



Calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas para el consumo humano

Quality of stored rainwater from roofs of dwellings for human consumption

José Aníbal Calvopiña-Beltrán
ja.calvopinab@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0007-2097-2359>

Sayonara Mishell Guerra-Punina
amb2015273@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0005-2127-0792>

Nina Pacari Grefa-Alvarado
amb2016068@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza, Ecuador
<https://orcid.org/0009-0009-0793-4133>

RESUMEN

El objetivo de este estudio es determinar la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP) para el consumo humano. Se tomaron tres muestras de diferentes viviendas que presentan diferentes tipos de techos (zinc de 2 años, zinc de 10 años y teja de 5 años), los resultados que se obtuvieron se compararon con los parámetros establecidos en la normativa vigente para el consumo humano. Los análisis efectuados demostraron que la composición fisicoquímica y microbiológica del agua lluvia requiere de un tratamiento de potabilización, para estabilizar los valores que sobrepasan los rangos permisibles, entre ellos tenemos el pH de las muestras presentó valores bajos con un promedio de 5.37 lo que determinó que el agua es ácida, como también los altos niveles de coliformes fecales con un promedio de 1.8 nmp/100ml.

Descriptor: calidad del agua; análisis del agua; muestreo de aguas. (Fuente: Tesoro UNESCO).

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the quality of rainwater stored on the roofs of the houses of the Association of Autonomous Women of Pastaza (AMAP) for human consumption. Three samples were taken from different houses with different types of roofs (2 year old zinc, 10 year old zinc and 5 year old tile). The results obtained were compared with the parameters established in the current regulations for human consumption. The analyses carried out showed that the physicochemical and microbiological composition of the rainwater requires potabilisation treatment to stabilise the values that exceed the permissible ranges, including the pH of the samples, which showed low values with an average of 5.37, which determined that the water is acidic, as well as the high levels of faecal coliforms with an average of 1.8 nmp/100ml.

Descriptors: water quality; water analysis; water sampling. (Source: UNESCO Thesaurus).

Recibido: 19/02/2024. Revisado: 22/02/2024. Aprobado: 28/02/2024. Publicado: 14/03/2024.

Sección artículos de investigación



INTRODUCCIÓN

En Ecuador, el suministro de agua potable es un aspecto de vital importancia para el bienestar de sus habitantes. Los Gobiernos Autónomos tienen la responsabilidad de dotar a las poblaciones con agua de calidad, contribuyendo así al buen vivir de sus ciudadanos (Lucas-Vidal & Carreño-Mendoza, 2018). Sin embargo, en comunidades urbanas, el acceso al agua potable se enfrenta a una serie de desafíos complejos, que incluyen factores económicos, negligencia gubernamental y parámetros ecológicos como sequías y contaminación. Esta interacción entre múltiples factores limita la disponibilidad de agua de calidad, lo que, a su vez, impacta directamente en la salud y el bienestar de la población. Resolver esta problemática exige enfoques integrales que involucren a la comunidad, las autoridades y a expertos en la materia.

Investigaciones recientes, realizadas por (Hernández-Avilés & Chaparro, 2020), resaltan la importancia de abordar estos desafíos desde perspectivas multidisciplinarias para mejorar el acceso al agua potable en comunidades urbanas y periféricas. La creciente contaminación de los recursos hídricos a nivel global nos obliga a explorar nuevas formas de aprovechar el agua, dentro de estas alternativas esta la utilización del agua de lluvia. En particular, en la provincia de Pastaza, donde las precipitaciones son abundantes.

EL agua lluvia se ha convertido en una fuente prometedora para el uso doméstico, como es el caso de las familias de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP), ubicada en el barrio La Unión, sector El Paico, parroquia de Puyo. Las intensas precipitaciones en esta área, según el sitio Weatherspark, con un promedio de aproximadamente 138.52 milímetros de precipitación mensual, esta fuente de agua se presenta como una valiosa y sostenible alternativa para compensar las necesidades cotidianas de la población, contribuyendo así a la gestión responsable de los recursos hídricos en la región. El interés por preservar y garantizar los recursos hídricos ha fomentado la consideración del agua lluvia como una opción viable para el consumo diario, dada su fácil accesibilidad y bajo costo. La implementación de sistemas de recolección y almacenamiento de agua de lluvia se presenta como una estrategia prometedora para la sostenibilidad hídrica y la gestión responsable de recursos en la región.

Dado el papel fundamental del agua como recurso esencial para la vida y el consumo humano, es importante que cumpla con rigurosos estándares de calidad, tal como se establece en la legislación ecuatoriana. El cumplimiento de estos parámetros es esencial para salvaguardar la salud de los consumidores, evitando cualquier riesgo potencial asociado con el consumo de agua que no cumpla con los estándares definidos en la normativa. Este artículo se enmarca en un contexto global en el que el agua se ha convertido en un recurso cada vez más escaso y valioso debido a la contaminación por parte de las actividades antropogénicas. Para abordar este desafío, es esencial implementar capacitaciones sobre la importancia de consumir agua de buena calidad con la finalidad de prevenir riesgos a la salud.

Por tanto, el objetivo de este estudio es determinar la calidad de agua lluvia almacenada de los techos de las viviendas de la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP) para el consumo humano.

MÉTODO

Localización

El lugar seleccionado para llevar a cabo el muestreo se encuentra situado en la avenida Brasília, en el sector el Paico en la Asociación AMAP, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza - Ecuador. La altitud de la ciudad de Puyo es de 925 metros sobre el nivel del mar, la zona se caracteriza por presentar un clima tropical monzónico, con presencia de precipitaciones constantes a lo largo del año, lo cual no tiene una estación seca claramente definida. Las temperaturas en la región oscilan entre los 15°C y los 32°C, con una temperatura media anual de alrededor de 20°C.

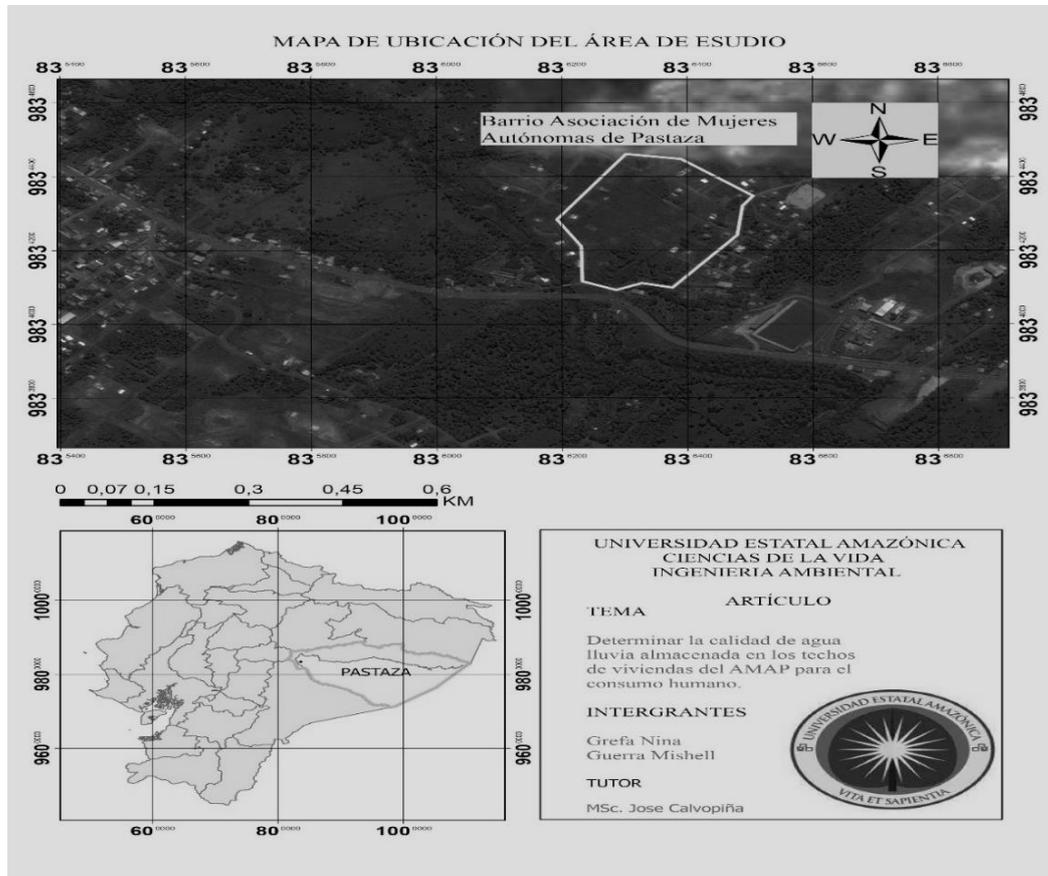


Figura 1. Área de estudio para la recolección de agua lluvia.

Fuente: Autores.

Tipo y diseño de investigación

Se llevó a cabo una formulación de diseño investigativo que combina enfoques descriptivos y experimentales en el ámbito de la determinación de la calidad del agua pluvial almacenada de los techos de viviendas de la AMAP, con el propósito de evaluar su aptitud para el consumo humano. Para lograr una concepción rigurosa y sistemática de la investigación, se establecieron objetivos bien definidos y aspectos verificables. En este sentido, se procedió a recopilar datos mediante la implementación de una combinación selecta de métodos y técnicas de indagación.

Dentro del enfoque experimental adoptado en el estudio, se ejerció manipulación sobre una o más variables de estudio. Esta manipulación permitió el control de aumento o disminución de dichas variables y, a su vez, posibilitó la observación y evaluación de sus efectos en los comportamientos identificados y registrados.

En esta investigación con el objetivo de determinar la calidad del agua pluvial almacenada, se aplicó el enfoque cuantitativo, que resultó fundamental para lograr una evaluación precisa y medible. El enfoque cuantitativo permite abordar los parámetros químicos, físicos y biológicos del agua de manera numérica y estadística, proporcionando resultados reales y verificables.

Mediante la recolección y análisis de datos numéricos, se mide cuantitativamente cada característica del agua, lo que facilita la obtención de valores concretos para su evaluación. Este enfoque también permite establecer correlaciones entre diferentes parámetros, lo que contribuye a comprender cómo influyen en la calidad del agua y su adecuación para el



consumo humano. Además, la naturaleza cuantitativa de los datos posibilita la aplicación de análisis estadísticos rigurosos, mejorando la objetividad y validez de los resultados.

En este artículo, se emplearon experimentos "puros" como enfoque de investigación para abordar el objetivo de determinar la calidad del agua pluvial almacenada de los techos de las viviendas en el área del AMAP, con el propósito de evaluar su aptitud para el consumo humano. A continuación, se proporciona una descripción detallada de la metodología, el método y las técnicas utilizadas en el estudio, respondiendo a la sugerencia de especificar de manera concreta la metodología empleada:

La metodología empleada se basó en la realización de experimentos "puros". Esto implicó la manipulación controlada de variables independientes relacionadas con la calidad del agua pluvial recolectada en los techos de viviendas. La elección de esta metodología se justificó por su capacidad para cumplir con tres factores fundamentales (físico, químico y biológico) que garantizan la solidez de los resultados:

El método consistió en la recopilación sistemática de datos cuantitativos y cualitativos mediante la implementación de técnicas específicas. Se llevaron a cabo muestreos regulares de agua pluvial de diferentes fuentes de recolección en el área del AMAP. Estos muestreos se realizaron siguiendo un protocolo estandarizado para garantizar la consistencia en la recopilación de muestras. Además, se realizaron análisis químicos, físicos y biológicos detallados de estas muestras, utilizando equipos y procedimientos de laboratorio reconocidos internacionalmente.

Las técnicas utilizadas incluyeron la medición de parámetros químicos mediante espectrofotometría, análisis de la turbidez y pH, así como el uso de técnicas de biología molecular para detectar la presencia de microorganismos patógenos en el agua pluvial. Se aplicaron análisis estadísticos para evaluar las relaciones entre las variables independientes y los parámetros de calidad del agua.

Esta metodología, método y técnicas se seleccionaron cuidadosamente para asegurar la robustez y confiabilidad de los resultados obtenidos en la evaluación de la calidad del agua pluvial almacenada en el área del AMAP con miras a su consumo humano. De esta manera, se ha respondido a la sugerencia de proporcionar una descripción más concreta de la metodología empleada en el estudio.

RESULTADOS

En función de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras de agua lluvia, se evidencian variaciones notables en los parámetros medidos en las distintas muestras de las diferentes viviendas (M1 zinc de 10 años, M2 zinc de 2 años, M3 teja 5 años). Estas diferencias podrían indicar la influencia de diversas fuentes y procesos en la calidad del agua lluvia recolectada, y su posible adecuación para el consumo humano.

Se destaca que la variabilidad en parámetros críticos como el pH, la conductividad, los sólidos suspendidos y disueltos, así como el oxígeno disuelto, tiene implicaciones directas en la idoneidad del agua lluvia para el consumo humano. Si bien, los valores dentro de ciertos rangos podrían sugerir condiciones potenciales para uso doméstico, es esencial considerar la variabilidad y las tendencias observadas.

Calidad del agua lluvia recolecta

Según Molina et al. (2018) "en el Ecuador, si bien el 70% de la población cuenta con agua segura, un 30% aún no lo tiene y se expone a consumir agua con contaminación fecal", por ende el sitio de estudio en la actualidad se encuentra recién con la planificación de implementar agua entuba, sin embargo, no puede ser considerada aún como potable el agua que va a ser instalada. Por el momento el lugar de estudio realiza la recolección de agua lluvia para su uso diario.



Tabla 2. Cálculos de los parámetros fisicoquímicos en laboratorio

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO							
PARÁMETROS	UNIDAD	M1 Zinc 10 años	M2 Zinc 2 años	M3 Teja	LIMITE MAXIMO PERMITIDO INEN	CRITERIO DE CALIDAD Acuerdo Ministerial n° 097	MÉTODO UTILIZADO
Turbiedad	NTU	1.28	3.81	1.79	5	100	Medidor multiparámetro portátil Modelo: HQ40d de pH, conductividad, oxígeno disuelto (DO), ORP e ISE Marca: Hach
ORP Redox	Mv	183.1	172.13	176.4	284 - 580	-----	
Conductividad	µS/ cm	7.734	12.49	6.256	30 - 510	-----	Conductímetro (electrodo)
pH		5,81	5.64	4.77	6.5 – 8.5	6-9	Thermo Scientific™ STARA2150
Temperatura	°C	21.2	22.05	21.2	----	-----	Thermo Scientific™ STARA2150
OD	mg/L	7.26	4.99	7.90	6	-----	
	%	97	92.6	101.56	<80	-----	BODTrak II Marca: Hach
DBO	mg/L	1.8	1.8	2.4	<2	-----	
Sólidos suspendidos	mg/L	4	3,5	2	----	-----	2540 D Standard Methods 22 ND Ed.
Sólidos disueltos	mg/L	10,3	5,75	11	----	-----	2540 C Standard Methods 22 ND Ed.
Sólidos totales	mg/L	14	9,75	13,6	1000		2540 B Standard Methods 22 ND Ed.

Fuente: Autores.

En los resultados obtenidos de los promedios que se realizó en la tabla 2, en turbiedad donde el límite permisible de acuerdo con la normativa INEN y el acuerdo ministerial 097 A, se encuentra dentro de los parámetros permisibles, en REDOX según la normativa INEN 1108, 2020 (Torres-Silva et al. 2020), en el resultado obtenido se encuentra bajo de los límites permisibles, donde estaría actuando con un agente reductor en las muestras. El siguiente resultado de conductividad según la normativa INEN se encuentra bajo 30 µS/ cm de los límites permisibles. En el potencial de hidrogeno pH están por debajo de los límites permisibles según la Normativa INEN1108 de 6,5 a 8,5. Oxígeno disuelto supera el límite permisible en las Normativa INEN sobrepasando el 80%, donde la M3 tiene la mayor concentración de OD con el 101. 56 %, dicho porcentaje termina un agua de menor calidad.

El parámetro DBO dado la Normativa INEN, está dentro de los límites permisibles, ya que se encuentra <2. El parámetro de sólidos totales según la Normativa INEN puedes estar hasta 100



mg/l, lo cual, este parámetro se encuentra dentro de los límites permisibles. Para contribuir con la mejora de la calidad de agua que utilizan a diario se podría ayudar con una capacitación en la aplicación de diferentes métodos de purificación y equipos que se podría utilizar en la purificación del agua, para esto se sugiere el más usado y que podría funcionar si se lo realiza de manera correcta aplicar el sistema de cloración por goteo (una gota de cloro comercial en litro de agua), cuya concentración es al 5%, para 20 litros aplicar 1ml equivalente a 20 gotas de cloro por litro y para tanques de 200 litros 10 ml de cloro.

Tabla 3. Resultado del análisis de parámetro biológico en el laboratorio de biología de la UEA.

ANÁLISIS DEL PARÁMETRO BIOLÓGICO					
PARÁMETRO	MUESTRA	UNIDAD	RESULTADO	NORMATIVA INEN	ACUERDO MINISTERIAL 097
COLIORMES FECALES	M1	NMP/100ml	1,8	1000	-
	M2	NMP/100ml	0	1000	-
	M3	NMP/100ml	1,3	1000	-
COLIFORMES TOTALES	M1	NMP/100ml	0	200	-
	M2	NMP/100ml	0	200	-
	M3	NMP/100ml	0	200	-

Fuente: Autores

Los resultados obtenidos de las muestras proveniente de agua lluvia sin tratar fueron analizadas y referenciadas con la Normativa INEN, que corresponden a criterios de utilización de aguas de fuentes para consumo doméstico, de esta manera obtener el estado actual del agua. En los parámetros de sólidos totales (SST) y sólidos fecales, del análisis microbiológico se determinó que los resultados obtenidos de las muestras se encuentran dentro de los límites permisibles para el consumo del diario vivir de los habitantes de la AMAP (Benítez-Payares et al. 2016; Gonzales-Saenz et al. 2023).

Almacenamiento del agua lluvia en las viviendas

Para el almacenamiento de la aguas lluvias es importante ver la calidad de techo y el tipo de cubierta que posee cada una de las viviendas, como también el mantenimiento y limpieza de los tanques reservorios. Para el agua que es recolectada de los techos de zinc se recomiendan un tratamiento de filtración y defeción, los techos de metal tienden a tener concentraciones más bajas de coliformes fecales, en comparación con otros materiales para techos (Agatón et al. 2016).

Análisis comparativo entre el agua lluvia cruda y la Norma INEN 1108 - 2020.

Para realizar el análisis comparativo se tomó en cuenta tres parámetros de aceptación para agua de consumo humano, los cuales fueron fundamentales para encaminar que el agua estudiada se encuentre dentro de los parámetros regidos por la norma INEN tales como: turbidez, pH y coliformes fecales (Carrasquero-Ferrer et al. 2016; Morales et al. 2019).

El valor obtenido de turbidez de 3,81 UNT, se encuentra dentro de los límites permisibles de tolerancia presentados por la Norma INEN, que es de 5 UNT, al valor obtenido aplicando un tratamiento se podría reducir y obtener agua de mejor calidad; pH tiene un rango 6 – 9 U pH en la normativa INEN y se obtuvo un resultado 5,81 U pH, valor que nos indica que necesariamente se debe realizar una estabilización del potencial de hidrógeno, basándonos en los datos de permisibilidad de la norma, sugiriendo el uso dosificado de hidróxido de sodio antes de uso diario; los resultados de coliformes fecales se obtuvo un valor de 1.8 nmp/100mL, resultados que sobrepasan los límites permisibles sugeridos por la Norma INEN, por lo que se



debe realizar un tratamiento de purificación mediante dosificación de cloro (hipoclorito de calcio) para uso diario (Guillemes-Peira, 2015; Sarmiento, 2003; Valdés-López et al. 2019).

Estos resultados preliminares demuestran la necesidad de realizar un análisis más exhaustivo y específico para determinar la calidad del agua lluvia con respecto a los estándares de consumo humano. Las variaciones detectadas en los parámetros sugieren la influencia de factores locales y temporales que deben abordarse con precaución para asegurar la seguridad del suministro de agua para la asociación. Futuras investigaciones y estudios continuados son esenciales para comprender completamente la viabilidad del agua lluvia como fuente potencial de agua potable en el contexto del consumo humano.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo una meticulosa recolección de muestras de agua lluvia almacenada en viviendas dentro de la AMAP. La toma de muestras se realizó de manera aleatoria, con especial énfasis en los días de mayor precipitación. Con la finalidad de establecer una línea base que permita evaluar la calidad del agua de lluvia en esta región.

Los resultados arrojados de los análisis fisicoquímicos y biológicos del agua lluvia sin tratamiento en la AMAP presentaron valores altos y bajos en relación con las normativas vigentes, la Turbidez, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y sólidos totales (SST) presentaron valores que se encuentran bajo los límites permisibles establecidos en la norma IINEN y en el A.M. 097 A, en base a éstos parámetros se puede decir que es un agua aceptable para el consumo, pero de acuerdo a los valores de los coliformes fecales que se encuentran por encima de los valores permisibles determinando como agua no apta para el consumo, misma que requiere de un tratamiento mínimo.

Adicionalmente, es importante destacar que otros parámetros críticos, como REDOX, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto (OD), también se mantuvieron dentro de los límites establecidos. Estos parámetros desempeñan un papel esencial en la evaluación de la calidad general del agua y su idoneidad para diversas aplicaciones, lo que refuerza la confianza en la calidad del agua de lluvia en la AMAP.

Es importante señalar que los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio indican que el agua lluvia no es apta para el consumo humano directo. En otras palabras, su calidad no cumple con los estándares requeridos para el consumo. Por lo tanto, se recomienda que su uso se limite a aplicaciones domésticas en viviendas, como limpieza, riego de plantas y posiblemente, en usos de la pequeña industria no relacionados con el consumo humana. Esta observación resalta la necesidad de concienciar a la comunidad sobre la gestión segura del agua de lluvia y la importancia de implementar sistemas de tratamiento adecuados antes de su consumo.

Este estudio proporciona una visión completa de la calidad del agua lluvia almacenada en viviendas de la AMAP. Debido a que cumple con algunos parámetros de calidad, es de vital importancia subrayar que su consumo directo sin tratamiento no es recomendable desde una perspectiva de salud. Estos hallazgos respaldan la necesidad de educar a la comunidad sobre el manejo adecuado del agua lluvia y la implementación de sistemas de tratamiento mínimo para garantizar su seguridad.

FINANCIAMIENTO

No monetario

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Asociación de Mujeres Autónomas de Pastaza (AMAP).



REFERENCIAS

- Agatón, A. L., Córdoba Ruiz, J. C., & Carreño Sayago, U. F. (2016). Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos [Review of the state of the art in rainwater harvesting in urban areas and airports]. *Tecnura*, 20(50), 141-153.
- Benítez-Payares, Betty Mercedes, Ramírez Barreto, Maryelvi Carolina, Rosales Márquez, María Alexandra, Vílchez Ríos, Dénica Marina, Rangel Matos, Lisbeth Coromoto, Ferrer Villasmil, Kenna Josefina, & Ávila, Ayarí Guadalupe. (2016). Evaluación físico-química y microbiológica del agua potable envasada en bolsas que se venden en la zona céntrica de la ciudad de Maracaibo-Venezuela [Physico-chemical and microbiological evaluation of drinking water packaged in bags sold in the downtown area of the city of Maracaibo-Venezuela]. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 35(4), 107-113.
- Carrasquero-Ferrer, Sedolfo Jose, Muñoz Colina, Cristal Elisa, Tuvíñez Morales, Patricia Carolina, Vargas Torres, Romer David, Vargas Castellano, Carlos Javier, & Marín Leal, Julio Cesar. (2016). Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de piscinas de dos complejos recreacionales del Estado Zulia [Physicochemical and microbiological quality of swimming pool water in two recreational complexes in Zulia State]. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 56(2), 202-210.
- Gonzales-Saenz, Wohler, Acharte Lume, Luz Marina, Poma Palacios, Javier Camilo, Sánchez Araujo, Víctor Guillermo, Quispe Coica, Filimon Alejandro, & Meseguer Pallares, Roc. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú [Physicochemical and microbiological evaluation of water for human consumption in six rural High Andean communities of Huancavelica-Peru]. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1), 23-31. Epub 00 de marzo de 2023. <https://dx.doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Guillemes-Peira, Ángel. (2015). Desarrollo de un sistema para la desinfección de agua de consumo mediante tratamiento electroquímico [Development of a system for the disinfection of drinking water by electrochemical treatment]. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 19(75), 75-81.
- Hernández-Avilés, D. M., & Chaparro, T. (2020). Tratamiento de agua lluvia con fines de consumo humano [Rainwater treatment for human consumption]. *Ciencia E Ingeniería Neogranadina*, 30(2), 97-107. <https://doi.org/10.18359/rcin.4409>
- Lucas-Vidal, L. R., & Carreño-Mendoza, Á. (2018). Calidad de agua de consumo humano en las comunidades balsa en medio, Julián y Severino de la microcuenca Carrizal, Ecuador [Water quality for human consumption in the communities of Balsa en Medio, Julián and Severino in the Carrizal micro-watershed, Ecuador]. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 21(42), 39-46. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v21i42.15785>
- Molina, A., Pozo, M. & Serrano, J. (2018). *Acceso a Agua, Saneamiento e Higiene. Medición de los ODS en Ecuador [Access to Water, Sanitation and Hygiene. Measuring the SDGs in Ecuador]*. Instituto Nacional de Estadística y Censos y UNICEF (INEC-UNICEF). Quito-Ecuador. <https://www.unicef.org/ecuador/informes/agua-saneamiento-e-higiene>
- Morales, Eric, Solano, Melissa, Morales, Ricardo, Reyes, Liliana, Barrantes, Kenia, Achí, Rosario, & Chacón, Luz. (2019). Evaluación de la influencia de la estacionalidad climática en calidad del agua de consumo humano en un sistema de abastecimiento en San José, costa rica, periodo 2017-2018 [Evaluation of the influence of climatic seasonality on drinking water quality in a water supply system in San José, Costa Rica, period 2017-2018]. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 28(1), 48-58.



- Sarmiento, A., Rojas, M., Medina, E., Olivet, C., & Casanova, J.. (2003). Investigación de trihalometanos en agua potable del Estado Carabobo, Venezuela [Investigation of trihalomethanes in drinking water in Carabobo State, Venezuela]. *Gaceta Sanitaria*, 17(2), 137-143.
- Torres-Silva, Stephanie, Tapia-Calvopiña, Ivan, Goetschel-Gomez, Lorena, & Pazmiño-Salazar, Edgar. (2020). Análisis físico - químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito [Physical - chemist analysis and influence of dissolved minerals on the tap water taste from Quito's principals treatment plants]. *Enfoque UTE*, 11(4), 57-70. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n4.533>
- Valdés-López, Alejandro, Castro Perdomo, Nelson A., & Ramírez Alfonso, Yohana. (2019). Propuesta tecnológica para la desinfección de las aguas residuales sanitarias de la termoeléctrica de Cienfuegos [Technological proposal for the disinfection of sanitary wastewater from the Cienfuegos thermoelectric power plant]. *Centro Azúcar*, 46(4), 60-67.

Derechos de autor: 2024 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>