



# Prevalencia de infecciones gastrointestinales en la población escolar infantil y juvenil de Tharaka (Kenia) y aplicabilidad del método SODIS para la desinfección del agua de consumo doméstico

Prevalence of gastrointestinal infections in schoolchildren and adolescents in Tharaka (Kenya) and applicability of the SODIS method for disinfecting domestic drinking water

## AUTORES

- (1) Juana Redondo-Sánchez (4) Mercedes Cano-Gamero (5) Gordiano Fernández-Montserrat  
(2) Vidal Barrón-López de Torre (5) Ángela Muñoz-Muñoz (5) Estrella Giménez-Buiza  
(3) José M. Puentes-Parras (5) Eva Macías-Aguera

## FILIACIONES

- (1) Departamento de Patología general y Dermatología. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. CÓRDOBA. ESPAÑA.  
(2) Departamento de Agronomía. Universidad de Córdoba. CÓRDOBA. ESPAÑA.  
(3) Aqualia. TOLEDO. ESPAÑA.  
(4) Servicio de Salud de Castilla-La Mancha. CIUDAD REAL. ESPAÑA.  
(5) Fundación KIRIRA. TOMELLOSO (CIUDAD REAL). ESPAÑA.

## FINANCIACIÓN

El Área de Cooperación de la Universidad de Córdoba financió parte de la expedición a Kenia.

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses

## RESUMEN

**FUNDAMENTOS //** Las enfermedades gastrointestinales constituyen una patología muy común en la población infantil de Tharaka (Kenia) y se encuentran asociadas al consumo de agua no tratada. El objetivo de este trabajo fue determinar la prevalencia de estas infecciones y evaluar la viabilidad del método de desinfección solar (SODIS) de agua como solución de potabilización a nivel doméstico.

**MÉTODOS //** Se llevó a cabo un estudio observacional y descriptivo mediante recogida de muestras de agua de consumo procedente de dos fuentes diferentes y, por otra parte, de análisis microbiológicos de muestras fecales de 227 niños y niñas de diferentes colegios de la zona. Además, se aplicó el método SODIS en condiciones locales para valorar su eficacia en la eliminación de patógenos.

**RESULTADOS //** El método SODIS logró eliminar en su totalidad los coliformes fecales en las muestras de agua tratadas tras seis horas de exposición solar y en el caso del agua procedente de la rambla bastó con dos horas, por la combinación de alta radiación solar y temperatura en la zona. Entre un 13% y un 24% (según el colegio) de las muestras fecales dieron positivo al análisis de protozoos, siendo el más frecuente la *Giardia Lamblia* seguido de *Cryptosporidium* y *Entamoeba histolytica*. Los niños mostraron mayor incidencia que las niñas.

**CONCLUSIONES //** La alta prevalencia de infecciones gastrointestinales está relacionada con el consumo de agua contaminada. El método SODIS se demuestra eficaz, económico y fácil de aplicar, constituyendo una opción viable para mejorar la salud infantil en comunidades sin acceso a agua potable segura.

**PALABRAS CLAVE //** Enfermedades gastrointestinales; Protozoos; Método SODIS; Área tropical.

## ABSTRACT

**BACKGROUND //** Gastrointestinal diseases are a very common pathology in children in Tharaka (Kenya) and are associated with the consumption of untreated water. The objective of this paper was to determine the prevalence of these infections and to evaluate the feasibility of solar water disinfection (SODIS) as a household water purification solution.

**METHODS //** An observational and descriptive study was carried out by collecting drinking water samples from two different sources and, on the other hand, microbiological analysis of fecal samples from 227 children from different schools in the area. In addition, the SODIS method was applied under local conditions to evaluate its efficacy in the elimination of pathogens.

**RESULTS //** The SODIS method was able to completely eliminate fecal coliforms in the treated water samples after six hours of solar exposure and, in the case from the riverbed, two hours was enough, due to the combination of high solar radiation and temperature in the area. Between 13% and 24% (depending on the school) of the fecal samples tested positive for protozoa, the most frequent being *Giardia Lamblia* followed by *Cryptosporidium* and *Entamoeba histolytica*. Boys showed a higher incidence than girls.

**CONCLUSIONS //** The high prevalence of gastrointestinal infections is related to the consumption of contaminated water. The SODIS method proves to be effective, inexpensive and easy to apply, constituting a viable option for improving child health in communities without access to safe drinking water.

**KEYWORDS //** Gastrointestinal diseases; Protozoa; SODIS method; Tropical area.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Área de Cooperación de la Universidad de Córdoba por la financiación para desarrollar parte de la expedición a Kenia. También agradecemos la gestión de la misión a los colaboradores: María Boente, Pedro Novillo y Marco Gallego, de la Fundación Kirira en Tomelloso, así como a Esther Kanga, James Muthui, Angela Hakim y Purity Ciengo, del equipo de apoyo en Tharaka (Kenia).

## CONTRIBUCIONES DE AUTORÍA

**CONCEPTUALIZACIÓN, INVESTIGACIÓN Y METODOLOGÍA:** J Redondo-Sánchez, V Barrón-López de Torre, JM Puentes-Parras, M Cano-Gamero.

**SUPERVISIÓN:** J Redondo-Sánchez, A Muñoz-Muñoz, E Macías-Aguera, G Fernández-Montserrat, E Giménez-Buiza.

**REDACCIÓN DE BORRADOR ORIGINAL, REVISIÓN Y EDICIÓN:** Todos los autores.

## CORRESPONDENCIA

**Juana Redondo Sánchez**

mdfresnj@uco.es

Departamento de Patología General y Dermatología. Facultad de Medicina y Enfermería. Universidad de Córdoba. CP 14071. Córdoba. España.

## CITA SUGERIDA

J Redondo-Sánchez, V Barrón-López de Torre, JM Puentes-Parras, M Cano-Gamero, A Muñoz-Muñoz, E Macías-Aguera, G Fernández-Montserrat, E Giménez-Buiza. Prevalencia de infecciones gastrointestinales en la población escolar infantil y juvenil de Tharaka (Kenia) y aplicabilidad del método SODIS para la desinfección del agua de consumo doméstico. Rev Esp Salud Pública. 2026; 100: 5 de marzo e202603014.

## INTRODUCCIÓN

La región de Tharaka (Kenia) cuenta con 242 instalaciones sanitarias, un hospital en Kitui de nivel V y siete hospitales de nivel IV (según baremos del Sistema de Salud de Kenya [KEPH]). La electricidad sólo llega al 5% de los hogares, y lo mismo sucede con el agua potable canalizada, siendo inexistente la red de saneamiento. La región se ve perjudicada periódicamente por sequías prolongadas, lo que afecta a las fuentes de agua. El sistema educativo del distrito de Tharaka carece de infraestructuras de calidad para atender a la población: la mayoría de las escuelas no tienen cocinas adecuadas, letrinas, sistema eléctrico, agua potable accesible (canalizada o mediante pozo) o sistema de saneamiento de calidad.

En esta zona, la fundación KIRIRA (1) está luchando por el derecho a la salud y educación de todas las niñas y jóvenes, especialmente aquellas en riesgo de sufrir prácticas tradicionales nocivas como la mutilación genital femenina (MGF). Su metodología de trabajo consiste en campañas educativas y sanitarias para que se logre acabar con esa lacra que da lugar a enfermedades crónicas, sufrimiento innecesario, trastornos psicológicos y que, en algunas ocasiones, por las malas condiciones sanitarias en las que se realizan, provocan la muerte.

Por otro lado, la comunidad de Tharaka tiene dificultades en el tratamiento de aguas no salubres que deri-

van en una alta frecuencia de enfermedades abdominales y dermatológicas. Esta región está atravesada por el río Tana, del cual algunos habitantes recogen agua, directamente sin tratar, para su consumo. Los habitantes que viven más alejados del río se abastecen con el agua subterránea que corre por debajo de las ramblas o ríos secos (agua que se filtra en estos ríos durante los períodos de lluvias en marzo-abril y octubre-noviembre, lluvias torrenciales que no duran más de uno o dos días). Para ello, cavan agujeros en las ramblas y recogen el agua con garrafas o cubos. El agua subterránea de estas ramblas se encuentra muy superficial y, por ello, se contamina más fácilmente. Además, los animales (normalmente, burros que transportan el agua) también beben y defecan en esos sitios.

Las infecciones del tracto digestivo pueden estar producidas por diferentes patógenos (bacterias, virus, protozoos o parásitos) o sus toxinas, y cursan con diarrea, vómitos, dolor abdominal, fiebre y/o lesiones dermatológicas. Un diagnóstico rápido y acertado del patógeno implicado en el cuadro clínico es importante, ya que algunos patógenos requieren un tratamiento específico y, con algunos, es necesario utilizar medidas de control para evitar su diseminación. Conocer el patógeno permitirá tomar la decisión de hospitalizar al paciente o tratarlo de forma ambulatoria y, en otras situaciones, instaurar medidas preventivas para evitar la aparición o agravamiento del cuadro clínico. Tradicionalmente, el diagnóstico microbiológico,

Este artículo tiene una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional. Usted es libre de Compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) bajo los siguientes términos: Atribución (debe darse el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo en cualquier manera razonable, pero no de alguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso); No comercial (no podrá utilizar el material con fines comerciales); Sin derivados (si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado); Sin restricciones adicionales (no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

tanto de protozoos como de helmintos, se ha realizado por identificación microscópica de las formas parasitarias que se eliminan en las heces del paciente. Estas determinaciones son muy laboriosas, requieren de personal especializado y presentan limitaciones de sensibilidad y especificidad, siendo muy difíciles de llevar a cabo, por tanto, en condiciones de campo en la zona rural de Kenia. En los últimos años, este aspecto negativo de determinación de patógenos ha sido sustituido por las técnicas rápidas de detección de patógenos individuales, es decir, pruebas de detección de antígenos parasitarios eliminados en heces, utilizando anticuerpos específicos que reconocen moléculas de secreción, superficie o pared de los parásitos. Existen sistemas comercializados que permiten la detección simultánea de dos o tres especies diferentes, que utilizan el método ELISA y puede detectar varios protozoos: *Entamoeba histolítica*; *Giardia Lamblia*; *Cryptosporidium*. La amebiasis se considera como una causa importante de morbilidad y mortalidad en el mundo y constituye dentro de las enfermedades de origen parasitario, especialmente en el mundo en desarrollo, la tercera causa de muerte después de la malaria y la esquistosomiosis (2). La infección por amebas se transmite, principalmente, a través de agua, alimentos y manos contaminadas con los quistes, donde los manipuladores de alimentos y los vectores mecánicos son posibles fuentes de infección.

En la actualidad existen varios procedimientos con diferentes costes y eficacia para la desinfección de aguas contaminadas por patógenos como la cloración, ebullición, ozonización o filtración. Pero un método sencillo, rápido y económico para eliminar patógenos y obtener agua más limpia y segura para el consumo humano, y que se podría adap-

tar a esta zona, escasa en recursos, es el método SODIS (3). El acrónimo SODIS viene de las palabras inglesas *Solar Disinfection* (desinfección solar) y comenzó a desarrollarse hacia 1985. El nombre de este método se debe a que utiliza el sol como destructor de parásitos y patógenos, debido tanto a las radiaciones ultravioletas (UV-A y UV-B) como al aumento de temperatura que se produce por las radiaciones infrarrojas. Consiste sencillamente en rellenar con el agua que se desea purificar una botella de plástico transparente (Politereftalato de Etileno, PET) y exponerla a la radiación solar durante unas seis horas, aproximadamente. Pasado ese tiempo, el agua de la botella debe haber quedado libre de parásitos, es decir, desinfectada. Sólo el aumento de temperatura producido por las radiaciones infrarrojas provoca la eliminación de algunos de ellos, ya que la mayoría no pueden sobrevivir por encima de los 55 °C-60 °C (temperaturas que se alcanzan fácilmente con este método).

Enmarcado en una expedición de voluntariado de la Fundación Kirira en la región de Tharaka (Kenia) nos planteamos los siguientes objetivos: a) analizar la prevalencia de estas enfermedades parasitarias en distintos colegios de Primaria y Secundaria; b) capacitar e implantar el método SODIS en los centros escolares; y 3) contribuir a la campaña contra la mutilación genital femenina de niñas y adolescentes en situación de vulnerabilidad, promoviendo sus derechos y el acceso a la educación.

El proyecto incide directamente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 (4) de la Organización de las Naciones Unidas: ODS 6, "Garantizar la disponibilidad de

agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos"; ODS 3, "Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades". Y, de manera transversal, todos los proyectos de la Fundación Kirira hacen incidencia en el ODS 5: "Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas", en especial la meta nº 5.3: "Eliminar todas las prácticas nocivas, como el matrimonio infantil, precoz y forzado y la MGF".

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Tipo de estudio.** El trabajo se realizó entre los días 24 de febrero y 7 de marzo de 2025. Fue una investigación de campo durante una expedición de voluntariado internacional. Se trató de un estudio enmarcado en el nivel descriptivo, siendo de tipo transversal, cuantitativo, observacional, prospectivo y con un muestreo no probabilístico a conveniencia.

**Población.** Esta intervención fue realizada en cuatro centros escolares pertenecientes a la población de Ciampiu, en la región de Tharaka (Kenia):

- *Tharaka Primary School*, con 360 alumnos/as de entre cuatro y quince años.
- *Tharaka Secondary School*, con 240 alumnas de entre catorce y diecinueve años.
- *Gakombe Primary School*, con 270 alumnos/as de entre cuatro y dieciséis años.
- *Rescue House Children Ciampiu*, con 40 niños de entre dos y diecisiete años.

La muestra de 227 alumnos/as de los cuatro centros escolares se escogió por conveniencia con una distribución de sexos no equilibrada (30% de hombres y 70% de mujeres), con un rango de edad de entre cuatro y diecinueve años, y una edad media de  $13,5 \pm 2,8$  años que desearon participar en el estudio

### Metodología del método SODIS.

*Experimentos previos del efecto radiación/temperatura sobre la presencia de coliformes en las aguas de consumo en la zona.* Antes de la implementación del método SODIS en los centros anteriores se realizó un estudio de la capacidad destructiva de la radiación solar en las aguas de consumo en la zona. Se tomaron muestras: a) de una charca en la localidad de Ciampiu; y b) de unos tanques que almacenan el agua recogida en una rambla de pozos a menos de dos metros de profundidad y que es transportada con garrafas de unos 25 litros, mayoritariamente por mujeres y ayudadas en algunas ocasiones por burros.

El agua, siguiendo el método SODIS **[FIGURA 1]**, fue colocado en botellas de plástico transparente (PET) de un litro (y ocasionalmente de 18 litros) sobre una chapa ondulada de aluminio y expuesta a la radiación solar. Durante seis horas (de 11 a 17 h) se controló con un radiómetro la radiación solar (longitud de onda de 300 a 1.100 nm) y la ultravioleta (longitud de onda de 250 a 400 nm). Simultáneamente se midió la temperatura en el interior del agua con un termopar. Se tomaron muestras de agua para el análisis de coliformes antes de la solarización del agua y a diferentes tiempos de exposición a la

Figura 1  
Esquema del método SODIS.



radiación solar. La presencia-ausencia para coliformes totales se llevó a cabo con un test rápido *Readycult*<sup>®</sup> *Coliformes 100*. La realización del test consistió en verter el contenido de una ampolla de reactivo *Readycult* en 100 ml del agua a analizar. Si al cabo de cuarenta y ocho horas, a una temperatura de incubación de 25-35 °C, el agua torna a un color amarillento y turbio, indica que el test es positivo, esto es, presencia de coliformes.

**Efecto fotocatalítico del suelo en la desinfección del agua.** Alternativamente, también se probó una modificación del método SODIS que podría ser más eficaz: el método *Advanced Solar Disinfection* (ASDIS) (5), y que podría eventualmente acelerar el proceso. Para ello

se introdujeron en las botellas de agua barritas (10x2x1 cm) de suelo cementado y con capacidad fotocatalítica (6). Se emplearon suelos ya testados con alta capacidad fotocatalítica: un alfisol recogido en las terrazas del Guadalquivir en Córdoba (Y) y un oxisol tomado de la zona de Tharaka (R). La presencia de minerales de óxido de titanio (anata y rutilo) puede generar, por mecanismos fotocatalizadores, la formación de radicales libres muy oxidantes que podrían acelerar la degradación de los microorganismos (5).

**Implementación del método SODIS y toma de muestras de heces en los colegios.** El procedimiento en los colegios consistió en una explicación detallada empleando dos posters del método

SODIS, uno en inglés y otro en swahili, explicado, este último, por una cooperante keniana de la fundación KIRIRA. Además, se les entregó dos botellas de plástico vacías (PET) así como un folleto explicativo de cómo llevar a cabo la desinfección del agua [FIGURA 1]. En esa misma sesión se le pidió al alumnado que entregaran sus muestras de heces en un pequeño frasquito esterilizado.

**Análisis de prevalencia de enfermedades gastrointestinales. Test Simple Crypto-Giardia-Entamoeba 4R OPERON en heces.** Para la detección de protozoos se utilizó el test inmunocromatográfico para el diagnóstico de infección causado por parásitos (*Cryptosporidium spp*, *Giardia Lamblia* y *Entamoeba histolytica*) mediante la detección cualitativa (Test Simple Crypto-Giardia-Entamoeba 4R). El test está basado en la captura inmunológica de micropartículas coloreadas cuando pasan a través de una membrana sobre la que se han inmovilizado anticuerpos monoclonales específicos en cuatro bandas independientes de sus antígenos en heces humanas. Una señal positiva en cualquiera de las bandas positivas del test proporciona indicios de que podemos estar ante una infección causada por estos parásitos. En este test, la muestra se trata, en primer lugar, con un tampón diluyente de la muestra para conseguir la extracción de parásitos. Tras la extracción, tan solo se necesita añadir un volumen determinado de sobrenadante a las tiras reactivas y esperar quince minutos. Las muestras de los pacientes (heces) fueron manipuladas con cuidado y con todas las precauciones de seguridad (batas, guantes, gafas, etc.), ya que podían conte-

ner agentes infecciosos. Se precisa una cantidad muy pequeña de heces: en muestras sólidas unos 75 mg (bolita de 4 mm), y en muestras líquidas unas seis gotas. El test *Simple Crypto-Giardia-Entamoeba* tiene una sensibilidad de más del 90% y una especificidad mayor del 95%.

**Análisis estadístico de los datos.** En la investigación sobre las enfermedades parasitarias en las heces se realizó un análisis descriptivo con cálculo de frecuencias absolutas y relativas para las variables cualitativas, medias, desviaciones estándar y límites de la distribución para las variables cuantitativas y Chi-cuadrado para las cualitativas. El nivel de significación estadística considerado fue del 5% y el paquete estadístico utilizado para el análisis fue SPSS versión 29.0.

**Consideraciones éticas.** Este trabajo fue llevado a cabo por la tutela de ONG Fundación Kirira, que sigue las pautas éticas rigurosas según la *Declaración de Helsinki*, relacionadas con estudios poblacionales y manejo adecuado de las muestras biológicas, garantizándose que el estudio tenga un beneficio claro para la salud de los niños y la comunidad en general. El bienestar de los participantes fue una prioridad, proporcionándose información y orientación sobre las medidas de prevención y tratamiento de las infecciones parasitarias. Se firmó un consentimiento informado por parte de la dirección de los colegios participantes. Por todo lo antes mencionado, los autores afirman que el estudio se llevó a cabo con un enfoque ético que priorizó la integridad y la protección de los derechos de los participantes.

## RESULTADOS

Efecto de la radiación y temperatura sobre la presencia/ausencia de coliformes (método SODIS). La radiación solar y la ultravioleta (UV) alcanzaron valores superiores a 1.000 y 30 Wm<sup>-2</sup>, respectivamente, en las primeras horas del experimento (entre las 11 y 14 h). Estos valores, comunes en estas latitudes ecuatoriales en días soleados, son suficientes para provocar la destrucción de patógenos (7). Simultáneamente, los valores de temperatura fueron, durante ese mismo período del experimento, superiores a 30 °C, alcanzando cifras de más de 50 °C. El efecto combinado de la alta radiación y alta temperatura puede garantizar la destrucción de los coliformes. Este hecho fue confirmado por los análisis de coliformes para las muestras de agua tomadas a diferentes tiempos, tal como se recoge en la **TABLA 1**. Ambas muestras de agua, antes de la exposición a la radiación solar (método SODIS) daban claramente positivo en el test para coliformes [**TABLA 1**]. Para la muestra de agua recogida de la charca de Ciampiu, que presentaba un aspecto ligeramente verdoso y contaminado, fue necesaria la exposición de seis horas para que el test de coliformes diera negativo. Sin embargo, para la muestra recogida de los tanques que se encuentran en las escuelas y que provenía de la rambla, con aspecto más transparente (probablemente por el efecto del filtrado de la arena de la rambla), bastaron dos horas para que el efecto destructor de la radiación, combinado con la alta temperatura, llevara a un test negativo de coliformes. No se apreciaron diferencias en el agua en las que se habían introducido las barritas de suelo fotocatalítico, esto es, en estas muestras fue más

que suficiente el efecto de la radiación y temperatura sin necesidad de un efecto fotocatalítico extra que el suelo podría aportar.

**Prevalencia de enfermedades gastrointestinales en los colegios.** Los análisis de las muestras de heces fueron realizados en el mismo día de recogida, siendo patológicas el 22% de las muestras recogidas, y los resultados quedan reflejados en la **TABLA 2**, según el centro escolar y escolares elegidos. Hay que tener en cuenta que el colegio de *Tharaka Secondary* está integrado solamente por niñas, casi todas becadas por la Fundación Kirira.

Se observa como en *Rescue House Ciampiu* se encontró la más alta prevalencia de infecciones parasitarias intestinales en los escolares (30%), seguido por el colegio de Primaria de Gakombe (24,4%). En el colegio *Secondary Tharaka*, constituido solo por niñas, fue menos frecuente la presencia de muestras patológicas (13%). De forma global, podemos afirmar que fueron los niños los que tenían mayor presencia de muestras patológicas, con una significación estadística mayor del 95% (p<0,001). De las muestras patológicas, el protozoo más frecuente fue la *Giardia Lamblia* y hay que resaltar que en el 22% de las muestras patológicas (once muestras) encontramos la presencia de los tres parásitos investigados (*Giardia Lamblia*, *Cryptosporidium* y *Entamoeba*) en el mismo escolar.

La presencia de protozoos fue también variable en función del grupo de edad: 30,1% entre ocho y once años; 22,7% entre doce y quince años; y 13,4% entre dieciséis y diecinueve años.

**Tabla 1**  
 Test de coliformes del experimento SODIS para el agua recogida de la charca y de la rambla.

<b>Tiempo (horas) desde la exposición solar</b>	<b>Muestra</b>	<b>Test de coliformes (agua de la charca)</b>	<b>Test de coliformes (agua de la rambla)</b>
0		Positivo	Positivo
2	B2	Positivo	Negativo
	Y2	Positivo	Negativo
	R2	Positivo	Negativo
4	B4	No analizado	Negativo
	Y4	No analizado	Negativo
	R4	No analizado	Negativo
6	B6	Negativo	Negativo
	Y6	Negativo	Negativo
	R6	Negativo	Negativo

**Nota:** Las botellas contenían solo el agua (B) o bien las barritas de suelo de las terrazas del Guadalquivir, de color amarillo (Y), o de la zona de Tharaka, de color rojo (R).

**Tabla 2**  
 Resultados de las muestras analizadas en los cuatro centros escolares.

<b>Variables</b>	<b>Tharaka Primary</b>	<b>Tharaka Secondary</b>	<b>Gakombe Primary</b>	<b>Rescue House Ciampiu</b>
Nº muestras patológicas	13 (23,6%)	8 (13%)	17 (24,3%)	12 (30%)
Sexo Hombre/Mujer	3/10	0/8	13/4	10/2
T Crypto+	4	-	3	-
T2 Giardia+	5	5	10	10
T1 Entamoeba+	-	-	-	-
TTT2	2	-	-	-
TTT2	2	3	4	2

## DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como objetivo identificar infecciones intestinales parasitarias para mejorar la Salud Pública de esta región keniana y dar a conocer el método SODIS para la desinfección de aguas. Los niños, en particular, son una población vulnerable a las infecciones parasitarias debido a su sistema inmunológico aún en desarrollo y su exposición constante en entornos escolares. Las infecciones intestinales pueden tener un impacto negativo en la salud de los niños, no sólo por los síntomas gastrointestinales que pueden padecer, sino también en su rendimiento académico, pues pueden afectar la asistencia a la escuela y su capacidad de aprender de manera efectiva (8).

Hemos de señalar que los escolares en el momento del estudio se encuentran asintomáticos o paucisintomáticos y, en la mayoría de ellos, los hallazgos encontrados son en las muestras fecales y lesiones en cuero cabelludo. Esta ausencia de síntomas en pacientes con parasitosis intestinales está bien descrita en la literatura (9,10). La detección temprana, identificar los factores implicados y el tratamiento de estas infecciones pueden mejorar el desempeño escolar (11).

Tharaka es una región con gran sequía y la población recoge aguas de charcas, ramblas de ríos secos o depósitos que recogen aguas fluviales en ciertas épocas del año y muy contaminadas de gérmenes. Los protozoarios intestinales pueden ser transmitidos a través de la ingestión de agua o alimentos contaminados, y su presencia

en el tracto digestivo puede dar lugar a problemas de salud significativos, especialmente en poblaciones vulnerables como los niños. Por lo tanto, su identificación y control son de importancia clínica y epidemiológica para prevenir y tratar estas infecciones (12). En este estudio se observa una alta prevalencia (22%) de infecciones parasitarias intestinales en la población escolar de entre nueve y dieciocho años de cuatro centros escolares de la región de Tharaka. Más del 80% de las muestras patológicas presentan infecciones por *Giardia lamblia*, bien como agente infeccioso único o también acompañado de *Cryptosporidium* y/o *Entamoeba*, y en el 22% de las muestras patológicas se encuentran presentes los tres parásitos. La giardiasis, una enfermedad parasitaria subestimada, es una de las infecciones intestinales más prevalentes en todo el mundo y suele afectar principalmente a lactantes y niños pequeños (13). *G. lamblia* suele asociarse frecuentemente con infecciones asintomáticas, y rara vez causa enfermedad diarreaica manifiesta (14). Se observa que estos niños presentan manifestaciones cutáneas como el eccema psoriasiforme a nivel del cuero cabelludo. La prevalencia de parasitosis encontrada es muy similar a la que se recoge en la población de Centro y Sur de América (15). Los estudios referidos a la prevalencia de infecciones parasitarias intestinales en población africana están en un porcentaje alrededor del 25%-35% de población estudiada, y referidos a población saharauí (16,17).

El porcentaje de niños parasitados en este estudio muestra asociación estadísticamente significativa con

el sexo ( $p < 0,001$ ) y más frecuentes en el grupo de edad de entre ocho y once años (más del 30%)

La microscopía es el estándar de referencia para el diagnóstico rutinario de laboratorio en parasitología fecal, pero existe un creciente interés en métodos alternativos para superar las limitaciones del examen microscópico, que requiere mucho tiempo y depende en gran medida de las habilidades y la experiencia del operador. En comparación con la microscopía, la detección de ADN mediante PCR (reacción en cadena de la polimerasa) es simple y puede ofrecer un mejor tiempo de respuesta, ofreciendo resultados rápidos y fiables, similares al diagnóstico microscópico para la detección de estos protozoos gastrointestinales, lo que permite su implementación en la práctica clínica habitual (18,19). En este estudio utilizamos una técnica de diagnóstico rápido (*Test Simple Crypto-Giardia-Entamoeba 4R*) que nos permite identificar simultáneamente tres parásitos de manera rápida y eficaz, basándonos en su alta sensibilidad y especificidad (20).

Hay que tener en cuenta que el trabajo presenta algunas limitaciones metodológicas, ya que se trató de una muestra de población no equilibrada, lo que nos permite solo emitir datos descriptivos. Además, se desarrolló en un período corto de tiempo y no se hizo un seguimiento de aprendizaje de este método de desinfección de aguas. Estas pre-

misas nos abren nuevos retos para las próximas expediciones de voluntariado.

Los experimentos previos para evidenciar los niveles de radiación y temperatura en la zona indican que estos parámetros pueden ser más que suficientes para que una exposición al sol del agua contaminada permita la desinfección siguiendo el método SODIS (7). Los análisis de coliformes empleando el test rápido cualitativo permiten comprobar que el agua de consumo que estaba contaminada por estos microorganismos puede ser desinfectada eficazmente empleando dicho método. Incluso, dadas las buenas condiciones de radiación solar y ultravioleta, así como la alta temperatura en el período estudiado, se observa que en algún caso no son necesarias las seis horas recomendadas por el método. Para el agua recogida en la rambla que presentaba un aspecto más trasparente, pues venía parcialmente filtrada por la arena de dicha rambla, en dos horas el test de coliformes da negativo. No observamos diferencias cuando introducimos unas barritas de suelo fotocatalítico dentro de las botellas con agua.

Los resultados vienen a resaltar la necesidad de instaurar intervenciones educativas y de Salud Pública destinadas a prevenir y controlar las infecciones parasitarias en los niños, y en toda la población, de las regiones con problemas de sequía y consumo de aguas infectadas. (20)

## BIBLIOGRAFÍA

1. Fundación Kirira (ONG). *Erradicación de la mutilación genital femenina*. Disponible en: <https://fundacionkirira.es/>. [Consultado diciembre 2025].
2. Stanley SL. Amoebiasis. *Lancet*. 2003; 361(9362): 1025-1034. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(03\)12830-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)12830-9)
3. Método SODIS. *Safe drinking water for all*. [https://www.sodis.ch/methode/index\\_EN.html](https://www.sodis.ch/methode/index_EN.html). [Consultado mayo 2011].
4. *Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS*. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>. [Consultado junio 2015].
5. Aguilar SD, Ramos DR, Santaballa JA, Canle M. *Preparation, characterization and testing of a bulky non-supported photocatalyst for water pollution abatement*. *Catal Today*. 2023; 113992: 413-415. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2022.12.023>
6. Barrón V, Méndez JM, Balbuena J, Cuz-Yusta M, Sánchez L, Giménez C et al. *Photochemical emission and fixation of NOX gases in soils*. *Sci Total Environ*. 2020; 702. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134982>
7. Oates PM, Shanahan P, Polz MF. *Solar disinfection (SODIS): Simulation of solar radiation for global assessment and application in water treatment for point-of-use water treatment in Haiti*. *Water Res*. 2003; 37: 47-54. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(02\)00241-5](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(02)00241-5)
8. Cifuentes H. *Incidencia de parasitosis en infantes menores de 10 años a través de análisis coprológicos en la institución educativa de Cusubamba, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi*. *GICOS*. 2024; 9(2), 221-230. <https://doi.org/10.53766/GICOS/2024.09.0216>
9. Serre-Delcor N, Maruri BT, Arandes AS, Guiu IC, Essadik HO, Soley ME et al. *Infectious Diseases in Sub-Saharan Immigrants to Spain*. *Am J Trop Med Hyg*. 2016; 94(4):750-756. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.15-0583>
10. López-Vélez R, Huerga H, Turrientes MC. *Infectious diseases in immigrants from the perspective of a tropical medicine referral unit*. *Am J Trop Med Hyg*. 2003; 69(1): 115-121. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2003.69.115>
11. Espinoza C, Samaniego-Jara G, Lojano-Munzón E. *Factores asociados a la enteroparasitosis en niños de instituciones educativas de la parroquia Guapán, Cañar, Ecuador en el año 2024*. *INSPIILIP*. 2025; 9: 1-10. <https://www.inspiilip.gob.ec/index.php/inspi/article/view/775>
12. González-Ramírez LC, Robalino-Flores X, De la Torre E, Parra-Mayorga, P, Prato, JG, Treliis et al. *Influence of Environmental Pollution and Living Conditions on Parasite Transmission among Indigenous Ecuadorians*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 6901. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116901>
13. Tellevik MG, Moyo SJ, Blomberg B, Hjøllø T, Maselle SY, Langeland N et al. *Prevalence of Cryptosporidium parvum/hominis, Entamoeba histolytica and Giardia lamblia among Young Children with and without Diarrhea in Dar es Salaam, Tanzania*. *PLoS Negl Trop Dis*. 2015; 9: e0004125. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004125>
14. Beltrán VA, Chávez A, Betancourt E. *Prevalencia de protozoarios intestinales y factores asociados en niños de unidad educativa ecuatoriana en 2021*. *Rev Cubana Invest Bioméd*. 2023; 42: e3132. <https://revibio-medica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/3132>
15. Muhsen K, Levine MM. *A systematic review and meta-analysis of the association between Giardia lamblia and endemic pediatric diarrhea in developing countries*. *Clin Infect Dis*. 2012; 55: S271-293. <https://doi.org/10.1093/cid/cis762>
16. Chunge RN, Nagelkerke N, Karumba PN, Kaleli N, Wamwea M, Mutiso N et al. *Longitudinal study of young children in Kenya: intestinal parasitic infection with special reference to Giardia lamblia, its prevalence, incidence and duration, and its association with diarrhoea and with other parasites*. *Acta Trop*. 1991; 50: 39-49. [https://doi.org/10.1016/0001-706X\(91\)90071-Q](https://doi.org/10.1016/0001-706X(91)90071-Q)
17. Mero S, Kirveskari J, Antikainen J, Ursing J, Rombo L, Kofoed PE, Kantele A. *Multiplex PCR detection of Cryptosporidium sp, Giardia lamblia and Entamoeba histolytica directly from dried stool samples from Guinea-Bissauan children with diarrhoea*. *Infect Dis*. 2017; 49: 655-663. <https://doi.org/10.1018Q/23744235.2017.1320728>
18. Laude A, Valot S, Desoubeaux G, Argy N, Nourrisson C, Pommarets C et al. *Is real-time PCR-based diagnosis similar in performance to routine parasitological examination for the identification of Giardia intestinalis, Cryptosporidium parvum/Cryptosporidium hominis and Entamoeba histolytica from stool samples? Evaluation of a new*

commercial multiplex PCR assay and literature review. Clin Microbiol Infect. 2016; 22: e1-190.e8. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.10.019>

**19.** Paulos S, Saugar JM, de Lucio A, Fuentes I, Mateo M, Carmena D. Comparative performance evaluation of four commercial multiplex real-time PCR assays for the detection of the diarrhoea-causing protozoa *Cryptosporidium hominis/parvum*, *Giardia duodenalis*

and *Entamoeba histolytica*. PLoS One. 2019; 8: e0215068. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215068>

**20.** Balsalobre-Arenasa L, Alarcón-Cavero T. Diagnóstico rápido de las infecciones del tracto gastrointestinal por parásitos, virus y bacterias. Enferm Infecc Microbiol Clin. 2017; 35(6):367-376. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eimc.2017.01.002>