

Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en el Estuario y Río Atacames,
Esmeraldas, Ecuador

Identification and Quantification of Helminth Eggs in the Estuary and Atacames River,
Esmeraldas, Ecuador

Patricia Molleda Martínez y Andrés Ramos Caicedo

Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Esmeraldas.

La correspondencia sobre este artículo debe ser dirigida a Patricia Molleda Martínez.

Email: patricia.molleda@pucese.edu.ec

Fecha de recepción: 16 de agosto de 2016

Fecha de aprobación: 21 de octubre de 2016.

¿Cómo citar este artículo? (Normas APA): Molleda Martínez, P., & Ramos Caicedo, A. (2016).
Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en el Estuario y Río Atacames,
Esmeraldas, Ecuador. *Revista Científica Hallazgos21*, 1 (2), 101- 112. Recuperado de
<http://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/>

Resumen

Se realizó el análisis y cuantificación de la concentración de huevos de helmintos en el estuario y Río Atacames para conocer la calidad del agua de dicho río, situado en la provincia de Esmeraldas, Ecuador. Los muestreos se llevaron a cabo durante los meses de julio, septiembre, octubre y noviembre. Se tomó 1 litro de agua en cada uno de los puntos de muestreo, ubicados en el estuario del Río Atacames: estuario (P1), zona media (Las vegas (P2), La Lucha (P2)), y zona alta (Repartidero (P3)). Dichos puntos representan la zona media, baja y alta del Río Atacames. Las muestras de aguas tomadas se analizaron según el método de Bailenger (1979) modificado por Bouhoum y Schwaetzbrod (1998). Se observaron nueve especies de huevos de helmintos, encontrándose promedios de concentraciones diferentes en cada parte del río: zona alta, 500 huevos/l; zona media 1500 huevos/l; y zona baja (Estuario), 2000 huevos/l. Las altas concentraciones de huevos de helmintos encontradas en el Río Atacames se deben a que el Cantón de Atacames no posee un sistema integral de sanidad ambiental, al no disponer de alcantarillado, ni agua potable, ni sistema de depuración de aguas residuales, por lo que las aguas con alto contenido orgánico son descargadas directamente al río, provocando la presencia de microorganismos contaminantes del agua, como los huevos de helmintos, los cuales representan un potencial riesgo en la salud de los pobladores que hacen usos directo del agua de este río.

Palabras clave: huevos de helmintos; parásitos; aguas residuales; materia orgánica.

Abstract

The aim of the present research was to check the quality of the water of the Atacames River, located in the province of Esmeraldas, Ecuador. Analyses and quantifications of the helminth eggs concentration in the Atacames estuary and river were performed. Sampling was conducted in 2013 in the months of July, September, October and November, 1 liter of water was taken in sampling points located on the estuary of the Atacames River: estuary (P1), middle zone (Las Vegas (P2)) La Lucha (P2)), and high zone (Repartidero (P3)). Such sampling points represent the mid, low, and high Atacames River area. Water samples were analyzed by the Bailenger (1979) method, modified by Bouhoum and Schwaetzbrod (1998). Nine species of helminth eggs were observed, finding averages of different concentrations on each part of the river: in the upper are 500 eggs/l, in the middle area 1500 eggs/l, and in the lower zone (Estuary) 2000 eggs/l. These high concentrations of helminth eggs found in the Atacames River are due to the lack of a comprehensive system of environmental sanitation in the Atacames Canton, i.e. no sewers, no running water, much less does it count with a purification system water. Therefore, waters with high organic content are discharged directly into the river, causing thus the presence of microorganisms that contaminate water; as helminth eggs, which represent a potential risk to the health of those people that directly use water from this river.

Keywords: helminth eggs; parasites; residual waters; organic matter.

Identificación y Cuantificación de Huevos de Helmintos en el Estuario y Río Atacames, Esmeraldas, Ecuador

Las poblaciones rurales consumen directamente agua de los ríos, sin tener ningún conocimiento sobre las condiciones de estas, es decir, sin saber si son adecuadas para el consumo humano o uso doméstico.

Es importante conocer las condiciones que presentan las aguas de los ríos, debido a que la calidad de los recursos medioambientales se encuentra estrechamente ligada a la salud y al bienestar humano (López, Alcazar, & Macias, 2006).

Las actividades realizadas por el ser humano generan, muchas veces, alteraciones en las condiciones naturales de los ríos. Entre las alteraciones humanas que causan contaminación están el manejo inadecuado y la disposición del sistema de aguas residuales, dos aspectos a tener en cuenta ya que contaminan los cultivos, el agua y los alimentos. El agua y los alimentos al ser ingeridos son un vehículo apropiado para transmitir enfermedades causadas por microorganismos patógenos y, entre ellos se encuentran los helmintos, que causan enfermedades tales como la helmintiasis y está presente mayormente en países en vías de desarrollo, especialmente en zonas donde son deficientes las condiciones de saneamiento ambiental (Jiménez, B. 2007).

La presencia de parásitos patógenos en el agua residual representa un problema a la salud pública, especialmente en los países subdesarrollados y sobre todo en zonas tropicales. El riesgo a la salud causado por los huevos de helmintos se debe principalmente a que sus estadios presentan una alta persistencia en el ambiente; su dosis mínima infectiva es de un huevo por litro de agua y no existe inmunidad en los humanos (Ellis, Rodríguez, & Gómez, 1993; Maya, Campos, & Jiménez, 2008).

Los huevos de helmintos pueden ser considerados indicadores de contaminación microbiológica de las aguas, por lo cual al realizar análisis, identificación y determinar la concentración de huevos de helmintos en los cuerpos de agua obtenemos un herramienta indispensable para conocer la calidad de la misma y para la toma de decisiones en relación al control de vertidos, tratamiento de aguas y conservación de ecosistemas, evitando así el riesgo de contaminación de las personas y el ambiente (Arcos, Ávila, & Estupiñán, 2005).

De acuerdo con el Programa de manejo de recursos costeros (PMRC, 1993), en el "estudio de la calidad de agua costera ecuatoriana" se menciona que el Río Atacames recibe descargas directas de aguas servidas, basuras y desperdicios; también que los parámetros físico-químicos medidos no presentan rangos normales y, además, basándose en algunos estudios realizados, se podría mencionar que las condiciones naturales del Río Atacames están siendo seriamente afectadas.

Este estudio tiene como objetivo describir la condición del agua en función de la presencia, distribución y abundancia de huevos de helmintos presentes en el Río Atacames.

Método

Área de Estudio

El cantón Atacames tiene una extensión de 507,2 km² con una población de 30.267 habitantes (GADPE, 2010). Se encuentra en la provincia de Esmeraldas, situada en el extremo noroccidental de la República del Ecuador. El Río Atacames forma parte de la cuenca hidrográfica del mismo nombre y comprende diferentes esteros; las parroquias ubicadas dentro de la cuenca son Atacames, con el 44% del área, seguida de La Unión de Atacames, con el 50% y Tonsupa, con el 6% (GIZ, 2012).

Sitios de Muestreo

Se seleccionaron estaciones de muestreo en función de la presencia de núcleos de población asentados en las márgenes del río. En la cuenca de este río las poblaciones cercanas se dedican a actividades que están relacionados con el uso de sus aguas, en las cuales cada una de las zonas muestra características distintas.

La zona del estuario del Río Atacames (P1) es la parte con mayor población dentro de la zona de estudio; en este lugar desemboca el río del mismo nombre al océano pacífico y corresponde a un área urbana en la que se desarrollan actividades turísticas y comerciales (Diario El Comercio, 2014).

La zona media del Río Atacames es una zona separada de la ciudad con menor número de pobladores; esta fue dividida en dos puntos de muestreo (P2): La Lucha, que es un área rural en la que se desarrollan actividades de ganadería y agricultura; y Las Vegas (P2), que es un área pequeña donde se observan actividades de ganadería y agricultura en mayor grado, y el uso del río es fundamental para que sus habitantes realicen sus actividades domésticas.

Repartidero (P3) es la zona alta del muestreo. Un lugar de difícil acceso, con vegetación espesa, donde se observan muy pocos habitantes; esta población se dedica a la ganadería y a la extracción de madera. En la Figura 1 se observa el mapa del Río Atacames con la ubicación de los puntos de muestreo.

Toma de Muestra

Las muestras de agua fueron recogidas durante los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre de

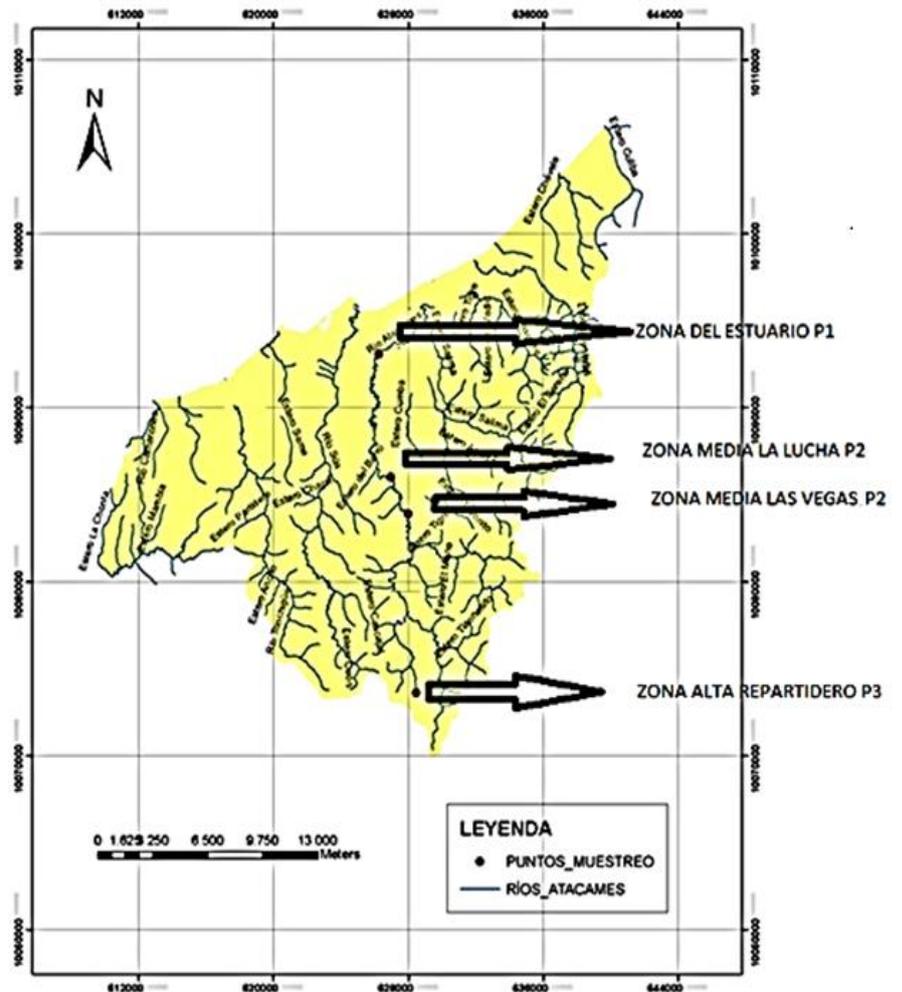


Figura 1. Mapa del Río Atacames. Ubicación de los puntos de muestreo.

Fuente: Muestreo.

2013. Se tomaron 1 litro de agua del río en recipientes de plástico y posteriormente estos fueron transportados en frío para su análisis en el laboratorio.

Determinación de los Huevos de Helmintos

Para los análisis de huevos de helmintos en el Laboratorio, se empleó un microscopio óptico marca Olympus y una cámara McMaster (chamber-2g, Biosolid) de 0,15 ml de capacidad. Para la determinación de huevos de helmintos se usó la técnica de sedimentación- centrifugación con éter dietílico, siguiendo el método de Bailenger

(1979) modificado por Bouhoum y Schwaetzbrod (1998).

Resultados

La Tabla 1 muestra el número y la media general de los huevos de helmintos observados en los diferentes puntos de muestreo durante los meses en que se desarrolló el estudio. Se observan las tres zonas analizadas: zona del Estuario P1, zona media (La Lucha (P2), Las Vegas (P2)) y la zona baja representada por Repartidero (P3). La zona del Estuario presentó durante el mes de septiembre el mayor número de huevos de helmintos, 4199 huevos de helmintos/Litro de muestra. En la zona media, específicamente en La Lucha, se cuantificaron 3100 huevos de helmintos/L durante el mes de julio y 2933 huevos de helmintos/L durante el mes de septiembre; en la zona media de las Vegas se cuantificaron 1767 huevos de helmintos/L

Repartidero, se cuantificaron 767 huevos de helmintos/L durante el mes de julio.

La zona alta del estudio (Repartidero P3) registró un menor número de huevos de helmintos comparada con el número de huevos registrados en los otros puntos de muestreo.

Los resultados obtenidos muestran que la concentración de huevos de helmintos tiende a aumentar con el número de población; es así como en la zona del estuario, ubicada en la parroquia Atacames, la concentración de huevos de helmintos encontrada fue mayor, en relación a los demás puntos analizados (La Lucha, Las Vegas y Repartidero), ubicados en la parroquia La Unión, donde se registra un menor número de habitantes, como se observa en la Tabla 2; por lo cual se podría asegurar que la concentración del número de huevos de helmintos aumenta o disminuye con el número de población.

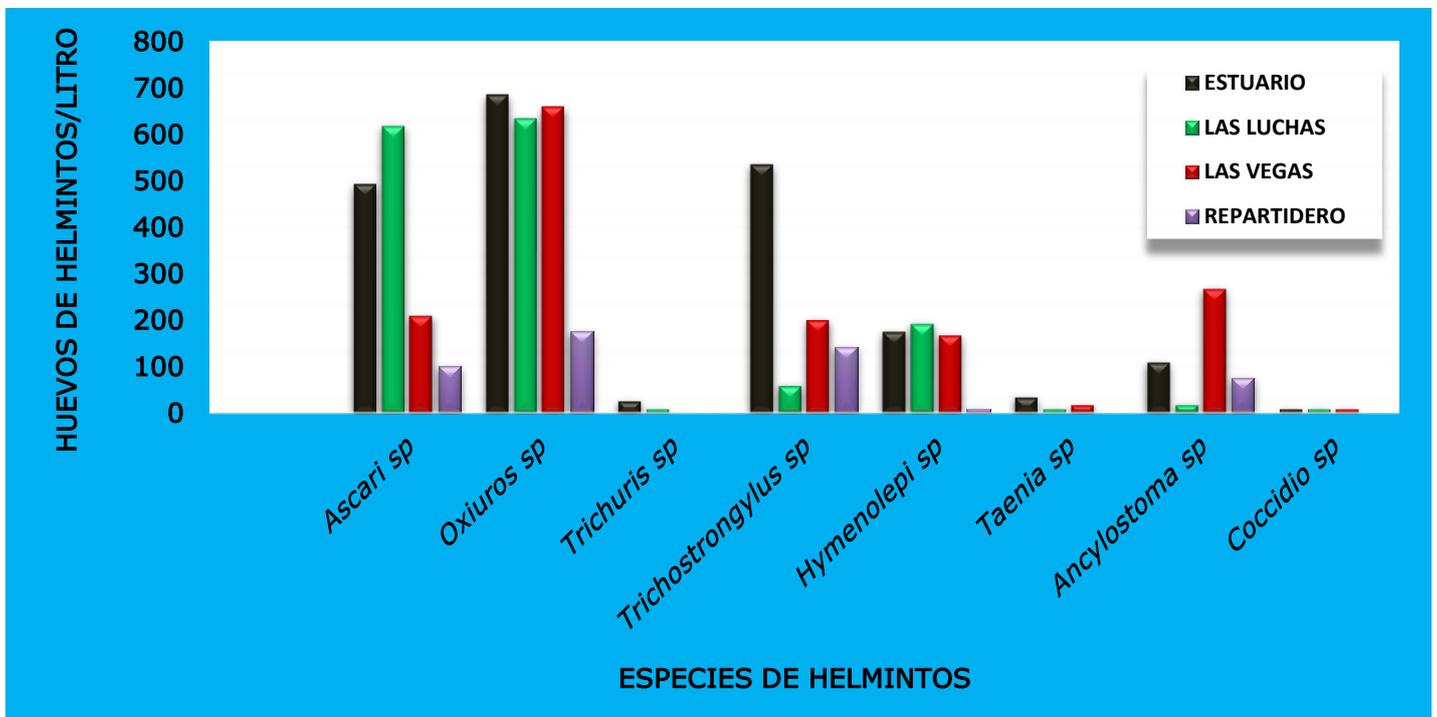


Figura 2. Concentración de huevos helmintos en el Río Atacames, por puntos de muestreo (huevos /l). Fuente: Muestreo.

durante el mes de julio y 2933 huevos de helmintos/L durante el mes de septiembre. En la zona alta del estudio, representada por

En la Figura 2 se observa la concentración de huevos de helmintos en el Río Atacames por puntos de muestreo. Se

observó mayor concentración de *Oxiuros* en el Estuario, en Las Vegas y en La Lucha. Los *Ascaris sp.*, después de los *Oxiuros sp.*, se observaron en mayor concentración en La Lucha y en el Estuario. Y los *Trichostrongylus sp.* fueron observados en mayor concentración solo en el Estuario. El resto de huevos de helmintos, *Himenolepis sp.*, *Trichuris sp.*, *Tenia sp.*, *Ancylostoma sp.* y *Coccidio sp.*, fueron observados en menor concentración en los puntos de muestreo a lo largo del Río Atacames.

Discusión

En América Latina los porcentajes de aguas residuales con tratamiento adecuado vertidas a fuentes naturales no supera el 10% del colectado en los sistemas de alcantarillado (PNUMA, 2000; Sonrrequieta, A. 2004); esto causa un grave problema ya que la gran carga orgánica que estas aguas contienen llega a superar la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua receptor. Los cuerpos de agua analizados en países en vías de desarrollo presentan problemas de contaminación fecal, con la presencia de huevos de helmintos entre otros agentes patógenos como bacterias y virus, y más en aguas superficiales que sirven para abastecimiento de las zonas rurales (Arcos *et al.*, 2005).

Las aguas residuales contienen elevadas concentraciones de huevos de helmintos pudiendo llegar hasta los 3000 huevos/L (Jiménez, Nelson, Barrios, Pecson, & Maya, 2006); estas aguas presentan una gran variedad de organismos patógenos entre los cuales se encuentran los huevos de helmintos, los cuales, al llegar a fuentes naturales, pueden convertirse en un problema de salud público porque pueden causar enfermedades (Ortiz, 2010).

En Ecuador, el 92% de las aguas residuales son descargadas directamente a los cuerpos de agua sin tratamiento previo que permita eliminar organismos

patógenos, siendo estos cuerpos de agua sobre todo las aguas de los ríos la única fuente de abastecimiento para la población (Palacios, 2013; PNUMA, 2000).

El Cantón Atacames no posee sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales; todas las aguas son vertidas al río con altos contenidos de carga orgánica. Investigaciones realizadas en este río mostraron que existen altas concentraciones de coliformes fecales (Araque, 2006; Jiménez, 2012; León, 1995; Rodríguez, 2004).

En poblaciones donde existen descargas de aguas residuales directas al río se han hecho estudios sobre la presencia de organismos indicadores de contaminación fecal, como los coliformes fecales, para obtener información acerca de las condiciones que presentan estos ríos y los niveles de contaminación por carga orgánica, pudiendo comparar los niveles de contaminantes con factores tales como el número de la población (Rivera, Palacios, & Chávez, 2007) o el sistema de sanidad ambiental que presenten los pueblos cercanos (Campos, Cárdenas, & Guerrero, 2008).

En este estudio realizado en el Río Atacames se observó que las concentraciones de huevos de helmintos tienden a aumentar con el número de la población; es así como en la zona del estuario ubicada en la Parroquia Atacames (Tabla 1) la concentración de huevos de helmintos encontrada fue mayor, en relación a los demás puntos analizados (La Lucha, Las Vegas, Repartidero) ubicados en la parroquia La Unión, donde se registró menor número de habitantes (Tabla 2). Por eso, se puede aseverar que la concentración del número de huevos de helmintos aumenta o disminuye en relación con el número de la población.

Tabla 1

Número y media general de huevos de helmintos observados en los diferentes puntos de muestreo

Huevos de helmintos / litro	Estuario				La Lucha				Las Vegas				Repartidero			
	Jul	Sep	Nov	Dic	Jul	Sep	Nov	Dic	Jul	Sep	Nov	Dic	Jul	Sep	Nov	Dic
<i>Ascari</i> sp	966	833	0	166	2000	233	133	100	667	167	0	0	367	33	0	0
<i>Oxiuros</i> sp	500	1333	900	0	333	233	1633	333	167	1966	367	133	400	200	100	0
<i>Trichuris</i> sp	0	67	0	33	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichostrongylus</i> sp	800	1200	100	33	0	33	133	67	400	133	167	100	0	267	200	100
<i>Hymenolepi</i> sp	466	233	0	0	767	0	0	0	533	67	67	0	0	33	0	0
<i>Taenia</i> sp	0	133	0	0	0	33	0	0	0	67	0	0	0	0	0	0
<i>Ancylostoma</i> sp	0	400	33	0	0	67	0	0	0	500	400	167	0	200	100	0
<i>Coccidio</i> sp	0	0	0	33	0	0	0	33	0	33	0	0	0	0	0	0
Total. huevos/l	2732	4199	1033	265	3100	632	1899	566	1767	2933	1001	400	767	733	400	100
Media General	2057				1565				1525				500			

Fuente: Muestreo.

En algunos estudios realizados se ha observado que las concentraciones de huevos de helmintos que se encontraron en aguas residuales de países subdesarrollados pueden tener un promedio de 3000 huevos de helmintos/L (Jiménez *et al.*, 2006), a diferencia de países de América Latina con mayor desarrollo que registran, en aguas residuales, un promedio más bajo, como es el caso de Brasil que muestra 202 huevos de helmintos/L, y México con 390 huevos /L

Tabla 2
 Número de huevos de helmintos observados en el Río Atacames, comparados con el número de habitantes de las dos parroquias donde se ubicaron los puntos de muestreo

Puntos de muestreos	Promedio de huevos /L	Parroquia	Nº Habitantes
Estuario	2000	ATACAMES	16.855
Las Luchas	1565		
Las Vegas	1525	LA UNION	2.540
Repartidero	500		

Fuente: INEC 2010.

(Ortiz, 2010). En el caso de este estudio realizado en el Río Atácames se pudo observar que el promedio es cercano a 2000 huevos /L (Ver Tabla 2).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece lineamientos claros sobre la presencia de huevos de helmintos en aguas, como en la reutilización de aguas para riego en agricultura en la cual el límite permitido es de <1 huevo/l. (WHO, 1989).

Tomando como referencia esta recomendación de la OMS, varios países de Latinoamérica han instaurado en sus normativas regulaciones similares para el control de huevos de helmintos en aguas residuales. En el caso del Ecuador, su legislación ambiental es poco específica sobre la presencia de huevos de helmintos en aguas de consumo, ya que solo hace

mención en el Anexo 1, Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario, Ministerio del Medioambiente del Ecuador (TULAS, 2014), la ausencia de huevos parásitos en aguas para uso agrícola. Las recomendaciones de la OMS se ejercen en países como Venezuela (Valbuena, Díaz, Botero, & Cheng, 2002), que en su normas sanitarias de calidad del agua potable, establece que el agua no debe contener helmintos, al igual que México (Norma Oficial Mexicana; NOM -003-ECOL-1997), país en el cual la norma dice que en las aguas que presten servicio al público con contacto directo, el límite máximos permitido es de <1huevo /L. Perú registra en su legislación titulada: "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", en el que se permite <1 huevo/L. La presencia de huevos de helmintos debería tener mayor relevancia en la legislación ecuatoriana, debido a los riesgos que estos representan.

Los resultados de esta investigación muestran que en el Río Atacames existe gran variedad de huevos de helmintos, por lo cual se recomienda la construcción de sistemas de depuración de aguas residuales antes de ser vertidas a los cuerpos de agua para evitar la contaminación de los mismos y además también se recomienda que los sistema de potabilización y abastecimiento de aguas proporcionen a los pobladores de los pueblos alejados de las zonas urbanas agua para consumo de calidad (De la Lanza, & Hernandez, 2000).

Conclusiones

Durante esta investigación se registraron un total de 9 tipos de huevos de helmintos, siendo *Oxiuro sp.* y *Ascaris sp.* los huevos de helmintos encontrados en mayor número en todos los puntos muestreados. La zona del Estuario, con mayor número de población, presentó un promedio mayor de huevos de helmintos en comparación con la zona alta Repartidero, que presentó un número mucho menor, pudiendo ser la causa que esta zona es de difícil acceso y el número de población es

mucho menor durante todo el año, comparado con la zona del estuario. El número de huevos de helmintos registrados en el Río Atacames, en todos los puntos muestreados, superan los límites permisibles según la organización mundial de la salud OMS, al igual que las normativas de países como México, Venezuela y Perú, donde se establece que el número de huevos de Helmintos en agua no debe ser mayor de 1 huevo por litro de agua, por lo que concluimos que la calidad del agua en el Río Atacames no es apta para consumo humano y uso recreativo.

Referencias

- Araque, M. (2006). Evaluación de los Tratamientos Térmicos y Alcalinos en la desinfección de Lodos generado en la PTRA Salitre. Universidad de los Andes, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental. Bogotá., D.C. Colombia.
- Arcos, M.S., Ávila, S., & Estupiñán, A. (2005). Las fuentes de agua. *Nova - Publicación Científica*, 3 (4), 1-116.
- Bailenger, J. (1979) Mechanisms of parasitical concentration in coprology and their practical consequences. *Journal of the American Medical Technologists*, 41(2),65-71.
- Bouhoum, K., & Schwartzbrod, J. (1998). Epidemiological study of intestinal helminthiasis in a Marrakech raw sewage spreading zone. *Zentralblatt Hygiene Umweltmed.* 200,553-561.
- Campos, C., Cárdenas, M., & Guerrero, A. (2008) *Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá* (Colombia). Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 13 (2),103-108. Recuperado de: www.javeriana.edu.co/universitas_scientiarum
- De la Lanza, G., & Hernandez, S.P. (2000). *Organismos indicadores de la calidad del agua y a contaminación. Bioindicadores*. 1ra ed. México. Plaza y Valdés, S.A, de C.V. Manuel María Contreras num. 73, Col. San Rafael. Disponible en: http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DfXiBOYXb98C&oi=fnd&pg=PA7&dq=indicadores+de+contaminaci%C3%B3n+fecal+en+diferente+tipo+de+aguas&ots=9xM8_PqI8P&sig=hk1HH37PLulKPpL0dJQ7rx2LPzg#v=onepage&q&f=false.
- Diario El Comercio. (2014). Atácames espera 400000 turistas esta época. Marcel Bonilla. marcel.bonilla@elcomercio.com.
- Ellis, K.V., Rodríguez, P.C., & Gómez, C.L. (1993). Parasite Ova and Cysts in Waste Stabilization Ponds. *Water Research*. 27: 1455-1460.

- GADPE Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. (2010). Plan de desarrollo provincial de Esmeraldas.
- GIZ. (2012). Inventario de los recursos Hídricos en la Cuenca del Rio Atacames. Ecuador. Recuperado de <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/atacames-turismo-vacacioneveranoprecios-hospedaje.html>. ElComercio.com
- Jimenez ,B. (2007). *Helminths (Worms) Eggs Control in Wastewater and sludge*. UNESCO Paris. Universidad Nacional de México (UNAM), 12-14
- Jiménez, P. (2012). *Contaminación del Río Atacames y sus efectos sobre la población de peces. Propuesta de Mitigación*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Unidad de Postgrado. Esmeraldas-Ecuador.
- Jiménez, B., Nelson, K., Barrios, J., Pecson, B., & Maya, C. (2006) *Técnicas Analíticas para medir y controlar Huevos de helmintos en las Aguas Residuales. Eliminación de Parásitos, Tratamiento y Reuso de aguas*. Proyecto 7.3.8. Ingeniería Ambiental.
- León, G. (1995) Parámetros de calidad para el uso de aguas residuales. *Guías de calidad de afluentes para la protección de la salud*. CEPIS/OPS. Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/fulltext/repind53/dis/dis.html>
- López, P., Alcazar, D., & Macias, M. (2006) . The Arid and Dry Plant formation of south American and their floristic connetion: New Datas, New Interpretation. Darwiniana. 44 (1), 18 31.
- Maya, R.C., Campos, M.R., & Jiménez, C.B. (2008). *Eliminación de huevos de helminto por posestabilización alcalina de lodos obtenidos por tratamiento primario avanzado*. Universidad Autónoma de México.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997. (1997). *Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales Tratadas que se Reúsen en Servicio al Público*. Reformada en 2003.
- Ortiz, C. (2010). *Prevalencia de huevos de helmintos en lodos, agua residual cruda y tratada, provenientes de un sistema de tratamiento de aguas residuales del municipio el*

- rosal, Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Bogotá, D.C., 2010.
- Palacios, C. (2013). Distribución de coliformes fecales en el área Marina de la Costa Ecuatoriana en las provincias de Esmeraldas y Manabí. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 18 (1).
- Programa de Manejo de Recursos Costeros. (1993). *Plan de Manejo de la Zona Especial de Manejo (ZEM) Atacames - Súa - Muisne*. Guayaquil, Ecuador.
- PNUMA. (2000). América Latina y el Caribe. *Perspectiva del Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe*. Universidad de Costa Rica.
- Rivera, R. O., Palacios, J., & Chávez, M. (2007). Contaminación por coliformes y helmintos en los Ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la cuenca del Valle de México. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 23 (2), 69-77, 2007.
- Rodríguez de Moran, A. (2004). Caracterización de la calidad de las Aguas y Sedimentos del río Atacames. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 12 (1). Recuperado de: <http://www.agua.gob.ec/>
- Sonrrequieta, A. (2004). *Aguas residuales: Reusó y Tratamiento. Lagunas de estabilización: una opción para Latinoamérica*. Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. Universidad de Rosario. Argentina.
- TULAS. (2014). Texto Unificado De Legislación Ambiental Secundario. Anexo 1 del Libro VI Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes al Recurso Agua. Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Valbuena, D., Díaz, O., Botero, L., & Cheng, R. (2002) Detección de Helmintos Intestinales y Bacterias Indicadoras de Contaminación en aguas Tratadas y No Tratadas. *Revista Interciencia* , 27 (12).
- World Health Organization. (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. WHO technical report. Series N°. 778, World Health Organization, Geneva.