

Artículo original

Contaminación hídrica de la laguna de Olomega
Water pollution of the Olomega Lagoon

Fátima Elizabeth Bermúdez de Díaz

Instituto Especializado de Profesionales de la Salud, San Miguel, El Salvador / fbermudez@ieproes.edu.sv

 <https://orcid.org/0000-0002-1472-9068>

Vanesa Carolina Canales

Instituto Especializado de Profesionales de la Salud, San Salvador, El Salvador / vcanales@ieproes.edu.sv

 <https://orcid.org/0000-0002-1131-1686>

Recibido en enero 2022, aprobado en abril 2022, publicado en junio 2022

Resumen

La laguna Olomega es el mayor cuerpo de agua dulce de la región oriental de El Salvador. El presente trabajo persiguió determinar el nivel de contaminación hídrica y del suelo en la laguna Olomega, y su impacto en la salud de sus pobladores. El estudio fue cuantitativo de tipo descriptivo. Las muestras de agua y suelo fueron tomadas en puntos céntricos a la periferia del humedal, por especialistas del Laboratorio Especializado en Control de la Calidad. Los resultados expusieron la alteración del color, el olor, acidez, turbidez, alta concentración de aluminio, hierro y magnesio, así como la presencia de coliformes totales y fecales por encima de los límites máximos permisibles, principalmente de *Escherichia coli*. La encuesta realizada confirmó que los pobladores tienen prácticas no amigables con el ambiente y han presentado problemas dermatológicos,

gastrointestinales, oftalmológicos y urogenitales. Se concluye que, el proceso de desecho de aguas grises sobre la laguna está ocasionando la contaminación de su ecosistema, con un impacto negativo en la salud humana.

Palabras clave: actividad antrópica, humedal, medioambiente, aguas grises, salud.

Abstract

The Olomega lagoon is the largest freshwater body in the eastern region of El Salvador. The present study aimed to determine the level of water and soil contamination in Olomega lagoon and its impact on the health of its inhabitants. The study was quantitative and descriptive. The water and soil samples were taken by specialists from the Specialized Laboratory for Quality Control at points central to the lagoon's periphery. The results showed alterations in color, odor, acidity, turbidity, high concentrations of aluminum, iron and magnesium, as well as the presence of total and fecal coliforms above the maximum permissible limits, mainly *Escherichia coli*. The survey confirmed that the inhabitants have environmentally unfriendly practices and have had dermatological, gastrointestinal, ophthalmological and urogenital problems at some point in their lives. It is concluded that the graywater disposal process in the lagoon is contaminating the ecosystem, with a negative impact on human health.

Keywords: anthropogenic activity, wetland, environment, gray water, health, health.

Introducción

La salud y el medio ambiente están estrechamente relacionados. Cuidar del medio ambiente es cuidar de la salud, pues los cambios del entorno, tanto físicos, químicos como biológicos, influyen en la salud humana, animal y vegetal. Dentro de dichos cambios, la contaminación ambiental tiene impactos negativos en todos los ecosistemas. Esta es provocada por el manejo inadecuado de los agentes contaminantes.

En la salud humana, la contaminación ambiental ocasiona diversas enfermedades como los problemas musculares, óseos, respiratorios, alergias, digestivos, dermatológicos, e incluso puede

afectar los estados de ánimo de los seres humanos. Al respecto, González (2022) define el *medio ambiente* como el conjunto de circunstancias exteriores a un ser vivo; por lo cual, la *salud ambiental* incluye todos los factores químicos, físicos, biológicos y sociales externos a una persona, y la interacción entre ellos.

La contaminación microbiana en el agua genera una amplia gama de situaciones a los ecosistemas que dependen de ella. Particularmente, el contacto microbiano con la piel y las mucosas de los seres humanos produce alteraciones en su huésped.

La Organización Panamericana de la Salud alerta sobre esta realidad, pues muchas de las fuentes de agua utilizadas para diversas actividades contienen una mezcla de microorganismos autóctonos del medio y microorganismos patógenos, provenientes estos últimos de efluentes de aguas residuales, bañistas, procesos industriales, actividades agrícolas, entre otras (Campos *et al.*, 2008).

En El Salvador, el Ministerio de Salud ha recogido 169 143 casos de enfermedades asociadas a la contaminación ambiental, tales como las infecciones respiratorias, dermatológicas, intestinales y de las vías urinarias. (El Salvador. Ministerio de Salud, 2022).

A su vez, investigaciones realizadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2019) exponen las amenazas de la contaminación ambiental para los pobladores y turistas que frecuentan la zona, así como evalúan el riesgo de desastres naturales por la creciente problemática entre ganaderos, horticultores y pescadores, quienes han ocupado tres partes de su terreno con la actividad que realizan.

El Salvador se caracteriza por sus numerosos volcanes, fumarolas y fuentes termales. La laguna de Olomega, ubicada entre los departamentos de La Unión y San Miguel, es un humedal de origen volcánico, que posee una extensión de 18 000 km², de las cuales 3,513 km² son espejos de agua. Dentro de ella, existen cinco islas que constituyen un atractivo para los visitantes, pues en esta área conviven aves residentes y migratorias, el mono araña (especie en peligro de extinción), y una gran variedad de vida silvestre; sobre todo al Norte, donde se encuentra un pequeño bosque

estacionalmente saturado, conocido como la Chiricana, que conserva diferentes tipos de vegetación amenazada con la extinción en el país.

Los núcleos humanos que habitan la laguna, se sitúan sobre las orillas de la ribera Sur y al oriente. El turismo es la principal fuente de ingreso económico de estos pobladores, quienes comercializan fundamentalmente los productos extraídos de su ecosistema. Al no contar con agua potable, las 150 personas que coexisten en la zona, se abastecen de aguas de pozos y nacimientos naturales para sus labores domésticas.

Teniendo en cuenta que la actividad antrópica en este humedal está generando consecuencias negativas al medio ambiente, y al estado de salud de los pobladores (El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2019), determinar el nivel de contaminación hídrica, de suelo y su impacto en la salud de los pobladores de la laguna de Olomega es de suma importancia cultural, socioambiental y salubrista. De ahí que, el Instituto Especializado de Profesionales de la Salud (IEPROES), centro regional san Miguel, dispusiera financiar la presente investigación con este fin.

Materiales y métodos

La investigación se realizó bajo el método hipotético deductivo, enfoque cuantitativo y retrospectivo (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Las muestras de agua fueron tomadas en puntos céntricos a la periferia de la laguna, por especialistas del Laboratorio Especializado en Control de la Calidad (LECC), donde se procesaron posteriormente, según los procedimientos establecidos por Ministerio de Salud de El Salvador. El muestreo se realizó con geoposicionador, altímetro, equipos portátiles para mediciones de la temperatura, el pH y la conductividad eléctrica, botella Van Dorn y balde plástico de 10 L, tubo plástico para homogenización de la muestra compuesta, probeta plástica graduada de 1000 ml, cronómetro, neveras de icopor o poliuretano con suficientes bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4 °C para su transportación.

Para las muestras de aguas, se emplearon toallas de papel absorbente, cinta pegante y de enmascarar, bolsa pequeña para basura, bolígrafo y marcador de tinta indeleble, tabla portapapeles, guantes, papel de aluminio, cono imhoff y agua destilada. En preservantes para muestras: ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), ácido nítrico (HNO₃), hidróxido de sodio (NaOH) 6N, acetato de zinc 6N, ácido clorhídrico concentrado (HCl) recipientes plásticos y de vidrio. Todos empleados según los requerimientos de análisis. Instructivos de calibración del pH metro y conductímetro, cuerda de nylon para manipular los baldes en las cajas de inspección, papel indicador universal, barretón de hierro para las levantar tapas de cajas de inspección, máscara respiradora con filtros para ácidos y vapores orgánicos.

Al llegar a la laguna, se organizaron las botellas rotuladas, los reactivos, formatos e insumos listados en la numeración, midiéndose el caudal del efluente por el método volumétrico manual, el cronómetro y uno de los baldes aforados. El balde se colocó bajo la descarga para recibir todo el flujo; simultáneamente se activó el cronómetro y se tomó un volumen de muestra entre 1 L y 10 L

El universo para el estudio estuvo conformado por las personas que habitan las islas de Olomega y Olomeguita, así como por los habitantes de las orillas del lugar. La selección de los sujetos para la muestra fue probabilística simple. El instrumento elaborado para evaluar los conocimientos y las prácticas de las personas sobre la problemática actual en la laguna fue la encuesta, cuya confiabilidad fue validada por el Comité Nacional de Ética del IEPROES, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la declaración de Helsinsky (2000) y del informe Belmont (Comision nacional para la protección de sujetos humanos de investigación biomédica y del comportamientos)

Criterios de inclusión:

Personas que habiten a la orilla y en las islas de la laguna de Olomega.

Resultados

Los coliformes totales son microorganismos de la familia de las entero bacterias, y viven en el intestino de animales de sangre caliente, humanos, plantas y suelo. Comprenden distintos géneros como *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Serratia*, *Klebsiella*. Su presencia en el agua indica

la contaminación microbiana reciente sin informar de su origen, y una deficiente calidad del agua. No son específicos de contaminación fecal, excepto el género *Escherichia* (Colexio Oficial de Farmacéuticos de Ourense, 2003). En la tabla 1 se exponen los resultados del recuento de coliformes totales en las muestras tomadas al agua de la laguna Olomega.

Tabla 1

Análisis de recuento de coliformes totales

#	Determinación	Especificación	MUESTRA 1		MUESTRA 2	
			Resultados	Observación	Resultados	Observación
28	Recuento de coliformes totales	LMP*: Menor a 1.1 NMP**/100 ml	22,000 NMP**/100 ml	Sobrepasa	450 NMP/100 ml	Sobrepasa

Nota: La especificación es según el Reglamento Técnico Salvadoreño “RTS 13.02.01:14 Agua de consumo humano Requisitos de calidad e inocuidad” (Ministerio de Salud, 2018) LMP: *Límite Máximo Permisible, NMP: **Número más Probable.

Los coliformes fecales son los de mayor predominio. En la tabla 2 se recogen los resultados de su recuento.

Tabla 2

Análisis de recuento de coliformes fecales.

#	Determinación	Especificación	MUESTRA N° 1		MUESTRA N° 2	
			Resultados	Observación	Resultados	Observación
29	Recuento de Coliformes fecales	LMP*: Menor a 1.1 NMP**/100 ml	280 NMP/100 ml	Sobrepasa	4.5 NMP/100 ml	Sobrepasa

Nota: La especificación es según el Reglamento Técnico Salvadoreño “RTS 13.02.01:14 Agua de consumo humano Requisitos de calidad e inocuidad” (Ministerio de Salud, 2018) LMP: *Límite Máximo Permisible, NMP: **Número más Probable.

La bacteria *Escherichia Coli* se encuentra en grandes cantidades en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente, algunas cepas de estas bacterias pueden causar enfermedades.

Tabla 3

Análisis de Escherichia coli.

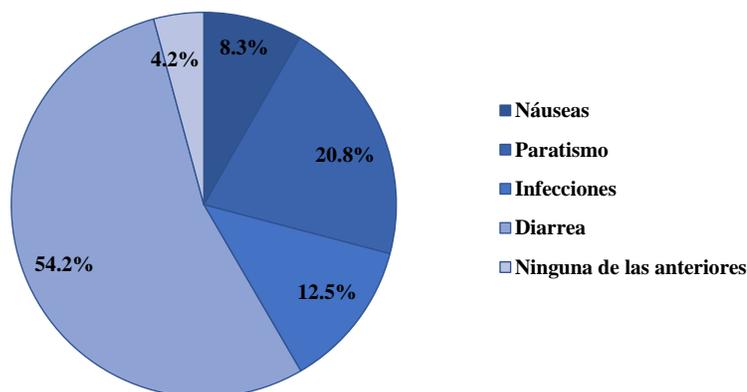
#	Determinación	Especificación	MUESTRA N° 1		MUESTRA N° 2	
			Resultados	Observación	Resultados	Observación
30	Recuento de <i>Escherichia coli</i>	LMP: Menor a 1.1 NMP/100 ml	14 NMP/100 ml	Sobrepasa	2 NMP/100 ml	Sobrepasa

Nota: La especificación es según el Reglamento Técnico Salvadoreño “RTS 13.02.01:14 Agua de consumo humano Requisitos de calidad e inocuidad” (Ministerio de Salud, 2018) LMP: *Límite Máximo Permissible, NMP: **Número más Probable.

En la mayor parte de los casos, las bacterias coliformes pueden no causar una enfermedad crítica, pero al comprobarse su presencia por encima de los límites permisibles en las muestras de agua de la laguna de Olomega, estas pueden ser las responsables del parasitismo, disentería, hepatitis u otros de los problemas de salud que se están presentando los pobladores de este humedal, tal como se refleja figura 1.

Figura 1

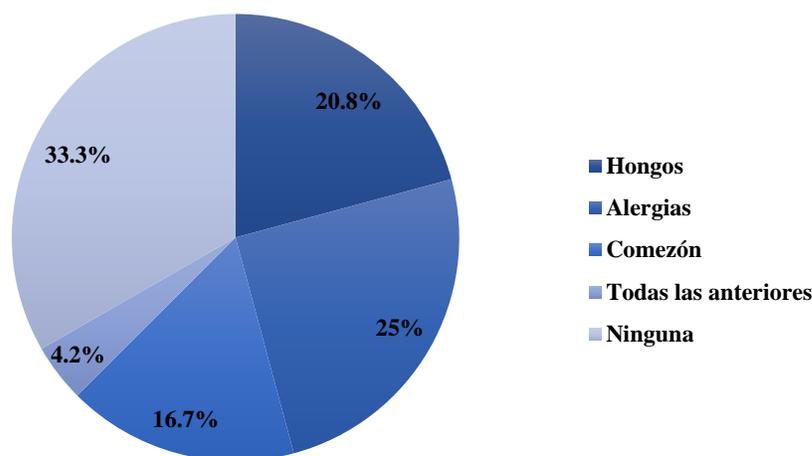
Padecimientos gastrointestinales declarados por los participantes en el estudio



El alto contenido de heces fecales en el agua, tomando en cuenta el recuento de coliformes totales y fecales, además de *Escherichia coli* concentrado en altas cantidades, puede ser el detonante de este tipo de sintomatología en los pobladores internos y circundantes de la laguna.

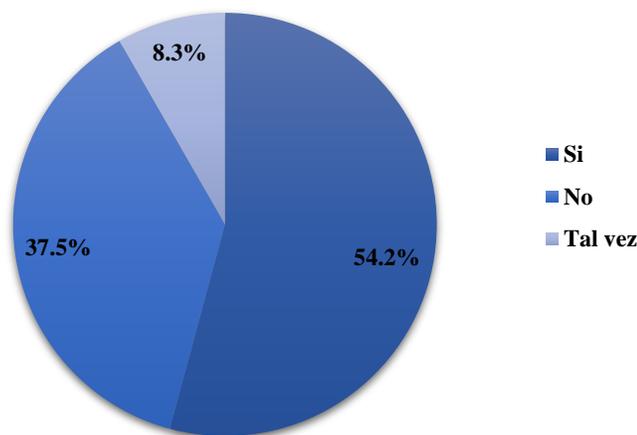
Figura 2

Problemas dermatológicos



Basándose en el análisis observacional del sitio estudiado, las enfermedades dermatológicas se presentan en las personas que trabajan como pescadores en la laguna, ya que realizan inmersiones continuas y diarias para realizar la actividad pesquera, que es uno de los sustentos comerciales de los pobladores circundantes y de las islas de la laguna Olomega.

La contaminación del suelo alrededor de la laguna se debe, principalmente, al uso de fertilizantes (figura 3), pues las plagas en las plantaciones causan una reducción de la producción de los cultivos. Los agricultores de la zona utilizan fungicidas, herbicidas e insecticidas, para el control de todos estos patógenos que afectan a sus cultivos.

Figura 3*Uso de fertilizantes*

El empleo continuo de los fertilizantes ocasiona problemas que afectan de forma negativa a los microorganismos del suelo, el proceso de descomposición de la materia orgánica por medio de estos microorganismos es una de las cadenas biológicas más importantes, con el uso continuo de agroquímicos y pesticidas, disminuye la actividad de filtración enzimática de los suelos e influye en las reacciones bioquímicas de este.

Discusión

El análisis realizado a las muestras de agua bajo las especificaciones del *Reglamento Técnico Salvadoreño*, muestra la contaminación del color del agua con un 180 Pt-Co, lo cual sobrepasa el límite máximo permisible (LMP) de 15 Pt-Co; Ph con resultado de 9.4 por encima de los LMP; el olor fue rechazable; una turbidez de 33.2 UNT, aluminio de 0.58 mg/L, cloro residual superior a los LMP con 1.1 mg/L, hierro con 0.86 mg/L, magnesio de 0.18 mg/L; recuento de coliformes totales (Prueba acreditada bajo norma ISO 17025 vigente) con un LMP: menor a 1.1 número más probable NMP/100 ml, que sobrepasa los límites con 22,000 NMP/100 ml, el recuento de coliformes fecales con 280 NMP/100 ml cuando lo permisible es menor a 1.1 NMP/100 ml, y el recuento de *Escherichia coli* tuvo un resultado de 14 NMP/100 ml y el LMP: debe ser menor a 1.1 NMP/100 ml.

Estos resultados son similares al *Informe anual de calidad del agua de la laguna Olomega* (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020), donde se expresa un valor máximo de 1496 NMP/100ML de coliformes fecales, concluyéndose que, la calidad del agua no es apta para la recreación y el riego, al sobrepasar el valor de permisible de coliformes fecales, de ahí la importancia de determinar la presencia de estos microorganismos, al ser indicadores de contaminación fecal, tal y como lo confirman Rojas Ruiz *et al.* (2016).

Los resultados de las encuestas aplicadas a los pobladores de la laguna Olomega recogen que, el 83.3 % de la población circundante y al interior de esta es consciente de la problemática y del origen de la contaminación medioambiental de la laguna. El 37.5 % manifiesta que la basura contribuye a su contaminación; el 12.5 % dice que las aguas negras no son tratadas de forma correcta, pues desembocan directamente a la laguna en un 41.7 %.

Un 20.11 % especifica que utiliza el agua de la laguna para actividades diarias en el hogar (tales como lavado de ropa, utensilios, aseo de letrinas, espacios en el hogar y aseo personal); un 16.7 % la usa para la recreación. El 96 % obtiene el agua para el consumo de un pozo artesanal, el 4 % compra el agua en un pozo institucional.

El 33.3 % son personas que se dedican a la pesca en la misma laguna y recurrentemente sufren problemas dermatológicos. El 12.5 % presentan comezón constante en sus órganos genitales, un 25 % expresó haber sufrido parasitismo, diarrea, náuseas, vómito, entre otras sintomatologías. El 12.5 % de la muestra menciona que solamente padecen de irritación ocular, y un 8.3 % padece de infecciones urinarias. Lara Figueroa y García Salazarb (2020), también documentan el efecto del consumo de agua contaminada en la salud, entre las que se encuentran las enfermedades de la piel y las gastrointestinales.

El 54.2 % utiliza agroquímicos en su trabajo diario; el 75 % ha experimentado periodos de sequía y mala cosecha en los terrenos circundantes a la laguna; un 25 % menciona que periódicamente se da la pérdida de biodiversidad (fauna y flora endémica); un 8.3 % reconoce la pérdida de la fertilidad de los suelos circundantes, que en consecuencia provocan malas cosechas. El 70.8 % plantea que las aguas grises y negras van dirigidas hacia la laguna de forma directa, mientras que

un 29.2 % explica que tienen depósitos de tratamiento, que ellos mismos han construido en sus hogares.

Sobre este particular, algunos investigadores como Madrigal (2011) y Quiñones (2019) explican sobre los diversos riesgos de desastres naturales que tienen las comunidades lugareñas, y menciona la evaluación de las amenazas y vulnerabilidades a las que los pobladores se ven expuestos, además de un análisis exhaustivo de los diferentes riesgos que hay en la zona.

A la vez, se requiere la implementación de medidas preventivas, buscando mejoras en la situación problemática existente, pues tal y como manifiestan Ríos-Tobón *et al.* (2017), “la falta de garantías en la seguridad del recurso hídrico hace que la comunidad quede expuesta al riesgo de brotes de enfermedades relacionadas con el agua” (p. 238).

Conclusiones

Los factores que generan la contaminación hídrica en la laguna Olomega son generados por la acumulación de residuos y desechos de aguas grises y negras. El análisis químico del agua demostró la presencia de aluminio, cloro residual, hierro, manganeso, coliformes totales, fecales y *E. coli*. Sus índices más altos están a la orilla de la laguna.

El diagnóstico del suelo en la laguna Olomega muestra el mal manejo de los fertilizantes por parte de los agricultores, y la inexistencia de un plan de protección del ecosistema acuático y terrestre, lo cual hace vulnerable la salud de los habitantes y turistas.

Referencias bibliográficas

- El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Fases y metodología para la realización de zonificación*. MARN, Editor, & F. A. Lopez Larreynaga, Productor. <https://bit.ly/3E4995a>
- El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019). *Plan de manejo del humedal sitio RAMSAR Laguna de Olomega*. Unidad de Comunicaciones del MARN.

- El Salvador. Ministerio de Salud. (4 de junio de 2021). *Portal de transparencia*.
<https://bit.ly/3Rj9Avr>
- González, S. (2022). *Revista de Salud Ambiental*.
<file:///C:/Users/INVSM03/Downloads/rsa.22.esp.2022.77-78.pdf>
- Hernandez-Sampieri, R., Fernandez-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (Sexta Edición. ed.). McGRAW-HILL.
- Proyecto CEPAL. (2022). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar*. <https://bit.ly/3LUfv99>
- Quiñones, J. C. (2019). Calidad del agua en las Américas: El Salvador. En, *Calidad del agua en las Américas. Riesgos y oportunidades*. Red Interamericana de Academias de Ciencias.
<https://bit.ly/3ChY27C>
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 2017; 35(2): 236-247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Rojas Ruiz, N. E., Muñoz Zurita, G., Sosa Jiménez, A., & Baqueiro Peña, I. (2016). Determinación de la calidad microbiológica del agua de la Laguna de Chapulco, Puebla. *Investigación y Ciencia*, 24(68), 29-35.
<https://www.redalyc.org/journal/674/67448742004/html/#:~:text=La%20contaminaci%C3%B3n%20del%20agua%20con,et%20al.%2C%202009>
- Lara Figueroa, H. N., & García Salazarb, E. M. (2020). Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital. *Entreciencias: diálogos soc. conoc.*, 7(21), 91-106. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.69636>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Cómo citar este artículo

Bermúdez de Díaz, F. E., & Canales, V. C. (2022). Contaminación hídrica de la laguna de Olomega. *Revista Salud y Desarrollo*, 6(1), 89-101. <https://doi.org/10.55717/SNHX5426>

Licencia de uso



Los derechos patrimoniales de esta obra pertenecen a sus autores. Su uso se rige por una licencia Creative Commons BY-NC-ND 4.0 Internacional, la cual permite descargar, compartir, distribuir, traducir y citar este artículo, siempre que no se haga para un uso comercial y se reconozcan tanto la autoría como la fuente primaria de su publicación.

Principio de originalidad



El artículo que se presenta es inédito, avalado por el reporte de originalidad obtenido mediante el software profesional iThenticate de Turnitin, que evidencia un índice de similitud inferior al 15%.