

ARTÍCULO ORIGINAL

Perfiles de poliparasitismo intestinal en una comunidad de la Amazonia colombiana

Julián A. Fernández-Niño¹, Claudia I. Astudillo-García², Laura María Segura³, Natalia Gómez³,
Ángela Skantria Salazar³, Juan Hember Tabares³, Cristian Andrés Restrepo³,
Miguel Ángel Ruiz³, Myriam Consuelo López³, Patricia Reyes³

¹ Departamento de Salud Pública, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

² Escuela de Salud Pública de México, Instituto Nacional de Salud Pública, Cuernavaca, México

³ Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia

Introducción. Las infecciones parasitarias y el poliparasitismo intestinal son muy prevalentes en las poblaciones más vulnerables de los países en desarrollo debido a la existencia de factores ambientales, biológicos y sociales determinantes en la transmisión de parásitos. La población entre uno y 15 años de edad es la más afectada por dicha situación.

Objetivo. Describir las prevalencias y los perfiles del poliparasitismo intestinal en la población de uno a 15 años de edad de comunidades indígenas de la Amazonia colombiana.

Materiales y métodos. Se hizo un muestreo no probabilístico de 300 niños entre uno y 15 años de edad, procedentes de varios asentamientos rurales y de la cabecera urbana de Puerto Nariño, Amazonas, quienes participaron voluntariamente en el estudio. Las muestras de materia fecal se analizaron mediante el método directo (solución salina al 0,85 % y lugol) y la técnica de Kato-Katz. Se determinaron los perfiles más prevalentes de poliparasitismo intestinal con el coeficiente kappa de Cohen y un intervalo de confianza de 95 %.

Resultados. La prevalencia de poliparasitismo, definida como la presencia de, por lo menos, dos parásitos intestinales patógenos, fue de 84 % (IC_{95%}: 79,35-87,96). Los casos con presencia de dos o tres agentes incluyeron los parásitos *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Blastocystis* sp., los ancilostomídeos *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*, así como *Entamoeba histolytica*, *E. dispar* y *E. moshkovskii* del complejo *Entamoeba*, y fueron los de mayor prevalencia.

Conclusión. Se encontraron varios perfiles de poliparasitismo intestinal, aunque la mayoría de los casos involucraron menos de seis especies. Una mejor estimación de la prevalencia y los factores determinantes del poliparasitismo intestinal permitirían priorizar y orientar los recursos para su control.

Palabras clave: parasitosis intestinales; helmintiasis; coinfección; parásitos; comorbilidad; epidemiología; prevalencia; Colombia.

doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3395>

Profiles of intestinal polyparasitism in a community of the Colombian Amazon region

Introduction: Intestinal parasite infections and polyparasitism are highly prevalent in the most vulnerable populations of developing countries due to environmental, biological and social determinants common in the transmission of parasites. Children between 1 and 15 years of age are the most affected population.

Objective: To describe the prevalence and profiles of intestinal polyparasitism in 1 to 15 year-old children from native communities in the Colombian Amazon region.

Materials and methods: We used a non-probability sampling of 300 children between 1 and 15 years of age from several rural settlements and the main urban area of Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, who participated voluntarily in the study. We obtained fecal samples that were analyzed by the direct method (0.85% saline solution-lugol) and the Kato-Katz technique. The most prevalent polyparasitism profiles were identified using Cohen's kappa coefficient with a 95% confidence interval.

Results: The prevalence of polyparasitism, defined as the presence of at least two intestinal pathogenic parasites, was 84% (95 % CI: 79.35-87.96). Polyparasitism by two or three of the following parasites:

Contribución de los autores:

Myriam Consuelo López: diseño del estudio, coordinación de la investigación y del trabajo de campo

Julián A. Fernández-Niño y Claudia I. Astudillo-García: análisis estadísticos

Myriam Consuelo López, Julián A. Fernández-Niño, Claudia I. Astudillo-García y Patricia Reyes: redacción del manuscrito

Todos los autores contribuyeron al análisis y la interpretación de la información, la discusión y la aprobación final del manuscrito.

Ascaris lumbricoides, *Trichuris trichiura*, *Blastocystis* sp., *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus* from the Ancylostomatidae family, and *Entamoeba histolytica*, *E. dispar* and *E. moshkovskii* of the *Entamoeba* complex, had the highest prevalence.

Conclusion: Several intestinal polyparasitism profiles were found, although in most cases fewer than six parasites were involved. Better prevalence estimations and identification of determinant factors will allow to prioritize and direct resources to control these infections.

Key words: Intestinal diseases, parasitic; helminthiasis; coinfection; parasites; comorbidity; epidemiology; prevalence; Colombia.

doi: <https://doi.org/10.7705/biomedica.v34i2.3395>

Las infecciones parasitarias intestinales siguen siendo muy prevalentes en las poblaciones más vulnerables de los países en desarrollo, especialmente en las áreas rurales, en las cuales los porcentajes de necesidades básicas insatisfechas son más altos (1,2). Las estimaciones más recientes han señalado que en el 2010 existían en el mundo más de 1.450 millones de personas infectadas con, por lo menos, una especie de nematodos intestinales, lo que se traduce en una pérdida anual de 5,18 millones de años de vida ajustados por discapacidad (2), siendo esta prevalencia mucho mayor si se consideran, además, los protozoos intestinales patógenos (1).

Se estima que alrededor de mil millones de niños viven en áreas donde la prevalencia de geohelminthos es superior a 20 %, y de ellas, 13 % se encuentra en Latinoamérica y el Caribe (3), lo cual se debe, principalmente, a las condiciones de pobreza, el saneamiento inadecuado, el hacinamiento, al hecho de darse en zonas rurales (4), así como a los bajos niveles de educación, la falta de acceso a los servicios de salud (1) y las deficiencias nutricionales (5). Estas infecciones, y en general las causadas por parásitos intestinales, son una importante causa de anemia, dolor abdominal, y diarrea (3) e, incluso, incidirían en la presencia de alteraciones del desarrollo cognitivo y en el desempeño escolar (6,7). La población en edad escolar es la más vulnerable y presenta las prevalencias más altas debido a varios factores, como la falta de hábitos higiénicos adecuados, el bajo nivel de escolaridad y, en general, la presencia de necesidades básicas insatisfechas (8,9).

Según la Encuesta Nacional de Parasitismo Intestinal en Población Escolar, 2012-2014 (10), en Colombia, el departamento de Amazonas presentó

la mayor prevalencia de *Ascaris lumbricoides* (58 %) y de ancilostomídeos (35,7 %), y ocupó la segunda posición con respecto a la prevalencia de *Trichuris trichiura* (50,0 %).

En la mayoría de las encuestas poblacionales en zonas indígenas del país (11), se han reportado, ante todo, las prevalencias de cada parásito por separado, así como sus principales factores de riesgo y, por ello, en pocos estudios se reportan la prevalencia de las infecciones simultáneas con varios parásitos y, mucho menos, los perfiles de interacción entre ellos, y pasan por alto la concurrencia de una o más especies de geohelminthos, fenómeno conocido como poliparasitismo, cuya prevalencia es elevada (12-14).

El poliparasitismo intestinal también se considera como la infección simultánea con varios helmintos gastrointestinales y protozoos (9), y es el resultado de la conjunción de factores determinantes ecológicos y medioambientales, de las rutas de infección, la exposición del huésped y la propensión, así como de factores conductuales y socioeconómicos que facilitan la concurrencia de diversos parásitos (2). Estas complejas interacciones dificultan su estudio y manejo clínico, pero también, plantean la posibilidad de diseñar estrategias integrales de control que actúen simultáneamente sobre los factores determinantes comunes a varias parasitosis.

La necesidad de un análisis detallado de los perfiles de poliparasitismo intestinal radica en los efectos clínicos que presenta la infestación simultánea, ya que se ha observado una mayor morbilidad comparada con la de la infestación con un solo parásito y, además, puede incrementar la propensión frente a otras infestaciones (15-17) y, en consecuencia, el efecto negativo en el estado nutricional y la morbilidad general (15,16) e, incluso, en las tasas de reinfestación y en la reacción inmunitaria después del tratamiento (12).

El poliparasitismo intestinal en niños es un fenómeno muy extendido (9). En un estudio de niños de ambientes rurales de Malasia, se reportó una

Correspondencia:

Myriam Consuelo López, Laboratorio de Parasitología, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Carrera 30 N° 45-03, edificio 471, oficina 302, Bogotá, D.C., Colombia
Teléfono: (+571) 316 5000, extensión 15033
mclopezp@unal.edu.co

Recibido: 08/06/16; aceptado: 06/11/16

prevalencia de 71,4 %, la cual fue significativamente más alta en los menores de 10 años cuyas madres tenían un bajo nivel de escolaridad y menos ingresos, y que no contaban con baño en el hogar, así como en niños que no se lavaban las manos antes de comer (17). En otro estudio en niños menores de 10 años de las comunidades indígenas misak, inga, kofán, nasa, quichua y yanacona residentes en Cali, Colombia, 52,1 % de ellos presentó poliparasitismo intestinal (18), siendo esta prevalencia más alta que la reportada a nivel nacional para cualquier parásito patógeno tomado por separado.

Dado que las comunidades marginadas son las más expuestas a los factores determinantes comunes del poliparasitismo intestinal (2), en este estudio se planteó como objetivo describir su prevalencia y determinar sus principales perfiles en niños de las siguientes comunidades indígenas del municipio de Puerto Nariño, Amazonas: Puerto Nariño, San Juan del Socó, Villa Andrea y Nuevo Paraíso, ubicados en una región considerada endémica.

Materiales y métodos

Lugar de estudio y población

Se seleccionaron tres asentamientos rurales ubicados sobre la ribera del río Loretoyacu: San Juan del Socó, San José de Villa Andrea y Nuevo Paraíso, pertenecientes a la jurisdicción de la Asociación de Autoridades Indígenas del Resguardo Tikuna-

Cocama-Yagua (ATICOYA) de los municipios de Puerto Nariño y Leticia, así como la cabecera urbana del municipio de Puerto Nariño, ubicada sobre la ribera del mismo río, cerca de la desembocadura del río Amazonas.

El municipio de Puerto Nariño se ubica en el extremo suroriental de Colombia, en el sector denominado Trapecio Amazónico, y es el segundo municipio más poblado del departamento del Amazonas. Limita al noroccidente y el sur con la República del Perú y con el río Amazonas, al norte, con el corregimiento de Tarapacá y, al oriente, con el municipio de Leticia. Tiene una altitud entre 70 y 120 msnm, una precipitación promedio anual entre 2.600 y 3.000 mm, y una temperatura promedio de 26 °C. Su extensión aproximada es de 154'160.290 hectáreas, de las cuales 69 (0,044 %) corresponden al área urbana y, el resto, a la zona rural.

El municipio está conformado por 22 asentamientos humanos, de los cuales 21 corresponden al resguardo Tikuna, Cocama y Yagua, y el otro está ubicado en el casco urbano. La población asentada en el territorio pertenece mayoritariamente a los pueblos indígenas tikuna, cocama y yagua, con cerca de 5.620 personas, y se distribuye a lo largo del río Amazonas y de sus tributarios, los ríos Atacuarí, Boyahuasú, Loretoyacu y Amacayacu (19), según se aprecia en el mapa de la figura 1.

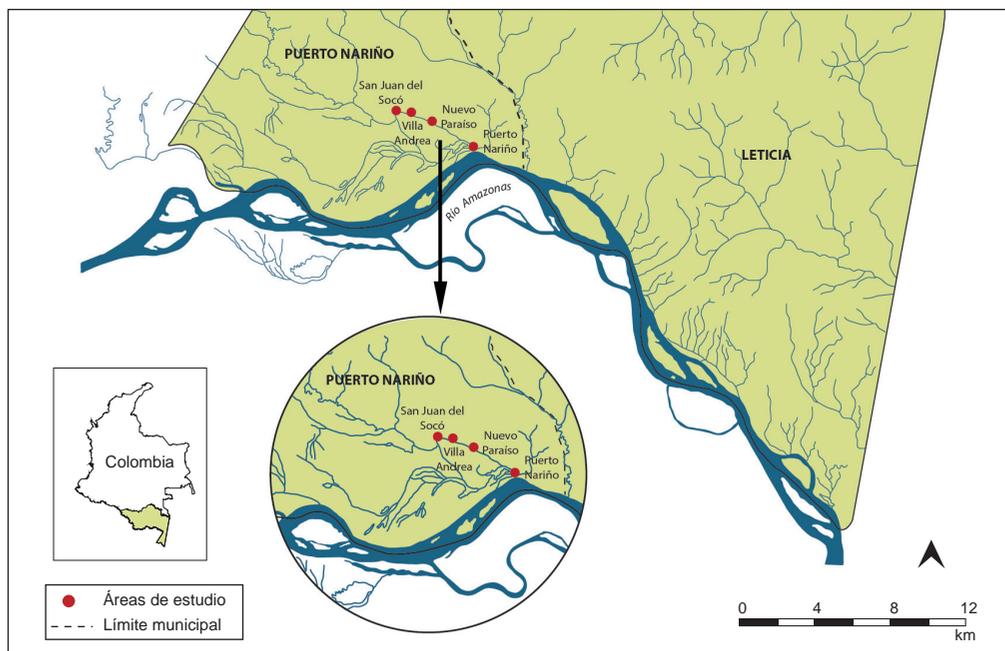


Figura 1. Mapa del área de estudio localizada en el Trapecio Amazónico de Colombia. Los puntos rojos en la figura corresponden a las áreas estudiadas.

Diseño de estudio

Se hizo un estudio de corte transversal descriptivo con un muestreo no probabilístico de la población entre uno y 15 años de edad en las distintas comunidades que decidieron participar voluntariamente. La convocatoria se presentó en un foro comunitario en el cual se explicó el objetivo del trabajo, y se invitó a las comunidades indígenas a participar en el estudio y a convidar a otros miembros de la comunidad de la misma edad.

Procedimiento de campo y laboratorio

Se recolectaron 300 muestras de materia fecal de quienes aceptaron participar en la investigación; la participación voluntaria y la edad fueron los criterios de inclusión. No se evaluó la presencia de síntomas en los pacientes y se excluyeron las personas que habían recibido medicamentos antiparasitarios en el último mes.

A los participantes se les dio un recipiente plástico, sin preservativos, para entregar las muestras. Estas se fijaron con solución de acetato de sodio-ácido acético-formalina (SAF) y se examinaron individualmente con microscopía de luz mediante el método de Kato-Katz (20,21). Se registró el sexo, la edad y la zona de procedencia de cada participante. Dadas las condiciones logísticas para el trabajo de campo, no se pudieron medir otras variables. Las muestras fueron analizadas por un investigador experto que no conocía la identidad de los niños.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresaron como proporciones y, las cuantitativas, como medidas de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar y rango intercuartílico). Las prevalencias de poliparasitismo, definido como dos o más parásitos patógenos, por sexo y grupo de edad se compararon usando la prueba exacta de Fisher, y el número de parásitos con las mismas variables, mediante las pruebas no paramétricas de la U de Mann Whithney y de Kruskal-Wallis. En esta última, se aplicó la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples (22).

Se elaboró una matriz de correlación tetracórica (23,24), específicamente diseñada para evaluar la correlación entre reactivos dicotómicos. Los parásitos patógenos que presentaron al menos una correlación estadísticamente significativa con algún otro, se utilizaron para la posterior construcción de los perfiles de díadas y tríadas. Se evaluó el porcentaje de concordancia y el coeficiente kappa de

todos estos perfiles, comparando las concordancias de infección simultánea observadas con las esperadas por azar. Para el caso de las tríadas, se usó un coeficiente kappa para concordancias múltiples.

Por último, se estimó la prevalencia de cada díada o tríada construida con sus respectivos intervalos de confianza de 95 % (IC_{95%}). Los cuartetos, los quintetos y otras conjunciones superiores tuvieron prevalencias menores de 0,5 %, por lo cual no se analizaron. En todos los análisis se empleó el programa Stata 13™ (Stata Corp LP, College Station, TX, USA).

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, el cual se rige por la Resolución N° 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (25), y los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964 (26). Se consideró que la presente investigación se ajustaba a los estándares de buenas prácticas clínicas y que se habían tomado las medidas adecuadas para la protección de los sujetos humanos. Asimismo, se obtuvo el consentimiento informado firmado por los padres o tutores de los menores, y se solicitó el permiso de los representantes de las comunidades indígenas.

Los participantes en el estudio no recibieron ningún incentivo económico y todos recibieron tratamiento de acuerdo con los resultados del laboratorio y según los esquemas vigentes en el país (27).

Resultados

Se analizaron 300 muestras de igual número de participantes, con una mediana de edad de siete años y un rango intercuartílico de cuatro a 11 años; 51,2 % (n=152) de los participantes era de sexo femenino. La distribución por comunidad fue la siguiente: Puerto Nariño, 49,3 % (n=148); San Juan del Socó, 26 % (n=78); Villa Andrea, 14,3 % (n=43), y Nuevo Paraíso, 10,3 % (n=31).

La prevalencia de parasitosis múltiple, definida como la presencia de, por lo menos, dos parásitos intestinales patógenos, fue de 84 % (IC_{95%} 79,35-87,96). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el número de parásitos patógenos por sexo (U de Mann Whithney: $p > 0,10$), ni tampoco en la prevalencia de poliparasitismo entre niños y niñas (prueba exacta de Fisher: $p > 0,10$), pero sí se encontraron diferencias estadísticamente

significativas en el número de parásitos patógenos por grupos de edad y en la prevalencia de poli-parasitismo (prueba exacta de Fisher: $p < 0,10$). En el análisis de Kruskal-Wallis para comparaciones múltiples con corrección de Bonferroni, las diferencias se dieron específicamente entre los menores y los mayores de cinco años (Kruskal-Wallis para cada par: $p < 0,01$) de forma constante en ambos sexos. En la figura 2 se presenta la distribución del número de parásitos intestinales por sexo y grupo de edad.

En el cuadro 1 se presenta la matriz de correlación tetracórica de los 15 parásitos; aquellas concordancias estadísticamente significativas, cuyo resultado fue mayor que el esperado por azar y, por ello, se consideraron en la construcción de los perfiles, aparecen marcadas con asterisco.

En el cuadro 2 se presentan las díadas con significación estadística en la matriz de correlación; se observa que la infección concomitante más frecuente fue la producida por *A. lumbricoides* y *T. trichiura*, con 34,7 % (IC_{95%} 29,5-40,3) del total de la muestra, así como la producida por *T. trichiura* y *Blastocystis* sp., con 22,3 % (IC_{95%} 17,9 -27,4).

Por último, en el cuadro 3 se presentan las tríadas de parásitos patógenos, entra las cuales las más prevalentes fueron las compuestas por *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y *Blastocystis* sp., con 13,7 % (IC_{95%} 10,2-18,1), la de *A. lumbricoides*,

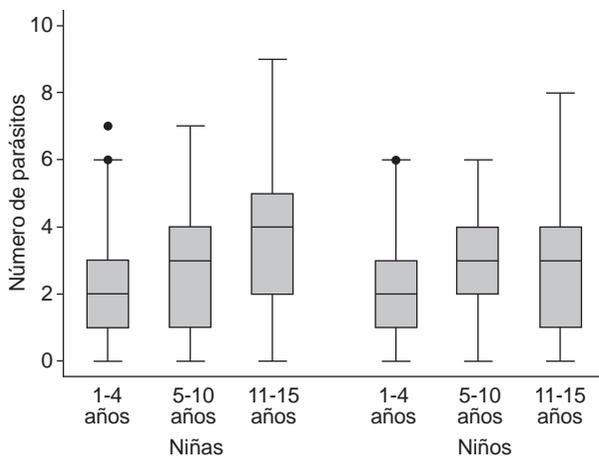


Figura 2. Distribución del número de parásitos patógenos en población de uno a 15 años de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, 2014.

No se encontraron diferencias significativas en el número de parásitos por sexo (U de Mann-Whitney: $p > 0,05$). Se encontraron diferencias por grupo de edad, y la prevalencia y el número de parásitos fueron mayores en los niños de ambos sexos de más de cinco años (U de Kruskal-Wallis: $p < 0,01$).

T. trichiura y ancilostomídeos, con 13,0 % (IC_{95%} 10,0-17,3), y la de *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y el complejo *Entamoeba*, con 10,3 % (IC_{95%} 7,3-14,3).

La caracterización de los perfiles se repitió para niños y niñas, y no se encontraron diferencias en las prevalencias por perfil. Estos resultados, al igual que por grupos de edad, no se presentan dado que se incrementa sustancialmente el error estándar de las estimaciones.

Discusión

La prevalencia estimada de poliparasitismo, definida como la presencia de, por lo menos, dos parásitos intestinales patógenos, fue de 84,0 % sin diferencias estadísticamente significativas por sexo, aunque sí fue mayor en los niños de más de cinco años.

Los perfiles del poliparasitismo, presentados como díadas y tríadas, estuvieron conformados principalmente por las combinaciones de *A. lumbricoides*, *T. trichiura*, *Blastocystis* sp., ancilostomídeos y el complejo *Entamoeba*.

En otros estudios similares, por ejemplo el realizado por Muñoz-Antoli, et al. (28) en una muestra de 382 niños de edades entre los dos y los 15 años en dos municipios de Nicaragua, se reportó una prevalencia de poliparasitismo de 85,4 %, con mayores porcentajes en niñas, en el grupo de edad de seis a 11 años, y, sobre todo, en quienes vivían en zonas rurales. En otro estudio en 257 preescolares, escolares y adolescentes venezolanos en situación de pobreza, se reportó una prevalencia de 46 % (29), y en comunidades similares mexicanas fue de 66 % en una muestra de 260 niños en edad escolar (seis a 10 años) en el estado de Sinaloa y, de 54 %, en el estado de Oaxaca (30).

En otros estudios en comunidades indígenas en el país, se han encontrado altas prevalencias de poliparasitismo, como en el caso del resguardo indígena de Cañamomo-Lomapieta (83,2 %) en los municipios de Supía y Riosucio, departamento de Caldas (11). Este es uno de los resguardos más antiguos de Colombia; cuenta con una comunidad mayoritariamente indígena derivada históricamente de los vestigios de las minas ubicadas a lo largo del río Arma; a diferencia de la Amazonia, este resguardo tiene hoy una economía centrada en la agricultura, ya que las condiciones climáticas del lugar (temperatura media propia del bosque tropical andino y menor humedad relativa que el Amazonas) permiten sembrar el café y otros granos (11).

Cuadro 1. Matriz de correlación tetracórica entre parásitos intestinales en población de uno a 15 años de edad de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, 2014

Especies	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Trichuris trichiura</i>	Ancilostomídeos**	<i>Hymenolepis nana</i>	<i>Taenia</i> sp.	<i>Chilomastix</i> sp.	<i>Giardia intestinalis</i>	Complejo <i>Entamoeba</i> ***	<i>Escherichia coli</i>	<i>Endolimax nana</i>	<i>Iodamoeba bütschlii</i>	<i>Entamoeba hartmanni</i>	<i>Blastocystis</i> sp.	<i>Cystoisospora belli</i>	<i>Myxobolus</i> sp.
<i>A. lumbricoides</i>	1,00														
<i>T. trichiura</i>	0,54*	1,00													
Ancilostomídeos**	0,45*	0,52*	1,00												
<i>H. nana</i>	0,37	1,00	0,00	1,00											
<i>Taenia</i> sp.	1,00	1,00	-1,00	-1,00	1,00										
<i>Chilomastix</i> sp.	0,07	0,44*	0,35*	0,47	-1,00	1,00									
<i>G. intestinalis</i>	-0,11	-0,12	-0,07	-0,02	-1,00	0,06	1,00								
Complejo <i>Entamoeba</i> ***	0,23*	0,27*	0,31*	-0,01	-1,00	0,44*	0,03	1,00							
<i>E. coli</i>	0,26*	0,33*	0,28*	-0,16	1,00	0,45*	0,11	0,57*	1,00						
<i>E. nana</i>	0,05	0,35*	0,28*	-1,00	1,00	0,28*	-0,11	0,33*	0,39*	1,00					
<i>Iodamoeba bütschlii</i>	0,19	0,18	-0,13	-1,00	-1,00	0,48*	-1,00	0,48*	0,05	0,40*	1,00				
<i>E. hartmanni</i>	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,37	-1,00	1,00*	0,00	0,49	0,59	1,00			
<i>Blastocystis</i> sp.	0,14	0,12	-0,02	-0,18	1,00	0,20	0,19	0,34*	0,39*	0,19	0,02	-1,00	1,00		
<i>C. belli</i>	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	
<i>Myxobolus</i> sp.	0,06	-0,11	0,08	-1,00	-1,00	-1,00	0,17	-0,07	0,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,08	-1,00	1,00

* p<0,05

Ancilostomídeos: *A. duodenale* y *N. americanus**Complejo *Entamoeba*: *E. histolytica*, *E. dispar* y *E. moshkovskii***Cuadro 2.** Principales díadas de parásitos patógenos en población de entre uno y 15 años de edad de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, 2014

Díada	Casos observados	Casos esperados	Porcentaje de acuerdo observado	Porcentaje de acuerdo esperado	Kappa	p	Prevalencia	IC _{95%}
<i>Ascaris lumbricoides</i> + <i>Trichuris trichiura</i>	104	77,8	66,7	49,0	0,346	0,00	34,7	29,5-40,3
<i>T. trichiura</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	67	63	50,2	47,5	0,051	0,16	22,3	17,9-27,4
<i>A. lumbricoides</i> + <i>Blastocystis</i> sp.	53	47,6	55,2	51,5	0,076	0,09	17,7	13,7-22,4
<i>T. trichiura</i> y ancilostomídeos	50	34,2	55,2	44,6	0,192	0,00	16,7	12,8-21,3
<i>T. trichiura</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	45	37,1	50,2	44,9	0,096	0,01	15,0	11,4-19,5
<i>A. lumbricoides</i> y ancilostomídeos	41	25,8	63,6	53,4	0,219	0,00	13,7	10,2-18,1
<i>A. lumbricoides</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	35	28	57,9	53,2	0,101	0,02	11,7	8,5-15,8
Complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	35	22,7	66,3	58,1	0,197	0,00	11,7	8,5-15,8
<i>T. trichiura</i> y <i>Giardia intestinalis</i>	34	38,9	41,7	45,0	-0,060	0,91	11,3	8,2-15,5
<i>G. intestinalis</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	31	23,8	62,6	58,8	0,115	0,02	10,3	7,3-14,3
<i>A. lumbricoides</i> y <i>G. intestinalis</i>	25	29,3	50,2	53,1	-0,062	0,88	8,3	5,7-12,1
Ancilostomídeos y complejo <i>Entamoeba</i>	20	12,3	72,7	67,5	0,159	0,00	6,7	4,3-10,1
Ancilostomídeos y <i>Blastocystis</i> sp.	20	20,9	57,9	58,5	-0,014	0,61	6,7	4,3-10,1
<i>G. intestinalis</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	16	14	67,3	66,0	0,039	0,24	5,3	3,3- 8,5
Ancilostomídeos y <i>G. intestinalis</i>	11	12,9	65,7	66,9	-0,038	0,74	3,7	2,0- 6,5
<i>T. trichiura</i> e <i>Hymenolepis nana</i>	5	2,9	42,8	41,4	0,024	0,03	1,7	0,7- 3,9
<i>A. lumbricoides</i> e <i>H. nana</i>	4	2,2	56,6	55,4	0,027	0,05	1,3	0,5- 3,5
Ancilostomídeos e <i>H. nana</i>	1	1	79,5	79,5	0,001	0,49	0,3	0,05- 2,3
<i>H. nana</i> y <i>G. intestinalis</i>	1	1,1	76,8	76,8	-0,003	0,55	0,3	0,0- 2,3
<i>H. nana</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	1	1,1	77,8	77,8	-0,002	0,53	0,3	0,0- 2,3
<i>H. nana</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	1	1,8	62,9	63,5	-0,014	0,77	0,3	0,0- 2,3

p<0,05.

Ancilostomídeos: *A. duodenale* y *N. americanus**Complejo *Entamoeba*: *E. histolytica*, *E. dispar* y *E. moshkovskii*

Al comparar estos resultados con los del presente estudio, los porcentajes de poliparasitismo en la población de uno a 15 años de las comunidades

del municipio de Puerto Nariño fueron ligeramente superiores, probablemente, debido a que las condiciones de saneamiento básico, la disponibilidad

Cuadro 3. Principales triadas de parásitos patógenos en población de uno a 15 años de edad de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia, 2014

Triada	Casos observados	Casos esperados	Kappa	p	Prevalencia	IC _{95%}
<i>Ascaris lumbricoides</i> , <i>Trichuris trichiura</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	41	33,2	0,143	0,00	13,7	10,2-18,1
<i>A. lumbricoides</i> , <i>T. trichiura</i> y ancilostomídeos	39	35,3	0,211	0,00	13,0	10,0-17,3
<i>A. lumbricoides</i> , <i>T. trichiura</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	31	25	0,140	0,00	10,3	7,3-14,3
<i>T. trichiura</i> , complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	23	21,9	0,063	0,03	7,7	5,1-11,3
<i>A. lumbricoides</i> , complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	20	17,3	0,103	0,00	6,7	4,3-10,1
<i>T. trichiura</i> , ancilostomídeos y complejo <i>Entamoeba</i>	19	14,3	0,084	0,01	6,3	4,1- 9,7
<i>T. trichiura</i> , ancilostomídeos y <i>Blastocystis</i> sp.	18	12,5	0,035	0,15	6,0	3,8- 9,3
<i>A. lumbricoides</i> , <i>T. trichiura</i> y <i>Giardia intestinalis</i>	17	12,9	0,032	0,17	5,7	3,5- 8,9
<i>T. trichiura</i> , <i>G. intestinalis</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	16	19,4	-0,018	0,71	5,3	3,2- 8,5
<i>A. lumbricoides</i> , ancilostomídeos y complejo <i>Entamoeba</i>	15	11,1	0,133	0,00	5,0	3,0- 8,1
<i>A. lumbricoides</i> , ancilostomídeos y <i>Blastocystis</i> sp.	15	9,9	0,076	0,01	5,0	3,0- 8,1
<i>A. lumbricoides</i> , <i>G. intestinalis</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	12	15,4	0,023	0,25	4,0	2,3- 6,9
<i>G. intestinalis</i> , complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	12	10,1	0,112	0,00	4,0	2,3- 6,9
Ancilostomídeos, complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	11	6,5	0,098	0,00	3,7	2,0- 6,5
<i>T. trichiura</i> , ancilostomídeos y <i>G. intestinalis</i>	10	5,7	-0,027	0,79	3,3	1,8- 6,1
<i>T. trichiura</i> , <i>G. intestinalis</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	10	11,4	-0,043	0,90	3,3	1,8- 6,1
<i>A. lumbricoides</i> , ancilostomídeos y <i>G. intestinalis</i>	8	4,2	0,019	0,29	2,7	1,3- 5,3
<i>A. lumbricoides</i> , <i>G. intestinalis</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	7	8,9	-0,002	0,53	2,3	1,1- 4,8
Ancilostomídeos, <i>G. intestinalis</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	5	5,1	0,052	0,06	1,7	0,7- 3,9
Ancilostomídeos, <i>G. intestinalis</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	5	5,8	0,012	0,36	1,7	0,7- 3,9
<i>A. lumbricoides</i> , <i>T. trichiura</i> e <i>Hymenolepis nana</i>	4	4	0,018	0,29	1,3	0,5- 3,5
<i>A. lumbricoides</i> , ancilostomídeos e <i>H. nana</i>	1	0,8	0,022	0,26	0,3	0,0- 0,2
<i>A. lumbricoides</i> , <i>H. nana</i> y <i>G. intestinalis</i>	1	0,4	-0,104	0,99	0,3	0,0- 2,3
<i>A. lumbricoides</i> , <i>H. nana</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	1	0,6	-0,031	0,83	0,3	0,0- 2,4
<i>A. lumbricoides</i> , <i>H. nana</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	1	0,5	-0,050	0,93	0,3	0,0- 2,4
<i>T. trichiura</i> , ancilostomídeos e <i>H. nana</i>	1	1	-0,043	0,90	0,3	0,0- 2,4
<i>T. trichiura</i> , <i>H. nana</i> y <i>G. intestinalis</i>	1	0,5	-0,157	1,00	0,3	0,0- 2,3
<i>T. trichiura</i> , <i>H. nana</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	1	0,7	-0,086	0,99	0,3	0,0- 2,3
<i>T. trichiura</i> , <i>Hymenolepis</i> sp. y <i>Blastocystis</i> sp.	1	0,6	-0,099	0,99	0,3	0,0- 2,3
Ancilostomídeos, <i>H. nana</i> y <i>G. intestinalis</i>	0	0,2	-0,051	0,94	0,0	NA
Ancilostomídeos, <i>H. nana</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	0	0,3	0,038	0,12	0,0	NA
Ancilostomídeos, <i>H. nana</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	0	0,2	-0,076	0,99	0,0	NA
<i>H. nana</i> , <i>G. intestinalis</i> y complejo <i>Entamoeba</i>	0	0,3	-0,018	0,71	0,0	NA
<i>H. nana</i> , <i>G. intestinalis</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	0	0,3	-0,018	0,70	0,0	NA
<i>H. nana</i> , complejo <i>Entamoeba</i> y <i>Blastocystis</i> sp.	1	0,3	0,019	0,29	0,0	0,0- 2,3

p<0,05

Ancilostomídeos: *A. duodenale* y *N. americanus**Complejo *Entamoeba*: *E. histolytica*, *E. dispar* y *E. moshkovskii*

de agua apta para el consumo humano y los hábitos higiénicos son deficientes en comparación con las áreas urbanas, aunque, ciertamente, una gran limitación de este trabajo fue la falta de representatividad de la muestra al tratarse de un muestreo no probabilístico, lo cual impidió hacer comparaciones estadísticamente válidas.

Asimismo, en la Encuesta nacional de parasitismo en población escolar, Colombia, 2012-2014, la prevalencia global de geohelminths en la provincia geográfica de la Amazonia fue de 81,6 %, con un riesgo alto de infección. Los resultados del presente estudio concuerdan con los obtenidos en dicha encuesta, aunque esta no publicó un análisis explícito de la prevalencia del poliparasitismo (10).

A pesar de su alta prevalencia, pocos esfuerzos se han hecho para caracterizar específicamente los perfiles del poliparasitismo; este es el primer estudio que se hace en el país. Los perfiles más relevantes fueron, en su orden, los de *A. lumbricoides* y *T. trichiura*; *T. trichiura* y *Blastocystis* sp.; *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y *Blastocystis* sp.; *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y ancilostomídeos, y *A. lumbricoides*, *T. trichiura* y parásitos del complejo *Entamoeba*. Los perfiles se establecieron con base en las concordancias superiores a las esperadas por azar, de modo que reflejaran aquellas concurrencias que pudieran obedecer a comportamientos epidemiológicos, como las interacciones entre parásitos, o a factores determinantes concomitantes (31).

Si bien los nematodos *A. lumbricoides* y *T. trichiura* y los ancilostomídeos son los más prevalentes, poco se sabe sobre la dinámica poblacional de la infección simultánea con otro patógeno en niños, pues la mayoría de reportes se han hecho en muestras pequeñas (9). Asimismo, aunque las infecciones por *Blastocystis* sp. son frecuentes en adultos, poco se han documentado en niños, sobre todo en ambientes muy concurridos (32). Las infecciones causadas por el complejo *Entamoeba* siguen el mismo patrón, pero debe tenerse en cuenta que solo *E. histolytica* es patógena y que la determinación de su comportamiento epidemiológico es compleja debido a la ausencia de un examen de rutina que permita una discriminación correcta (33); además, es un factor de comorbilidad relacionado con la desnutrición en niños menores de seis años (9,10).

Por otro lado, estos perfiles son diferentes a los reportados en las comunidades indígenas misak, inga, kofán, nasa, quichua y yanacona (residentes en Cali, Colombia), entre quienes los más prevalentes fueron los compuestos por *Entamoeba coli* y el complejo de *E. histolytica* y *E. dispar*, y el de *G. intestinalis* y el complejo *E. histolytica* y *E. dispar* (18), o por los reportados por Alvarado, *et al.* (34), en cuyo estudio la prevalencia de *G. intestinalis* fue una de las más significativas, lo cual evidencia que aún no están del todo claras las diferencias reportadas en los perfiles de parasitosis intestinal (28), por lo cual deben explorarse más detalladamente en muestras representativas.

Las implicaciones prácticas del establecimiento de los perfiles más relevantes de concurrencia de parásitos intestinales patógenos incluyen, en primer lugar, el conocimiento de la dinámica de las infestaciones concomitantes con cada grupo de parásitos, lo cual permitiría entender las interacciones de un parásito con otro, así como con el medio ambiente, y desvelar las causas comunes con la presencia de ciertos grupos de parásitos; además, se podrían determinar los perfiles de mayor importancia en salud pública para entender mejor la ecología real de las infestaciones y planear las intervenciones más idóneas. En este sentido, cada perfil documentado en el presente trabajo requerirá de un análisis ecológico completo, ojalá con datos longitudinales.

Se requieren nuevos métodos para estudiar la interacción entre parásitos en sistemas naturales complejos y en distintos niveles: el individual, el poblacional y el comunitario (35). Asimismo, es

de suma importancia considerar el papel de la comorbilidad desde una perspectiva basada en el modelo de causas comunes (36), pues, como lo mencionan Lugstigman, *et al.*, “la distribución y la carga de las infecciones por helmintos no son simplemente un reflejo de circunstancias geográficas y ecológicas, sino también un reflejo del nivel de compromiso político y de la inversión en recursos humanos y financieros de los gobiernos nacionales para la prevención y el control de la helmintiasis” (2).

Desde una perspectiva clásica, como la adoptada por Hellard, *et al.*, en una revisión reciente sobre parasitosis múltiple, la determinación de la relación entre un parásito y otro distinto pasa por establecer y controlar las variables de confusión Z de cada asociación, de manera que pueda hablarse de “interacciones reales entre parásitos” (35). En un diagrama acíclico causal, estas son “causas comunes” de X y Y que no forman parte de la cadena de asociación causal (37). De este modo, las variables Z son problemas que deben controlarse en el diseño o mediante técnicas estadísticas.

Si se quiere entender completamente las interrelaciones entre X y Y (cualquier par o grupo de parásitos), como sería de interés en salud pública, debe considerarse que estas relaciones también involucran el efecto de sus factores determinantes comunes (31). Desde esta perspectiva, dichos factores no siempre serían un problema que deba ajustarse mediante técnicas estadísticas, sino que, de hecho, harían parte del problema de estudio. Así, el modelado de las relaciones entre redes causales usando métodos estadísticos como las ecuaciones estructurales, permitiría entender mejor la etiología del poliparasitismo. Establecidos los factores determinantes comunes, se podría, además, proponer estrategias de efecto múltiple que trasciendan las intervenciones basadas en una sola enfermedad. Por ello, en esta investigación primero se determinaron los perfiles de la parasitosis, para poder establecer eventualmente los factores determinantes comunes. En este orden de ideas, se requieren estimaciones confiables de esta condición basadas en marcos analíticos (3).

Entre las limitaciones del estudio debe mencionarse su diseño transversal, el cual impidió describir la dinámica de la infección y los cambios de la concurrencia en el tiempo; tampoco fue posible determinar la relación temporal entre los parásitos involucrados en cada perfil. Por otro lado, se empleó un muestreo no probabilístico debido a

las imposibilidades logísticas del área de estudio (gran dispersión de la comunidad, dificultades de acceso geográfico e inexistencia de un censo que sirviera de marco de la muestra), por lo cual no era sencillo determinar los conglomerados geográficos para hacer el muestreo ideal. Sin embargo, la participación fue de más de 80 % de la población censada en el grupo de edad y, dado que las condiciones de vida se suponen homogéneas, es razonable suponer que no se produjo una relación entre la participación voluntaria y la probabilidad de infección por parásitos intestinales. Por último, este fue un estudio descriptivo y, por lo tanto, no se analizaron los potenciales factores determinantes de la infección simultánea con varios parásitos, lo cual es una tarea pendiente.

En diversos estudios se ha reportado que las estrategias basadas en la desparasitación y la educación en la escuela pueden reducir la carga de este tipo de infección y sus efectos, principalmente la anemia (38) y el estado nutricional (6). En este marco, una adecuada evaluación del poliparasitismo y la determinación de los factores determinantes comunes permitirían proponer acciones integrales que trasciendan las intervenciones contra una sola enfermedad.

Agradecimientos

A las comunidades que participaron en el proyecto y a las organizaciones ATICOYA y CODEBA, por su colaboración; a Gerardo Vargas, por sus gestiones.

Conflicto de intereses

Los autores del presente manuscrito declaran no tener conflicto de intereses.

Financiación

Este estudio se financió con los recursos de la convocatoria de investigación 'traslacional' de la Facultad de Medicina de 2014, modalidad 1, Universidad Nacional de Colombia, código 22957.

Referencias

- Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D, *et al.* Soil-transmitted helminth infections: Ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet*. 2006;367:1521-32. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68653-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68653-4)
- Lustigman S, Prichard RK, Gazzinelli A, Grant WN, Boatman BA, McCarthy JS, *et al.* A research agenda for helminth diseases of humans: The problem of helminthiasis. *PLoS Negl Trop Dis*. 2012;6:e1582. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001582>
- Pullan RL, Smith JL, Jasrasaria R, Brooker SJ. Global numbers of infection and disease burden of soil transmitted helminth infections in 2010. *Parasite Vector*. 2014;7:37. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-37>
- Hurlimann E, Yapi RB, Houngbedji CA, Schmidlin T, Kouadio BA, Silue KD, *et al.* The epidemiology of polyparasitism and implications for morbidity in two rural communities of Côte d'Ivoire. *Parasite Vector*. 2014;7:81. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-81>
- Papier K, Williams GM, Luceres-Catubig R, Ahmed F, Olveda RM, McManus DP, *et al.* Childhood malnutrition and parasitic helminth interactions. *Clin Infect Dis*. 2014;59:234-43. <https://doi.org/10.1093/cid/ciu211>
- Taylor-Robinson DC, Maayan N, Soares-Weiser K, Donegan S, Garner P. Deworming drugs for soil-transmitted intestinal worms in children: Effects on nutritional indicators, haemoglobin, and school performance. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;7:CD000371. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000371.pub6>
- Bundy DA, Kremer M, Bleakley H, Jukes MC, Miguel E. Deworming and development: Asking the right questions, asking the questions right. *PLoS Negl Trop Dis*. 2009;3:e362. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000362>
- Gonçalves AL, Belizario TL, Pimentel JB, Penatti MP, Pedroso RS. Prevalence of intestinal parasites in preschool children in the region of Uberlândia, State of Minas Gerais, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2011;44:191-3.
- Harhay MO, Horton J, Oliario PL. Epidemiology and control of human gastrointestinal parasites in children. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2010;8:219-34. <https://doi.org/10.1586/eri.09.119>
- Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad de Antioquia. Encuesta nacional de parasitismo intestinal en población escolar, 2012-2014. Medellín: Universidad de Antioquia. El Ministerio; 2015. p. 173.
- Cardona-Arias JA, Rivera-Palomino Y, Carmona-Fonseca J. Salud indígena en el siglo XXI: parásitos intestinales, desnutrición, anemia y condiciones de vida en niños del resguardo indígena Cañamomo-Lomapieta, Caldas-Colombia. *Méfica UIS*. 2014;27:29-39.
- Fleming FM, Brooker S, Geiger SM, Caldas IR, Correa-Oliveira R, Hotez PJ, *et al.* Synergistic associations between hookworm and other helminth species in a rural community in Brazil. *Trop Med Int Health*. 2006;11:56-64. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2005.01541.x>
- Payne RJH, Turner L, Morgan ER. Inappropriate measures of population health for parasitic disease? *Trends Parasitol*. 2009;25:393-5. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.05.013>
- Blackwell AD, Martin M, Kaplan H, Gurven M. Antagonism between two intestinal parasites in humans: The importance of co-infection for infection risk and recovery dynamics. *Proc Biol Sci*. 2013;280:1671. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.1671>
- Naing C, Whittaker MA, Nyunt-Wai V, Reid SA, Wong SF, Mak JW, *et al.* Malaria and soil-transmitted intestinal helminth co-infection and its effect on anemia: A meta-analysis. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2013;107:672-83. <https://doi.org/10.1093/trstmh/trt086>
- Pullan R, Brooker S. The health impact of polyparasitism in humans: Are we underestimating the burden of parasitic diseases? *Parasitology*. 2008;135:783-94. <https://doi.org/10.1017/S0031182008000346>

17. **Al-Delaimy AK, Al-Mekhlafi HM, Nasr NA, Sady H, Atroosh WM, Nashiry M, et al.** Epidemiology of intestinal polyparasitism among Orang Asli school children in rural Malaysia. *PLoS Negl Trop Dis.* 2014;8:e3074. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003074>
18. **Salcedo-Cifuentes M, Flórez O, Bermúdez A, Hernández L, Araújo C, Bolaños MV.** Intestinal parasitism prevalence amongst children from six indigenous communities residing in Cali, Colombia. *Rev Salud Pública (Bogotá).* 2012;14:156-68. <https://doi.org/10.1590/S0124-00642012000100013>
19. **Gobierno Municipal de Puerto Nariño, Amazonas, Colombia.** Plan de desarrollo municipal 2012-2015. Fecha de consulta: 4 de noviembre de 2015. Disponible en: <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/puertonari%C3%B1oamazonasplannedesarrollo2012-2015.pdf>
20. **López MC, Moncada LI, Ariza-Araújo Y, Fernández-Niño JA, Reyes P, Nicholls RS.** Evaluación de tres pruebas para el diagnóstico de geohelminthes en Colombia. *Biomédica.* 2013;33:128-36. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i1.633>
21. **Fernández-Niño JA, Ramírez DJ, López MC, Moncada LI, Reyes P, Heredia DR.** Agreement of the Kato-Katz test established by the WHO with samples fixed with sodium acetate analyzed at 6 months to diagnose intestinal geohelminthes. *Acta Trop.* 2015;146:42-4. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.03.004>
22. **Abdi H.** Bonferroni and Šidák corrections for multiple comparisons. Fecha de consulta: 10 de enero de 2016. Disponible en: <https://www.utdallas.edu/~herve/Abdi-Bonferroni2007-pretty.pdf>
23. **Brown MB.** Algorithm AS 116: The tetrachoric correlation and its asymptotic standard error. *Appl Stat-J Roy St C.* 1977;26:343-51. <https://doi.org/10.2307/2346985>
24. **Digby PG.** Approximating the tetrachoric correlation coefficient. *Biometrics.* 1983;39:753-7. <https://doi.org/10.2307/2531104>
25. **Ministerio de Salud.** Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Fecha de consulta: 22 de julio de 2014. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
26. **World Medical Association Declaration of Helsinki.** Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA.* 2013;310:2191-4. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
27. **Ministerio de Salud y Protección Social.** Lineamiento de desparasitación antihelmíntica masiva, en el marco de la estrategia "Quimioterapia preventiva antihelmíntica de la OMS". Bogotá: Ministerio de Salud y Protección Social; 2013.
28. **Muñoz-Antoli C, Pavón A, Marcilla A, Toledo R, Esteban JG.** Prevalence and risk factors related to intestinal parasites among children in Department of Río San Juan, Nicaragua. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2014;108:774-82. <https://doi.org/10.1093/trstmh/tru160>
29. **Solano L, Acuña I, Barón MA, Morón-de Salim A, Sánchez A.** Influencia de las parasitosis intestinales y otros antecedentes infecciosos sobre el estado nutricional antropométrico de niños en situación de pobreza. *Parasitol Latinoam.* 2008;63:12-19. <https://doi.org/10.4067/S0717-77122008000100003>
30. **Quihui-Cota L, Valencia ME, Crompton DW, Phillips S, Hagan P, Diaz-Camacho SP, et al.** Prevalence and intensity of intestinal parasitic infections in relation to nutritional status in Mexican school children. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2004;98:653-9. <https://doi.org/10.1016/j.trstmh.2003.12.017>
31. **Valencia CA, Fernández JA, Cucunubá ZM, Reyes P, López MC, Duque S.** Correlation between malaria incidence and prevalence of soil-transmitted helminths in Colombia: An ecologic evaluation. *Biomédica.* 2010;30:501-8. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v30i4.288>
32. **Rebolla MF, Silva EM, Gómes JF, Falcao AX, Rebolla MV, Franco RM.** High prevalence of *Blastocystis* spp. infection in children and staff members attending public urban schools in São Paulo state, Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2016;58:31. <https://doi.org/10.1590/s1678-9946201658031>
33. **López MC, León CM, Fonseca J, Reyes P, Moncada L, Olivera MJ, et al.** Molecular epidemiology of *Entamoeba*: First description of *Entamoeba moshkovskii* in a rural area from Central Colombia. *PLoS ONE.* 2015;10:e0140302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140302>
34. **Alvarado BE, Vásquez LR.** Determinantes sociales, prácticas de alimentación y consecuencias nutricionales del parasitismo intestinal en niños de 7 a 18 meses de edad en Guapi, Cauca. *Biomédica.* 2006;26:82-94. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v26i1.1397>
35. **Hellard E, Fouchet D, Vavre F, Pontier D.** Parasite-parasite interactions in the wild: How to detect them? *Trends Parasitol.* 2015;31:640-52. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2015.07.005>
36. **Valderas JM, Starfield B, Sibbald B, Salisbury C, Roland M.** Defining comorbidity: Implications for understanding health and health services. *Ann Fam Med.* 2009;7:357-63. <https://doi.org/10.1370/afm.983>
37. **Hernán M, Robins J.** Causal inference. Boca Ratón, USA: Chapman & Hall/CRC; 2016. p. 83-92.
38. **Midzi N, Mtapuri-Zinyowera S, Mapingure MP, Sangweme D, Chirehwa MT, Brouwer KC, et al.** Consequences of polyparasitism on anaemia among primary school children in Zimbabwe. *Acta Trop.* 2010;115:103-11. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2010.02.010>