

Artículo Original

Parasitología

Kasmera 48(2):e48231 698, Julio-Diciembre, 2020








ISSN 0075-5222 E-ISSN 2477-9628

<https://doi.org/10.5281/zenodo.3938528>



Dispersión hídrica de enteroparásitos en una zona agropecuaria de gran altitud, en Los Andes Ecuatorianos

Water dispersion of enteroparasites in a high-altitude agricultural area, in The Ecuadorian Andes

González-Ramírez Luisa C ^{1,2}, Falconí-Ontaneda Félix A ¹, Yaucén-Rodríguez Mishell C ³, Romero-Zapata Cristian F ³, Parra-Mayorga Paúl ³, García-Ríos Cecilia A ⁴, Prato-Moreno José G ^{5,6}

¹Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Grupo de Investigación "Análisis de Muestras Biológicas y Forenses". Riobamba-Chimborazo. Ecuador. ²Universidad de Los Andes. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Departamento de Microbiología y Parasitología. Cátedra de Parasitología. Laboratorio de Investigaciones Parasitológicas "Jesús Moreno Rangel". Mérida-Mérida. Venezuela. ³Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. ⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública. Carrera de Medicina. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. ⁵Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería. Grupo de Investigación "Clean Energy and Environment". Riobamba-Chimborazo. Ecuador. ⁶Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Área de Ingeniería Ambiental. Mérida-Mérida. Venezuela.

Resumen

La finalidad de esta investigación fue determinar las especies de enteroparásitos que son vehiculizadas por agua de regadío, entubada y estancada, como factor de riesgo asociado a la transmisión en una comunidad rural de la provincia de Chimborazo-Ecuador. Se realizó una investigación de campo, transversal, con muestreo no probabilístico intencional, en el que se incluyeron 214 muestras de agua: 37 de canales de riego, 147 que surten las viviendas y 30 estancadas. Las muestras se analizaron mediante Sedimentación espontánea, técnica de Bailenger (modificada) y coloración de Ziehl Neelsen (modificada). El agua de regadío y la estancada, obtuvieron el 100% de contaminación parasitaria y en menor grado la entubada, con 57,14%. La mayor proporción fue de protozoarios (70,56%), seguidos de helmintos (13,08%) y helmintos (13,08%). Entre los parásitos transmisibles, se destacan: *Blastocystis* spp. (40,65%), Amebas de vida libre (5,61%), *Entamoeba* spp. (8,41%), *Giardia duodenalis* (6,54%), *Balantidium* spp. (13,51%), *Cryptosporidium* spp. (17,76%), *Cyclospora* spp. (3,74%), *Cystoisospora* spp. (2,34%), *Eimeria* spp. (13,55%), *Dibothriocephalus* spp. (0,47%) y larvas de nemátodos (13,08%). Los resultados evidencian la presencia de parásitos de transmisión hídrica en los tres cuerpos de agua estudiados, lo que constituye un riesgo de infección humana, veterinaria y de contaminación para los productos agrícolas.

Palabras claves: agua; contaminación; parásitos; vehículo; transmisión

Abstract

The purpose of this investigation was to determine the species of enteroparasites that are carried by irrigated, piped and stagnant water, as a risk factor associated with transmission in a rural community in the province of Chimborazo-Ecuador. A cross-sectional field investigation was carried out, with an intentional non-probability sampling, in which 214 water samples were included: 37 from irrigation canals, 147 that supply the houses and 30 stagnant. The samples were analyzed by spontaneous sedimentation, Bailenger technique (modified) and Ziehl Neelsen staining (modified). Irrigation and stagnant water obtained 100% of parasitic contamination and to a lesser extent piped, with 57.14%. The highest proportion was of protozoa (70.56%), followed by helminths (13.08%) and helminths (13.08%). Among the transmissible parasites, the following stand out: *Blastocystis* spp. (40.65%), Free-living amoebas (5.61%), *Entamoeba* spp. (8.41%), *Giardia duodenalis* (6.54%), *Balantidium* spp. (13.51%), *Cryptosporidium* spp. (17.76%), *Cyclospora* spp. (3.74%), *Cystoisospora* spp. (2.34%), *Eimeria* spp. (13.55%), *Dibothriocephalus* spp. (0.47%) and nematode larvae (13.08%). The results show the presence of parasites of water transmission in the three bodies of water studied, which constitutes a risk of human, veterinary infection and contamination for agricultural products.

Keywords: water; pollution; parasites; vehicle; transmission

Recibido: 22-04-2020

Aceptado: 06-07-2020

Publicado: 10-07-2020

Como Citar: González-Ramírez LC, Falconí-Ontaneda FA, Yaucén-Rodríguez MC, Romero-Zapata CF, Parra-Mayorga P, García-Ríos CA, Prato-Moreno JG. Dispersión hídrica de enteroparásitos en una zona agropecuaria de gran altitud, en los Andes Ecuatorianos. *Kasmera*. 2020;48(2):e48231 698. doi: 10.5281/zenodo.3938528

Autor de Correspondencia: González-Ramírez Luisa Carolina. E-mail: luisacarolinagonzalez@gmail.com

Una lista completa con la información detallada de los autores está disponible al final del artículo.

©2020. Los Autores. **Kasmera**. Publicación del Departamento de Enfermedades Infecciosas y Tropicales de la Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons atribución no comercial (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>) que permite el uso no comercial, distribución y reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre y cuando la obra original sea debidamente citada.



Introducción

El agua es un recurso indispensable para la supervivencia de los seres vivos, siendo un derecho el acceso al agua segura, concebido por la Asamblea General de las Naciones Unidas y el Consejo de Derechos Humanos (1). Sin embargo, el agua en ciertas zonas geográficas, se convierte en un importante vehículo de enteroparásitos debido a la contaminación con excretas humanas o animales, como consecuencia de la falta de educación sanitaria o inadecuada construcción de tanques de almacenamiento de agua abiertos, pozos sépticos y canales de irrigación (2-4).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) al menos 2.000 millones de personas a nivel mundial se abastecen de agua contaminada con heces, lo que se asocia con 842.000 muertes anuales por diarrea (5). También se estima que entre el 20 y 50% de los latinoamericanos están infectados con enteroparásitos. Las prevalencias aumentan en las comunidades indígenas, donde los registros alcanzan el 95% (6), debido a la falta de educación higiénico-sanitaria, factores socio-económicos, situaciones culturales, entre otros factores (7-10).

Debido al contagio con enteroparásitos, se pueden presentar diversas alteraciones, entre las que cobran mayor importancia, el retardo en el crecimiento, la disminución del desarrollo psicomotor y cognitivo, además de las implicaciones más severas en individuos con estado nutricional e inmunidad debilitados. Se añade, que las infecciones simultáneas por diferentes especies, son comunes en niños procedentes de los sectores de bajo estatus económico generalmente del medio rural (11-13).

Controlar la dispersión de enteroparasitosis es una tarea complicada, ya que intervienen diversos factores en la transmisión, entre ellos se destacan: las precarias condiciones higiénico-sanitarias, el bajo nivel educativo y socio-económico, la falta de saneamiento ambiental y la contaminación del agua, que conllevan a reinfecciones constantes (14).

La Parroquia de San Andrés, ubicada en el cantón Guano, provincia de Chimborazo, Ecuador, tiene el 88,68% de pobreza y 48,77% de extrema pobreza (15). Las parasitosis intestinales ocupan la tercera causa de enfermedad, con 95,5% de prevalencia en escolares (Observaciones no publicadas).

El agua de uso doméstico, procede del río Guano y del deshielo de los nevados de los volcanes Chimborazo y Carihuairazo, que luego de recorrer 20 kilómetros es almacenada en un tanque que sirve de suministro a la comunidad. Las viviendas alejadas del centro de la cabecera parroquial, no disponen de sistemas de alcantarillado; tampoco existe una planta de tratamiento de aguas servidas y solo se utilizan pozos sépticos como fin del trayecto de los desagües. El sistema de regadío de los campos de cultivo, se ejecuta por una red de canales que

recorre la mayor parte del territorio, en el que además se encuentran pozos artificiales de agua estancada (15).

La finalidad de la investigación es determinar los géneros parasitarios y su proporción en aguas de regadío, entubada para uso doméstico y estancada en pozos, que funcionan como vehículos hídricos en la comunidad de San Andrés, provincia Chimborazo, Ecuador.

Métodos

Tipo y diseño de la investigación: el estudio fue de enfoque cuantitativo, cohorte transversal, con un nivel de alcance descriptivo, diseño no experimental y un muestreo probabilístico por conglomerados.

Obtención de los permisos para la ejecución del Proyecto: la Alcaldía y el presidente parroquial de San Andrés, autorizaron la investigación. Los pobladores colaboraron con la recolección de muestras de agua en sus casas.

Población y muestra: la comunidad elegida para el estudio fue la cabecera parroquial de San Andrés, con 237 casas abastecidas por la red de agua potable, pertenecientes al cantón Guano, provincia Chimborazo (15). Se muestrearon tres cuerpos hídricos: agua entubada, de regadío y estacada en pozos.

Para determinar la muestra de agua entubada, se aplicó la fórmula de población finita: $N = \text{Total de la población (237 casas)}$, $Z = 1,96$ (con seguridad del 95%), $p = \text{proporción esperada (en este caso 50\%)}$, $q = 1 - p$, $e = \text{error muestral (0,05\%)}$, dando como resultado 147 casas.

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{p \cdot q \cdot Z^2 + (N-1) e^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

El muestreo del agua de regadío se realizó en 37 puntos, situados cada 30 m, en la longitud total del canal principal (1.110 m) y en la muestra de agua estancada, se incluyó la totalidad de los 30 pozos artificiales que han sido construidos para dar de beber a los animales.

Metodología

Técnicas y procedimientos: para el muestreo se recolectaron 10 L de agua entubada, 10 L de regadío y 1 L de agua estancada en recipientes plásticos nuevos, de paredes lisas y cierre hermético, que fueron lavados con agua destilada y enjuagados con el agua de cada muestreo. Luego de su recolección, fueron trasladadas y procesadas de inmediato en el Laboratorio de Investigación de Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de Chimborazo.

Sedimentación espontánea: después de permitir la sedimentación espontánea del agua durante 1 hora, se tomaron muestras del fondo de cada recipiente para hacer el análisis directo entre lámina y laminilla, utilizando aumentos de 100 y 400x. Una gota se analizó directamente, la otra se coloreó con solución yodada (Lugol) y se recurrió al micrómetro ocular para realizar mediciones cuando se consideró necesario.

Bailenger modificado por Bouhoum & Schwartzbrod (16): el empleo de esta técnica se debe a que, permite la cuantificación de huevos de helmintos/L y detección de otras especies de parásitos, a bajo costo, de manera simple y efectiva.

Para realizar la técnica se utilizó: solución de sulfato de zinc ($ZnSO_4$ 33%, densidad 1,18); acetato de etilo; tampón acetoacético (pH 4,5) (15 g de trihidrato de acetato de sodio, 3,6 mL de ácido acético glacial, se agregó agua destilada hasta obtener 1 L); solución detergente (1 mL de Tween 80, hasta obtener 1 L con agua destilada).

Técnica de sedimentación: el agua se mantuvo en reposo durante 24 horas para obtener su sedimentación espontánea. Posteriormente, se eliminó el 90% del sobrenadante utilizando una bomba de succión. El sedimento fue enjuagado con detergente (Tween 80) y transferido a 10 tubos (50 mL), para ser centrifugado a 1.000g durante 15 minutos. Se decantó el sobrenadante, para unir todos los sedimentos en dos tubos que fueron enjuagados con detergente, para ser nuevamente centrifugados a 1.000g durante 15 minutos. Los 9 mL de sedimento obtenidos, fueron resuspendidos con 9 mL del tampón acetoacético. Se añadió 9 mL de acetato de etilo y se mezcló en el vórtex. La preparación fue nuevamente centrifugada a 1.000g durante 15 minutos, hasta lograr finalmente la separación de la muestra en tres fases.

Todos los residuos no grasos y los parásitos se depositaron en el sedimento; en la capa media el tampón acetoacético, y en la superficie la grasa disuelta en el acetato de etilo. El tapón graso fue separado de las paredes del tubo con un palillo de madera para descartar el sobrenadante.

Técnica de flotación: los 4 mL de sedimento obtenidos fueron resuspendidos en 4 mL de sulfato de zinc y mezclado en vórtex. Con una Pipeta Pasteur, se obtuvo muestra de la superficie para llenar las dos retículas de la cámara de McMaster.

El sedimento espontáneo obtenido a la hora, así como el logrado por centrifugación con la técnica de Bailenger modificada a las 24 horas, fueron analizados microscópicamente entre lámina y laminilla, para la detección de helmintos, protozoarios, chromistas y microorganismos de vida libre.

Una alícuota del sobrenadante obtenido mediante la flotación de la técnica de Bailenger modificada, fue analizada en la cámara de McMaster y otra parte se visualizó mediante examen directo y frotis coloreados con la técnica de Ziehl-Neelsen modificada, descrita por la OMS en 1991 (12).

Cuantificación de huevos de helmintos en cámara de McMaster: finalmente se calculó el número de huevos por litro de agua mediante la siguiente ecuación:

$$NH = \frac{A \cdot X}{P \cdot V} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

NH = número de huevos por litro de la muestra

A = número de huevos contados en el portaobjetos de McMaster (promedio del recuento)

X = volumen del producto final (mL)

P = volumen del portaobjetos de McMaster (0,3 mL)

V = volumen de la muestra original (10 L)

Recolección de la información: los datos fueron almacenados en Microsoft Excel de One Drive y exportados al programa de análisis estadístico. En los resultados, se presentaron los datos organizados en tablas usando frecuencias relativas (%).

Procesamiento estadístico: el análisis se realizó con el programa SPSS versión 24, y se consideró significativa una P de 0,05.

Para comparar las medias de contaminación parasitaria de los tres cuerpos de agua, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), mediante la prueba de Tukey. Mientras que, para comparar protozoarios y helmintos se contrastó mediante la prueba de Chi cuadrado.

Se incluyó el intervalo de confianza, que indica el rango donde se encuentra la verdadera magnitud del efecto, suponiendo un grado prefijado de seguridad límite de 95% para su cálculo.

Resultados

En el estudio se evaluaron un total de 1.870 L de agua: 370 L de regadío, 1.470 L de tubería y 30 L estancada en pozos.

Comparación de los tres cuerpos de agua: el análisis estadístico comparativo de los resultados totales de cada cuerpo hídrico, demostró menor contaminación del agua entubada que surte a las viviendas (57,14%), en contraste con el agua de regadío y estancada en pozos, donde todas las muestras resultaron contaminadas (100,00%) (MC= 5,494; F=27,46; P=0,0001), diferencia que fue determinada por la cantidad de protozoarios (MC= 5,494; F=27,46; P=0,0001) y helmintos (MC= 3,9605; F=48,73; P=0,0001) (Tabla 1).

Al contrastar los resultados totales del agua estudiada, se estimó una mayor contaminación por protozoarios (70,56%) que por helmintos (13,08%) ($\chi^2=145,279$; $P<0,0001$). Se encontraron porcentajes superiores de *Blastocystis* spp. (40,65%); seguidos por *Cryptosporidium* spp. (17,76%), *Eimeria* spp. (13,55%), *Balantidium* spp. (13,08%) y larvas de nemátodos (13,08%) (Tabla 1).

Cuando se compararon las frecuencias de los géneros parasitarios entre los tres cuerpos de agua, el análisis estadístico demostró que el agua entubada, presentó menor contaminación por protozoarios (MC= 5,494; F=27,46; P=0,0001) y helmintos (MC= 3,9605; F=48,73; P=0,0001): Amebas de vida libre (1,36%) (MC= 0,4934; F=10,07; P=0,0001), *Balantidium* spp. (7,48%) (MC= 0,741; F=6,84; P=0,0001), *Eimeria* spp. (5,44%) (MC= 1,621; F=15,67;

$P=0,0001$) y larvas de nemátodos (0,68%) (MC= 3,9605; $F=48,73$; $P=0,0001$) (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de parásitos intestinales en los cuerpos hídricos

Parásitos	Agua Riego		Agua Entubada		Agua Estancada		Total		IC
	n= 37		n= 147		n= 30		n= 214		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
Chromistas									
<i>Blastocystis</i> spp.	14	37,84	48	32,65	25	83,33	87	40,65	34,1-47,2
Protozoarios									
Amebas de vida libre	4	10,81	2	1,36	6	20,00	12	5,61	2,5-8,7
<i>Entamoeba</i> spp.	0	0,00	1	0,68	17	56,67	18	8,41	4,7-12,1
<i>Giardia duodenalis</i>	3	8,11	4	2,72	7	23,33	14	6,54	3,2-9,9
<i>Retortamonas</i> spp.	0	0,00	2	1,36	0	0,00	2	0,93	0,0-2,2
<i>Pentatrichomonas</i> spp.	0	0,00	0	0,00	1	3,33	1	0,47	0,0-1,4
<i>Balantidium</i> spp.	9	24,32	11	7,48	8	26,67	28	13,08	8,6-17,6
<i>Cryptosporidium</i> spp.	7	18,92	25	17,01	6	20,00	38	17,76	12,6-22,9
<i>Cyclospora</i> spp.	2	5,41	8	5,44	2	6,67	12	5,61	2,5-8,7
<i>Cystoisospora</i> spp.	0	0,00	4	2,72	1	3,33	5	2,34	0,3-4,4
<i>Eimeria</i> spp.	10	27,03	8	5,44	11	36,67	29	13,55	12,7-41,3
Total de Protozoarios	37	100,00	84	57,14	30	100,00	151	70,56	64,5-76,7
Helmintos									
<i>Dibothriocephalus</i> spp.	1	2,70	0	0	0	0	1	0,47	0,0-1,4
Larvas de nemátodos	17	45,95	1	0,68	10	33,33	28	13,08	8,6-17,6
Total de Helmintos	17	45,95	1	0,68	10	33,33	28	13,08	8,6-17,6
Total de Parásitos	37	100,00	84	57,14	30	100,00	151	70,56	64,5-76,7

n=número, f= frecuencia, IC= intervalo de confianza

Mientras que, en el agua estancada se logró comprobar la mayor contaminación con *Entamoeba* spp. (56,67%) (MC= 3,957; $F=18,88$; $P=0,0001$), *Giardia duodenalis* (23,33%) (MC= 4,1414; $F=118,62$; $P=0,0001$) y *Cyclospora* spp. (6,67%) (MC= 0,372; $F=7,42$; $P=0,0001$) (Tabla 1).

Finalmente, en el agua de riego se detectó los mayores porcentajes de microorganismos de vida libre: *Psorospermium hackeli* (13,51%) (MC= 0,2704; $F=10,78$; $P=0,0001$), ciliados de vida libre (67,57%) (MC= 7,4605; $F=104,78$; $P=0,0001$), flagelados de vida libre (89,19%) (MC= 7,2760; $F=49,99$; $P=0,0001$) y Diatomeas (70,27%) (MC= 7,5009; $F=1516,4$; $P=0,0001$) (Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de microorganismos no transmisibles en los cuerpos de agua investigados

Parásitos	Agua Riego		Agua Entubada		Agua Estancada		Total		IC
	n= 37		n= 147		n= 30		n= 214		
	f	%	f	%	f	%	f	%	
<i>Psorospermium haeckeli</i>	5	13,51	0	0	1	3,33	6	2,80	0,6-5,0
Ciliados de vida libre	25	67,57	1	0,68	10	33,33	36	16,82	11,8-21,8
Flagelados de vida libre	33	89,19	24	16,33	10	33,33	67	31,31	25,2-37,5
Diatomeas	26	70,27	0	0	9	30	35	16,36	11,4-21,3
Copépodos	1	2,70	0	0	1	3,33	1	0,47	0,0-1,4
Total	37	100,00	25	57,14	30	100,00	92	42,99	36,4-49,6

n=número, f= frecuencia, IC= intervalo de confianza

En la Figura 1, se muestran los resultados de los parásitos potencialmente patógenos y comensales, en cada uno de los cuerpos hídricos, indicándose mayor cantidad de géneros potencialmente patógenos en los tres casos. Aunque por el bajo número de taxones comparados, no se alcanza niveles de significancia estadística, este hallazgo representa una importante información y un referente biológico, que deben ser considerados por constituir un riesgo de salud pública.

En la evaluación de huevos de helmintos por litro de agua, solamente se detectó un huevo de *Dibothriocephalus* spp., en los 10 L de agua procedente de un canal de riego, al aplicar la fórmula (ecuación 2), se obtuvo una concentración de 1,67 huevos/ L agua en el canal:

$$NH = 1 \text{ huevo. } 5\text{mL} / 0,3\text{mL} \cdot 10\text{L} = 1,67 \text{ huevos/L agua}$$

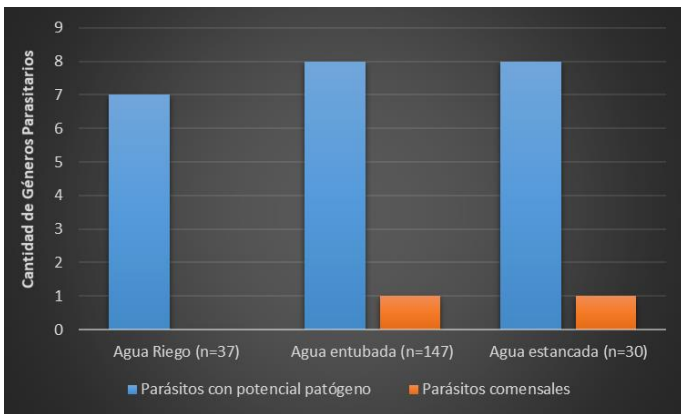


Figura 1. Clasificación de géneros parasitarios con potencial patógeno y comensales, transmisibles al humano

Discusión

Se considera que los cuerpos hídricos procedentes del deshielo de los volcanes y montañas situados a gran altitud en la provincia de Chimborazo en Los Andes ecuatorianos, mantienen una calidad microbiológica aceptable para el consumo humano; sin embargo, el presente estudio demostró lo contrario, la contaminación parasitaria de estos cuerpos de agua, es un indicador del contenido de materia fecal que pueden dispersar, actuando como un vehículo de diversos microorganismos, entre los que se incluyen formas parasitarias resistentes a las condiciones ambientales que pueden infectar y enfermar a las personas y a las diferentes especies animales, como ha sido señalado por Campos y col. (18). La presencia de enteroparásitos en estos cuerpos de agua, se asocia a la cercanía de pozos sépticos, mayor densidad humana, baja tasa de alfabetización de las comunidades y al aumento de la lluvia como argumenta Daniels y col., (4).

Los resultados demostraron que los tres cuerpos hídricos analizados (agua de riego, entubada y estancada), estaban contaminados con enteroparásitos, se logró comprobar estadísticamente, mayor proporción de *Blastocystis*, *Cryptosporidium*, *Balantidium* y *Eimeria*. Protozoarios zoonóticos o propios de animales, que sugieren contaminación con excretas humanas y veterinarias, resultado que concuerda con los obtenidos por Ercumen y col. (3) quienes evidencian la contaminación de agua, alimentos y suelo con heces animales. Igualmente, Daniels y col. (4) y Das y col. (2) demostraron la contaminación de cuerpos hídricos superficiales y subterráneos con excretas de ganado bovino en zonas rurales de la India. Así mismo, El-Alfy y col. (2) aseguran el riesgo de dispersión de especies parasitarias excretadas en los ecosistemas acuáticos donde se mantienen los búfalos de agua.

En este estudio se comprobó mayor contaminación por protozoarios (70,56%) que por helmintos (13,08%), los resultados de los protozoarios concuerdan con los obtenidos por Pérez-Cordón y col. (19), quienes también identifican: *Blastocystis*, *Entamoeba coli*, *Giardia lamblia*, *Balantidium coli*, *Cryptosporidium* y *Cyclospora*

cayetanensis, sin presencia de geohelminths, en aguas provenientes de acequias y pozos de una zona agrícola localizada a gran altitud en Los Andes peruanos. En la presente investigación, realizada en condiciones de altitud semejantes al estudio en la zona andina de Perú, tampoco se detectaron huevos de nemátodos parásitos de humanos, aunque se describió la sobrevivencia larvas de vida libre, por su mayor resistencia a las condiciones medioambientales (13).

Sin embargo, estudios realizados en aguas subterráneas de pozos localizados a baja altitud, por Gallego Jaramillo y col. (20) en una zona urbana del estado Aragua en la región centro-norte de Venezuela y Prato y col. (21), en una zona rural ganadera del estado Mérida en Los Andes venezolanos, detectan huevos de *Ancylostomideos* (19) y *Ascaris* spp. (19,20), resultados que contrasta con los obtenidos en esta investigación donde no se encontraron huevos de nemátodos, lo que se explica debido a las extremas condiciones del lugar, que son determinadas por la altitud (3.020-6.310 m.s.n.m.), las bajas temperaturas (0-19°C) e intensa radiación solar, que genera una alta evapotranspiración de la humedad que dejan las escasas precipitaciones (250 y 500 mm/año) (15), que impiden la evolución de estos gusanos en el suelo.

Otro aspecto considerado para argumentar la ausencia de geohelminths en esta área, es la constitución de los suelos, formados por materiales líticos de origen volcánico (Andosoles, Inceptisoles y Histosoles), que suelen ser muy delgados, porque las condiciones medioambientales a esta altitud, no permiten su evolución como ha sido descrito por Ayala-lzurietta y col. (22).

Estos suelos son afectados periódicamente por la actividad eruptiva volcánica y la caída de ceniza, que produce una intensa acidez, formando un entorno inadecuado para la supervivencia de estos gusanos. Además, produce daño a los cultivos, al sistema hídrico, a la producción animal y por ende afecta la calidad de vida de estos sectores productivos (23).

Los resultados del presente estudio, demostraron que el agua entubada fue la menos contaminada, tanto por protozoarios como helmintos, siendo esta diferencia determinada por los menores porcentajes de parásitos de vida libre como Amebas de vida libre (1,36%) y larvas de nemátodos (0,68%), por especies naturalmente veterinarias (*Eimeria* spp. 5,44%) y zoonóticas (*Balantidium* spp. 7,48%).

Se deduce que el agua entubada fue la menos contaminada, debido a la cloración que se realiza en el tanque de reserva antes de ser suministrada a la comunidad. Aunque la adición de cloro no se cumple de manera constante, ni controlada en cuanto a medidas proporcionales por metro cúbico (como lo declara el encargado de la cloración y los habitantes de la comunidad), posiblemente la cantidad aplicada es insuficiente, por lo que sobreviven especies sensibles al cloro como comprueban Xiao y col. (24) con el hallazgo de

Cryptosporidium y *Giardia* en agua de piscina que ha sido clorada.

La OMS (25) considera que se debe tener en cuenta el análisis y la evaluación de riesgos al sistema completo de distribución de agua potable, desde la extracción en la cuenca hasta que llegue al consumidor, de manera tal que se debe considerar la existencia de infiltraciones por ruptura de la red de tuberías que traslada el agua hasta los domicilios, situación advertida recientemente por Moreira y Bondelind (11), lo que permite explicar contaminación por lixiviado desde el suelo como aseguran Saá y col. (26).

En el agua estancada se logró comprobar mayor contaminación con *Entamoeba* spp., *Giardia duodenalis*, y *Cyclospora* spp. Es posible que esta agua contenida en pozos artificiales, que los pobladores construyen cerca de sus viviendas para abastecer a los animales, se contaminó por contacto subterráneo con los pozos sépticos peridomiciliarios. Lo que se explica con las evidencias del recorrido lateral que realizan los parásitos a través de la tierra, con desplazamientos hasta de 500 m de quistes *Giardia duodenalis* y 320 m de ooquistes *Cryptosporidium* (4).

También, se comprobó en los cuerpos de agua estancada mayor proporción de parásitos zoonóticos (*Blastocystis*, *Eimeria* y *Balantidium*), se deduce que otra posible causa de esta contaminación, fue el drenaje de excretas animales, bien sea por la defecación al aire libre (7-9) o por el abono de los cultivos con estiércol fresco (18), que es arrastrado con el agua de lluvia hasta estos cuerpos de agua superficial (3). De igual manera, existe la posibilidad de la percolación a través del suelo (4), permitiendo que los protozoarios alcancen esta agua, donde pueden persistir durante períodos mayores de tres meses, constituyendo un riesgo de transmisión como describen Daniels y col. (4) y Das y col. (7).

Los resultados obtenidos en el agua de canales de regadío concuerdan con las investigaciones realizadas en zonas agrícolas peruanas, que mantienen condiciones medioambientales semejantes, debido a su localización a gran altitud en las montañas andinas. Esteban y col. (27) lograron comprobar la eficiente dispersión parasitaria, a través de canales de irrigación construidos por el hombre, reportando la vehiculización de especies transmisibles tanto al humano como a los animales. Igualmente, Pérez-Cordón y col. (19), detectan enteroparásitos en muestras de agua, así como, en productos agrícolas cosechados en el lugar.

Paralelamente, en el agua de regadío analizada en esta investigación, se comprobó que los mayores porcentajes de microorganismos detectados son de vida libre: *Psorospermiun hackeli*, Diatomeas, ciliados y flagelados de vida libre, comparados con los de agua entubada y estancada; probablemente, esto se deba a la cloración del agua entubada y a la inmovilidad del agua estancada, circunstancia, que favorece el crecimiento de bacterias y hongos, que compiten con los demás microorganismos vivos por oxígeno y nutrientes,

como aminoácidos, vitaminas y elementos químicos (H, P, Mg, Ca, S, B, Cu, Mn, y Zn). Por el contrario, los quistes y ooquistes de protozoarios no se ven afectados, debido a que son formas de resistencia que sobreviven en el medioambiente y no compiten con otros microorganismos en estos ecosistemas acuáticos (28).

Es importante destacar la mayor proporción de parásitos potencialmente patógenos detectados en este estudio, se consideran potenciales, porque se encuentran géneros constituidos por diferentes especies, genotipos o subtipos, que pueden determinar sintomatología en los individuos que infectan, mientras que otros son albergados como simples comensales. También, difiere la patogenicidad, según el hospedador que los albergue, lo que supone un riesgo para las personas, especialmente niños, ancianos y pacientes inmunocomprometidos (14).

Se conoce que, *Giardia duodenalis* incluye 8 genotipos con diferencias de especificidad de hospedadores, virulencia y distribución geográfica. Tan solo los genotipos A y B afectan al hombre, aunque estas variantes han sido halladas en animales de cría o mascotas, evidenciando su potencial zoonótico (29).

El género *Cryptosporidium* está constituido por al menos 26 especies que difieren en sus propiedades morfológicas, biológicas y moleculares, de ellas *C. hominis*, *C. parvum* y *C. meleagridis* son responsables del 95% de las infecciones humanas y el resto circulan entre animales (30).

El género *Entamoeba* comprende 6 especies, de las que tan sólo *E. histolytica* es patógena para el hombre. Esta especie es morfológicamente indistinguible de las especies comensales *E. dispar*, *E. moshkovskii* (31) *E. bangladesi* (32) y de especies propias de los animales.

Finalmente, *Blastocystis* está constituido por al menos 17 subtipos, 9 de los cuales han sido identificados en humanos (33) y el resto en animales. Desde el punto de vista de salud pública, un conocimiento detallado de la epidemiología molecular es esencial para determinar su frecuencia genotípica y transmisión dinámica e identificar fuentes de infección y factores de riesgo potencialmente asociados con estas enfermedades.

La contaminación fecal del agua de uso doméstico y agropecuario representa un factor de riesgo de transmisión de enfermedades diarreicas, debido a que las formas parasitarias infectivas utilizan los cuerpos de agua para su dispersión, constituyendo un vehículo de transmisión (34), Campos y col. (18), advierten que el uso de aguas de regadío contaminadas con microorganismos patógenos de origen fecal, genera riesgos sanitarios para los agricultores y los consumidores. El riesgo ocurre por el contacto directo con el agua contaminada, los alimentos irrigados con esta o cultivados en suelos donde se han utilizado excretas animales como abono, pueden constituir eficientes vehículos de transmisión de formas parasitarias infectantes en otros lugares donde se comercialicen estos vegetales, bien sea a nivel local, regional, nacional o internacional como informa Dixon (35),

al registrar brotes de parásitos transmitidos por alimentos en diferentes partes del mundo.

Dada la falta de información, se consideró importante determinar la concentración de huevos de helmintos por litro de agua de uso agrícola, para comparar con la referencia de la OMS, que establece como permisible una concentración máxima de 1 huevo de helminto por litro de agua y de menos de 0,1 en los sitios donde vivan menores de 15 años, para el riego de cultivos de alimentos que se consumen crudos (36).

Se debe considerar que la concentración de huevos de helmintos encontrada en los canales de riego (1,67 huevos/L agua), supera el límite máximo permitido por la Norma OMS (16,34). Resultado semejante al descrito por Prato y col. (21) en aguas subterráneas de la zona andina venezolana, quienes reportan 1,5 huevos *Ascaris* spp./L agua. Sin embargo, se discute que los huevos de helmintos en el sector de San Andrés en Los Andes ecuatorianos, no constituyen un adecuado indicador de la contaminación fecal, porque el único huevo encontrado es de un céstodo que cumple un ciclo biológico acuático.

Se considera un sesgo importante de estos resultados, la ausencia de especies que requieren cumplir parte de su ciclo biológico en la tierra, debido a que las condiciones medioambientales de la altitud referida, no permiten la evolución ni la dispersión en el suelo de los huevos y larvas más comúnmente encontrados en el ambiente, entre los que se señala en primer lugar *Ascaris lumbricoides*, seguido de *Trichuris trichiura*, *Toxocara* spp., y *Ancylostomidae* (18,34).

La Norma Técnica Ecuatoriana 1108, del Instituto Ecuatoriano de Normalización (37) establece que el agua de consumo humano, no debe contener ooquistes de *Cryptosporidium*, ni quistes de *Giardia*, por lo tanto, la presencia de estas especies antropozoonóticas en los tres cuerpos hídricos analizados en este sector, comprueba contaminación fecal, estableciendo un indicador de mayor sensibilidad, que revela el riesgo de contaminación de productos agrícolas, animales y personas procedentes de este sector.

Especial atención, merece la detección de huevos de *Dibothriocephalus* spp., en agua de riego. Este patógeno previamente descrito en un gato en Ecuador (38), puede evolucionar en estos cuerpos hídricos, por la presencia de peces como hospedadores definitivos y copépodos como hospedadores intermediarios, de manera tal, que este céstodo puede cumplir su ciclo biológico triheteroxeno acuático, constituyendo un riesgo para el humano y los animales carnívoros.

También existe la posibilidad, que el huevo detectado corresponda a *D. pacificum*, especie descrita en humanos procedentes de la costa del país, que actualmente se encuentran en la sierra y excretan huevos del parásito que contaminen el agua dulce, sin que pueda continuar su ciclo biológico de agua salada (39).

La presencia de amebas de vida libre, ha sido recientemente referenciada en Ecuador, Fierro-Aguas y col. (40) reportan la detección de *Acanthamoeba* spp. y *Naegleria fowleri* en aguas termales de la provincia de Pichincha, resultando positivas el 61,11% de las muestras, identificando 58,6%, de *Acanthamoeba* spp., y 25,3% de *N. fowleri*. Este hallazgo es alarmante, debido a que estos protozoarios pueden penetrar a través de las cintillas olfatorias y alcanzar el cerebro humano de quienes se sumergen en cuerpos hídricos contaminados; lo que implica un serio riesgo para la población de esta área rural. Teniendo en cuenta que, algunos géneros pueden ocasionar encefalitis, queratitis amebiana o invasión cutánea y otros de mayor patogenicidad, causan la muerte por meningoencefalitis amebiana primaria y encefalitis granulomatosa amebiana que conllevan a la muerte como ha sido descrito por Cabello-Vílchez y col., (41) en Perú.

Es indispensable que las entidades gubernamentales, garanticen un agua microbiológicamente segura antes de su distribución, aspecto que debe ser monitoreado de manera sistemática. Por ser la potabilización del agua un requerimiento inminente para preservar la salud, se requiere que los habitantes de esta área rural realicen el tratamiento doméstico del agua antes de su consumo y no mantengan contacto con los cuerpos de agua artificiales.

Además, se advirtió a la población, que mientras instalan la planta potabilizadora deben hervir el agua antes del consumo para garantizar los requisitos de agua potable establecidos en la Norma ecuatoriana 1108 (37). Simultáneamente, se propuso, implementar la adecuada higienización de los productos vegetales obtenidos de estos cultivos, bien sea con el lavado utilizando productos químicos o cocción como describe Ramos y col., (42) y se alertó sobre el riesgo que implica el contacto con el agua contenida en los pozos o en los canales de irrigación, porque puede ocasionar brotes causados por microorganismos de transmisión alimentaria como ha sido referido por Dixon (35).

También, se sugirió a los productores, implementar irrigación por sistemas de aspersión o goteo, la construcción de los pozos de abastecimiento de agua para los animales, alejados de los pozos sépticos y realizar control veterinario que incluya tratamiento antiparasitario periódico.

Finalmente, se puede concluir que la contaminación parasitaria de los tres cuerpos hídricos estudiados, constituye un riesgo de infección humana y veterinaria, así como, la contaminación de los productos agrícolas cultivados en el sector, lo que representa un factor asociado a la transmisión de enfermedades, debido a que las formas parasitarias infectivas utilizan los cuerpos de agua para su dispersión, constituyendo un importante vehículo de transmisión.

Agradecimientos

Agradecemos a todas las personas de la comunidad de San Andrés, por su valiosa colaboración en los muestreos y a los entes gubernamentales por la acogida a nuestras sugerencias, en la búsqueda de la mitigación de esta problemática de salud pública

Conflicto de Relaciones y Actividades

Los autores declaran no presentar conflictos de relaciones y actividades.

Financiamiento

Este proyecto ha sido financiado por la Dirección de Investigación, Vicerrectorado de Investigación, Vinculación y Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo, signado con el código CONV.2018-FCS003.

El tiempo invertido por la docente-investigadora (García-Ríos Cecilia A.) ha sido financiado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Referencias Bibliográficas

- Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida» 2005-2015. Áreas temáticas: Derecho humano al agua y al saneamiento [Internet]. [Acceso 15/02/2020]. Disponible en: http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml
- Daniels ME, Smith WA, Jenkins MW. Estimating *Cryptosporidium* and *Giardia duodenalis* disease burdens for children drinking untreated groundwater in a rural population in India. *PLoS Negl Trop Dis* [Internet]. 2018;12(1):e0006231. Disponible en: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0006231> DOI: [10.1371/journal.pntd.0006231](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006231) PMID [29377884](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29377884/) PMCID [PMC5805363](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5805363/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5805363/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5805363/)
- Ercumen A, Pickering AJ, Kwong LH, Arnold BF, Parvez SM, Alam M, et al. Animal feces contribute to domestic fecal contamination: evidence from *E. coli* measured in water, hands, food, flies, and soil in Bangladesh. *Environ Sci Technol*. [Internet]. 1 de agosto de 2017;51(15):8725-34. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01710> DOI: [10.1021/acs.est.7b01710](https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01710) PMID [28686435](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28686435/) PMCID [PMC5541329](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5541329/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5541329/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5541329/)
- Daniels ME, Smith WA, Schmidt WP, Clasen T, Jenkins MW. Modeling *Cryptosporidium* and *Giardia duodenalis* in ground and surface water sources in rural India: Associations with latrines, livestock, damaged wells, and rainfall patterns. *Environ Sci Technol*. [Internet]. 19 de julio de 2016;50(14):7498-507. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05797> DOI: [10.1021/acs.est.5b05797](https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05797) PMID [27310009](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27310009/) PMCID [PMC5058636](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5058636/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5058636/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5058636/)
- World Health Organization. Water sanitation and health: a primer for health professionals. [Internet] Geneva: World Health Organization. 2019. p. 3-18. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330100/WHO-CED-PHE-WSH-19.149-eng.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud-Organización Mundial de la Salud. [Internet]. Sobre Geohelmintiasis. [Acceso 17/02/2020]. Disponible en: https://www.paho.org/col/index.php?option=com_content&view=article&id=1479:sobre-geohelmintiasis&Itemid=561
- 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*. [Internet]. 2019;17:e00064. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405676619300253> DOI: [10.1016/j.fawpar.2019.e00064](https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2019.e00064) PMID [32095634](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32095634/) PMCID [PMC7034051](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC7034051/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32095634/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32095634/)
- Tong Y, Bu X, Chen C, Yang X, Lu Y, Liang H, et al. Impacts of sanitation improvement on reduction of nitrogen discharges entering the environment from human excreta in China. *Sci Total Environ*. [Internet]. 2017; 593-594:439-448. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717306976?via%3Dihub> DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.03.177](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.177) PMID [28359997](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28359997/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28359997/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28359997/)
- El-Alfy E, Abbas IE, Al-Kappany Y, Al-Araby M, Abu-Elwafa SA, Dubey JP. Prevalence of *Eimeria* species in water buffaloes (*Bubalus bubalis*) from Egypt and first report of *Eimeria bareillyi* Oocysts. *J Parasitol*. 2019;105(5):748-754. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31599697/> DOI: [10.1645/19-58](https://doi.org/10.1645/19-58) PMID [31599697](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31599697/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31599697/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31599697/)
- Organización Mundial de la Salud-UNICEF. Instrumento de mejora del agua, el saneamiento y la higiene en los establecimientos de salud "WASH FIT". [Internet] Ginebra: World Health Organization; 2018; p. 1-7. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/278066/9789243511696-spa.pdf?ua=1>
- Moreira NA, Bondelind M. Safe drinking water and waterborne outbreaks. *J Water Health*. [Internet]. 2017; 15(1):83-96. Disponible en: <https://iwaponline.com/jwh/article/15/1/83/28437/Safe-drinking-water-and-waterborne-outbreaks> DOI: [10.2166/wh.2016.103](https://doi.org/10.2166/wh.2016.103) PMID [28151442](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28151442/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28151442/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28151442/)
- Organización Mundial de la Salud. [Internet]. Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud. [actualizado 2004 noviembre]. [Acceso 19/02/2020]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/
- Strunz EC, Addiss DG, Stocks ME, Ogden S, Utzinger J, Freeman MC. Water, sanitation, hygiene, and soil-transmitted helminth infection: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Med*. [Internet]. 2014;11(3):e1001620. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001620> DOI: [10.1371/journal.pmed.1001620](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1001620) PMID [24667810](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24667810/) PMCID [PMC3965411](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3965411/) [Google Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24667810/) [Microsoft Académico](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24667810/)
- World Health Organization. [Internet]: Mortality and global health estimates. Global Health Observatory (GHO) Data: WHO; 2018. [Acceso 21/02/2020]. Disponible en: https://www.who.int/gho/mortality_burden_disease/en/
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural San Andrés. [Internet]. Diagnóstico del GAD Parroquia Rural San Andrés. 2015. [Acceso 21/02/2020]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1865016750001_DIAGNOSTICO%20San%20Andres%202015_15-05-2015_18-28-18.pdf

16. Ayres RM, Mara DD. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura: Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. [Internet] Ginebra: Organización Mundial de la Salud. 1997. p. 3-19. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41996/9243544845_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. World Health Organization. Basic laboratory methods in medical parasitology. [Internet]. Geneva: WHO 1991. p. 17-18 Disponible en: https://www.who.int/malaria/publications/atoz/9241544104_part1/en/
18. Campos MC, Beltrán M, Fuentes N, Moreno G. Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos. Biomedica. [Internet]. 2018;38(1):42-53. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3352>. DOI: [10.7705/biomedica.v38i0.3352](https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
19. Pérez-Cordón G, Rosales MJ, Valdez RA, Vargas-Vásquez F, Cordova O. Detección de parásitos intestinales en agua y alimentos de Trujillo, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. [Internet]. 2008;25(1):144-148. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpms/v25n1/a18v25n1.pdf> [SciELO](#) [Redalyc](#) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
20. Gallego-Jaramillo L, Heredia-Martínez H, Salazar-Hernández J, Hernández-Muñoz T, Naranjo-García M, Suárez-Hurtado B. Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios. Estado Aragua, Venezuela 2011-2012. Rev Cubana Med Trop [Internet]. 2014;66(2):164-73. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v66n2/mtr02214.pdf> [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
21. Prato-Moreno JG, Millán-Marrero FC, Prada-Andrade CM, Tañácelia C, Prado LC, Lucena ME, Ríos-García I, González-Ramírez LC. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas subterráneas de un sector rural a baja altitud en Los Andes venezolanos. Kasmera. [Internet]. 2020;48(1):e48131414. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/kasmera/article/view/31414> DOI: [10.5281/zenodo.3861081](https://doi.org/10.5281/zenodo.3861081)
22. Ayala-Izurieta J, Márquez C, García V, Recalde C, Rodríguez-Llerena M, Damián-Carrión D. Land cover classification in an ecuadorian mountain geosystem using a random forest classifier, spectral vegetation indices, and ancillary geographic data. Geosciences. [Internet]. 2017;7(34):1-21. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3263/7/2/34> DOI: [10.3390/geosciences7020034](https://doi.org/10.3390/geosciences7020034) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
23. GAD de Chimborazo. Plan de desarrollo y de ordenamiento territorial de Chimborazo 2015. [Internet]. Riobamba, 2015. p. 60-71. [Citado 25/02/2020]. Disponible en: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660000280001_PDYOt%20FINAL%20-%20160516%2013v50_16-05-2016_19-06-53.pdf
24. Xiao S, Yin P, Zhang Y, Hu S. Occurrence of *Cryptosporidium* and *Giardia* and the relationship between protozoa and water quality indicators in swimming pools. Korean J Parasitol. [Internet]. 2017;55(2):129-135. Disponible en: <https://www.parasitol.kr/upload/pdf/kjp-55-2-129.pdf> DOI: [10.3347/kjp.2017.55.2.129](https://doi.org/10.3347/kjp.2017.55.2.129) PMID [28506034](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28506034/) PMCID [PMC5450955](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC5450955/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
25. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: WHO; 2017. p. 45-72, 117-153. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/drinking-water-quality-guidelines-4-including-1st-addendum/en/
26. Saá Cruz ME, Chin Uzhca ME, Fárez Chalco MC. Evaluación de la calidad microbiológica del agua de la planta de potabilización de la parroquia San José de Morona-Tiwinza y su relación con la prevalencia de parásitos intestinales. [Grado de Bioquímico Farmacéutico]. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca, Carrera de Bioquímica y Farmacia. 2014. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20376/1/Tesis.pdf>
27. Esteban G, González C, Bargues MD, Anglés R, Sánchez C, Náquira C, Mas-Coma S. High fascioliasis infection in children linked to a man-made irrigation zone in Peru. Trop Med Int Health. 2002; 7 (4): 339-48. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1365-3156.2002.00870.x> DOI: [10.1046/j.1365-3156.2002.00870.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3156.2002.00870.x) PMID [11952950](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11952950/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
28. Luna Pabello VM. Atlas de ciliados y otros microorganismos frecuentes en sistemas de tratamiento aerobio de aguas residuales. 1ra ed. México, D.F.: Universidad Autónoma de México; 2006. p. 24-29. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/41693860_Atlas_de_ciliados_y_otros_microorganismos_frecuentes_en_sistemas_de_tratamiento_aerobio_de_aguas_residuales_VM_Luna_Pabello/link/56fdbcbce08ae650a64f55239/download
29. Ryan U, Cacciò S. Zoonotic potential of *Giardia*. Int J Parasitol. 2013;43(12-13):943-956. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002051913001720> DOI: [10.1016/j.ijpara.2013.06.001](https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2013.06.001) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
30. Ryan U, Fayer R, Xiao L. *Cryptosporidium* species in humans and animals: current understanding and research needs. Parasitology. 2014;141(13):1667-1685. Disponible en: <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/cryptosporidium-species-in-humans-and-animals-current-understanding-and-research-needs/5FC81A9710C6416B28CDB3DC03EFB262> DOI: [10.1017/S0031182014001085](https://doi.org/10.1017/S0031182014001085) PMID [25111501](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25111501/) [Google Académico](#)
31. López MC, León CM, Fonseca J, Reyes P, Moncada L, Olivera MJ, Ramírez JD. Molecular Epidemiology of *Entamoeba*: First Description of *Entamoeba moshkovskii* in a Rural Area from Central Colombia. PLoS One. 2015;10(10):e0140302. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0140302> DOI: [10.1371/journal.pone.0140302](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140302) PMID [26465744](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26465744/) PMCID [PMC4605823](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4605823/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
32. Royer T, Gilchrist C, Kabir M, Arju T, Ralston KS, Haque R, Petri WA. *Entamoeba bangladesi* nov. sp., Bangladesh. Emerg Infect Dis. 2012; 18 (9): 1543-1544. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.3201/eid1809.120122>. DOI: [10.3201/eid1809.120122](https://doi.org/10.3201/eid1809.120122) PMID [22932710](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22932710/) PMCID [PMC3437720](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC3437720/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
33. Figueroa-Lara M, Cedeño-García D. Evaluación clínica y coprológica en sujetos sintomáticos y asintomáticos con infección por *Blastocystis* spp. Kasmera. 2020;48(1):e48121092019. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/kasmera/arti>

- [cle/view/27540/html](#) DOI: [10.5281/zenodo.3565616](https://doi.org/10.5281/zenodo.3565616) [Google Académico](#)
34. World Health Organization. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater: Volume II. Wastewater use in agriculture [Internet]. Vol. II. Ginebra: World Health Organization; 2006. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/wwuvol2intro.pdf
 35. Dixon BR. Parasitic illnesses associated with the consumption of fresh produce - an emerging issue in developed countries. *Curr Opin Food Sci.* [Internet]. 2016;8(1):32-5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214799316300613> DOI: [10.1016/j.cofs.2016.04.009](https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.04.009) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
 36. Ayers R, Stott R, Mara D, Lee D. Wastewater reuse in agriculture and the risk of intestinal nematode infection. *Parasitol Today.* [Internet]. 1992;8(1):32-5. Disponible en: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/01694758\(92\)90309P](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/01694758(92)90309P) DOI: [10.1016/0169-4758\(92\)90309-P](https://doi.org/10.1016/0169-4758(92)90309-P) PMID [15463524](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15463524/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
 37. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 Agua potable: Requisitos. [Internet]. Quinta Revisión, enero 2014. p. 1-5. Disponible en: <http://www.pudeleco.com/files/a16057d.pdf>
 38. Fernández T. Reporte del *Diphyllobothrium* (*Spirometra*) en el Ecuador. *Rev Ecuatoriana Hig y Med Trop.* [Internet]. 1978;31(1):93-97. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/298784199_REPORTE_DEL_DIPHYLLOBOTHRIUM_SPIROMETRA_EN_EL_ECUADOR [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
 39. Kuchta R, Serrano-Martínez ME, Scholz T. Pacific broad tapeworm *Adenocephalus pacificus* as a causative agent of globally reemerging diphyllobothriosis. *Emerg Infect Dis* [Internet]. 2015;21(10):1697-1703. Disponible en: https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/21/10/15-0516_article DOI: [10.3201/eid2110.150516](https://doi.org/10.3201/eid2110.150516) PMID [26402440](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26402440/) PMID [26402440](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26402440/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
 40. Fierro-Aguas IM, Lalaguña-Zamora CM, Pico-Puebla AM. Determinación de *Acanthamoeba* spp. y *Naegleria fowleri* mediante un análisis fenotípico en aguas termales de la provincia de Pichincha-Ecuador. [Licenciatura en Bioquímica Clínica]. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, 2019. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20074>
 41. Cabello-Vílchez AM, Chura-Araujo MA, Anicama-Lima WE, Vela C, Asencio AY, García H, et al. Fatal granulomatous amoebic encephalitis due to free-living amoebae in two boys in two different hospitals in Lima, Peru. *Neuropathology.* [Internet]. 2020;40(2):180-184. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/neup.12617> DOI: [10.1111/neup.12617](https://doi.org/10.1111/neup.12617) PMID [31758593](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31758593/) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)
 42. Ramos B, Miller FA, Brandão TRS, Teixeira P, Silva CLM. Fresh fruits and vegetables - An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innov Food Sci Emerg Technol.* [Internet]. 2013;20:1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.07.002> DOI: [10.1016/j.ifset.2013.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.07.002) [Google Académico](#) [Microsoft Académico](#)

Autores:

Correspondencia: González-Ramírez Luisa C. <https://orcid.org/0000-0002-4431-965X>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Grupo de Investigación "Análisis de Muestras Biológicas y Forenses". Riobamba-Chimborazo. Ecuador. Universidad de Los Andes. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Departamento de Microbiología y Parasitología. Cátedra de Parasitología. Laboratorio de Investigaciones Parasitológicas "Jesús Moreno Rangel". Mérida-Mérida. Venezuela. Dirección Postal: Laboratorio de Investigación, Carrera Laboratorio Clínico, Facultad de Ciencias de la Salud, Campus Norte "Edison Riera": Av. Antonio José de Sucre km 1½ vía a Guano. Riobamba, Ecuador. Teléfono: +593-997185605 E-mail: luisacarolinagonzalez@gmail.com

Falconí-Ontaneda Félix A. <https://orcid.org/0000-0003-3825-5271>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Grupo de Investigación "Análisis de Muestras Biológicas y Forenses". Riobamba-Chimborazo. Ecuador. E-mail: ffalconi@unach.edu.ec

Yaucén-Rodríguez Mishell C. <https://orcid.org/0000-0002-8311-3072>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Estudiantes de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. E-mail: mishell.yaucen@gmail.com

Romero-Zapata Cristian F. <https://orcid.org/0000-0001-8004-9645>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Estudiantes de la Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. E-mail: crissgomerito20@gmail.com

Parra-Mayorga Paúl. <https://orcid.org/0000-0002-9279-0059>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ciencias de la Salud. Carrera de Laboratorio Clínico e Histopatológico. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. E-mail: paulparra73@gmail.com

García-Ríos Cecilia A. <https://orcid.org/0000-0001-5179-0303>. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Salud Pública. Carrera de Medicina. Riobamba-Chimborazo. Ecuador. E-mail: cecilia.garcia@esepoch.edu.ec

Prato-Moreno José G. <https://orcid.org/0000-0001-8381-404X>. Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería. Grupo de Investigación "Clean Energy and Environment". Riobamba-Chimborazo. Ecuador. Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Área de Ingeniería Ambiental. Mérida-Mérida. Venezuela. E-mail: pratoj@gmail.com. Investigator Web Science: AAK-3336-2020

Contribución de los Autores:

GRIC: conceptualización, metodología, validación, análisis formal, investigación, recursos, redacción-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición, supervisión, planificación y ejecución, administración de proyectos y adquisición de fondos. **FOFA:** conceptualización, redacción-preparación del borrador original y redacción-revisión y edición. **YRMC, RZCF:** validación e investigación. **PMP, GRCA:** redacción-preparación del borrador original y redacción-revisión y edición. **PMJG:** validación, análisis formal, redacción-preparación del borrador original, redacción-revisión y edición, visualización.