellos, *C. parvum* y *C. bovis* son las especies más comunes identificadas en becerros antes del destete. A nivel mundial se han identificados diferentes genotipos y subtipos de *C. parvum* (7,8) que están asociados a diferentes manifestaciones clínicas en humanos; sin embargo, esta asociación no ha sido demostrado que ocurra en los becerros (7).

Cryptosporidium spp. tiene un gran potencial de transmisión a través de la vía fecal-oral, puesto que los ooquistes son eliminados con las heces y contaminan el agua, el suelo, los forrajes y los comederos, entre otros, lo que facilita la propagación de los ooquistes. Estos son infectivos desde el momento de su excreción por los animales, además de que son resistentes al ambiente y necesitan bajas dosis para infectar a los humanos y animales (1,9,10). Las características del sistema DP, como la escasa infraestructura, las malas condiciones higiénicas y el manejo de los becerros se han propuesto como factores que favorecen la presentación de la enfermedad (2).

Los becerros afectados con *Cryptosporidium* spp. presentan diarrea; sin embargo, los animales adultos son asintomáticos, excretando una alta cantidad de ooquistes, permitiendo diseminar los ooquistes infectivos en las explotaciones ganaderas (1). En humanos, este protozoo también puede causar diarrea autolimitada de moderada a grave en individuos sanos, mientras que en pacientes inmunocomprometidos la infección se asocia con diarrea crónica y potencialmente mortal (5).

Las prevalencias de *Cryptosporidium* spp. en los bovinos presentan variaciones relacionadas con las condiciones epidemiológicas, características geográficas específicas, el sistema de explotación, la historia clínica y el manejo sanitario del hato, así como la edad de los animales al momento del muestreo (10,11). En Sudamérica, las prevalencias reportadas en bovinos son: Colombia 48% (Holstein, explotación lechera) (11), Venezuela 27% (cruzamientos *Bos indicus* x *Bos taurus*, DP) (12), Argentina 29.8% (Holando-Argentino, explotación lechera) (13) y Brasil 25.7% (Holandés y cruzamientos, explotación lechera) (14). En México se ha reportado que *C. parvum* se encuentra presente en 93-95% de los ranchos ganaderos estudiados en diferentes estados del país. La prevalencia general de *Cryptosporidium* spp. en bovinos de varios estados de México en diferentes sistemas de producción es variable: de 21.4 a 81.2% en becerras lactantes bajo condiciones de confinamiento en Aguascalientes (15), 33.8% y 16.6% en bovinos de Guerrero durante las épocas de lluvias y secas, respectivamente (16) y 87.1% en becerros destetados y 56.4% en ganado adulto lechero en la región de la Laguna (17), mientras que en becerros en sistema DP de Veracruz se encontraron prevalencias de 12 a 20% y de 3.3 a 12.5%, respectivamente (18).

A pesar de estos reportes, existe escasa información de este protozoo en becerros en el sistema de producción DP del estado de Veracruz, donde existe la mayor producción de ganado bovino de México. El objetivo de esta investigación fue estimar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros DP en ranchos ganaderos del centro de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio de estudio. El estudio se desarrolló en ranchos ganaderos bovinos ubicados en los siguientes municipios pertenecientes a la

zona centro del estado de Veracruz: Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Tlaxiacoan, Vega de Alatorre y Veracruz (15) (Figura 1).



Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de Veracruz, México incluidos en el estudio.

Los municipios de Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Tlaxiacoan, Vega de Alatorre y Veracruz cuentan con un clima cálido subhúmedo, con un rango de temperatura anual de 24 a 28°C y lluvias abundantes en verano (19).

Tipo de estudio y tamaño de muestra.

Se realizó un estudio epidemiológico de tipo transversal, de marzo a agosto de 2022. La estimación del tamaño de muestra se calculó utilizando el programa Win Episcope ver 2.0, en la opción de "estimar porcentaje", con una prevalencia esperada de 20%, un error de 5% y un nivel de confianza de 95%. Se estimó un tamaño de muestra de 300 becerros de una población de becerros de 512.665 en los ranchos ganaderos de los municipios de estudio (20). En cada municipio se seleccionaron al azar dos ranchos. Los propietarios de los ranchos fueron invitados a participar, brindar información y a facilitar el manejo de los animales. En cada rancho se seleccionaron al azar 30 becerros de 1 a 60 días de nacidos, sin importar el sexo, así como, con o sin antecedentes de problemas diarreicos.

En los ranchos incluidos en el estudio, el manejo zosanitario consiste en desparasitaciones contra endoparásitos una vez al año en la época de lluvias, y contra ectoparásitos cada 30 días, se lleva a cabo la vacunación anual contra la rabia y la vacunación contra enfermedades clostridiales

cada seis meses. Las hembras que permanecen en ordeña son suplementadas con maíz molido o salvadillo (1 kg), mientras que los becerros no reciben algún tipo de suplementación.

Obtención de las muestras. Se tomaron muestras de heces directamente del recto de cada animal con un guante de látex, posteriormente fueron transferidas a una bolsa de polietileno limpia. Cada muestra fue identificada con el número del animal, así como el número y/o nombre de la madre. Las muestras de heces se transportaron en una hielera (4°C) al Laboratorio de Parasitología de la Unidad de Diagnóstico en el Rancho "Torreón del Molino", perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana y fueron procesadas inmediatamente (menos de 12 horas posterior a la obtención).

Técnicas diagnósticas de laboratorio. Se utilizó el método de centrifugación de Faust modificado para la concentración de los ooquistes de *Cryptosporidium* spp. (7,21). Posteriormente se empleó la técnica de inmunofluorescencia. De cada muestra se tomó un 1 gr de heces, se suspendió en agua destilada y se colocó en una gasa quirúrgica durante 1 h para retener los desechos. Después se centrifugó a 3000 rpm durante 5 min y el sedimento fue re-suspendido en agua destilada hasta un volumen de 1 ml, nuevamente fue centrifugado y se observó con microscopio compuesto microscopio Leica DM500®. Posteriormente, se obtuvo una alícuota de 10 µl y se colocó en un portaobjetos teñido con IFD, empleando el kit comercial MERIFLUOR *Cryptosporidium* (MERIFLUOR C/G Meridian Diagnostic Corporation, Cincinnati, Ohio) y siguiendo las recomendaciones del fabricante, cada muestra se examinó en un microscopio de fluorescencia a 400x (sensibilidad de 92% y especificidad de 85%) (4). La muestra se consideró como positiva cuando se identificó la morfología del ooquiste de *Cryptosporidium* spp. Se utilizó con microscopía de fluorescencia Primo Star iLED®.

Encuestas. Se aplicaron encuestas en cada rancho ganadero, para obtener información acerca del hacinamiento de los animales, la limpieza y desinfección de las becerrerías, la limpieza y desinfección de las ubres, así como la lotificación de los animales por grupos de edad. Además de cada becerro incluido en el estudio se obtuvo la raza (cebú/holandés, cebú/suizo), edad en días (1-15, 16-30, 31-45, 46-60), sexo (macho, hembra) y consistencia de las heces (normal, pastosa, semilíquida, líquida).

Análisis estadístico. La información se incorporó en una base de datos del programa Excel® y fue analizada con el programa estadístico Statgraphics®. Se estimó la prevalencia general y específica (edad, sexo, raza, consistencia de las heces y municipio). Las variables fueron analizadas mediante la prueba univariada de Chi cuadrado para conocer posible asociación con la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros de Veracruz.

Aspectos éticos. En concordancia con la NOM-063-ZOO-1999, el presente estudio fue aprobado por la Comisión de Bioética y Bienestar Animal, perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Veracruzana.

RESULTADOS

Se muestrearon un total de 300 becerros de doble propósito (1 a 60 días de edad) en los municipios pertenecientes a la zona centro de Veracruz. Se encontraron 209 becerros positivos a *Cryptosporidium* spp., lo que significa una prevalencia general de 69.6% (IC_{95%} 64.1-74.8) mediante la prueba de IFD (Figura 2).

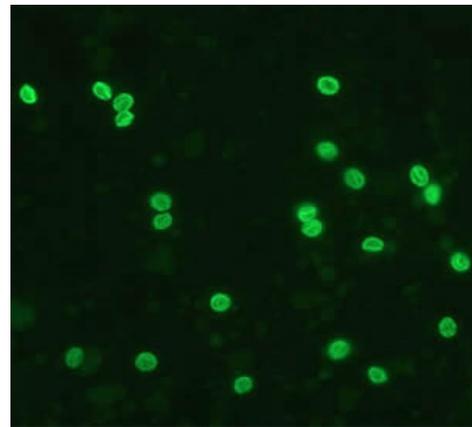


Figura 2. Muestra positiva a ooquistes de *Cryptosporidium* spp. a través de la técnica de Inmunofluorescencia directa.

Las prevalencias en relación con los municipios fueron: Manlio Fabio Altamirano 51.6%, Cotaxtla 58.3%, Veracruz 71.6, Tlalixcoyan 80.0% y Vega de Alatorre 86.7%, no habiendo diferencias significativas entre las prevalencias de *Cryptosporidium* spp. ($p > 0.05$). Sin embargo, cuando la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. se analizó por rancho se encontró que R6 y R9

presentaron las mayores prevalencias ($p < 0.05$) (Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros de ranchos ganaderos doble propósito en municipios de la zona centro de Veracruz, México.

Municipio	Rancho	Variables			
		NM	NP	*P(%)	IC _{95%}
Manlio Fabio Altamirano	R1	30	18	60.0 ^a	40.7-77.3
	R2	30	13	43.3 ^a	25.4-62.5
Cotaxtla	R3	30	12	40.0 ^a	22.6-59.3
	R4	30	23	76.6 ^b	57.7-90.0
Veracruz	R5	30	15	50.0 ^a	31.2-68.7
	R6	30	28	93.3 ^{bc}	77.9-99.1
Tlalixcoyan	R7	30	22	73.3 ^b	54.1-87.7
	R8	30	26	86.6 ^{bc}	69.2-96.2
Vega de Alatorre	R9	30	29	96.6 ^{bc}	80.9-99.8
	R10	30	23	76.6 ^b	57.7-90.0
Total	10	300	209	69.6	64.1-74.8

NM= No. Muestras; NP= No. Positivos; P(%)= Prevalencia (%); *Literales distintas significan diferencia estadística ($p < 0.05$), IC= Intervalo de Confianza al 95%

La prevalencia en relación con la edad fue: 1-15 días (77.5%), 16-30 días (73.1%), 31-45 días (59.7%) y 46-60 días (59.5%), no habiendo diferencia significativa entre las diferentes edades ($p > 0.05$) (Tabla 2).

Tabla 2. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. de acuerdo con la edad de los becerros de doble propósito en la zona centro de Veracruz, México.

Edad (días)	Variable			
	NM	NP	P(%)	*IC _{95%}
1-15	98	76	77.5 ^a	68.0-85.3
16-30	93	68	73.1 ^a	62.9-81.7
31-45	67	40	59.7 ^a	47.0-71.5
46-60	42	25	59.5 ^a	43.2-74.3
Total	300	209	69.6	64.1-74.8

NM= No. Muestras; NP= No. Positivos; P(%)= Prevalencia (%); *Literales distintas significan diferencia estadística ($p < 0.05$), IC= Intervalo de Confianza al 95%

De acuerdo con el sexo de los animales positivos a *Cryptosporidium* spp., el 76.3% (87/114) correspondía a machos y 65.5% (122/186) hembras, respectivamente ($p > 0.05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Prevalencia de acuerdo con el sexo de los becerros de doble propósito de los ranchos de la zona centro de Veracruz, México.

Sexo	Variable			
	NM	NP	P(%)	*IC _{95%}
Hembra	186	122	65.5 ^a	58.2-72.3
Macho	114	87	76.3 ^a	67.4-83.7
Total	300	209	69.6	64.1-74.8

NM= No. Muestras; NP= No. Positivos; P(%)= Prevalencia (%); *Literales distintas significan diferencia estadística ($p < 0.05$), IC= Intervalo de Confianza al 95%

Con respecto a la raza de los animales, la prevalencia fue similar ($p > 0.05$) entre las razas cebú/holandés (62.2%) y cebú/suizo (80.8%). Mientras que en relación con la consistencia de las heces de los becerros se obtuvieron las siguientes prevalencias: normal (55.3%), pastosa (68.3%), semilíquida (75.5%) y líquida (71.5%), no encontrando diferencias significativas ($p > 0.05$) (Tabla 4).

Tabla 4. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp. de acuerdo con la consistencia de las heces de los becerros de doble propósito de los ranchos de la zona centro de Veracruz, México.

Consistencia de las heces	Variable			
	NM	NP	P(%)	*IC _{95%}
Normal	47	26	55.3 ^a	40.1-69.8
Pastosa	60	41	68.3 ^a	55.0-79.7
Semi-líquida	98	74	75.5 ^a	65.7-83.6
Líquida	95	68	71.5 ^a	61.4-80.3
Total	300	209	69.6	64.1-74.8

NM= No. Muestras; NP= No. Positivos; P(%)= Prevalencia (%); *Literales distintas significan diferencia estadística ($p < 0.05$), IC= Intervalo de Confianza al 95%

Los resultados de la encuesta mostraron que en los ranchos R2 y R5 los becerros se confinaban en 2 o más corrales, mientras que en los demás ranchos los animales se confinaron en un solo corral antes de la ordeña. Después de realizar el ordeño, en todos los ranchos, los becerros se reunían con las vacas y pasaban la mayor parte del tiempo con ellas. Solo en los ranchos R6, R8 y R9 no se realizó el lavado y desinfección de las ubres, así como la limpieza de corrales de estancia de los becerros (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de las encuestas realizadas a ranchos bovinos en la zona centro de Veracruz.

Rancho	Condiciones de hacinamiento	Limpieza y desinfección de becerrerías	Desinfección de ubres
R1	Si	Si	No
R2	No	Si	Si
R3	Si	Si	Si
R4	Si	No	Si
R5	No	Si	Si
R6	Si	No	No
R7	Si	Si	Si
R8	Si	No	No
R9	Si	No	No
R10	Si	Si	Si

DISCUSIÓN

La información sobre la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. en becerros DP es escasa, siendo en el ganado lechero donde existe mayor frecuencia de este protozoo (5,22). La prevalencia encontrada es diferente a lo reportado por Fitz-Sánchez et al (4) y Cano-Romero et al (23) quienes encontraron menores prevalencias en becerros de DP en el estado de Guerrero (9.38%) y de Veracruz (36.7%). Por otra parte, Díaz de Ramírez et al (24), llevaron a cabo un estudio en dos ranchos de Venezuela, un rancho de ganado DP y otro de ganado lechero, donde encontraron prevalencias de 43.1% y 65.8%, respectivamente, prevalencias similares a las encontradas en el presente estudio. La alta prevalencia encontrada en becerros de Veracruz se debe a que *Cryptosporidium* spp. tiene un gran potencial de transmisión a través de la vía fecal-oral, ya que los ooquistes eliminados son infectivos al momento de su excreción de los animales y requiere de baja dosis para infectar a los becerros (1,9). Zambriski et al (25) estudiaron becerros recién nacidos (<24 h de edad), infectados experimentalmente con *C. parvum*, demostraron que tan solo 17 ooquistes son suficientes para causar diarrea y la posterior eliminación de ooquistes en heces.

La más alta prevalencia ($p < 0.05$) se encontró en el rancho 9 (96.6%) del municipio de Vega de Alatorre, seguido del rancho R6 (93.3%) y R8 (86.6%) de Veracruz y Tlalixcoyan, respectivamente. En dichos ranchos se encontró que no se llevaban a cabo acciones de limpieza y desinfección de corrales de estancia de

los becerros y tampoco se desinfectaban las ubres de las hembras previo a la alimentación de los becerros, lo que pudo favorecer la diseminación de ooquistes infecciosos y la contaminación de agua, suelos y forraje, que son las principales vías de transmisión a los becerros (1). En becerros del noreste de Brasil, Conceição et al (14) encontraron que la ausencia de condiciones higiénicas es un factor de riesgo (OR 1.64, $p < 0.024$) que favorece la diseminación de ooquistes y la consecuente infección de los animales susceptibles. Fitz-Sánchez et al (5) mencionan que el tipo de explotación puede considerarse un factor de riesgo en la infección por *Cryptosporidium* spp., relacionado principalmente con el manejo de la explotación. Las condiciones higiénicas, así como la limpieza y desinfección pueden limitar la contaminación y diseminación de los ooquistes. Por ejemplo, la presencia de las heces en los sitios de alojamiento proporciona un ambiente con temperatura y humedad adecuadas para el mantenimiento de los ooquistes viables hasta por 6 meses, favoreciendo la parasitosis (5,14). En Aguascalientes, México, se identificó que, la limpieza y tipo de suelo del alojamiento de los becerros es un factor de riesgo (OR 1.80), enfatizando que la frecuencia de la limpieza tiene una gran influencia en la presentación de la enfermedad, ya que los intervalos de tiempo prolongados entre limpiezas favorecen el desarrollo de *Cryptosporidium* spp. (26).

En el 80% (8/10) de los ranchos estudiados se observó que los animales se encontraban en condiciones de hacinamiento y sin lotificación por edad, manteniéndose los becerros estudiados en un corral junto con animales de mayor edad y vacas lactantes. Díaz et al (27) encontraron una mayor prevalencia en becerros mantenidos en corrales grupales (41.8%) en comparación con becerros alojados individualmente (35.3%). Se sugiere que el número de animales en el grupo determina la incidencia de la infección por *Cryptosporidium* spp., con mayor frecuencia cuando en grupos con alta densidad animal se encuentran animales infectados que presentan altas cargas parasitarias (28). Los sistemas de producción que favorecen el contacto entre becerros de diferentes edades están asociados con el riesgo de infección, ya que se incrementaría la probabilidad de transmisión del protozoo entre individuos infectados y susceptibles (5,13,28). Aunado a lo anterior, las hembras lactantes permanecían con los becerros, contribuyendo a la infección continua de los becerros, ya que a menudo los animales adultos

son asintomáticos y los ooquistes que eliminan en las heces pueden contaminar las ubres, el suelo, los bebederos y los comederos (28).

En este estudio se observó que los animales más jóvenes mostraron una mayor prevalencia de *Cryptosporidium* spp. y se observó que esta disminuía en los grupos de mayor edad, a pesar de no haber diferencia significativa en esta variable. Este mismo compartimiento fue observado por Pulido-Medellín et al (11) al encontrar mayor prevalencia en bovinos menores de 12 meses (90.9%) en comparación con bovinos mayores de 12 meses (42.7%), identificándose la edad como un factor asociado significativo ($p < 0.05$). De forma similar a los resultados del presente estudio, en becerros de Argelia se encontró una prevalencia de 56.2% en animales de 1 a 15 días, mientras que en animales de 16 a 30 días y de 31 a 60 días la prevalencia fue de 24.2% y 8%, respectivamente (29). Es conocido que los animales del nacimiento a los 60 días son los más susceptibles a infectarse con *Cryptosporidium* spp., ya que a medida que el becerro madura, existen cambios en la microflora intestinal o debido al cambio de la dieta puede afectarse la capacidad del parásito para infectar el intestino (1). También se ha sugerido que los becerros son más susceptibles debido que su sistema inmune es inmaduro y la reducción de la prevalencia que se observa en relación con la edad podría deberse al desarrollo de una respuesta inmune adquirida después de múltiples infecciones con *Cryptosporidium* spp. Se conoce que, en la resolución de la infección, tiene un papel decisivo la inmunidad específica adquirida por el neonato, de forma pasiva a través del calostro y de forma activa por el desarrollo de su sistema inmune (28,30). Los animales recién nacidos infectados con *C. parvum* pueden sufrir diarrea acuosa profusa, inapetencia, letargo, deshidratación y en algunos casos puede ocurrir la muerte. El inicio de la diarrea generalmente ocurre alrededor de 3 a 4 días después ingestión de ooquistes infecciosos y dura de 1 a 2 semanas. Los animales infectados pueden eliminar ooquistes entre 4 y 12 días después de la infección, aunque esto puede variar según en la dosis de desafío (25).

Se ha reportado que la relación entre el sexo de los animales y la prevalencia de *Cryptosporidium* spp. no es un factor de riesgo, coincidiendo con lo encontrado en el presente estudio. Manyazewal et al. (31) no encontraron diferencia significativa entre la prevalencia de bovinos machos (13.7%) y hembras (21.3%) en Etiopia.

Moreno-Manresa et al (12) y Garro et al (13,32) estudiaron el sexo de terneros de Venezuela y Argentina, respectivamente, como una variable epidemiológica asociada a la criptosporidiosis y encontraron que esta no constituye un factor asociado.

El efecto de las razas de los animales en relación con la infección por *Cryptosporidium* spp. es contradictorio, Talebi et al (33) encontraron que, al estudiar tres razas bovinas (Holstein, cruzamientos y raza nativa) y la prevalencia del protozoario, las diferentes razas fueron susceptibles a la infección por *Cryptosporidium* spp., no encontrando diferencia estadística. En Colombia, Bulla-Castañeda et al (34), a pesar de encontrar una mayor prevalencia en cruzamientos raciales, en comparación de las razas Ayrshire y Holstein, no se encontró diferencia estadística. Por otro lado, Qi et al (35) reportaron mayor prevalencia en terneros de raza lechera (24.7%) en comparación de terneros de raza nativa (8.3%). En Veracruz, se encontró mayor prevalencia en becerros de la raza Suizo Pardo (83.3%) y el cruzamiento de cebú x Suizo Pardo (78.8%), en comparación de los becerros de la raza cebú x Holstein (50.0%) y Suizo Pardo/Holstein (50.0%), sin embargo, los resultados no pudieron asociarse estadísticamente (36).

La consistencia de las heces de los animales estudiados puede ser un indicativo del proceso infeccioso ocasionado por *Cryptosporidium* spp., ya que se reconoce que la diarrea es la principal manifestación clínica (5,32). El proceso diarreico se produce como consecuencia de la invasión y el daño a los enterocitos, produciéndose un síndrome de mala absorción que se manifiesta como diarrea acuosa. En este estudio no se encontró una diferencia estadística significativa entre diferentes consistencias de las heces. Sin embargo, Díaz et al (27) encontraron menor prevalencia en becerros con heces sólidas (31.7%), en comparación de animales con heces pastosas (42.9%) y líquidas/diarreicas (62.5%). Se ha reportado que becerros con diarrea presentan mayor prevalencia (26.1%) de infección con *Cryptosporidium* spp. en comparación con los animales que no mostraban cuadros de diarrea (12.2%), esto es de esperarse ya que los animales enfermos presentan cuadros clínicos con diarrea, inapetencia, letargo y deshidratación (28,37).

En estudios futuros, se requerirán otras pruebas, como PCR (reacción en cadena de la

polimerasa) y el polimorfismo de la longitud de los fragmentos de restricción o la secuenciación, para identificar las especies y los genotipos del parásito que afectan a los bovinos en el estado de Veracruz, así como conocer su implicación en la salud pública.

En conclusión, la infección por *Cryptosporidium* spp. es común en los becerros de DP en cinco municipios del estado de Veracruz, México, con una prevalencia general del 69.6%. La prevalencia más alta del parásito (96.6%) ocurrió en un rancho localizado en el municipio de Tlalixcoyan. El parásito también se encontró en los becerros de los cinco municipios involucrados en el estudio, con diferentes niveles de prevalencia. El rancho (R9) fue el único factor asociado a la infección de *Cryptosporidium* spp. en becerros. Se requiere determinar las especies y genotipos predominantes de *Cryptosporidium* en la región para comprender mejor la transmisión y el potencial zoonótico de *Cryptosporidium* spp. en becerros de DP del centro de Veracruz, México.

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan que no existe conflicto de intereses con la elaboración y publicación de esta investigación.

Agradecimientos

Se agradecen a los productores por las facilidades otorgadas y que permitieron a los autores trabajar en sus ranchos.

Financiación

Se agradece el financiamiento otorgado por de la Industria Farmacéutica para el desarrollo del proyecto en apoyo a la línea de investigación "Epidemiología de las Parasitosis de los animales domésticos y de vida libre", bajo la dirección de la Dra. Dora Romero Salas.

Contribución autores

DRS: Conceptualización, metodología, muestreo, diagnóstico de laboratorio, análisis de datos, borrador del manuscrito, edición del manuscrito final, supervisión y administración del proyecto. RIRV: Análisis de datos, borrador del manuscrito, edición del manuscrito final. ACR y MAD: Muestreo, diagnóstico de laboratorio, borrador del manuscrito. MAAZ, MOC: Muestreo y borrador del manuscrito. GJFB: Análisis de datos, borrador del manuscrito.

REFERENCIAS

- Thomson S, Hamilton CA, Hope JC, Katzer F, Mabbott NA, Morrison LJ, et al. Bovine cryptosporidiosis: impact, host-parasite interaction and control strategies. *Vet Res.* 2017; 48:42. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0>
- Graillet-Juárez EM, Flores-Arvizu L, Jesús-Arieta R, Alvarado-Gómez LC, Martínez-Martínez M. Características y manejo del sistema de producción de ganado bovino en la Microcuenca del Río Michapan. *Rev Cient Bio Agro Tux.* 2014; 2(1):48-55. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v2i1.245>
- Martínez-González JC, Castillo-Rodríguez SP, Villalobos-Cortés A, Hernández-Meléndez J. Sistemas de producción de rumiantes en México. *Cienc Agrop.* 2017; 26:132-152. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/78>
- Fitz-Sánchez E, Rosario-Cruz R, Hernández-Ortiz R, Hernández-Castro E, Rodríguez-Bataz E, García-Vázquez Z. *Cryptosporidium parvum*: prevalencia y factores de riesgo en becerros del municipio de Cuajinicuilapa, Guerrero, México. *Vet Zoo.* 2013; 7(1). <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/index.php/english-version/91-coleccion-articulos-espanol/129-cryptosporidium-parvum-prevalencia-y-factores>
- de Alba P, Garro C, Florin-Christensen M, Schnittger L. Prevalence, risk factors and molecular epidemiology of neonatal cryptosporidiosis in calves: The Argentine perspective. *CRPVBD.* 2023; 4:100147. <https://doi.org/10.1016/j.crvpbd.2023.100147>

6. Ryan U, Fayer R, Xiao L. *Cryptosporidium* species in humans and animals: current understanding and research needs. *Parasitology*. 2014; 141(13):1667-1685. <https://doi.org/10.1017/S0031182014001085>
7. Lombardelli JA, Tomazic ML, Schnittger L, Tiranti K. Prevalence of *Cryptosporidium parvum* in dairy calves and GP60 subtyping of diarrheic calves in central Argentina. *Parasitol Res*. 2019; 118:2079-2086. <https://doi.org/10.1007/s00436-019-06366-y>
8. Santoro A, Dorbek-Kolin E, Jeremejeva J, Tummeleht L, Orro T, Jokelainen P, et al. Molecular epidemiology of *Cryptosporidium* spp. in calves in Estonia: High prevalence of *Cryptosporidium parvum* shedding and 10 subtypes identified. *Parasitology*. 2019; 146(2):261-267. <https://doi.org/10.1017/S0031182018001348>
9. de Alba P, Florin-Christensen M, Schnittger L. Situación epidemiológica de la criptosporidiosis bovina en Argentina. *Revista de Investigaciones Científicas de la Universidad de Morón*. 2021; 8(4):51-64. <https://repositorio.unimoron.edu.ar/handle/10.34073/270>
10. Khan SM, Witola WH. Past, current, and potential treatments for cryptosporidiosis in humans and farm animals: A comprehensive review. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023; 13:1-29. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1115522>
11. Pulido-Medellín MO, Andrade-Becerra RJ, Rodríguez-Vivas RI, García-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. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n3/v5n3a8.pdf>
12. Moreno-Manresa CD, Arellano-Semidey A, Martín-Pérez C. Aspectos epidemiológicos de *Cryptosporidium* spp. en terneros del estado Táchira en Venezuela. *Agron Mesoam*. 2018; 29(3):507-517. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31054>
13. Garro CJ, Morici GE, Tomazic ML, Vilte D, Encinas M, Vega C, et al. Occurrence of *Cryptosporidium* and other enteropathogens and their association with diarrhea in dairy calves of Buenos Aires province, Argentina. *Vet Parasitol Reg Stud Rep*. 2021; 24:100567. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100567>
14. Conceição AI, Almeida LPS, Macedo LO, Mendonça CL, Alves LC, Ramos RAN, et al. Prevalence of infection by *Cryptosporidium* spp. in calves and associated risk factors in Northeastern Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2012; 73(01):34-40. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-12109>
15. García Romo D, Cruz Vázquez C, Quezada Tristán T, Silva Peña E, Valdivia Flores A, Vázquez Flores S, et al. Prevalencia y factores de riesgo asociados a la infección por *Cryptosporidium* spp. en becerras lactantes en Aguascalientes, México. *Vet Mex OA*. 2018; 1(1):1-13. <http://dx.doi.org/10.21753/vmoa.2014.1.1.2>
16. Figueroa-Antonio A, Pineda-Rodríguez SA, Godínez-Jaime F, Vargas-Álvarez D, Rodríguez-Bataz, E. Parásitos gastrointestinales de ganado bovino y caprino en Quechultenango, Guerrero, México. *Agro Productividad*. 2018; 11(6):97-104. <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/438/318>
17. López Torres LL, López Cuevas O, Vázquez Vázquez C, Alvarado Gómez OG, Vázquez Alvarado RE, Rodríguez Fuentes H, et al. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. in dairy livestock from the Laguna region, Mexico. *Rev Bio Ciencias*. 2020; 7:e881. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e881>
18. Romero-Salas D, Godoy-Salinas O, García-Vázquez Z, Montiel-Palacios F, Chavarría-Martínez B. Prevalence of *Cryptosporidium* spp. and associated risk factors in female calves in the central region of Veracruz, Mexico. *Trop. Subtrop Agroecosystems*. 2012; 15(Sup2):S89-S94. <http://www.rvista.cba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v15iS2.1725>

19. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave. INEGI-Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave: México; 2017. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094980.pdf
20. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Censo Agropecuario (CA) 2022: Existencias de bovinos según función zootécnica del ganado por entidad federativa y municipio. [Internet]. México: INEGI; 2022. [Consultado 2024 Mayo 13] Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/#tabulados>
21. Figueroa Castillo JA, Jasso Villazul C, Liébano Hernández E, Martínez Labat P, Rodríguez-Vivas RI, Zárata Ramos JJ. En: Rodríguez Vivas RI, editor. Técnicas para el diagnóstico de parásitos con importancia en salud pública y veterinaria. México: AMPAVE-CONASA; 2015.
22. Tarekegn ZS, Tigabu Y, Dejene H. *Cryptosporidium* infection in cattle and humans in Ethiopia: A systematic review and meta-analysis. *Parasitol Epidemiol Control*. 2021; 14:e00219. <https://doi.org/10.1016/j.parepi.2021.e00219>
23. Cano-Romero P, Alonso-Díaz MA, Figueroa-Castillo JA, Trigo-Tavera F. Prevalence and incidence of *Cryptosporidium* spp. in calves from the central región of Veracruz, Mexico. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2011; 13:567-571. <http://www.revista.ccba.uady.mx/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v13i3.1386>
24. Díaz de Ramírez A, Ramírez-Iglesia LN, Hernández Salas O, Montilla N. *Cryptosporidium* spp. en becerros neonatos de ganadería lechera y doble propósito del estado Trujillo, Venezuela. *Zootecnia Trop*. 2004; 22(2):125-132. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692007000100005&script=sci_arttext
25. Zambriski JA, Nydam DV, Bowman DD, Bellosa ML, Burton AJ, Linden TC, et al. Description of fecal shedding of *Cryptosporidium parvum* oocysts in experimentally challenged dairy calves. *Parasitol Res*. 2013; 112:1247–1254. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3258-2>
26. García Romo D, Cruz Vázquez C, Quesada Tristán T, Silva Peña E, Valdivia Flores A, Vázquez Flores S, et al. Prevalence and risk factors associated with infection by *Cryptosporidium* spp. in suckling calves in Aguascalientes, Mexico. *Vet Mex OA*. 2014; 1(1):1-13. <https://doi.org/10.21753/vmoa.1.1.332>
27. Díaz P, Varcasia A, Pipia AP, Tamponi C, Sanna G, Prieto A, et al. Molecular characterisation and risk factor analysis of *Cryptosporidium* spp. in calves from Italy. *Parasitol Res*. 2018; 117:3081–3090. <https://doi.org/10.1007/s00436-018-6000-x>
28. Robertson LJ, Björkman C, Axén C, Fayer R. Cryptosporidiosis in farmed animals. En: Cacciò SM, Widmer G. *Cryptosporidium*: parasite and disease. Vienna: Springer; 2024.
29. Hocine AR, Bouzid R, Ladjama M, Khalef D. Prevalence of *Cryptosporidium* oocyst in calves in two areas from Eastern Algeria. *Glob Vet*. 2016; 17(4):335-342. <http://dx.doi.org/10.5829/idosi.gv.2016.335-342>
30. Díaz P, Navarro E, Remesar S, García-Dios D, Martínez-Calabiug N, Prieto A, et al. The age-related *Cryptosporidium* species distribution in asymptomatic cattle from North-Western Spain. *Animals*. 2021; 11(2):256. <https://doi.org/10.3390/ani11020256>
31. Manyazewal A, Francesca S, Pal M, Gezahegn M, Tesfaye M, Lucy M, et al. Prevalence, risk factors and molecular characterization of *Cryptosporidium* infection in cattle in Addis Ababa and its environs, Ethiopia. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 2018; 13:79-84. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2018.03.005>

32. Garro CJ, Morici GE, Utgés ME, Tomazic ML, Schnittger L. Prevalence and risk factors for shedding of *Cryptosporidium* spp. oocysts in dairy calves of Buenos Aires Province, Argentina. *Parasitol Epidemiol Control*. 2016; 1:36-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.parepi.2016.03.008>
33. Talebi R, Mamaghani A, Kheirandish F, Karimi A, Ebrahimzadeh F, Kazempour M, et al. Molecular evaluation of *Cryptosporidium* spp. among breeding calves of Lorestan province Western Iran. *Ved Med Sci*. 2023; 9:363-371. <http://dx.doi.org/10.1002/vms3.1024>
34. Bulla-Castañeda DM, Lancheros Buitrago DJ, Castañeda Sedano LB, Higuera Piedrahita RI, Pulido-Medellin MO. Prevalencia y factores de riesgo asociados a *Cryptosporidium* spp. en bovinos de leche de Chiquinquirá (Colombia). *Rev Mex Cienc Pecu*. 2024; 15(2):310-322. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i2.6448>
35. Qi MZ, Fang YQ, Wang XT, Zhang LX, Wang RJ, Du SZ, et al. Molecular characterization of *Cryptosporidium* spp. in pre-weaned calves in Shaanxi Province, north-western China. *J Med Microbiol*. 2015; 64(1):111-116. <https://doi.org/10.1099/jmm.0.079327-0>
36. Castelán-Hernández OO, Romero-Salas D, García-Vázquez Z, Cruz-Vázquez C, Aguilar-Domínguez M, Ibarra-Priego NJ, et al. Prevalencia de criptosporidiosis bovina en tres regiones ecológicas de la zona centro de Veracruz, México. *Trop Subtrop Agroecosystems*. 2011; 13:461-467. <https://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1385/685>
37. Abdullah DA, Ola-Fadunsin SD, Ruviniya K, Gimba FI, Chandrawathani P, Jesse FFA, et al. Molecular detection and epidemiological risk factors associated with *Cryptosporidium* infection among cattle in Peninsular Malaysia. *Food Waterborne Parasitol*. 2019; 14:e00035. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00035>