











## REVISIÓN

# Zoonotic gastrointestinal protozoans of the pig. Bibliographic review

## Protozoarios gastrointestinales zoonóticos del cerdo. Revisión bibliográfica

Jaine Labrada Ching<sup>1</sup>  , Darwin Rafael Villamarín Barragán<sup>1</sup>  , Marcelo Alejandro Jiménez Villa<sup>1</sup>  ,  
Laura Sofia Castaño Trujillo<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Regional Autónoma de los Andes Uniandes, Ambato-Ecuador.

**Citar como:** Labrada Ching J, Villamarín Barragán DR, Jiménez Villa MA, Castaño Trujillo LS. Zoonotic gastrointestinal protozoans of the pig. Bibliographic review. Salud, Ciencia y Tecnología. 2024; 4:938. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024938>

Enviado: 31-12-2023

Revisado: 04-03-2024

Aceptado: 03-04-2024

Publicado: 04-04-2024

Editor: Prof. Dr. William Castillo-González 

### ABSTRACT

This study delved into the enteric protozoa of swine, their importance in swine production and as zoonoses. The lack of knowledge about them is a major problem facing pig production, mostly in backyard conditions associated with a low socio-cultural and sanitary level, the easy transmission between conspecifics and also to humans, producing economic losses and compromising human health in favorable hygienic conditions for the development of diseases. Searches were made in Scopus, Web of Science, Redalyc, EBSCO, Scielo and Google Scholar databases. A combination of search terms such as (“Protozoa” OR “gastrointestinal” OR “Zoonosis”) AND (“Swine”) AND (“Importance”) and descriptors such as “Incidence” “Prevalence”, “Pathogenesis”, “Transmission” were used. The bibliography consulted showed that Balantidiosis and Cryptosporidiosis are among the most common gastrointestinal diseases produced by protozoa in pigs, causing infections at this level and transmission to humans through the consumption of contaminated food or water, direct contact with infected pigs and environmental contamination. The bibliography consulted showed that Balantidiosis and Cryptosporidiosis are among the most common gastrointestinal diseases caused by protozoa in pigs, causing infections at this level and transmission to humans through the consumption of contaminated food or water, direct contact with infected pigs and environmental contamination. The research reflected the wide worldwide distribution given in good measure by the resistance of these protozoa to adverse environmental conditions, direct and indirect transmission, vulnerability in immunologically and socioeconomically sensitive human populations, as well as economic losses in the swine industry. The paper concludes by reflecting on the impact of gastrointestinal protozoa on swine and public health, with the need to raise human awareness on hygienic sanitary measures and safe food and water consumption.

**Keywords:** Gastrointestinal Protozoans; Pigs; Zoonoses; Pathogenesis; Prevalence.

### RESUMEN

Este estudio profundizó en los protozoarios entéricos del cerdo, su importancia en las producciones porcinas y como zoonosis. El desconocimiento de los mismos es un gran problema que enfrenta la producción de cerdos, mayormente en condiciones de traspatio asociado a un bajo nivel socio cultural y sanitario, la fácil transmisión entre congéneres y también al hombre produciendo pérdidas económicas y comprometiendo la salud humana en condiciones higiénicas favorables para el desarrollo de enfermedades. Se realizaron búsquedas en las bases de datos de Scopus, Web of Science, Redalyc, EBSCO, Scielo y Google Académico. Se utilizó una combinación de términos de búsqueda como (“Protozoarios” O “gastrointestinales” O “Zoonosis”) Y (“Porcinos”) Y (“Importancia”) y descriptores como “Incidencia” “Prevalencia”, “Patogenia”, “Transmisión”. La bibliografía consultada reflejó que *Balantidiosis* y *Cryptosporidiosis* son de las enfermedades gastrointestinales producidas por protozoarios más comunes en los cerdos causando infecciones a este nivel y transmisión al humano a través del consumo de alimentos o agua contaminados, contacto directo con cerdos infectados y contaminación ambiental. La investigación reflejó la amplia distribución a nivel mundial

dada en buena medida por la resistencia de estos protozoarios a las condiciones ambientales adversas, la transmisión directa e indirecta, la vulnerabilidad en poblaciones humanas sensibles inmunológica y socioeconómicamente, así como las pérdidas económicas en la industria porcina. Se concluye reflexionando sobre la repercusión de los protozoarios gastrointestinales en la salud porcina y pública con la necesidad de concientizar al ser humano sobre las medidas higiénico sanitarias y de consumo de agua y alimentos seguros.

**Palabras claves:** Protozoarios Gastrointestinales; Cerdos; Zoonosis; Patogenia; Prevalencia.

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este estudio sobre protozoarios gastrointestinales zoonóticos del cerdo y su revisión bibliográfica se justifica por la creciente necesidad de comprender las dinámicas de transmisión de enfermedades zoonóticas en el contexto de la interacción humana-animal, especialmente en la industria porcina. Los cerdos actúan como reservorios significativos para varios protozoarios que pueden afectar tanto a la salud animal como a la humana, contribuyendo a la carga de enfermedades gastrointestinales zoonóticas a nivel mundial.

La revisión bibliográfica propuesta busca sintetizar y analizar los datos existentes sobre la epidemiología, patogenia, diagnóstico y control de estos protozoarios, con el fin de identificar lagunas en el conocimiento actual y proporcionar una base sólida para futuras investigaciones y estrategias de manejo. Este enfoque no solo mejora la comprensión de las enfermedades zoonóticas transmitidas por cerdos, sino que también apoya la seguridad alimentaria y promueve la salud pública global.

El problema científico que enfrenta este estudio radica en la necesidad de identificar y caracterizar de manera exhaustiva los protozoarios gastrointestinales zoonóticos presentes en poblaciones porcinas, así como de comprender sus mecanismos de transmisión a los humanos. A pesar de los avances en la tecnología de diagnóstico y en las estrategias de control y prevención, persisten desafíos significativos debido a la diversidad de protozoarios, su variabilidad genética y su capacidad para adaptarse a diferentes hospederos y ambientes.

Además, la interacción entre prácticas agrícolas, cambios en los sistemas de producción porcina y factores socioeconómicos contribuyen a la complejidad del problema. Por tanto, este estudio busca cerrar las brechas de conocimiento existentes y ofrecer percepciones sobre la epidemiología y control de estas zoonosis, crucial para el desarrollo de intervenciones efectivas y la protección de la salud pública.

Los antecedentes investigativos indican que el mejoramiento de la eficiencia biológica en la producción porcina, conduce a la especialización y confinamiento del cerdo en un ambiente artificial, separándolo cada vez más de su hábitat natural y haciéndolo depender del hombre y su tecnología. Esta modificación de su patrón de comportamiento propicia una nueva interrelación entre el animal, el hombre y el ambiente. Dicha interrelación incrementa a menudo la presentación de diversos problemas en la salud animal.<sup>(1)</sup>

Las parasitosis gastrointestinales son generalmente producidas por helmintos (nematodos, cestodos) y protozoarios como son las *Coccidias*, *Cryptosporidium* y *Balantidium coli*, siendo los dos últimos, agentes zoonóticos. Las mismas representan una amenaza para los animales domésticos, ya que causan anorexia, reducción en la ingestión de alimentos, pérdidas de sangre y proteínas plasmáticas en el tracto gastrointestinal, alteraciones en el metabolismo proteico, reducción de minerales, disminución en la actividad de algunas enzimas intestinales y diarrea.<sup>(1)</sup>

Existe en la literatura mundial extensa información y recientes publicaciones sobre las principales causas de disentería de etiología infecciosa en humanos: las bacilares (*Shigella* y *E. coli* enteroinvasiva) y las amebiásicas (*Entamoeba histolytica*). A diferencia de ello, existen pocos reportes sobre disentería ciliar causada por *Balantidium coli*, siendo generalmente presentación de casos clínicos aislados.<sup>(2,3)</sup>

La criptosporidiosis también ha sido, por largo tiempo, un problema para los veterinarios, predominantemente en granjas con animales jóvenes. El *Cryptosporidium*, en humanos no se reporta hasta 1982. El número de casos que se detectan empieza a incrementarse rápidamente junto con el del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA). Los primeros casos de criptosporidiosis en humanos se diagnostican en manejadores de animales.<sup>(4)</sup>

La prevalencia e importancia económica de las parasitosis varían notablemente en dependencia del sistema de manejo, características de los alojamientos, medidas higiénico sanitarias, localización geográfica de la explotación y edad del cerdo, influyendo todas estas variables en los requerimientos básicos de los estadios preparásitos, mecanismos de transmisión y respuesta inmune del hospedador frente a los diferentes parásitos.<sup>(5)</sup>

La información generada en las investigaciones, hallazgos clínicos de campo, reportes de clínicas y laboratorios, es de suma importancia en el diagnóstico de situación de las principales enfermedades en los animales domésticos. Esta información permite tener elementos para sentar las bases para el diseño de programas de prevención, control y erradicación de las enfermedades en diferentes regiones geográficas.<sup>(1)</sup>

Por todo lo que se señala, el presente estudio tiene como objetivo profundizar en el estudio de los protozoarios entéricos del cerdo y la importancia en las producciones porcinas y en la salud pública.

## MÉTODOS

La investigación se realizó como revisión bibliográfica narrativa y con evaluación cualitativa de la importancia del conocimiento de los protozoarios gastrointestinales del cerdo, sus efectos en el organismo y el impacto que tienen los mismos en la salud humana como enfermedades zoonóticas y de amplios mecanismos de transmisión, así como el impacto económico en el ganado porcino.

Se emplearon durante la revisión, documentos como artículos científicos, libros actualizados en las bases de datos de Scopus, Web of Science, Redalyc, EBSCO, Scielo y el motor de búsqueda de Google Académico, a los cuales se accedieron en busca de estudios relevantes.

Se utilizó una combinación de términos de búsqueda para garantizar la efectividad del proceso y cumplir el objetivo de investigación. Los términos utilizados fueron los siguientes: (“Protozoarios” O “gastrointestinales” O “Zoonosis”) Y (“Porcinos”) Y (“Importancia”). A su vez se utilizaron los descriptores: “Incidencia” “Prevalencia”, “Patogenia”, “Transmisión”. Esta estrategia permitió recopilar información pertinente y actualizada sobre la importancia de las enfermedades gastrointestinales en el cerdo, producidas por protozoarios y que constituyen zoonosis.

Los criterios de inclusión establecidos relevantes, revisados por pares y pertinentes a la presencia de protozoarios gastrointestinales del cerdo con importancia para la salud pública. Fue excluida la literatura de temas no relacionados al estudio desarrollado, que no tributaran directamente al objetivo del estudio. Se priorizaron los materiales redactados en idiomas inglés y español.

## RESULTADOS

### Protozoarios Gastrointestinales. Importancia veterinaria

Los protozoarios de los animales domésticos son endoparásitos. Se localizan exclusivamente en determinados órganos o sistemas de órganos, o bien invaden los tejidos de diversas partes del cuerpo, las cavidades orgánicas o los humores corporales. Su localización puede ser epi, inter, o intracelular. Muchos protozoarios son agentes etiológicos de enfermedades que afectan al hombre y a los animales domésticos y silvestres. Pueden encontrarse protozoarios parásitos de gran importancia en diversos hospederos.<sup>(6)</sup>

Según Owen en el 2005 el cerdo constituye un importante reservorio de protozoarios intestinales como *Cystoisospora suis*, *Eimeria sp.*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium sp.* y *Entamoeba coli*. De ellos solo se han reportado como zoonóticos *Balantidium coli*, *Cryptosporidium parvum*.

### Género *Balantidium*. *Balantidium coli*

El *Balantidium coli* fue descrito por primera vez por Malmsten en 1857,<sup>(7)</sup> debiéndose su nombre a Stein, quien lo acuñó en 1863.

Pertenece a la familia *Balantidiidae*. Es el único ciliado parásito del hombre. Es cosmopolita y se distribuye principalmente en áreas tropicales. El quiste tiene un tamaño entre 45 y 65µm. Presenta una forma vegetativa, como trofozoíto, y otra denominada quiste, esta última constituye la forma resistente del parásito.<sup>(8)</sup> La forma infectante para el hombre es el quiste, la vía de infección es la oral y la transmisión es a través del agua y los alimentos contaminados con el parásito. Además, el hombre puede actuar como diseminador de la infección.<sup>(9)</sup>

### Ciclo Biológico del *Balantidium coli*

El ciclo biológico tanto en el cerdo como en el humano, se inicia con la ingestión de los quistes a través de los alimentos y agua contaminados con materia fecal. En el intestino delgado se produce el desenquistamiento liberándose los trofozoítos que llegan al intestino grueso. En el lumen intestinal, el trofozoíto se alimenta por fagocitosis de partículas del tracto digestivo, se reproduce asexualmente por fisión binaria transversal, hasta que se produce el enquistamiento. Ocasionalmente, los trofozoítos pueden invadir la pared del colon y multiplicarse, y en este caso retornan al lumen y se desintegran. Los quistes maduros e infectivos salen junto con las heces, reiniciándose el ciclo biológico. El enquistamiento se inicia por la deshidratación del contenido intestinal que se produce en el intestino grueso, pero puede ocurrir también en las heces, fuera del hospedador, siendo el definitivo el cerdo y el accidental el hombre.

Muchas personas con este ciliado no presentan síntomas, pero el protozoario puede causar diarreas leves a profusas e incluso disentería fulminante fatal. Los quistes se han encontrado en agua almacenada en viviendas, cuya contaminación parece deberse al manejo inadecuado de los recipientes,<sup>(10)</sup> una higiene doméstica pobre, que se origina principalmente en la carencia de agua potable y de sistemas de disposición de excretas o tratamiento del agua residual doméstica.<sup>(11)</sup>

*Balantidium coli* y *Cryptosporidium parvum* son agentes biológicos habituales en las aguas residuales.<sup>(12)</sup>

### Balantidiasis. Enfermedad zoonótica

La balantidiasis constituye una zoonosis producida por el *Balantidium coli*, y está relacionada con malas condiciones de salubridad, carencia de servicios básicos (agua, desagüe) y crianza de cerdos a campo abierto. La prevalencia de la infección es baja en todo el mundo, menor al 0,7 %, en relación con otras infecciones intestinales por protozoos;<sup>(9,13)</sup> en el Perú se estima en 0,47 %, pudiendo llegar al 10 % de portadores asintomáticos en diversas regiones del país.<sup>(14)</sup> Sin embargo, su frecuencia es más alta en áreas con pobre higiene y mala nutrición, donde cerdos y humanos comparten habitaciones y están en contacto frecuente.<sup>(15)</sup>

En cuanto al mecanismo patogénico, el daño tisular producido por los trofozoítos se debe al movimiento mecánico, facilitado por cilios, y a la acción enzimática de la hialuronidasa del *Balantidium*. En la patología macroscópica se evidencia lesiones ulcerativas de la mucosa colónica a predominio del recto y el colon sigmoideas.<sup>(9)</sup> Se describe que estas ulceraciones pueden llegar a comprometer las tres capas intestinales y llegar hasta la serosa. La base de la úlcera consiste en una zona de necrosis por coagulación que contiene trofozoítos.<sup>(9)</sup>

Se describen tres formas clínicas: la de portador, en la cual no existen mayores molestias y éste actúa como reservorio y diseminador de la infección; la forma crónica, en la cual la diarrea es esporádica, se presenta dolor abdominal y no hay lesiones intestinales; y finalmente la forma aguda o disentería balantidiásica, caracterizada por deposiciones líquidas frecuentes, con sangre, moco, pujo y tenesmo rectal.<sup>(9,10)</sup> Sin embargo, la principal forma clínica de presentación balantidiásica es la oligosintomática.<sup>(16)</sup>

El diagnóstico se hace aislando formas vegetativas en heces frescas y/o formas quísticas en heces conservadas, el cultivo del parásito puede ser un método auxiliar importante. Son orientadores la procedencia y la crianza de cerdos.<sup>(9)</sup> El diagnóstico diferencial debe hacerse con infecciones entéricas bacterianas, colon irritable y con procesos tumorales del intestino grueso.<sup>(10,14)</sup>

Se reportan casos de balantidiasis en humanos, con desenlace fatal, en zonas rurales, caracterizada por un clima gélido la mayor parte del año, y por carecer de servicios básicos de agua y desagüe. La Población carece de conocimiento de las medidas básicas de salubridad e higiene y en su mayoría se dedican a la agricultura y a la crianza de cerdos. El cerdo se encuentra presente en prácticamente todos los hogares campesinos de la zona, y se constituye en una de las principales y pocas fuentes proteicas de alimentación. La disposición de excretas, en un 100 % de los pobladores rurales, se realiza a campo abierto y el consumo de agua se realiza a partir de pequeñas acequias.<sup>(16)</sup>

La literatura describe cuadros fatales de disentería balantidiásica en personas seniles a pesar del tratamiento amebicida de primera elección.<sup>(18,19)</sup> La evolución clínica desfavorable con un amebicida de segunda elección (no se contaba con tetraciclinas ni paramomicina), se atribuye a sepsis bacteriana con punto de partida entérico, a partir de las microperforaciones colónicas, evidenciadas en biopsia post mortem, la cual primariamente condicionó una respuesta inflamatoria sistémica para terminar rápidamente en insuficiencia respiratoria aguda (Síndrome de Distress Respiratorio del Adulto), compromiso renal (oliguria) y trastorno de conciencia.<sup>(20,21)</sup>

La balantidiasis, a diferencia de la amebiasis producida por la *Entamoeba histolytica*, se caracteriza por no producir cuadros de infestación sistémica,<sup>(22)</sup> sin embargo, se han reportado pacientes con compromiso hepático y pulmonar.<sup>(23,24)</sup>

En el caso reportado por Wenceslao y Vidal en 1999, no se encontró alteraciones macroscópicas ni trofozoítos en el parénquima hepático ni pulmonar, pero sí, rectorragia franca, lo cual está reportado en otros casos.

El tratamiento de elección está dado por amebicidas intraluminales como las tetraciclinas y la paramomicina. Sobre esta última, ya en 1966 un trabajo de los doctores Félix y César Náquira, demostró la efectividad in vitro de la paramomicina sobre *Balantidium coli*.<sup>(17)</sup>

### Género *Cryptosporidium*

*Cryptosporidium spp.* son parásitos protozoarios del grupo de los coccidios, causante de diarreas, trastornos gastroentéricos y respiratorios (baja frecuencia) en diferentes especies de vertebrados a nivel mundial, principalmente en individuos jóvenes. Descrito por primera vez en 1907, causa infecciones subclínicas y se diferencia de otros *Cryptosporidiiae* en su localización en el borde en cepillo de las células epiteliales, sin multiplicación intracitoplasmática.

La cryptosporidiosis es una zoonosis de amplia distribución mundial, causada por diversas especies de *Cryptosporidium*. Se caracteriza por ocasionar diarreas en seres humanos y otros mamíferos, especialmente en el cerdo. Trabajos publicados sobre cryptosporidiosis de animales en Argentina mencionan su detección en cerdos y bovinos. Actualmente son 13 las especies de *Cryptosporidium* que se consideran válidas, de ellas, 6 son zoonóticas y ninguna de las 13 se puede distinguir por medio de estudios morfológicos o por el hospedador al cual parasitan.<sup>(25)</sup>

De las especies de *Cryptosporidium* válidas se destacan *C. parvum* (humanos), *C. bovis*, *C. ryanae* (bovinos),<sup>(26)</sup> *C. canis* (caninos) y *C. suis* (porcinos).<sup>(27)</sup> Su intensidad clínica y duración varía en función de factores del huésped (edad, estado inmunológico) y del parásito (dosis infectiva, fuente de infección, vida media de los ooquistes).<sup>(28)</sup>

### Patogenia y Ciclo Biológico del género *Cryptosporidium*

El periodo de incubación de *Cryptosporidium spp.* es variable; los primeros síntomas inician alrededor de los 7 días después de la ingesta del parásito a través del consumo de agua y/o alimentos contaminados.<sup>(29)</sup> La sintomatología se presenta hasta los 122 días aproximadamente.<sup>(30)</sup> En humanos, se puede presentar una fase asintomática con episodios de recaída caracterizados por presencia de diarrea acuosa y/o mucosa o sanguinolenta a los 45 días.<sup>(31)</sup>

*Cryptosporidium spp.* tiene un ciclo de vida de tipo monoxeno intracelular obligado,<sup>(30)</sup> cursa dos estados el asexual y el sexual, madura en el tejido del hospedero y es autoinfectioso.<sup>(31)</sup>

El ciclo inicia luego de la ingestión del ooquiste por el animal. Después que los esporozoitos emergen de los ooquistes, se activan en los enterocitos, adhiriéndose a la membrana del epitelio y ubicándose intra y extracitoplasmáticamente en las denominadas vacuolas/sacos parasitóforos.<sup>(32)</sup> Luego, se convierten en merontes tipo I, donde pueden continuar en el ciclo asexual o seguir la fase sexual que permite la formación de dos generaciones de merogonias (merontes tipo II). Los merontes tipo I generan entre seis y ocho núcleos y cada uno da lugar a un merozoito que es a nivel estructural igual a un esporozoito. Los merozoitos abandonan el meronte e invaden otras células del huésped donde pueden dar lugar a merontes tipo I o tipo II. Los merontes tipo II, tienen cuatro núcleos y generan cuatro merozoitos.<sup>(33)</sup>

Tras la infección de varias células, los merontes tipo II se diferencian en microgametos y macrogametos, equivalentes a espermatozoides y óvulos, y dan inicio a su fase sexual que origina un cigoto que desarrolla el ooquiste con cuatro esporozoitos desnudos.<sup>(34)</sup> Existen dos tipos de ooquistes, los de pared delgada y los de pared gruesa, los primeros son responsables de la infección y los segundos persisten en el medio ambiente por períodos más largos e infecta a nuevos individuos al permanecer en la membrana parasitófaga o dentro de un huésped (merogonias y ooquistes de pared delgada), lo que genera este segundo proceso de autoinfección.<sup>(35)</sup> Los ooquistes poseen una pared trilaminar, resistente a la rotura química y mecánica, que mantiene la viabilidad de los esporozoitos internos en condiciones ambientales adversas.<sup>(36)</sup>

### *Cryptosporidiosis*

En el tracto digestivo de gran parte de la población humana coexisten varios protozoos que incluyen amibas, flagelados, coccidias y ciliados. Muchos de estos microorganismos son reconocidos como comensales: *Entamoeba coli*, *Endolimax nana* y *Trichomonas hominis*, mientras que *Ent. histolytica*, *Ent. hartmanni*, *Iodamoeba buetschlii*, *Dientamoeba fragilis*, *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium parvum* y *Balantidium coli* se consideran como protozoarios patógenos.<sup>(37)</sup>

El *Cryptosporidium sp.* se desarrolla por completo en el interior de un solo huésped. La infección se inicia por ingestión, tal vez también por inhalación, de ooquistes que completan su ciclo vital en el interior del organismo que han infectado. Puede transmitirse de humanos a humanos, de humanos a animales y de animales a humanos. Además de la contaminación fecal del medio ambiente puede producirse la diseminación a través del agua, de los alimentos e incluso del aire, a través de las manos o de los objetos contaminados.<sup>(4)</sup>

Dicho protozoario presenta varios estadios en su ciclo de vida, entre los cuales está el ooquiste, que es una etapa latente que resiste a las condiciones ambientales, y donde muestra la capacidad de sobrevivir por largos períodos bajo condiciones favorables. Este parásito puede causar infecciones intestinales tanto en humanos como en animales y no requiere de huéspedes intermediarios. Se multiplica en el intestino delgado y origina serios problemas en los mecanismos de absorción, pues genera una diarrea aguda que es autolimitada en adultos sanos.<sup>(37)</sup>

También se considera el parásito más importante en la industria del agua porque se le relaciona como agente etiológico responsable de un número importante de epidemias en diversas partes del mundo. Es el patógeno, junto con *Giardia sp.*, que se encuentra con más frecuencia en aguas para consumo humano. Por tanto, estos microorganismos representan un riesgo potencial, sin olvidar que otros protozoarios patógenos pueden en un momento determinado ser importantes causas de diarreas e incluso causar la muerte. En cifras absolutas, los brotes de criptosporidiosis mejor documentados muestran un impacto importante en la salud pública de comunidades tanto en países industrializados como en desarrollo.<sup>(37)</sup>

No se conoce un tratamiento antimicrobiano efectivo para curar la infección por *Cryptosporidium*. El tratamiento es fundamentalmente sintomático mediante agentes antidiarreicos y suplementos tradicionales (Éstos últimos en los casos más severos, incluyendo de ser necesario la hiperalimentación por vía parenteral) y se orienta a prevenir los efectos de la diarrea buscando una correcta hidratación y alimentación del paciente (el empleo de agentes antidiarreicos inespecíficos puede ser efectivo de un modo limitado).<sup>(38)</sup>

En sentido general la alta incidencia de parasitosis en la población junto con sus elevados índices de morbimortalidad entre determinados grupos etarios (niños y ancianos) hacen que este tipo de patología constituya un motivo de especial interés desde el punto de vista clínico. El número de microorganismos implicados en cuadros entéricos se ha ampliado durante los últimos años debido, entre otros factores, al mejor conocimiento de la clasificación taxonómica de los diferentes parásitos, el desarrollo de métodos diagnósticos cada vez más

sensibles.

## DISCUSIÓN

Henriksen y Christensen en el 1992 y Eysker y col en 1994, refieren una alta prevalencia por estos protozoarios en los cerdos. A su vez Sánchez en el 2004, señalan que las infecciones por *Coccidia*, tanto en el cerdo como en otras especies, suelen ser de carácter subclínico, con gran tendencia a la cronicidad.

Diversos estudios demuestran que existen casos de animales muestreados y que no presentan síntomas. Esto se debe a que el parásito suele vivir durante largos períodos de tiempo en su huésped, induciendo una estimulación antigénica prolongada, con activación de un gran número de mecanismos inmunitarios.<sup>(39)</sup>

En América Latina, como en el resto del mundo, las prevalencias del *Balantidium coli*, ciliado tanto en humano como en cerdos son muy variables, aunque suelen ser menores entre humanos.<sup>(40)</sup> Son pocos los estudios de prevalencia sobre el parásito específicamente. Esto coincide con resultados realizados en comunidades de la zona norteña del altiplano boliviano en las que se describió una prevalencia de 5,3 %<sup>(41)</sup> también el estudio que se realiza en trabajadores de granjas de suinos en Colombia que encuentra 9,1 % de prevalencia.<sup>(40)</sup>

En este contexto se puede abordar el reporte de un caso clínico fatal como el primer caso de disentería balantidiasica en 1901.<sup>(42,43)</sup> Los mismos afirman que poseen casos esporádicos y aislados, y los que suelen verse en los hospitales son de formas disentéricas crónicas.<sup>(44)</sup> Son escasos los reportes en humanos con las complicaciones más severas de balantidiasis como hemorragia digestiva baja y perforaciones que causan peritonitis como el caso en cuestión. Paciente proveniente de una zona rural de la sierra peruana, caracterizado por bajas condiciones de salubridad y la convivencia estrecha con animales.

Asimismo, la desnutrición, senectud y ambientes húmedos del entorno favorecen la supervivencia de los quistes durante varias semanas y son factores de riesgo para el desarrollo de esta enfermedad.<sup>(45,46)</sup> Además, se describe que la desnutrición, senectud, e inmunodepresión, son factores de riesgo para desarrollar formas fulminantes, como es el caso que se presenta<sup>(47,48,49)</sup> Este paciente desarrolla complicaciones múltiples con perforaciones en colon sigmoideas, tratado con resección y colostomía terminal. Finalmente fallece a pesar de recibir manejo médico y quirúrgico.<sup>(50)</sup>

La importancia de ampliar los estudios de los protozoarios zoonóticos permitirá identificar puntos críticos en las producciones porcinas familiares y con diferentes grados de tecnificación, así como factores predisponentes biológicos como por ejemplo la edad de mayor susceptibilidad de los cerdos en el desarrollo de la enfermedad. Los cerdos jóvenes son más susceptibles que los adultos a la infección por los diferentes grupos taxonómicos parásitos, lo que conlleva en muchas ocasiones a la aparición de síntomas clínicos y hasta la muerte.

Esto es posible por el bajo nivel inmunitario que presentan los cerditos en las primeras semanas de vida, lo que los lleva a presentar en ocasiones síntomas clínicos incluso con infestaciones leves, además en esta edad los animales no están expuestos anteriormente a cargas parasitarias para crear resistencia a los mismos, lo que queda avalado por Aldaz (2003), quien afirma que las infestaciones tempranas por parásitos en cerdos recién nacidos, hace que desarrollen resistencia en poco tiempo. Además, estos parásitos presentan un corto período de prepatencia, propiciando una infestación y propagación lateral muy rápida.<sup>(51)</sup>

En el caso de *Balantidium coli* se reporta que son los animales jóvenes los más afectados siendo más susceptibles que los adultos a la infección por los diferentes grupos taxonómicos parásitos,<sup>(51)</sup> sin embargo, estos animales portadores desempeñan un papel muy importante como reservorios de la enfermedad, lo que hace posible que en momentos determinados enfermen los jóvenes. Otros autores reportan que los protozoarios es posible encontrarlos parasitando a animales de cualquier edad, ya que los cerdos tienen una tasa particularmente alta de infección por *Balantidium coli*.<sup>(16)</sup>

Es preciso destacar la importancia zoonótica tanto del *Balantidium coli* como del *Cryptosporidium sp.*, ya que son enfermedades transmisibles al hombre, que cursan con diarrea, deshidratación y hasta la muerte a personas inmunodeprimidas, fundamentalmente aquellas que padecen el SIDA;<sup>(52)</sup> de ahí la importancia de controlar estas entidades. En el ser humano se han descrito casos de infección extraintestinal, los cuales ocurren como un proceso secundario a una balantidiosis colónica, describiéndose casos de apendicitis, peritonitis, uretritis, cistitis y vaginitis inflamatoria en mujeres, abscesos hepáticos, lesiones pulmonares y óseas.<sup>(53,54)</sup>

La transmisión de los protozoarios a los humanos, con frecuencia, es más alta en áreas con pobre higiene y mala nutrición, donde cerdos y humanos comparten habitaciones y están en contacto frecuente.<sup>(16)</sup> El mismo autor refiere cifras de hasta 5,3 % de infestación por *Balantidium coli*, en niños procedentes de comunidades rurales andinas, donde los cerdos se crían como animales domésticos en íntimo contacto con los pobladores, durante el día los animales se movilizan libremente en el campo vigilados por niños y por las noches se les guarda en porquerizas adyacentes a las viviendas. Además, en dichos ambientes rurales no hay agua potable y la disposición de excretas se realiza a campo abierto.

*Balantidium coli* y *Cryptosporidium parvum* son agentes biológicos habituales en las aguas residuales.<sup>(13,55)</sup> Entre los protozoarios patógenos, el que presenta mayor importancia en cuanto a la calidad del agua para diversos usos (Ejemplo: agua para consumo humano, agua para recreación y agua para irrigación de vegetales

frescos de consumo directo) es el *Cryptosporidium sp.*, éste representa un riesgo potencial, sin olvidar que otros protozoarios patógenos pueden en un momento determinado ser importantes causas de diarreas e incluso causar la muerte.<sup>(38)</sup>

Diversos autores destacan que para prevenir la propagación de los protozoarios zoonóticos es importante la educación sanitaria, la provisión de agua potable, desagüe y la correcta disposición de los desechos, especialmente en las comunidades rurales. También son importantes las medidas individuales como lavarse las manos después de defecar y antes de ingerir los alimentos, principalmente en personas relacionadas con la crianza de cerdos.<sup>(4,16)</sup>

La actual pandemia de COVID-19 evidencia la necesidad imperativa de abordar las zoonosis y sus efectos en la salud humana con un enfoque integral, especialmente en países como Ecuador, donde la interacción entre seres humanos y animales es significativa fundamentalmente en contextos rurales. A la luz de los recientes estudios sobre la COVID-19 en este país,<sup>(56,57,58)</sup> se identifica una oportunidad para investigar la interrelación entre los protozoarios gastrointestinales zoonóticos del cerdo y su impacto en la salud humana, particularmente considerando las secuelas dejadas por la pandemia y la preparación frente a futuras emergencias sanitarias.

Los autores consideran que este futuro estudio debería centrarse en cómo la coexistencia de la COVID-19 ha modificado las prácticas de manejo y control de zoonosis, la percepción del riesgo y las medidas de prevención adoptadas por las comunidades, especialmente en zonas de alta cohabitación entre seres humanos y cerdos.

Un enfoque específico podría ser evaluar la prevalencia de infecciones por protozoarios gastrointestinales en cerdos y humanos en el contexto post-COVID-19 en Ecuador, examinando cómo las medidas de bioseguridad y control sanitario implementadas durante la pandemia han influenciado la transmisión de estas zoonosis. Asimismo, sería relevante investigar las secuelas inmunológicas y gastrointestinales en individuos que han padecido COVID-19 y su susceptibilidad a infecciones zoonóticas, así como el impacto socioeconómico en las comunidades afectadas.

Este estudio no solo llenaría las lagunas de conocimiento existentes en el contexto ecuatoriano sobre la seguridad del paciente frente a protozoarios gastrointestinales zoonóticos del cerdo, sino que también proporcionaría información valiosa para el diseño de estrategias de prevención y control más efectivas, adaptadas a las realidades emergentes post-pandemia y preparativas ante futuras crisis sanitarias.

## CONCLUSIÓN

Este estudio destaca la relevancia de los protozoarios zoonóticos, específicamente *Balantidium coli* y *Cryptosporidium*, como agentes patógenos críticos que afectan tanto la salud animal como la salud pública. Estos organismos representan una amenaza significativa debido a su capacidad para causar enfermedades gastrointestinales en los cerdos, lo cual tiene implicaciones directas en la producción porcina, así como en la transmisión zoonótica a seres humanos, principalmente a través del consumo de agua y alimentos contaminados, el contacto directo con animales infectados y la exposición a entornos contaminados. Las condiciones higiénicas inadecuadas, la cercanía entre seres humanos y animales, y las prácticas de consumo de recursos no seguros se identifican como factores de riesgo críticos para la incidencia de Balantidiosis y Cryptosporidiosis.

A pesar de que la prevalencia de estas enfermedades no se reporta como elevada en la literatura consultada, los resultados de este estudio subrayan la necesidad de una mayor investigación y vigilancia, especialmente en contextos rurales y áreas con limitaciones socioeconómicas y sanitarias. La investigación evidencia la amplia distribución geográfica de estos protozoarios, facilitada por su resistencia a condiciones ambientales adversas y su capacidad de transmisión tanto directa como indirecta. La sensibilidad de ciertas poblaciones humanas, desde una perspectiva inmunológica y socioeconómica, junto con las consecuencias económicas negativas en la industria porcina, resaltan la importancia de abordar estos desafíos de manera integral.

Por lo tanto, se concluye subrayando la necesidad crítica de adoptar y promover prácticas de higiene y sanidad mejoradas, así como estrategias de prevención de enfermedades, incluyendo el consumo seguro de agua y alimentos. Además, este estudio enfatiza la importancia de educar a las comunidades sobre las vías de transmisión y las medidas preventivas contra estas zoonosis, con el objetivo de mitigar los riesgos asociados a la salud pública y mejorar la seguridad alimentaria global.

## REFERENCIAS

1. Rodríguez R, Cob L, Domínguez J. Frecuencia de parásitos gastrointestinales en animales domésticos diagnosticados en Yucatán, México. [Internet]. Disponible en: <http://www.vady.mx/biomedic/reubiomec/pvf/rb0112/4pdf>
2. Maleky F. Case report of *Balantidium coli* in human from South of Teheran, Iran. *Indian J Med Sci.* 1998;52(5):201-2.
3. López de Guimaraes D, Villanueva J, Romero C. Balantidiasis Humana en Huaraz: Reporte de cinco casos.

Rev Gastroent Perú. 1997;17(1):79-83.

4. Avery BK, Lemley A, Moresby AG. Cryptosporidium: Un Patógeno Transmitido por el Agua. Florida: Departamento de Soil and Water Science, Servicio de Extensión Cooperativa de la Florida, Instituto de Alimentos y Ciencias Agrícolas, Universidad de la Florida (UF/IUFAS); 2000. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>.

5. Ortega L. M. Anaporc. Programas de desparasitación en porcino, valoración y eficacia. [Internet]. 2002. Disponible en: <http://www.revista-anaporc.com/selejun1.htm>

6. Borcher. Parasitología Veterinaria. Edición Revolucionaria. La Habana: 1968. p. 581-4.

7. Owen IL. Parasitic zoonoses in Papua New Guinea. J Helminthol. 2005;79(1):1-14.

8. Beaver PC, Jung RC, Cupp EW. Parasitología clínica. 2ª ed. Barcelona: Salvat Editores; 1986. p. 231.

9. Condemayta Z, Condemayta D, Ruelas D, Ibañez V. Prevalencia de Balantidium coli en la población humana y porcina asociado a factores socioeconómicos y saneamiento ambiental en el Distrito de Acora Puno Perú. Revista de Investigaciones Altoandinas. 2018;20(1):85-94. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.332>

10. BARBOSA A, BARBOSA H, SOUZA S, DIB L, UCHÔA C, BASTOS O, AMENDOEIRA M. Balantíoides coli: morphological and ultrastructural characteristics of pig and nonhuman primate isolates. Acta Parasitol. 2018;63(2):287-298.

11. Jonnalagadda PR, Bhat RV. Parasitic contamination of stored water used for drinking/cooking in Hyderabad. South Asian J Trop Med Public Health. 1995;26:789-94.

12. Borda CE, Rea MJ, Rosa JR. Intestinal parasitism in San Cayetano, Corrientes, Argentina. Bull Pan Am Health Organ. 1996;30:227-33.

13. Hotez PJ. Balantidium coli Infection. En: Cherry J, Demmler-Harrison GJ, Kaplan SL, Steinbach WJ, Hotez P, editores. Feigin and Cherry's Textbook of Pediatric Infectious Diseases. 8ª ed. Elsevier; 2020. p. 2138-9.

14. Cazorla-Perfetti D. Balantidium coli, Neobalantidium coli O Balantíoides coli? Protozoario, Balantidiosis o Balantiosis? Rev SABER. 2018;30:413-7.

15. Pačo B, Tehlárová Z, Pomajbíková J, Todd A, Hasegawa H, Petrželková K, Modrý D. Gastrointestinal protists and helminths of habituated agile mangabeys (Cercocebus agilis) at Bai Hokou, Central African Republic. Am J Primatol. 2018;80(2). doi: 10.1002/ajp.22736.

16. López D, Villanueva J, Romero C. Balantidiasis humana en Huaraz: reporte de cinco casos. [Internet]. 2005. Disponible en: [http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/gastro/vol\\_17n1/balantil.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/gastro/vol_17n1/balantil.htm)

17. Gómez Hinojosa PÚ, Espinoza-Ríos J, Carlin Ronquillo A, Pinto Valdivia JL, Salas Dueñas Y, Zare Morales W. Balantidiasis colónica: reporte de un caso fatal y revisión de la literatura. Rev Gastroenterol Peru. 2019;39(3):284-7.

18. García P, et al. Fatal balantidial colitis. Bol Asoc Med P. 1966;58(4):195-9.

19. Beasley JW, Walzer PD. Ineffectiveness of metronidazole in treatment of Balantidium coli infections. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1972;66(3):519.

20. Samranwetaya P, Dechakaisaya S, Tangchai P. Fatal balantidial colitis. Report of a case. J Med Assoc Thai. 1972;55(4):259-62.

21. Currie A. Human Balantidiasis. A case report. S Afr J Surg. 1990;28(1):23-5.

22. Pinheiro MC de Lima MA. Caso fatal de balantidiase intestinal. Rev Soc Bras Med Trop. 1991;24(39):173-6.



23. Vidan JR, et al. Hepatic parasitosis caused by *Balantidium coli*. *Med Clin (Barc)*. 1985 Sep 14;85(7):299-300.
24. Ladas SD, Savva S, Frydas A, Kaloviduris A, Hatzioannou J, Raptis S. Invasive balantidiasis presented as chronic colitis and lung involvement. *Dig Dis Sci*. 1989;34(10):1621-3.
25. Xiao L, Fayer R, Ryan U, Upton SJ. *Cryptosporidium* Taxonomy: Recent Advances and Implications for Public Health. *Clin Microbiol Rev*. 2004;17:72-97.
26. Santin M. *Cryptosporidium* and *Giardia* in ruminants. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*. 2020;36(1):223-38. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.11.005>
27. Chalmers RM, Giles M. Zoonotic cryptosporidiosis in the UK - challenges for control. *J Appl Microbiol*. 2010;109(5):1487-97. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2010.04764.x>
28. Del Coco VF, Córdoba MA, Basualdo JA. *Cryptosporidium* infection in calves from a rural area of Buenos Aires, Argentina. *Vet Parasitol*. 2008;158(1-2):31-5. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.08.018>
29. Hunter PR, Hadfield SJ, Wilkinson D, Lake IR, Harrison FCD, Chalmers RM. Correlation between Subtypes of *Cryptosporidium parvum* in Humans and Risk. *Emerg Infect Dis*. 2007;13(1):82-8. <https://doi.org/10.3201/eid1301.060481>
30. Chen XM, O'Hara SP, Huang BQ, Nelson JB, Lin JJ-C, Zhu G, Ward HD, LaRusso NF. Apical organelle discharge by *Cryptosporidium parvum* is temperature, cytoskeleton, and intracellular calcium dependent and required for host cell invasion. *Infect Immun*. 2004;72(12):6806-16. <https://doi.org/10.1128/IAI.72.12.6806-6816.2004>
31. Tandel J, English ED, Sateriale A, Gullicksrud JA, Beiting DP, Sullivan MC, Pinkston B, Striepen B. Life cycle progression and sexual development of the apicomplexan parasite *Cryptosporidium parvum*. *Nat Microbiol*. 2019;4(12):2226-36. <https://doi.org/10.1038/s41564-019-0539-x>
32. Certad G, Viscogliosi E, Chabé M, Cacciò SM. Pathogenic mechanisms of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Trends Parasitol*. 2017;33(7):561-76. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.02.006>
33. Bouzid M, Hunter PR, Chalmers RM, Tyler KM. *Cryptosporidium* pathogenicity and virulence. *Clin Microbiol Rev*. 2013;26(1):115-34. <https://doi.org/10.1128/CMR.00076-12>
34. Gerace E, Lo Presti VD, Biondo C. *Cryptosporidium* infection: epidemiology, pathogenesis, and differential diagnosis. *Eur J Microbiol Immunol (Bp)*. 2019;9(4):119-23. <https://doi.org/10.1556/1886.2019.00019>
35. Tzipori S, Ward H. Cryptosporidiosis: Biology, pathogenesis and disease. *Microbes Infect*. 2002;4(10):1047-58. [https://doi.org/10.1016/S1286-4579\(02\)01629-5](https://doi.org/10.1016/S1286-4579(02)01629-5)
36. Leitch GJ, He Q. Cryptosporidiosis-an overview. *J Biomed Res*. 2011;25(1):1-16. [https://doi.org/10.1016/S1674-8301\(11\)60001-8](https://doi.org/10.1016/S1674-8301(11)60001-8)
37. Solarte Y, Peña M, Madera C. Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. [Internet]. 2006. Disponible en: <http://colombiamedica.univalle.edu.co/Vol37No1/Cm37n1%20html/Cm37n1a10.htm>
38. Anónimo 2. Infección por *Cryptosporidium*. [Internet]. 2006. Disponible en: <http://www.vdh.state.va.us/spanish/crypto1f.htm>
39. Centers for Disease Control and Prevention. Balantidiasis [Internet]. 2019 [citado el 27 de enero de 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/balantidiasis/index.html>.
40. Traviezo Valles L. *Balantidium nawaraoi* n. sp., en la comunidad warao de Nabasanuka, Venezuela. *Rev Med Sinerg*. 2021;6(2):e637. <https://doi.org/10.31434/rms.v6i2.637>

41. Centers for Disease Control and Prevention. Balantidiasis. [Updated June 6, 2019; cited April 8, 2020]. Available from: <https://www.cdc.gov/dpdx/balantidiasis/index.html>.
42. Sánchez C, Quílez J, López F, del Cacho E. Control y prevención de las coccidiosis: medidas higiénico-sanitarias y desinfección. [Internet]. 2004. Available from: <http://www.exopol.com/general/circulares/181.html>.
43. Mendoza-Gómez MF, Pulido-Villamarín A, Barbosa-Buitrago A, Aranda-Silva M. Presence of gastrointestinal parasites in swine and human of four swine production farms in Cundinamarca- Colombia. *Rev MVZ Córdoba*. 2015 Nov 13;20(1):5014-27. doi: 10.21897/rmvz.15.
44. Schuster FL, Ramirez-Avila L. Current world status of *Balantidium coli*. *Clin Microbiol Rev*. 2008;21(4):626-38. <https://doi.org/10.1128/CMR.00021-08>.
45. Pamo O, Figueroa M, Ruiz J. Balantidiasis: reporte de cuatro casos y revisión de la casuística de los hospitales de Lima. *Rev Med Hered*. 1991;2:195-7.
46. Vásquez W, Vidal J. Colitis Balantidiásica: a propósito de un caso fatal en el Departamento de Huancavelica. *An Fac Med*. 1999;60(2):119-23.
47. DEVERA R. Balantidiosis: algunas notas históricas y epidemiológicas en América Latina con especial referencia a Venezuela. *Saber*. 2018;30:5-13.
48. Bellanger AP, Scherer E, Cazorla A, Grenouillet F. Dysenteric syndrome due to *Balantidium coli*: a case report. *New Microbiol*. 2013;36(2):203-5.
49. Gomez P, Espinoza J, Andrea Carlin Ronquillo, Pinto J, Yessenia Salas Dueñas, Zare W. Colonic balantidiasis: report of a fatal case and review of the literature. *Rev Gastroenterol Peru*. 2019;39(3).
50. Aldaz A. Tienen que convivir los reproductores y los parásitos. [Internet]. 2003. Available from: <http://www.exopol.com/general/circulares/261.html>.
51. Bayer Health Care. No olvide la coccidiosis. [Internet]. 2003. Available from: [http://www.bayervet.net/vz\\_008\\_03.html](http://www.bayervet.net/vz_008_03.html).
52. Baselga R, Fernández AB, García E. Toma de muestras en digestivo de porcino. [Internet]. 2005. Available from: <http://www.exopol.com/general/circulares/181.html>.
53. Puicón V, López-Flores A, Fabian-Dominguez F, Sánchez-Cárdenas H. Prevalencia coprológica de parásitos gastrointestinales en humanos y porcinos de crianza de traspatio del distrito de Zapatero, San Martín. *Rev Vet Zootec Amazon*. 2021;1(1):4-14. <https://doi.org/10.51252/revza.v1i1.127>.
54. DHAWAN S, JAIN D, MEHTA VS. *Balantidium coli*: an unrecognized cause of vertebral osteomyelitis and myelopathy. *J Neurosurg Spine*. 2013;18(3):310-13.
55. KARUNA T, KHADANGA S. A rare case of urinary balantidiasis in an elderly renal failure patient. *Trop Parasitol*. 2014;4(1):47-49.
56. Ramos Serpa G, Gómez Armijos CE, López Falcón A. Aspectos de éticas sobre la vacunación contra el COVID-19. *Universidad y Sociedad* [Internet]. 9jun.2022 [citado 19sep.2023];14(S3):60-1. Available from: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2935>
57. Zúñiga Cárdenas GA, Sailema López LK, Alfonso González I. Pacientes de COVID-19 en cuidados intensivos y sus lesiones cutáneas. *Universidad y Sociedad* [Internet]. 9jun.2022 [citado 19sep.2023];14(S3):105-17. Available from: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2940>
58. Llerena Cepeda M de L, Sailema López LK, Zúñiga Cárdenas GA. Variantes de COVID-19 predominates en Ecuador y sus síntomas asociados. *Universidad y Sociedad* [Internet]. 9jun.2022 [citado 11sep.2023];14(S3):93-04. Available from: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2939>

### **FINANCIACIÓN**

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Jaine Labrada Ching, Darwin Rafael Villamarín Barragán, Marcelo Alejandro Jiménez Villa, Laura Sofia Castaño Trujillo.

*Investigación:* Jaine Labrada Ching, Darwin Rafael Villamarín Barragán, Marcelo Alejandro Jiménez Villa, Laura Sofia Castaño Trujillo.

*Metodología:* Jaine Labrada Ching, Darwin Rafael Villamarín Barragán, Marcelo Alejandro Jiménez Villa, Laura Sofia Castaño Trujillo.

*Redacción - borrador original:* Jaine Labrada Ching, Darwin Rafael Villamarín Barragán, Marcelo Alejandro Jiménez Villa, Laura Sofia Castaño Trujillo.

*Redacción - revisión y edición:* Jaine Labrada Ching, Darwin Rafael Villamarín Barragán, Marcelo Alejandro Jiménez Villa, Laura Sofia Castaño Trujillo.