



Riesgo microbiológico y ausencia de desinfección en fuentes rurales de agua para consumo humano en Mollepata (La Libertad, Perú), 2025

Microbiological risk and lack of disinfection in rural sources of water for human consumption in Mollepata (La Libertad, Peru), 2025

Eyder Geylin Santiago-Pereda^{1*}

¹Unidad de posgrado en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú

Eyder Geylin Santiago- Pereda 

<https://orcid.org/0009-0003-5109-9725>

Artículo Original

Recibido: 14 de julio de 2025

Aceptado: 23 de noviembre de 2025

Resumen

Se evaluó la calidad del agua para consumo humano en cinco fuentes rurales del distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad (Perú), durante 2025, con énfasis en el componente microbiológico como principal limitante de la potabilidad. El estudio fue cuantitativo, descriptivo, no experimental y transversal. Se analizaron parámetros fisicoquímicos, metales mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) y calidad microbiológica por el método del Número Más Probable (NMP/100 mL), comparando los resultados con la normativa nacional (D.S. N.° 031-2010-SA-MINSA) y referencias internacionales (OMS, EPA). Los metales pesados prioritarios (As, Cd, Pb, Hg, Cr y Ni) se mantuvieron por debajo de los límites de detección en todas las fuentes. En contraste, los coliformes totales excedieron el estándar en los cinco reservorios (23 a >23 NMP/100 mL), y se detectaron coliformes fecales y *Escherichia coli* en El Lijadero–La Yeguada y Suro–Miraflores. El cloro residual fue indetectable en todos los puntos (<0.10 mg/L). Se concluye que el agua no es apta para consumo humano directo debido al incumplimiento microbiológico generalizado.

Palabras clave: Calidad del agua, sistemas rurales, coliformes, *Escherichia coli*, cloro residual, potabilidad.

Abstract

The quality of water for human consumption was evaluated in five rural supply sources in the district of Mollepata, Santiago de Chuco province, La Libertad, Peru, during 2025, with emphasis on the microbiological component as the main limiting factor of potability. The study followed a quantitative, descriptive, non-experimental, and cross-sectional design. Physicochemical parameters, metals analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS), and microbiological quality assessed using the Most Probable Number (MPN/100 mL) method were evaluated and compared with national regulations (D.S. No. 031-2010-SA-MINSA) and international references (WHO, EPA). Priority heavy metals (As, Cd, Pb, Hg, Cr, and Ni) remained below detection limits in all sources. In contrast, total coliforms exceeded the permissible standard in all reservoirs (23 to >23 MPN/100 mL), and fecal coliforms and *Escherichia coli* were detected in El Lijadero–La Yeguada and Suro–Miraflores. Residual chlorine was undetectable at all sampling points (<0.10 mg/L). It is concluded that the evaluated water is not suitable for direct human consumption due to generalized microbiological non-compliance.

Keywords: Water quality, rural water systems, coliforms, *Escherichia coli*, residual chlorine, potability.

Citar como:

Santiago- Pereda, E. (2026). Riesgo microbiológico y ausencia de desinfección en fuentes rurales de agua para consumo humano en Mollepata (La Libertad, Perú), 2025. *REBIOL*, 45(2), 8–14.

*Autor para correspondencia: E. mail: eyderstgo@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2025.45.02.02>



1. Introducción

El acceso a agua segura y de calidad constituye un determinante esencial de la salud pública y un requisito básico para el desarrollo humano sostenible. Su reconocimiento como derecho humano implica no solo la disponibilidad física del recurso, sino también la garantía de que el agua destinada al consumo humano sea inocua desde el punto de vista microbiológico, químico y físico, y accesible para toda la población sin discriminación territorial (ONU, 2010). No obstante, a pesar de este reconocimiento normativo, persisten profundas desigualdades en el acceso efectivo a agua potable, especialmente en contextos rurales, donde convergen limitaciones estructurales de infraestructura, debilidades de gobernanza sanitaria y presión sobre las fuentes hídricas (Mitma et al., 2020; Pabón et al., 2020).

A escala global, la Organización Mundial de la Salud ha advertido que más de 2 000 millones de personas consumen agua contaminada, situación que incrementa significativamente el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y contribuye de manera sustantiva a la carga mundial de morbilidad, particularmente por enfermedades diarreicas (OMS, 2022). Estas afecciones afectan de manera desproporcionada a poblaciones rurales y vulnerables, donde los sistemas de abastecimiento suelen carecer de tratamiento continuo y vigilancia sanitaria sistemática (Velázquez et al., 2022).

En América Latina, la abundancia relativa de recursos hídricos no se traduce necesariamente en acceso equitativo a agua segura. Las brechas de cobertura y calidad persisten en zonas rurales debido a la dispersión poblacional, la limitada inversión pública y la fragilidad de los sistemas de gestión local del agua. En este contexto, la evaluación de la calidad del agua se ha consolidado como una herramienta clave para identificar riesgos sanitarios y orientar la toma de decisiones en salud pública y gestión ambiental (Fernández & Guardado, 2021).

En el Perú, la problemática es particularmente relevante en el ámbito rural. El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento reporta que aproximadamente el 10 % de la población rural no cuenta con acceso a agua potable, y que incluso en localidades con abastecimiento formal, la calidad del agua no siempre cumple con los estándares sanitarios vigentes (MVCS, 2023). Las comunidades rurales dependen con frecuencia de manantiales, riachuelos o reservorios locales sin protección sanitaria adecuada ni desinfección continua, lo que incrementa el riesgo de contaminación microbiológica (Bermúdez et al., 2020; Guerra & Lozano, 2022).

Diversos estudios realizados en el país han documentado una elevada frecuencia de contaminación bacteriológica en fuentes de agua para consumo humano, evidenciada por la presencia de coliformes totales y *Escherichia coli*, particularmente en regiones con deficiencias de cloración (Tarqui et al., 2016). Asimismo, investigaciones en zonas rurales y periurbanas cercanas han reportado patrones similares de contaminación asociados a actividades agrícolas, ganaderas y a la ausencia de sistemas de tratamiento adecuados (Pérez et al., 2020; Vereau et al., 2022; Zárate et al., 2024).

En el departamento de La Libertad, la coexistencia de actividades agrícolas y antecedentes de presión antrópica sobre las cuencas incrementa la vulnerabilidad de las fuentes de agua, tanto desde el punto de vista microbiológico como químico. Aunque se han documentado escenarios de contaminación por metales pesados en cuencas impactadas por actividades extractivas (Huaranga et al., 2012; Delgado & Zavala, 2021), también se ha evidenciado que, en muchos sistemas rurales, el principal riesgo sanitario no proviene de contaminantes químicos, sino de fallas en la desinfección y protección sanitaria de las captaciones (Bravo et al., 2023; Conejeros et al., 2021).

En el distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco, no se disponía de estudios recientes que

evaluaran de manera integral la calidad del agua para consumo humano. Esta ausencia de información limita la identificación de riesgos sanitarios y la formulación de medidas preventivas eficaces. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua para consumo humano en fuentes rurales de Mollepata durante 2025, con énfasis en el componente microbiológico como factor crítico de la potabilidad, comparando los resultados con la normativa nacional vigente D.S. N.° 031-2010-SA-MINSA (Presidencia de la República del Perú, 2010) y referencias internacionales, y aportando evidencia científica útil para la gestión sanitaria del recurso hídrico en contextos rurales (Cruz & Huata, 2025).

2. Materiales y métodos

Diseño del estudio

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, con diseño no experimental y de corte transversal. La evaluación se realizó en un único periodo durante el año 2025, sin manipulación de variables, con el objetivo de caracterizar el estado sanitario del agua destinada al consumo humano.

Área de estudio y fuentes evaluadas

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Mollepata, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, Perú. Se evaluaron cinco fuentes de abastecimiento de uso poblacional ubicadas en los caseríos de Chinchango–Huarana, El Lijadero–La Yeguada, El Tantal–Las Quebraditas–Orocullay, Las Chilcas–Las Casas y Suro–Miraflores, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su uso permanente, accesibilidad y ausencia de sistemas efectivos de desinfección.

Recolección y análisis de muestras

Las muestras de agua se recolectaron siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana NTP ISO 5667-3, utilizando recipientes estériles y técnicas de prevención de contaminación cruzada. Posteriormente, fueron conservadas en refrigeración y transportadas al Laboratorio INKAP (Trujillo) para su análisis.

Los parámetros fisicoquímicos incluyeron pH, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y dureza total, determinados mediante métodos estandarizados. Los metales y elementos inorgánicos se analizaron mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), siguiendo métodos estandarizados. La evaluación microbiológica comprendió coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* mediante la técnica del Número Más Probable (NMP/100 mL), además de un análisis parasitológico cualitativo.

Análisis de datos

Los resultados se procesaron mediante Microsoft Excel y RStudio (v.4.3.2), aplicándose estadística descriptiva. La interpretación se realizó comparando los valores obtenidos con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N.° 031-2010-SA-MINSA y referencias internacionales (OMS, EPA).

3. Resultados

Calidad microbiológica del agua

La evaluación microbiológica evidenció incumplimiento generalizado de los estándares de potabilidad. Los coliformes totales excedieron el valor permisible (0 NMP/100 mL) en las cinco fuentes evaluadas, con valores entre 23 y >23 NMP/100 mL. Asimismo, se detectaron coliformes fecales y *Escherichia coli* en El Lijadero–La Yeguada (16 NMP/100 mL) y Suro–Miraflores (23 NMP/100 mL), indicando contaminación fecal reciente. El análisis parasitológico resultó negativo en todos los puntos (Tabla 1).

Tabla 1

Calidad microbiológica del agua en fuentes rurales de Mollepata, 2025

Parámetro	Unidad	Chinchango– Huarana	El Lijadero–La Yeguada	El Tantal–Las Quebraditas– Orocullay	Las Chilcas– Las Casas	Suro– Miraflores
Coliformes totales	NMP/100 mL	> 23	> 23	> 23	23	> 23
Coliformes fecales	NMP/100 mL	< 1.1	16	< 1.1	< 1.1	23
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1.1	16	< 1.1	< 1.1	23
Análisis parasitológico	Resultado/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Cumplimiento normativo

La comparación con la normativa nacional mostró que, pese al cumplimiento mayoritario de los parámetros físicoquímicos y de metales pesados, el componente microbiológico constituye la principal limitación de la potabilidad. El cloro residual fue indetectable en todas las fuentes (<0.10 mg/L), evidenciando ausencia de desinfección efectiva. Se registró además un incumplimiento puntual de dureza total en El Lijadero–La Yeguada (676.1 mg CaCO₃/L). La síntesis normativa se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2

Cumplimiento normativo de parámetros críticos según D.S. N.° 031-2010-SA

Parámetro	Límite normativo	Resultado global
Coliformes totales	0 NMP/100 mL	No cumple
Coliformes fecales	0 NMP/100 mL	No cumple
<i>Escherichia coli</i>	0 NMP/100 mL	No cumple
Cloro residual	≤ 5 mg/L	No cumple
Metales pesados (As, Pb, Hg, Cd, Cr, Ni)	Según norma	Cumple

4. Discusión

Los resultados microbiológicos obtenidos en el presente estudio evidencian que la calidad del agua para consumo humano en las fuentes rurales evaluadas en el distrito de Mollepata no cumple con los criterios básicos de potabilidad establecidos por la normativa nacional. Tal como se observa en la Tabla 1, los coliformes totales excedieron el valor permisible (0 NMP/100 mL) en las cinco fuentes analizadas, con registros iguales o superiores a 23 NMP/100 mL. Este patrón indica contaminación bacteriológica generalizada y sugiere deficiencias estructurales en la protección sanitaria de las captaciones y en el tratamiento del agua previo al consumo. La detección de coliformes fecales y *Escherichia coli* en dos de las cinco fuentes evaluadas (El Lijadero–La Yeguada y Suro–Miraflores) constituye un hallazgo particularmente relevante desde la perspectiva de salud pública, ya que estos microorganismos son indicadores específicos de contaminación fecal reciente. La presencia de *E. coli* en concentraciones de hasta 23 NMP/100 mL confirma la existencia de riesgo sanitario inmediato, asociado potencialmente a la infiltración de aguas superficiales contaminadas, escorrentía proveniente de actividades agrícolas o ganaderas, o ausencia de perímetros de protección en las fuentes de captación. Este comportamiento ha sido documentado previamente en zonas rurales del Perú, donde la contaminación fecal del agua de consumo humano se asocia de manera recurrente a sistemas sin desinfección continua y a prácticas inadecuadas de manejo sanitario (Bermúdez et al., 2020; Sucasaca et al., 2024; Tarqui et al., 2016).

En contraste, el análisis parasitológico resultó negativo en todas las fuentes evaluadas (Tabla 1), lo que permite descartar contaminación fecal crónica de alta carga. Esta combinación —presencia de indicadores bacterianos fecales y ausencia de helmintos— sugiere que el sistema enfrenta eventos de contaminación intermitente o reciente, más que una degradación sanitaria persistente.

Estudios realizados en contextos rurales similares han reportado patrones comparables, donde la contaminación bacteriológica se produce de manera episódica debido a fallas operativas en la desinfección y a factores ambientales estacionales, sin que necesariamente se observe parasitosis asociada (Aldana & Echaiz, 2020; Pérez et al., 2020; Vereau et al., 2022; Zárate et al., 2024).

La Tabla 2 refuerza esta interpretación al mostrar que el incumplimiento normativo se concentra exclusivamente en el componente microbiológico y en la ausencia de desinfección. El cloro residual fue indetectable en todas las fuentes (<0.10 mg/L), evidenciando la inexistencia de un proceso efectivo y sostenido de cloración. La literatura señala que la ausencia de cloro residual es uno de los factores más determinantes en la persistencia de coliformes y *E. coli* en sistemas rurales de abastecimiento, incluso cuando la calidad fisicoquímica del agua es adecuada (Tarqui et al., 2016; Bermúdez et al., 2020). En este sentido, los resultados confirman que la contaminación observada no responde a una incapacidad natural del recurso hídrico, sino a fallas de gestión sanitaria del sistema (Menéndez & Muñoz, 2021; Salas et al., 2020).

Asimismo, la Tabla 2 muestra cumplimiento universal de los límites normativos para metales pesados prioritarios (arsénico, plomo, mercurio, cadmio, cromo y níquel), lo que descarta riesgo toxicológico por contaminación química inorgánica bajo las condiciones evaluadas. Este hallazgo es consistente con estudios regionales que indican que, en muchos sistemas rurales andinos, el principal riesgo para la potabilidad no deriva de metales pesados, sino de contaminación microbiológica asociada a la falta de tratamiento y vigilancia (Huaranga et al., 2012; Delgado & Zavala, 2021). La identificación de un incumplimiento puntual de dureza total en El Lijadero–La Yeguada, aunque relevante desde el punto de vista

operativo, no constituye un riesgo sanitario directo y no explica la no potabilidad del agua en el conjunto del sistema (Rivera et al., 2021).

Desde una perspectiva integrada, los resultados demuestran que la potabilidad del agua en Mollepata se encuentra comprometida no por su composición química natural, sino por la ausencia de desinfección efectiva y el incumplimiento sistemático de los estándares microbiológicos. Este escenario coincide con lo reportado en evaluaciones nacionales e internacionales, donde se enfatiza que la seguridad del agua para consumo humano depende fundamentalmente de la continuidad del tratamiento y de la gobernanza operativa de los sistemas de abastecimiento, especialmente en contextos rurales (OMS, 2022; ONU, 2010; Samaniego et al., 2020).

En consecuencia, la evidencia obtenida confirma que las intervenciones prioritarias deben orientarse a la implementación inmediata de cloración sostenida, el fortalecimiento de la protección sanitaria de las fuentes y el establecimiento de programas de vigilancia microbiológica periódica. Estos resultados aportan evidencia empírica relevante para la gestión sanitaria del agua en Mollepata y en territorios rurales con características similares, reforzando la necesidad de priorizar el componente microbiológico como eje central de la evaluación de la calidad del agua para consumo humano (Cerón et al., 2021; Zapana et al., 2021).

5. Conclusiones

El agua destinada al consumo humano en los caseríos del distrito de Mollepata no es apta para consumo directo debido al incumplimiento microbiológico generalizado. Aunque los parámetros fisicoquímicos y los metales pesados cumplen mayoritariamente con los estándares nacionales e internacionales, la detección de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, junto con la ausencia de cloro residual, evidencia un riesgo sanitario inmediato. La seguridad del agua en este contexto rural depende fundamentalmente de la

implementación sostenida de desinfección, la protección sanitaria de las fuentes y la vigilancia microbiológica periódica.

6. Recomendaciones

Se recomienda implementar la potabilización del agua de los caseríos del distrito de Mollepata. Además de vigilancia microbiológica periódica, para garantizar la óptima inocuidad del agua.

7. Contribución de los autores

Toda la investigación, desde la concepción de la idea de investigación, diseño y revisión de datos que se expone fue realizado por el autor.

8. Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de intereses.

9. Referencias Bibliográficas

- Aldana, J. A., & Echaiz, I. M. (2020). Agua y Saneamiento en el Perú: Estado, retos y reflexiones. *Revista De Derecho Administrativo*, (19), 383-410.
- Bermúdez, N., Gallegos, D. S., & Botello-Suárez, W. A. (2020). Desarrollo de un dispositivo autónomo para el mejoramiento de la calidad del agua en el humedal Córdoba (Bogotá, Colombia). *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo (RAAAS)*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.24054/aaas.v11i1.355>
- Bravo-Montoya, F., Baldeos-Ardian, L., Lioo-Jordán, F., Marín-Rodriguez, W., Villanueva-Cadenas, D., & Neri-Ayala, A. (2023). Sistemas de gestión de calidad en las empresas de servicios de agua potable y alcantarillado en Barranca, Perú. *Suma de negocios*, 14(30), 12-19.
- Cerón, L. M., Sarria, J. D., Torres, J. S., & Soto-Paz, J. (2021). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Información tecnológica*, 32(1), 47-56.
- Conejeros Molina, A., Hueichaqueo Pichunman, C., Martinez-Jimenez, B. L., & PlaceresRemior, A. (2021). Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 42(3), 60-70.
- Cruz-Cruz, Z. X., & Huata-Calderon, A. G. (2025). El acceso al agua potable mediante la operatividad de las políticas públicas en el distrito de Junín, Perú. *Nuevo Derecho*, 21(36), 1-22.

- Delgado, T., & Zavala, P. (2021). Estudio de la concentración de metales pesados (arsénico, cadmio, mercurio y plomo) en agua para consumo humano en el departamento de Arequipa [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Universidad María Auxiliadora.
- Fernández, M., & Guardado, R. M. (2021). Evaluación del índice de calidad del agua (ICASUP) en el río Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37(1), 105–119.
- Guerra, J. A. T., & Lozano, R. R. (2022). Gestión sostenible del agua y la gran minería del oro en Perú. *Rev. Inst. Investig. Fac. Minas Metal. Cienc. Geográficas*, 25, 173-180.
- Huaranga, F., Méndez, E., Quilcat, V., & Huaranga, F. (2012). Contaminación por metales pesados en la cuenca del río Moche, 1980–2010, La Libertad–Perú. *Scientia Agropecuaria*, 3(3), 235–247. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2012.03.05>
- Menéndez, J., & Muñoz, S. (2021). Contaminación del agua y suelo por los relaves mineros. *Paideia XXI*, 11(1), 141-154.
- Mitma, R. N. C. (2020). El acceso al agua potable en las comunidades indígenas del Perú en el marco de estado de emergencia nacional. *Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo*, 7(2), 261-277.
- MVCS (2023). Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- OMS. (2022). Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum. Organización Mundial de la Salud.
- ONU. (2010). El derecho humano al agua y al saneamiento (Resolución 64/292). Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Pabón, S. E., Benítez, R., Sarria, R. A., & Gallo, J. A. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre ciencia e ingeniería*, 14(27), 9-18.
- Pérez, J. H., Martínez, L. C., Castellanos, L. T., Mora, A. R., & Rocha, Z. E. (2020). Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del departamento de Boyacá, Colombia. *Producción + Limpia*, 15(1), 35–48.
- Presidencia de la República del Perú. (2010, 26 de septiembre). Decreto Supremo N.º 031-2010-SA: Apruébese el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>
- Rivera, M. A. O., Barahona, W. E. C., Costales, J. H. N., Lalvay, X. A. L., & Guachichulla, E. J. R. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(3), 228-245.
- Salas-Salvadó, J., Maraver, F., Rodríguez-Mañas, L., Sáenz de Pipaon, M., Vitoria, I., & Moreno, L. A. (2020). Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición hospitalaria*, 37(5), 1072-1086.
- Samaniego, H. H., Esquivel, S. E. A., Bujaico, R. W. R., & Bujaico, J. F. R. (2020). Optimización de la cantidad de coagulantes para la producción de agua potable en zonas de la sierra del Perú. *UCV-Scientia*, 12(1), 9-23
- Sucasaca, Y. H., Parra, B. B., Mamani, J., & Condori, I. J. M. (2024). Disponibilidad a pagar por la sostenibilidad del servicio de agua potable en el Centro Poblado Chucaripo, Perú. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 8(22), 273-283.
- Tarqui, C., Álvarez, D., Gómez, G., Valenzuela, R., Fernández, I., & Espinoza, P. (2016). Calidad bacteriológica del agua para consumo en tres regiones del Perú. *Revista de Salud Pública*, 18(6), 904–912. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n6.55008>
- Velázquez-Chávez, L. D. J., Ortiz-Sánchez, I. A., Chávez-Simental, J. A., Pámanes-Carrasco, G. A., Carrillo-Parra, A., & Pereda-Solís, M. E. (2022). Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 25, e482. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2022.482>
- Vereau, D. E. C., Collantes, L. T., & Saldaña, S. E. S. (2022). Evaluación de la calidad del agua subterránea durante la pandemia por COVID-19 en la Universidad Nacional de Trujillo, Perú. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 24(2), 219–234.
- Zárate, W., Felipe, M., Martínez, F. E., Moreno, K., Arispe, J. L., & Díaz, J. F. (2024). Propiedades químicas del suelo y calidad del agua en Miahuatlán de Porfirio Díaz y Ejutla de Crespo, Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.19136/era.a11n1.3948>
- Zapana, L., March, H., & Sauri, D. (2021). Las desigualdades en el acceso al agua en ciudades latinoamericanas de rápido crecimiento: el caso de Arequipa, Perú. *Revista de Geografía Norte Grande*, (80), 369-389.