

Calidad de agua e impacto en la población del valle de San Lorenzo

Water quality and impact on the population of the San Lorenzo valley

Joel Domínguez^{1,a,*}, José Luis-Sosa^{1,b}, Pedro Palacios^{1,c}, Leonardo Domínguez^{1,d}, Juana Reyes^{1,e}

¹ Facultad de ciencias agrarias y ambientales, Universidad católica Sedes Sapientiae, Ciudad de Chulucanas, Perú.

^a M.Sc., ✉ jfdominguez@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0002-4589-9529>

^b M.Sc., ✉ jsosa@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0000-0001-8149-8063>

^c M.Sc., ✉ ppalacios@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0009-0003-6232-8909>

^d Mg., ✉ ldominguezz@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0009-0007-5525-2079>

^e Lic., ✉ jreyes@ucss.edu.pe,  <https://orcid.org/0009-0007-7666-6967>

* Autor de Correspondencia: Tel. +51 945221102

<http://doi.org/10.25127/riagrop.20253.1094>

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/RIAGROP>

revista.riagrop@untrm.edu.pe

Recepción: 08 de enero 2025

Aprobación: 03 de marzo 2025

Este trabajo tiene licencia de Creative Commons.

Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0

International Public License – CC-BY-NC-SA 4.0



Resumen

El consumo de agua de calidad es importante para la población humana. Por ello se determinó la calidad del agua consumida por la población del valle de San Lorenzo (zona M-Malingas). Se evaluaron parámetros físicos, químicos y microbiológicos descritos en el DS N° 031-2010-SA, sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano. La metodología incluyó la toma de muestras en distintos puntos a lo largo del caudal de abastecimiento, realizándose tres monitoreos de los cuales se obtuvieron diferentes resultados producto de su análisis en un laboratorio certificado. Estos análisis revelaron que los parámetros evaluados no cumplen con la normativa, con valores que superaron los límites establecidos, como los coliformes fecales (58 UFC/mL), coliformes totales (75 UFC/mL), turbiedad (31.20 NTU), conductividad (1764 μ S/cm), sulfatos, aluminio y sodio. Las causas atribuibles a estas desviaciones son principalmente la contaminación por residuos orgánicos generalmente arrojados a los canales, contaminación fecal del ganado y la falta de mantenimiento de las fuentes de abastecimiento. En

conclusión, el agua de la zona M-Malingas no es apta para el consumo humano, y representa un grave peligro para la salud de la población.

Palabras claves: Calidad, agua, pH, aniones, metales pesados, coliformes.

Abstract

The consumption of quality water is important for the human population. Therefore, the quality of the water consumed by the population of the San Lorenzo Valley (M-Malingas area) was determined. Physical, chemical, and microbiological parameters described in Supreme Decree No. 031-2010-SA on the Quality of Water for Human Consumption were evaluated. The methodology included taking samples at different points along the water supply flow, performing three monitoring activities from which different results were obtained for their analysis in a certified laboratory. These analyses revealed that the parameters evaluated did not comply with the regulations, with values that exceeded the established limits, such as fecal coliforms (58 CFU/mL), total coliforms (75 CFU/mL), turbidity (31.20 NTU), conductivity (1 764 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sulfates, aluminum and sodium. The causes attributable to these deviations are mainly contamination from organic waste generally thrown into the canals, fecal contamination from livestock, and lack of maintenance of the supply sources. In conclusion, the water in the M-Malingas area is unfit for human consumption and represents a serious health hazard for the population.

Keywords: Quality, water, pH, anions, heavy metals, coliforms.

1. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS), mediante sus guías sobre la calidad del agua atribuye que este recurso fundamental en la vida de los seres humanos es el riesgo más común para el contagio de las enfermedades infecciosas que son causadas por agentes tales como protozoarios, bacterias y virus. En nuestro país se han identificado enfermedades, donde el agua es un agente de contagio, mediante la contaminación por aguas residuales y desechos de animales, incluso de humanos. Esta realidad se concentra mayormente en las zonas rurales, puesto que la población que habita en estos centros poblados no cuenta con un apropiado sistema de alcantarillado (APHA, 2022; Estupiñán *et al.*, 2019 & Monteiro *et al.*, 2012).

Por ello, es fundamental realizar monitoreos de calidad de agua, los cuales son necesarios para

asegurar que el agua que consume la población en cualquier lugar del país, cumple con los requisitos de calidad que exige la normativa peruana; en caso contrario se genera una gran preocupación por la superación de límites máximos permisibles dentro su calidad microbiológica y fisicoquímica con referencia a metales pesados que pueden ocasionar consecuencias mortales en la salud de los consumidores (Brousett *et al.*, 2018 & Gonzales *et al.*, 2023).

Por ello, es indispensable que se desarrolle una investigación para evaluar la calidad física, química y microbiológica del agua que consume una población específica que es la zona M-Malingas en el valle de San Lorenzo, debido a que existe una gran probabilidad de que este recurso este contaminado. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar los

parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua en el centro poblado de Malingas (zona M), en el valle de San Lorenzo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación fue desarrollada en el Centro Poblado Malingas, ubicado en el distrito de Tambo Grande, provincia de Piura, departamento de Piura - Perú. En primera instancia se recolectaron muestras de puntos estratégicos de abastecimiento de agua, las cuales fueron enviadas al laboratorio ALAB Analytical Laboratory E.I.R.L, el cual cuenta con acreditación del INACAL-DA con registro N° LE-096.

Los parámetros físicos evaluados fueron el color, conductividad, pH, turbidez y dureza total. Para la determinación del color se usó el método espectrofotométrico; la turbidez y el pH, conductividad eléctrica y dureza total se estimaron según las metodologías propuestas en la Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW, 2017). Para la determinación de aniones inorgánicos se siguió la metodología de la Environmental Protection Agency (EPA, 2019); en cambio los metales pesados se determinaron por la técnica de espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente. Los parámetros microbiológicos evaluados fueron, coliformes

totales, coliformes fecales y bacterias heterótrofas, de acuerdo a la guía propuesta por la American Public Health Association (APHA, 2022).

La calidad del agua fue determinada en función de los estándares de calidad ambiental para agua de riego establecidos por el Ministerio del Ambiente (MINAM). Los datos sobre la calidad química del agua de los diferentes monitoreos fueron interpretados mediante el uso de software. Posteriormente, se procedió a someterlos a un Análisis de Varianza (ANOVA) en un diseño de bloques completamente al azar; incluyendo los monitoreos y las unidades de evaluación como factores. En todos los casos se usó un nivel de significación del 0.05.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Parámetros microbiológicos

Los resultados de los análisis microbiológicos del agua consumida por la población del valle San Lorenzo se presentan en la Tabla 1. Los sitios de muestro afectaron significativamente los parámetros microbiológicos estudiados ($p < 0.05$), en cambio las evaluaciones no influyeron ($p > 0.05$) sobre estos parámetros. Los coliformes fecales, coliformes totales y bacterias heterótrofas superaron en gran medida los límites máximos permisibles recomendados para agua destinada a consumo humano.

Tabla 1. Parámetros microbiológicos de agua de consumo humano en el valle de San Lorenzo

Parámetros	Unidad	LMP	Sitios de Muestreo			Cumplimiento
			M1	M2	M3	
Coliformes fecales (Termotolerantes)	UFC/100 mL	0.0	55.0	57.0	58.0	No cumple
Coliformes Totales	UFC/100 mL	0.0	76.0	77.0	75.0	No cumple
Heterótrofos	UFC/100 mL	0.0	940.5	940.0	941.0	No cumple

LMP, Límite máximo permisible.

Existe incumplimiento de las normas establecidas, respecto al nivel de microorganismos en agua de consumo humano. Resultados similares han sido reportados por Estupiñán *et al.* (2019), quienes mostraron valores que oscilaron entre 40 y 65 UFC/100 mL para coliformes fecales. Valores de coliformes totales que exceden los LMPs fueron reportados por Rodríguez y Tunarozza (2019), con valores de 63, 66 y 81 UFC/100 mL en sus muestras analizadas. Monteiro *et al.* (2012) registró

resultados similares a los nuestros para bacterias heterótrofas, con valores que oscilaron entre 411.0 a 680.0 UFC/mL.

3.2. Parámetros físicos

La conductividad, turbidez y color no cumplieron con los valores recomendados para agua de consumo humano; en cambio el pH y la dureza total estuvieron dentro de los valores recomendados (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros físicos del agua de consumo humano del valle de San Lorenzo

Parámetro	Unidad	LMP	Resultados			Cumplimiento
			M1	M2	M3	
Conductividad	μS/cm	1 500.0	1763.00	1762.00	1764.00	No cumple
pH		6.5-8.5	8.03	8.02	8.05	Sí cumple
Turbidez	NTU	5.0	30.50	30.90	31.20	No cumple
Dureza total	mg Ca CO ₃ /L	500.0	453.81	452.90	453.82	Sí cumple
Color	(UC)	15.0	20.50	20.30	20.90	No cumple

LMP: Límite máximo permisible.

Los valores de conductividad fueron superiores a los obtenidos por Brousett *et al.* (2018), quien registró un mínimo de 212 μS/cm (±16.6) y un máximo de 360 μS/cm (±16.7), valores que reflejan bajos niveles de salinización en comparación con los obtenidos en este estudio.

Los valores de pH se asemejan a los valores encontrados por Gonzales *et al.*, (2023), quienes obtuvieron valores que oscilan entre 6.52 a 8.25. Los resultados obtenidos para la turbidez se encuentran entre 30.50 y 31.20 NTU, superando ampliamente el límite establecido de 5 NTU, evidenciándose así una elevada concentración de partículas suspendidas en las muestras analizadas. Estos resultados guardan relación con los obtenidos por Torres *et al.* (2010), quienes obtuvieron valores de 22.39 y 67.74 UNT.

Los valores obtenidos para la dureza total oscilaron entre 452.90 y 453.81 mg CaCO₃/L, lo que indica que están dentro del límite máximo permitido (500 mg CaCO₃/L). Estos resultados se encuentran por encima de los valores registrados por Pérez (2016), quien obtuvo valores desde 40 hasta 121 CaCO₃/L en sus 7 muestras analizadas. Por último, en el análisis de color se obtuvieron valores entre 20.50 a 20.90 UC, los cuales no cumplen con el límite máximo de 15 UC. Valores similares obtuvo Petro y Wees (2014) en sus muestras analizadas con valores de 5, 10 y 12 UC.

3.3. Parámetros químicos

Los resultados del análisis de aniones se muestran en la Tabla 3. Los que indican que la mayoría de los compuestos evaluados se encuentran dentro de los límites permisibles

establecidos por la normativa vigente. En particular bromato, clorato, clorito, dicloroacetato, flúor, monocloraacetato, nitrato, nitrito y cloruro destacan por encontrarse por debajo de los valores máximos establecidos, lo que evidencia que estos parámetros no representan un riesgo potencial para salud de la población. Sin embargo, el sulfato presenta un comportamiento diferente, con concentraciones que oscilan entre 320.50 y 323.30 mg/L,

superando el límite permitido de 250 mg/L. Valores superiores a los encontrados fueron reportados por Petro y Wees (2014) con valores de 121.42 y 182.02 mg/L. Este hallazgo sugiere la necesidad de monitoreos adicionales para identificar las posibles fuentes de contaminación y evaluar las medidas correctivas necesarias para reducir estas concentraciones.

Tabla 3. Contenido de aniones de agua de consumo humano en el valle de San Lorenzo

Ensayo	Unidad	LMP	Sitios de muestreo			Cumplimiento
			M1	M2	M3	
Bromato	mg/L	0.01	<0.015	<0.0120	<0.010	Sí cumple
Clorato	mg/L	0.70	<0.280	<0.250	<0.300	Sí cumple
Clorito	mg/L	0.70	<0.190	<0.210	<0.200	Sí cumple
Cloruro	mg/L	250.00	220.500	221.100	221.200	Sí cumple
Dicloro acetato	mg/L	0.02	<0.018	<0.017	<0.020	Sí cumple
Flúor	mg/L	1.00	0.550	0.530	0.570	Sí cumple
Monocloraacetato	mg/L	0.20	<0.180	<0.150	<0.200	Sí cumple
Nitrato	mg/L	50.00	2.490	2.540	2.520	Sí cumple
Nitrito	mg/L	3.00	0.130	0.110	0.120	Sí cumple
Sulfato	mg/L	250.00	320.500	321.700	323.300	No cumple

LMP: Límite máximo permisible.

Los resultados del análisis de metales totales se presentan en la Tabla 4, revelando importantes hallazgos sobre la calidad del agua en relación con los niveles de ciertos metales. El aluminio presentó valores de 0.450, 0.430 y 0.474 mg/L para la M1, M2 y M3 respectivamente, siendo superiores a los reportados por Smith y Reshea (2021), quienes obtuvieron concentraciones de 0.107 y 0.117 mg/L en sus estudios realizados. Estas diferencias podrían deberse a variaciones locales en las fuentes de contaminación o a procesos específicos en la región de estudio.

En cuanto al hierro se obtuvieron valores que oscilan entre 0.6000 a 0.6030 mg/L, siendo superiores a los registrados por Brousett *et al.* (2018) con concentraciones de 0.220 y 0.254

mg/L. Por último, en sodio se obtuvieron valores entre 231.0195 a 231.0216 mg/L excediendo el límite máximo permitido de 200 mg/L, establecido por la normativa vigente. Estos resultados son significativamente superiores a los obtenidos por Mendoza (2018), quien registró valores entre 50 a 60 mg/L. Por otro lado, los niveles de antimonio, arsénico, bario, cadmio, cromo, cobre, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, plomo, selenio, uranio y zinc cumplen con las normativas vigentes, manteniéndose por debajo de los límites permitidos. Estos hallazgos indican que, si bien algunos metales presentan valores preocupantes, la mayoría de los metales analizados no representan un riesgo

significativo para el cumplimiento de los estándares de calidad.

Tabla 4. Metales totales de agua de consumo humano en el valle de San Lorenzo

Ensayo	Unidad	LMP	Puntos de Muestreo			Cumplimiento
			M1	M2	M3	
Aluminio	mg/L	0.2	0.450	0.430	0.474	No cumple
Antimonio	mg/L	0.020	<0.0060	<0.0050	<0.0020	Sí cumple
Arsénico	mg/L	0.010	<0.0020	<0.0030	<0.0010	Sí cumple
Bario	mg/L	0.700	0.13210	0.12910	0.13710	Sí cumple
Boro	mg/L	1.500	0.2743	0.2743	0.2743	Sí cumple
Cadmio	mg/L	0.003	<0.00020	<0.00020	<0.00020	Sí cumple
Cobre	mg/L	2.0	<0.0001	<0.0003	<0.0002	Sí cumple
Cromo	mg/L	0.050	<0.00020	<0.00025	<0.00030	Sí cumple
Hierro	mg/L	0.3	0.6000	0.6025	0.6030	No cumple
Manganeso	mg/L	0.4	0.06300	0.06250	0.06360	Si cumple
Molibdeno	mg/L	0.07	<0.0011	<0.0013	<0.0010	Sí cumple
Níquel	mg/L	0.020	<0.00035	<0.00039	<0.00040	Sí cumple
Plomo	mg/L	0.010	<0.0014	<0.0011	<0.0010	Sí cumple
Selenio	mg/L	0.010	<0.0019	<0.0021	<0.0020	Sí cumple
Sodio	mg/L	200	231.0195	231.0205	231.0216	No cumple
Uranio	mg/L	0.015	<0.00021	<0.00025	<0.0003	Sí cumple
Zinc	mg/L	3.0	<0.00019	<0.00021	<0.00020	Sí cumple

LMP: Límite máximo permisible.

El análisis estadístico realizado evaluó la variabilidad entre los monitoreos y los parámetros químicos estudiados, permitiendo identificar diferencias significativas entre los sitios de muestreo ($p < 0.05$). Con un nivel de significancia del 5 %, se determinó que los estándares de calidad para los aniones no cumplen con los límites establecidos para el consumo humano en el valle de San Lorenzo, según la normativa del Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. Este hallazgo se sustenta en un p-valor de 0.000, inferior al nivel de significancia ($\alpha = 0.05$), indicando que al menos uno de los parámetros analizados excede los límites normativos.

Con un nivel de confianza del 95 % se visualiza que los estándares de calidad químicos en metales pesados no se cumplen para el consumo humano en el valle de san Lorenzo. Asimismo, estos estándares son diferentes estadísticamente

($p\text{-valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$), lo cual implica que hay algunos metales que si cumple con los parámetros establecidos por normativa DS N° 031-2010-SA. Por otra parte, las 3 muestras analizadas son estadísticamente iguales ($p\text{-valor} = 0.307 > \alpha = 0.05$), es decir que la cantidad de metales pesados son estadísticamente similares en los 3 monitoreos.

En la Figura 1 se aprecia las causas de las desviaciones de los estándares de calidad físicos, químicos y microbiológicos del agua. Determinándose que la desviación de los parámetros físicos, en especial sobre la turbidez, se deben al vertimiento de residuos sólidos en los canales, lo cual es contradictorio con lo expuesto por Sabalu (2022), quien afirma que, para sus muestras obtenidas de puntos de captación de agua para consumo humano, los valores promedio de turbiedad están por debajo de los LPMs establecido por la normativa

nacional. Por otro lado, el color inusual que presentaron las muestras podría deberse a un incremento de la presencia de algas y

cianobacterias, y al derrame de algunos efluentes propios de las industrias de la zona.

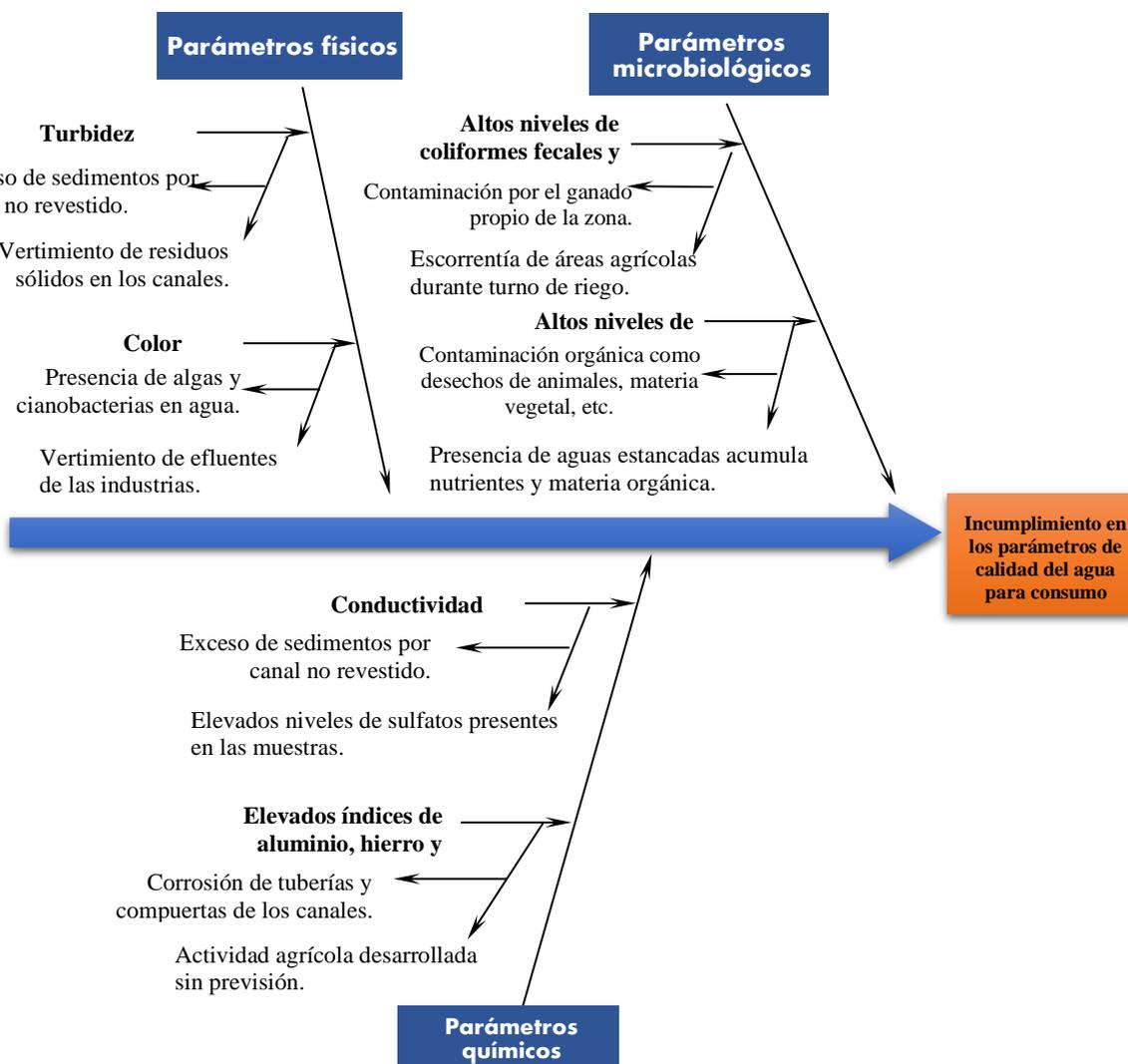


Figura 1. Causas de las desviaciones de los estándares de calidad físicos, químicos y microbiológicos del agua.

En cuanto a las desviaciones de los parámetros químicos, se obtuvieron concentraciones altas de algunos metales como el aluminio, hierro y sodio, puede tener su aparición a causa de la corrosión de tuberías y compuertas de los propios canales, también como parte del desarrollo de la actividad agrícola sin previsión alguna, lo que sin lugar a duda guarda relación con lo presentado por León *et al.* (2022), quien

encontró niveles superiores de sodio en sus muestras llegando a presentar un peligro de contaminación para la población. Asimismo, se encontraron valores de conductividad por encima de los establecidos por la norma, siendo una de las posibles causas los elevados niveles de sulfatos presentes en el agua; cabe señalar que los nitratos se encuentran en niveles normales puesto que la zona M-Malingas es una

zona de frutales que no necesitan demasiada fertilización y no generan contaminación excesiva en el agua.

La desviación de los parámetros microbiológicos se encontró mayormente representada debido a los altos niveles de coliformes fecales y totales, así como de heterótrofos; las causas aparentes a estas desviaciones podrían deberse a la elevada contaminación fecal del ganado, propio de la zona y por contaminación orgánica de restos de materia vegetal. De acuerdo con Atencio (2018), la principal razón de la desviación en estos parámetros radica en la contaminación proveniente de los desechos de la ganadería, así como de la falta de mantenimiento de los sistemas de tuberías. Por otro lado, León *et al.* (2022) agrega que los desechos domésticos también pueden incidir sobre el parámetro.⁷

4. CONCLUSIONES

Se determinó la calidad física, química y microbiológica del agua, donde se obtuvieron que algunos parámetros no cumplen con los estándares establecidos por la norma, entre ellas destacaron el contenido de coliformes fecales (58 UFC/mL), coliformes totales (75 UFC/mL), turbiedad (31.20 NTU), conductividad (1 764 μ S/cm), sulfato (323.30 mg/L), aluminio (0.474 mg/L) y sodio (231.0216 mg/L). Se identificaron las principales causas de las desviaciones en los estándares de calidad física, química y microbiológica del agua, las cuales se atribuyen a la contaminación orgánica por vertimiento de residuos, la contaminación fecal causada por el ganado y la falta de mantenimiento de los canales.

Declaración de intereses

Ninguna.

Referencias

- APHA (2022). Standard methods for the examination of water and wastewater. 24 RD Edition. *American Public Health Association*.
- Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad de san Antonio de Rancas, Del Distrito de Simón Bolívar, provincia y Región Pasco-2018. *Trabajo de investigación*,1-142. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L. y Lujano, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológico de Agua para consumo humano Puno-Perú. *Fides Et Ratio*,15, 47-68.
- EPA (2019). Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/>
- Estupiñán, S., Ávila, S., Barrera, D., Baquero, R. y Rodríguez, A. (2019). Características bacteriológicas, físicas y pH del agua de consumo humano del municipio de Une-Cundinamarca-Colombia. *Nova*.2020,10(33),101-112. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v18n33/1794-2470-nova-18-33-101.pdf>
- Gonzales, W., Acharte, L., Poma, J., Sánchez, V., Quispe, F. y Meseguer, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigación Altoandinas*, 25(1), 23-31. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v25n1/2313-2957-ria-25-01-23.pdf>
- León, D., Arada, M., Blázquez, M. y Segura, E. (2022). Evaluación de la calidad del agua del pozo de la comunidad "Soledad" del municipio II frente, Santiago de Cuba. *Revistes catalanes amb Accés Obert*. 79(596), 4-8. <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/400728/495135>
- Mendoza, M. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú. *Trabajo de investigación*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/hand>

le/20.500.12404/12256/MENDOZA_FUENTES_MIGUEL_AGUA_SUPERFICIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Monteiro, G., Suveges, L., Nunes, L., Brito, M. y Moreira, F. (2012). Água de abastecimento público de consumo humano e oviposição de *Aedes aegypti*. *Rev Saúde Pública* 2013, 47(3). 579-587. <https://www.scielo.br/j/rsp/a/PFbJyVp8d4bQBCsVTjgTJTj/?format=pdf&lang=pt>

Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*.29(3), 3-14. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/articloe/view/2884/pdf

Petro, A. y Wees, T. (2014). Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del municipio de Turbaco – bolívar, caribe colombiano. *Trabajo de investigación*,7-95. <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0067155.pdf>

Rodríguez, L. y Tunarozza, M. (2019). Calidad bacteriológica pH y turbidez del agua potable para el

consumo humano en la red de distribución del acueducto del municipio de Une – Cundinamarca-Bogotá. *Trabajo de investigación*, 1-56.

Sabalu, C. (2022). Determinación del grado de deterioro de la calidad del agua potable en los puntos críticos de control, Desde la captación hasta los lugares de consumo en el distrito de Querecotillo, Sullana-2021. *Trabajo de investigación*. 1-74.

SMEWW (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Smith, M. y Reshea, M. (2021). Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano en el AAHH Villa Cruz, en el distrito de San Juan Bautista, provincia de Maynas-2021. *Trabajo de investigación*. 1-91. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/2324>

Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J. y Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua - ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano de Bocatoma-Perú. *Ingeniería e investigación*, 30(3),85-95. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v30n3/v30n3a07.pdf>