

Artículo científico

Evaluación Físicoquímica de Agua Potable con Enfoque Hospitalario en Pampas - Tayacaja: Impacto en la Seguridad Sanitaria, Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico

Physicochemical Evaluation of Drinking Water with a Hospital-Based Approach in Pampas - Tayacaja: Impact on Sanitary Security, Infrastructure, and Water Resource Management

-  **Susan Karina Montes Bujaico**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Elyane Estefany Belito Huamani**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Betsy Sayumi Núñez Ramos**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Ronald Ortecho Llanos**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Misael Montes Bujaico**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Fredy Quintana Uscamayta**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
-  **Oliver Taype Landeo**
Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

Aceptado: Junio de 2024
Recibido: Marzo de 2024

Enero - Junio
Vol. 3 Núm. 1 – 2024
<https://doi.org/10.56275/fitovida.v3i1.34>

RESUMEN

El agua potable es esencial para la vida, y la salud pública se ve directamente afectada por su calidad, especialmente en entornos hospitalarios, donde un suministro seguro ayuda a prevenir enfermedades. Este estudio evaluó los parámetros físicoquímicos del agua potable en un establecimiento de salud en Pampas-Tayacaja para determinar su cumplimiento con los estándares sanitarios. Mediante un muestreo probabilístico estratificado, se realizó una investigación experimental cuantitativa para analizar el pH, la conductividad eléctrica, la turbidez y el cloro residual. Durante un período de doce meses, se seleccionaron cinco nodos cruciales del sistema de distribución, incluyendo puntos críticos de suministro y zonas con mayor demanda. Los resultados indicaron que la turbidez superaba los límites aceptables, mientras que el pH y la conductividad eléctrica se mantuvieron dentro de los rangos permitidos. Esto sugiere la presencia de partículas en suspensión que podrían promover el crecimiento microbiano o interferir con la desinfección. Además, las variaciones en la calidad del agua podrían afectar la infraestructura del sistema de distribución, aumentando el riesgo de obstrucciones y corrosión en las tuberías. Se concluye que el agua potable del establecimiento de salud no cumple completamente con los estándares de calidad, lo que hace necesario fortalecer su monitoreo e implementar medidas correctivas, como filtros adicionales y optimización de la desinfección. Estas acciones garantizarán un suministro seguro, reducirán riesgos sanitarios y protegerán la infraestructura del sistema de abastecimiento.

Palabras clave: Calidad del agua, entorno hospitalario, parámetros físicoquímicos, seguridad sanitaria.

ABSTRACT

Drinking water is essential for life, and public health is directly affected by its quality, especially in hospital environments, where a safe supply helps prevent diseases. This study evaluated the physicochemical parameters of drinking water in a healthcare facility in Pampas-Tayacaja to determine its compliance with sanitary standards. Through a stratified probabilistic sampling, a quantitative experimental study was conducted to analyze pH, electrical conductivity, turbidity, and residual chlorine. Over a twelve-month period, five critical nodes of the distribution system were selected, including key supply points and high-demand areas. The results indicated that turbidity exceeded acceptable limits, while pH and electrical conductivity remained within the permitted ranges. This suggests the presence of suspended particles that could promote microbial growth or interfere with disinfection. Additionally, variations in water quality could impact the distribution system infrastructure, increasing the risk of obstructions and pipe corrosion. It is concluded that the drinking water in the healthcare facility does not fully comply with quality standards, making it essential to strengthen its monitoring and implement corrective measures, such as additional filtration and disinfection optimization. These actions will ensure a safe supply, reduce health risks, and protect the infrastructure of the supply system.

Keywords: Water quality, hospital environment, physicochemical parameters, sanitary safety.

INTRODUCCIÓN

El agua potable es un recurso esencial para la vida humana, y su calidad influye directamente en la salud pública (Romero, 2024). El análisis fisicoquímico del agua es crucial para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad, especialmente en establecimientos de salud, donde la protección de los pacientes y el personal es una prioridad (Elías et al., 2020 & Cusihamán, 2023). Para asegurar su potabilidad, normativas nacionales e internacionales regulan los parámetros fisicoquímicos del agua utilizada en el consumo y en los procesos hospitalarios (Rivera, 2020).

Un suministro libre de contaminantes previene enfermedades y optimiza la atención sanitaria (Dueñas & Hinojosa, 2021). En el ámbito nacional, entidades como DIGESA, DIRESA, SUNASS, OEFA y MINAM regulan los parámetros fisicoquímicos del agua, estableciendo límites y directrices para proteger la salud pública y garantizar su calidad (Gómez et al., 2020).

La turbidez refleja la presencia de partículas que pueden transportar patógenos, representando un riesgo para pacientes y personal (Ramos, 2024). Un pH fuera del rango recomendado (6.5-8.5) puede afectar la salud y causar corrosión en la infraestructura hospitalaria (Estupiñán, 2020). Una alta conductividad indica un exceso de sales y minerales, alterando el sabor del agua y potencialmente afectando la salud (Torres et al., 2020). Estos parámetros son esenciales para garantizar la calidad del agua y prevenir enfermedades en el hospital (Salas et al., 2021).

La acumulación excesiva de sólidos suspendidos compromete la calidad del agua al disminuir su transparencia y afectar su potabilidad. Además, puede provocar la obstrucción de tuberías y dificultar los procesos de desinfección, lo que aumenta el riesgo de contaminación microbológica y, en consecuencia, la generación de enfermedades de origen hídrico. (Amézqueta, 2014).

En este contexto, los establecimientos de salud en la provincia de Pampas Tayacaja enfrentan la necesidad urgente de evaluar la calidad del agua que consumen, dado

que cualquier irregularidad en su composición puede representar riesgos para la salud. Por ello, este estudio tiene como objetivo evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua potable en un establecimiento de salud para verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en las normativas sanitarias. Con base en los resultados, se propondrán medidas correctivas y mejoras que garanticen un suministro de agua seguro para el personal y los pacientes. Además, el análisis fisicoquímico proporcionará información clave para tomar decisiones y garantizar condiciones óptimas en entornos hospitalarios.

METODOLOGÍA

2.1 Ubicación del estudio

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento de salud de la provincia de Pampas Tayacaja, con ubicación geográfica a 12°24'07" S y 74°52'01" O con una altitud de 3.277 m.s.n.m. situado en el distrito de Pampas, provincia de Tayacaja, en el departamento de Huancavelica, Perú. Esta región es predominantemente rural, con un clima semiárido.

El establecimiento de salud, como parte de la infraestructura sanitaria local, depende de un sistema de abastecimiento de agua potable proveniente de una red de fuentes naturales cercanas, que incluye manantiales y pozos subterráneos.

El sistema de distribución de agua del establecimiento de salud incluye tanques de almacenamiento y una red interna de tuberías que suministran agua a diferentes áreas, como quirófanos, salas de emergencia y áreas comunes.

Se tomaron las muestras de cinco puntos de muestreo ubicados dentro del establecimiento de salud en Pampas respetando el "Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano" aprobada con la Resolución Directoral N° 160-2015-DIGESA.

Figura 1.

Puntos de Muestreo



Fuente: Elaboración propia - Google Earth

2.2 Diseño del estudio

La investigación utilizó un diseño de tipo descriptivo y cuantitativo, enfocado en la recolección y análisis de datos sobre la calidad del agua con el objetivo de analizar los parámetros fisicoquímicos del agua potable de un establecimiento de salud en Pampas Tayacaja.

2.3 Muestreo

Se aplicó un muestreo probabilístico al azar, seleccionando cinco puntos dentro del sistema de abastecimiento de agua del establecimiento de salud, ubicados en la siguiente tabla:

Tabla 1

Ubicación de los puntos de muestreo

Nº	Punto de muestreo	Coordenadas	Referencia geográfica
1	Cisterna P-1	12°24'07"S 74°51'59"W	Ubicado a 500 metros de la entrada principal.
2	Nutrición cocina P-2	12°24'09"S 74°51'59"W	Ubicado a 100 metros de la cisterna.
3	Centro quirúrgico P-3	12°24'08"S 74°51'59"W	Ubicado a 300 metros del segundo punto de muestreo.
4	Recién nacidos P-4	12°24'05"S 74°51'59"W	Ubicado a 20 metros de la del tercer punto de muestreo.
5	Emergencia general P-5	12°24'06"S 74°51'59"W	Ubicado a 50 metros de la entrada de emergencia.

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones y el análisis de la calidad del agua se llevaron a cabo con una frecuencia mensual durante el año 2024, para capturar variaciones estacionales y operacionales.

2.4 Parámetros analizados

La medición del pH, turbidez y conductividad eléctrica se realizó con un multiparámetro de marca HANNA modelo HI9829, mientras que la medición de la concentración del cloro residual se realizó con kit colorimétrico marca HACH modelo CN66F, previamente calibrados.

Tabla 2

Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua de Consumo Humano en el Perú

Parámetro	ECA	Unidad
PH	6,8 – 8,5	-
turbidez	5	NTU
Conductividad eléctrica	1 500	µS/cm
Cloro residual	1.5	mg/L

Nota. Fuente: D.S. N° 031-2010-SA.

RESULTADOS

Se presentan los resultados del análisis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos evaluados.

Tabla 3

Resultados y promedios de la medición del pH.

Mes	Puntos Evaluados				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Enero	7.0	6.9	7.0	7.0	7.2
Febrero	6.8	6.9	7.0	7.5	6.9
Marzo	7.4	7.9	7.8	7.4	7.1
Abril	6.3	6.8	6.5	7.3	6.5
Mayo	6.7	7.1	7.6	7.4	7.1
Junio	7.1	7.5	7.1	6.9	7.9
Julio	6.9	6.9	7.0	7.0	7.2
Agosto	6.8	6.9	7.0	7.5	6.9
Setiembre	7.4	7.9	7.8	7.4	7.1
Octubre	6.3	6.8	6.5	7.3	6.5
Noviembre	6.7	7.1	7.6	7.4	7.1
Diciembre	7.1	7.5	7.1	6.9	7.9
PROMEDIO	6.88	7.18	7.17	7.25	7.12

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4

Resultados y promedios de la medición de la Turbidez

Mes	Puntos Evaluados (NTU)				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Enero	8.78	9.99	9.99	8.78	9.75
Febrero	9.99	8.78	9.99	9.99	9.75
Marzo	9.99	9.99	9.58	8.78	9.75
Abril	8.96	9.99	8.78	9.99	9.75
Mayo	8.78	9.99	9.99	9.99	9.75
Junio	9.99	9.99	9.99	9.99	9.75
Julio	8.78	9.99	9.99	8.75	9.75
Agosto	9.99	8.78	9.99	9.99	9.75
Setiembre	8.96	9.99	8.78	9.99	9.75
Octubre	8.78	9.99	9.99	9.99	9.75
Noviembre	9.99	9.99	9.99	9.99	9.75
Diciembre	8.78	9.99	9.99	8.75	8.75
PROMEDIO	9.31	9.79	9.75	9.58	9.67

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Resultados y promedios de la Conductividad Eléctrica

Mes	Puntos Evaluados (µS/cm)				
	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
Enero	672.54	642.51	642.51	642.51	642.51
Febrero	642.51	672.54	662.33	662.33	678.74
Marzo	662.33	672.54	672.54	678.74	662.33
Abril	678.74	672.54	662.33	642.51	678.74
Mayo	662.33	672.54	678.74	678.74	662.33
Junio	678.74	672.54	642.51	662.33	662.33
Julio	672.54	642.51	642.51	642.51	642.51
Agosto	642.51	672.54	662.33	662.33	678.74
Setiembre	662.33	672.54	672.54	678.74	662.33
Octubre	678.74	672.54	662.33	642.51	678.74
Noviembre	662.33	672.54	678.74	678.74	662.33
Diciembre	678.74	672.54	642.51	662.33	662.33
PROMEDIO	666.2	667.54	660.16	661.19	664.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.

Resultados del promedio del análisis de la concentración de los parámetros fisicoquímicos

Parámetro	PROMEDIO				
	P -1	P -2	P -3	P -4	P -5
pH	6.88	7.18	7.17	7.25	7.12
Turbidez (NTU)	9.31	9.79	9.75	9.58	9.67
Conductividad eléctrica (µS/cm)	666.2	667.54	660.16	661.19	664.5
Cloro residual (mg/L)	1.05	1.03	1.02	1.01	1.04

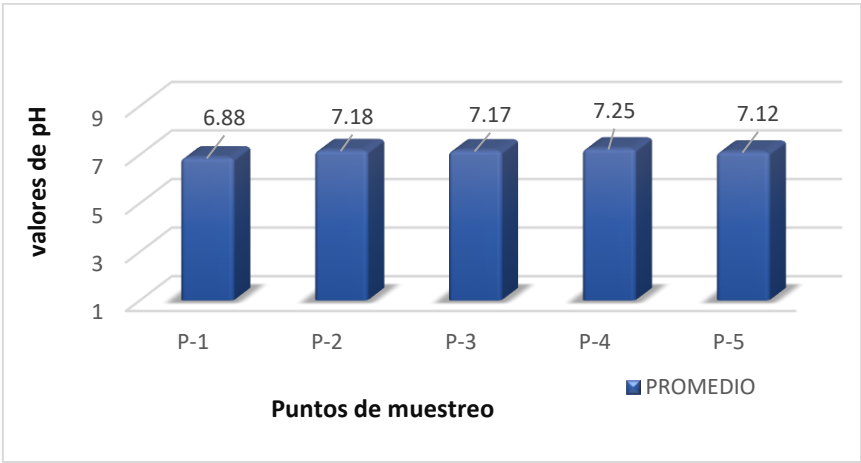
Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Se evaluó los parámetros fisicoquímicos del agua en el establecimiento de salud de Pampas a lo largo del año 2024, considerando el pH, turbidez, conductividad eléctrica y cloro residual. A continuación, se analizan los resultados obtenidos en función de los Estándares de Calidad de Agua Potable en el Perú según el D.S. N° 031-2010-SA.

Gráfico 1.

Valores promedio de pH en los puntos de Muestreo.

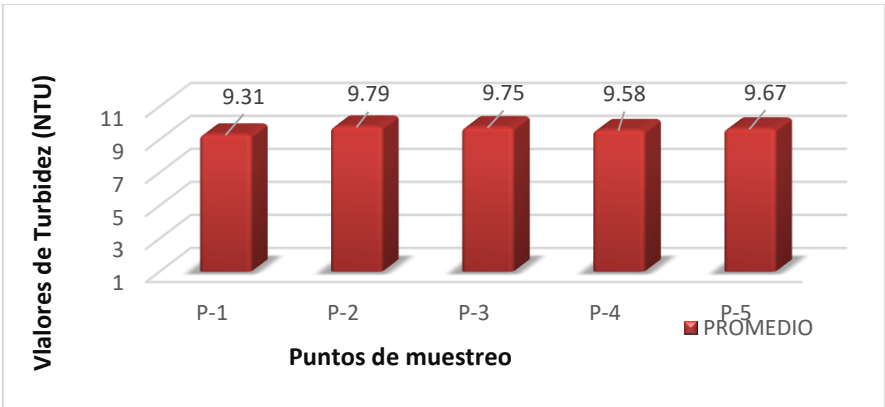


Fuente: Elaboración propia

El pH promedio en los cinco puntos de muestreo varió entre 6.88 y 7.25, manteniéndose dentro del rango permitido (6.5-8.5) según el Estándar de Calidad de Agua Potable. Sin embargo, en abril y octubre, los valores en P-1 y P-3 estuvieron cerca del límite inferior, posiblemente debido a variaciones en las fuentes de abastecimiento o procesos de tratamiento del agua

Gráfico 2.

Valores promedio de Turbidez en los puntos de Muestreo

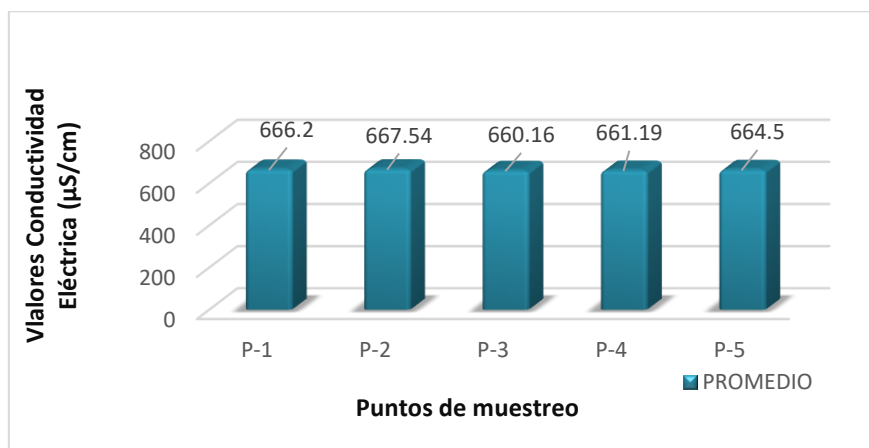


Fuente: Elaboración propia

La turbidez promedio de los cinco puntos osciló entre 9.31 y 9.79 NTU, superando el límite de 5 NTU establecido por la normativa. Esto sugiere la presencia de partículas en suspensión, lo que podría afectar la desinfección y aumentar el riesgo de contaminación. Se recomienda evaluar el tratamiento del agua e implementar mejoras en filtración y mantenimiento de los tanques de almacenamiento.

Gráfico 3.

Valores promedio de la Conductividad Eléctrica en los puntos de Muestreo

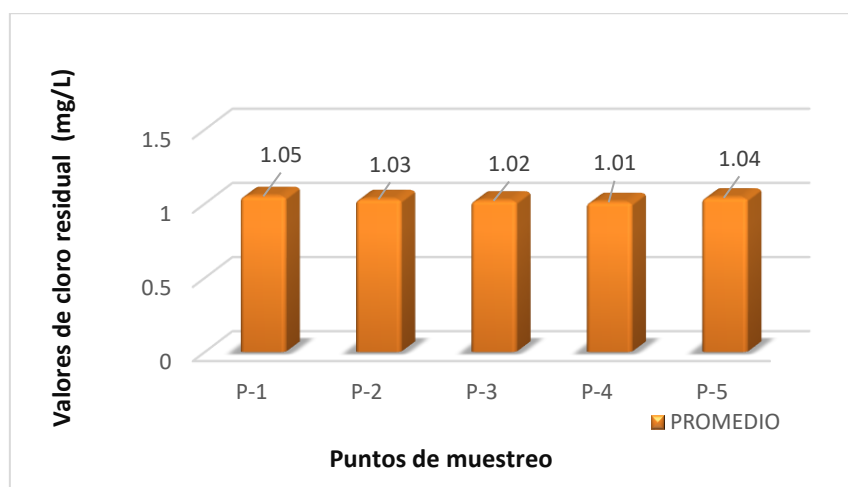


Fuente: Elaboración propia

La conductividad eléctrica promedio varió entre 660.16 y 667.54 µS/cm, manteniéndose dentro del límite de 1500 µS/cm establecido por la normativa. Esto indica una concentración adecuada de sales disueltas y ausencia de contaminantes inorgánicos significativos. No obstante, se recomienda un monitoreo continuo para detectar posibles variaciones en la calidad del agua.

Gráfico 4.

Valores promedio del cloro residual en los puntos de Muestreo.



Fuente: Elaboración propia

El cloro residual varió entre 1.01 y 1.05 mg/L, dentro del rango permitido (0.5-1.5 mg/L), indicando una desinfección adecuada. Se recomienda un monitoreo constante para evitar niveles bajos, que comprometan la calidad microbiológica, o excesos que afecten sus características organolépticas.

CONCLUSIONES

El análisis de los resultados indica que, si bien la mayoría de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el establecimiento de salud en Pampas-Tayacaja cumplen con los Estándares de Calidad del Agua Potable en el Perú, la turbidez presenta valores elevados que podrían comprometer la calidad del agua y afectar su seguridad sanitaria. La presencia de partículas en suspensión no solo

incrementa el riesgo de contaminación microbiana, sino que también puede impactar la infraestructura del sistema de distribución, generando obstrucciones y deterioro en las tuberías.

Estos resultados evidencian la necesidad de un monitoreo continuo y la implementación de medidas correctivas, como mejoras en los sistemas de filtración y optimización de la desinfección. Asimismo, es fundamental fortalecer la

gestión del recurso hídrico en el establecimiento de salud, en coordinación con las autoridades sanitarias, para garantizar un abastecimiento seguro y minimizar los riesgos sanitarios. Además, se recomienda evaluar la infraestructura hidráulica del sistema de distribución con el fin de implementar estrategias que mejoren su eficiencia y prolonguen su vida útil, asegurando así una provisión de agua de calidad en el entorno hospitalario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézqueta, C., Pérez, A., & Torres, P. (2014). Evaluación del riesgo en sistemas de distribución de agua potable en el marco de un plan de seguridad del agua. *Revista EIA: Escuela de Ingeniería Antioquia*, (21). <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.21.159>
- Cusihuamán, A., Díaz, N., & Tovar, M. (2023). *Gestión de la calidad del agua de consumo humano del distrito de Chiguata y su impacto en la salud de la población durante el año 2023*. FitoVida, 2(2). <https://doi.org/10.56275/fitovida.v2i2.31>
- Chávez, E., Huamaní, L., Yauri, Y., & Ataucusi, R. (2022). *Determinación de la calidad del agua de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la ciudad de Huancavelica*. *Revista de Investigación Científica Siglo XXI*, 2(2), 16-25. <https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v2i2.191>
- Dueñas, C., & Hinojosa, L. (2021). *La Calidad de Agua Potable y su Influencia en la Salud*. Gnosis Wisdom, 1(3). <https://doi.org/10.54556/gnosiswisdom.v1i3.19>
- Elías, J., Avalos, C., & Medrano, J. (2020). *Calidad bacteriológica del agua para consumo humano y enfermedad diarreica aguda en el Distrito de Rázuri, Provincia de Ascope, La Libertad - Perú*. PURIQ, 2(1). <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.69>
- Estupiñán, S., Ávila, S., Barrera, D., Baquero, R., Díaz, D., & Rodríguez, A. (2020). *Características bacteriológicas, físicas y pH del agua de consumo humano del municipio de Une-Cundinamarca*. Nova, 18(33). <https://doi.org/10.22490/24629448.370>
- Gómez, F., Martínez, L., & Díaz, S. (2020). *Regulación de la calidad del agua potable en el Perú: Rol de las instituciones gubernamentales*. *Boletín de Regulación Ambiental*, 12(4), 98-115.
- Gonzales, W., Acharte, L., Poma, J., Sánchez, V., Quispe, F., & Meseguer, R. (2023). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú*. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 25(1). <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Mariño, B., Cavero, J., & Cajavilca, W. (2025). *Políticas públicas sobre la calidad del agua: una revisión sistemática*. *Revista Invecom Comunicación de la Ciencia*, 5(3). <https://doi.org/10.5281/zenodo.14502130>
- Morales, E., Reyes, L., Barrantes, K., & Chacón, L. (2022). Temporal and spatial assessment of the surface water microbiology quality: A case in a human consumption water supply system in Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56 (1).120-137. <https://doi.org/10.15359/rca.56/1.6>
- Ramos, A. (2024). *Effects of drinking contaminated water on people's quality of life*
- Efeitos do consumo de água contaminada na qualidade de vida das pessoas*. Polo del Conocimiento, 9(1). <https://doi.org/10.23857/pc.v9i1.6396>
- Ramos, Y., & Pinilla, M. (2020). *Calidad de agua de consumo humano en sistemas de abastecimiento rurales en Boyacá, Colombia. Un análisis infraestructural*. *Revista EIA*, 17 (34). <https://doi.org/10.24050/reia.v17i34.1378>
- Rivera, J. (2020). *Normativas nacionales e internacionales para la calidad del agua potable en establecimientos de salud*. *Publicaciones en Salud y Ambiente*, 7(1), 33-50.
- Romero, D. (2024). *Evaluación de la calidad del agua potable de grifo y envasada en la ciudad de Pilar: análisis comparativo de parámetros físicos, químicos y microbiológicos según normativas nacionales*. *Revista Científica Multidisciplinaria Jetypeka*, 4(2). Recuperado de <https://www.revistajetypeka.edu.py/index.php/revisitas/article/view/94>
- Salas, J., Maraver, F., Rodriguez, L., Sáenz, M., Vitoria, I. & Moreno, L. (2021). *Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual*. *Revista ARAN Nutrición Hospitalaria*, 37(5). <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03160>
- Torres, S., Tapia, I., Goetschel, L., & Pazmiño, E. (2020). *Análisis físico-químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito*. *Enfoque UTE*, 11(4), 57-70. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v11n4.533>