

Calidad microbiológica de agua de uso comunitario procedente de tanques, pozos y empresas de servicio sanitario

Microbiological quality of community water from tanks, wells, and sanitation companies

Cristel Kennedy¹, Gladys Estigarribia^{2,3}, Luz Paredes², Ahabeli Espínola², Camila Mino²,
María Cano¹, Marian Cárdenas¹, Eliana Rodríguez³, José Robadín³



¹ Universidad Nacional de Caaguazú, Caaguazú, Paraguay

² Universidad Santa Clara de Asís, Caaguazú, Paraguay

³ LES Science, Coronel Oviedo, Paraguay

Recibido: 30/05/2025

Aceptado: 19/08/2025

Publicado: 01/09/2025

Autor correspondiente

Cristel Kennedy

Universidad Nacional de Caaguazú

Caaguazú, Paraguay

crkennedy63@fcmunca.edu.py

Editor Responsable

Iván Barrios, PhD 

Universidad Nacional de Asunción

San Lorenzo, Paraguay

Conflictos de interés

Los autores declaran no poseer conflictos de interés.

Fuente de financiación

Los insumos necesarios para los análisis microbiológicos y las pruebas de sensibilidad antibiótica fueron financiados por la Universidad Santa Clara de Asís.

Este artículo es publicado bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#).



RESUMEN

Introducción: El agua de uso comunitario microbiológicamente inaceptable puede constituir un riesgo a la salud de los ciudadanos. **Objetivo:** Evaluar la calidad microbiológica de las muestras de agua de uso comunitario en establecimientos de zona urbana. **Metodología:** Estudio analítico de corte transversal, con muestreo no probabilístico por conveniencia. Se procesaron muestras de agua de 100 establecimientos comunitarios de fuentes como pozos, tanques y empresas de servicio sanitario. Se evaluó la calidad microbiológica mediante recuento de aerobios mesófilos y determinación de presencia de microorganismos patógenos. Se identificaron a los patógenos aislados y se determinaron sus perfiles de sensibilidad antibiótica. Para los análisis estadísticos de relación entre variables se utilizó la prueba exacta de Fisher. **Resultados:** El tipo de fuente del agua más frecuente fue pozo artesiano en 50% de los casos, el tipo de establecimiento de donde se recolectaron más muestras fue vivienda familiar en 40% los casos. La calidad microbiológica fue 56% aceptable y 44% inaceptable. La causa más frecuente de inaceptabilidad fue la presencia de patógenos. Los patógenos más aislados fueron *Pseudomonas aeruginosa* en 14% de las muestras y *Klebsiella aerogenes* en 8% de las muestras. Los patógenos aislados demostraron amplia sensibilidad antibiótica y fueron negativos a las pruebas para betalactamasas de espectro extendido y carbapenemasas. La calidad microbiológica estuvo estadísticamente asociada con la fuente del agua (p valor 0,0002). **Conclusión:** Aunque la mayoría de las muestras de agua comunitaria analizadas fueron microbiológicamente aceptables, el frecuente aislamiento de patógenos en pozos artesianos demanda que se tomen medidas correctivas

Palabras clave: Agua Potable; Antibacterianos; Bacterias Heterotróficas; Saneamiento.

ABSTRACT

Introduction: Microbiologically unacceptable community water may pose a risk to the health of citizens. **Objective:** To evaluate the microbiological quality of community water samples in urban facilities. **Methodology:** A cross-sectional analytical study using non-probability convenience sampling. Water samples from 100 community facilities were processed from sources such as wells, tanks, and sanitation companies. Microbiological quality was assessed by counting mesophilic aerobic bacteria and determining the presence of pathogenic microorganisms. Isolated pathogens were identified, and their antibiotic susceptibility profiles were determined. The Fisher's exact test was used for statistical analysis of the relationship between variables. **Results:** The most common type of water source was artesian wells in 50% of cases; the type of facility from which the most samples were collected was family homes in 40% of cases. Microbiological quality was acceptable in 56% of cases and unacceptable in 44%. The most common cause of unacceptability was the presence of pathogens. The most frequently isolated pathogens were *Pseudomonas aeruginosa* in 14% of samples and *Klebsiella aerogenes* in 8% of samples. The isolated pathogens demonstrated broad antibiotic susceptibility and were negative for extended-spectrum beta-lactamases and carbapenemases. Microbiological quality was statistically associated with the water source (p value 0.002). **Conclusion:** Although the majority of community water tested was microbiologically acceptable, the frequent isolation of pathogens in artesian wells requires corrective measures.

Keywords: Drinking Water; Anti-Bacterial Agents; Heterotrophic Bacteria; Sanitation.

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital que se utiliza para varios propósitos que incluyen la higiene personal, la limpieza de sectores, superficies y alimentos y el consumo humano para hidratación. Acorde al Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN) el agua es microbiológicamente segura y reconocida como potable cuando posee una cantidad inferior a 500 UFC de aerobios mesófilos y una ausencia total de coliformes, enterobacteriales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* (1). En el caso de una elevada carga de aerobios mesófilos o de la presencia de patógenos el agua no es segura para uso doméstico y podría representar un riesgo para la salud en diferentes situaciones, como al ser utilizada para el lavado de alimentos, vajilla y/o cubiertos y posteriormente ser resultar siendo ingerida por una persona, o al ser utilizada para higienizar una herida abierta o al ser consumida de manera directa sin utilizar un filtro.

Además, una causa mundial de diarrea en niños menores de 5 años es el consumo de agua insalubre o con mal saneamiento, en países en vías de desarrollo como el Paraguay los cuadros diarreicos frecuentemente requieren internación y poseen una elevada mortalidad (2).

Por otro lado, los pobladores de la comunidad utilizan agua de distintas fuentes para su uso doméstico como lo son los pozos artesianos, los tanques y también aquellos que pagan mensualmente a una empresa de servicio sanitario por agua potabilizada (3,4). Estas fuentes son consideradas seguras por los ciudadanos, pero la realidad es que solo analizando la calidad microbiológica de la misma se puede constatar si los pozos y tanques tienen buen saneamiento y si las empresas de servicio sanitario proveen agua segura para el uso comunitario (5).

En base a lo mencionado, este estudio pretende evaluar muestras de agua comunitaria de las diferentes fuentes y sectores de la ciudad de Coronel Oviedo, para poder verificar su salubridad mediante parámetros microbiológicos que se ajustan a la norma nacional.

METODOLOGÍA

Diseño

Estudio analítico de corte transversal, con muestreo no probabilístico por conveniencia.

Recolección de muestras

Se incluyeron todas las muestras de agua de fuentes como pozos, tanques y empresas de servicio sanitario local de establecimientos comunitarios de todo tipo de

índole y se excluyeron a aquellos establecimientos cuyos propietarios se negaron a firmar el consentimiento informado.

La recolección de muestras se efectuó acorde a las directrices de la Norma Paraguaya 24-005-81 del INTN (6).

El cálculo de la muestra se realizó en base al estudio de Kennedy C (7), utilizando como parámetro de base 104 muestras de agua, como proporción esperada 57,2% de aislamientos de patógenos, un intervalo de confianza del 95% y un margen de error del 5%, dando como resultado una cantidad mínima de 81 muestras.

Se recolectaron muestras de 100 establecimientos de la comunidad, tomando dos muestras de 400mL por cada establecimiento, en bolsas estériles de 500mL con pastillas de tiosulfato.

Análisis microbiológico

Posterior al traslado de las muestras al laboratorio en conservadoras con hielo en gel, se realizó el método de filtración de membrana (con matraz Kitasato, embudo Buchner, bomba de vacío, vaso de precipitado y membranas cuadrículadas de 47 mm de diámetro con poros de 0,5 micras). Para los recuentos de aerobios mesófilos y la detección de presencia de coliformes, enterobacteriales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* se utilizaron placas rehidratables específicas para cada grupo bacteriano.

Ante crecimientos de coliformes y enterobacteriales se realizaron re-aislamientos en medio MacConkey para identificar las especies bacterianas y ante el crecimiento de *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* se realizaron re-aislamientos en medio Levine y Cetrimida para la confirmación de especies. Para la identificación y/o confirmación se utilizaron pruebas bioquímicas como Citrato de Simmons, DNAsa, Fenilalanina, Lisina hierro Agar, Motilidad Indol Ornitina, Oxidasa, Ureasa, Voges Proskauer y Triple Sugar Iron.

Para reportar la calidad de las aguas, se consideraron los criterios microbiológicos establecidos en la Norma Paraguaya Nº 24-001-80, del INTN. Los requisitos microbiológicos de la norma marcan un límite máximo de 500 UFC/mL de aerobios mesófilos y 0 UFC/100mL (ausencia) de coliformes totales, enterobacteriales, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa* (1).

En los casos donde se constató el aislamiento de especies con potencial patógeno se realizaron pruebas de sensibilidad antibiótica para evaluar la resistencia antimicrobiana de los aislamientos mediante la técnica de Kirby Bauer, utilizando discos de antibióticos

pertinentes para cada especie y medio Mueller Hinton. Además, se realizaron pruebas de producción de enzimas Betalactamasas de espectro extendido (BLEE) y carbapenemasas, utilizando la técnica de sinergia con discos de AMC, ATM, CAZ, CTX y FEP para BLEE y el test de ácido borónico con discos de IPM, APB y MEM conjuntamente con el test EDTA con disco de EDTA SMA e IPM para carbapenemasas.

Ante la observación de producción de enzimas en las pruebas de sensibilidad se verificó su presencia mediante biología molecular para corroborar los hallazgos.

Análisis estadístico

RESULTADOS

Se analizaron un total de 100 muestras de agua de zona urbana. El tipo de establecimiento de donde se recolectaron las muestras, los tipos de fuente del agua, la calidad microbiológica y otras características de las

Los datos fueron almacenados en una hoja de cálculo de Excel para su posterior exportación al software STATA 16 para el análisis estadístico. Los resultados cualitativos se representaron en frecuencias y porcentajes. La evaluación de la relación entre las variables cualitativas se efectuó con la prueba exacta de Fisher.

Asuntos éticos

Se obtuvo el consentimiento informado de cada uno de los propietarios de los establecimientos de donde se recolectaron las muestras de agua. El protocolo de este trabajo cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA). Dictamen Nº06/2024.

muestras se detallan en la [Tabla 1](#).

TABLA 1. CARACTERIZACIÓN DE MUESTRAS DE AGUA COMUNITARIA DE LA CIUDAD DE CORONEL OVIEDO. N=100

Variables	n	%
Fuente del agua		
Pozo	50	50
Empresa de servicio sanitario	30	30
Tanque	20	20
Tipo de establecimiento		
Vivienda familiar	40	40
Comercial	20	20
Escuela	10	10
Agencia regional	8	8
Granja	6	6
Fábrica de alimentos	6	6
Comedor	6	6
Universidad	2	2
Centro de salud	2	2
Calidad microbiológica del agua		
Calidad aceptable	56	56
Calidad inaceptable	44	44
Características microbiológicas del agua		
Recuento bajo de aerobios mesófilos y ausencia de patógenos	56	56
Presencia de patógenos	32	32
Recuento elevado de aerobios mesófilos	12	12

Se aislaron 43 (43%) especies con potencial patógeno y en la identificación se constató 14 (14%) muestras con *Pseudomonas aeruginosa*, 8 (8%) muestras con *Klebsiella aerogenes*, 8 (8%) muestras con *Enterobacter cloacae*, 6 (6%) muestras con *Citrobacter freundii*, 2 (2%) muestras con *Klebsiella pneumoniae*, 2 (2%) muestras con *Escherichia coli* y 2 (2%) muestras *Proteus mirabilis*.

Se evaluó la relación de las fuentes de agua (pozo, tanque o empresa de servicio sanitario) con parámetros microbiológicos del agua y se halló

resultados de significancia entre la fuente de agua y la detección de patógenos (p valor 0,000) y entre la fuente de agua y la calidad microbiológica del agua (p valor 0,000). No obstante, no se observó resultado con significancia entre la fuente del agua y el recuento total de aerobios mesófilos (p valor 0,097). [Tabla 2](#)

TABLA 2. RELACIÓN DE LA FUENTE DE SUMINISTRO DE AGUA CON EL RECUESTO DE AEROBIOS MESÓFILOS, LA PRESENCIA DE PATÓGENOS Y LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA. N=100

Fuente del agua	Pozo n (%)	Tanque n (%)	Emp. de servicio sanitario n (%)	p valor
Recuento de aerobios				
Recuento de aerobios <100 UFC	40 (80)	20 (100)	28 (93,33)	0,0967
Recuento de aerobios mesófilos de 100-499 UFC	4 (8)	0 (0)	2 (6,67)	
Recuento de aerobios ≥500 UFC	6 (12)	0 (0)	0 (0)	
Detección de Patógenos				
Ausencia de patógenos	18 (36)	12 (60)	26 (86,67)	0,0003
Presencia de patógenos	32 (64)	8 (40)	4 (13,34)	
Calidad microbiológica				
Calidad inaceptable	32(64)	8(40)	4 (13,33)	0,0002
Calidad aceptable	18 (36)	12 (60)	26 (86,67)	
	50 (100)	20 (100)	30 (100)	

También, se analizó la relación entre el tipo de establecimiento y la calidad microbiológica del agua y no resultó ser significativo (p valor 0,053).

Al evaluar la sensibilidad antibiótica no se constató presencia de Betalactamasas de Espectro Extendido ni

DISCUSIÓN

En este estudio se halló un porcentaje de calidad microbiológica inaceptable superior a lo observado en otros estudios, como en un estudio hecho en Argentina⁸, que evaluó muestras de agua de establecimientos ganaderos y agropecuarios y detectó 24% de calidad microbiológica inaceptable y como un estudio realizado en Guatemala que analizó muestras de agua de tanques de zona urbana y observó 20,63% de calidad microbiológica inaceptable (9). Sin embargo, la cifra hallada en este estudio coincide con otra investigación hecha en Paraguay que evaluó muestras de agua procedentes de establecimientos de salud y encontró 44% de calidad microbiológica inaceptable (3).

En cuanto a las especies patógenas aisladas, en este estudio las más frecuentes fueron en primer lugar *Pseudomonas aeruginosa* y secundariamente *Klebsiella aerogenes* y *Enterobacter cloacae*. Lo cual es similar a lo hallado por Urseler N. y cols, que analizaron muestras de agua de establecimientos agropecuarios y ganaderos y aislaron en mayor porcentaje la especie *Pseudomonas aeruginosa* (8), también a lo encontrado por Estigarribia G. y cols, que al analizar muestras de agua de establecimientos de salud aislaron principalmente la especie *Enterobacter cloacae* (3) y a lo hallado por Martins A. y cols. que analizaron muestras agua provenientes del sistema público de abastecimiento y de pozos y aislaron un mayor porcentaje de *Enterobacter* spp (10).

Carbapenemasas en ningún caso. Todas las especies aisladas presentaron resistencia antibiótica intrínseca de la especie y mostraron una amplia sensibilidad ante los antibióticos que eran efectivos contra cada especie, por ende, no hubo aislamientos multidrogoresistentes.

Durante las pruebas de sensibilidad antibiótica de los aislamientos no se observó producción de Betalactamasas de Espectro Extendido ni Carbapenemasas y no se aislaron patógenos multidrogoresistentes, a diferencia de estudios como el de Martins A y cols. que analizaron muestras de agua del sistema público de abastecimiento y de pozos y hallaron 4,47% de muestras con resistencia a tres clases de antibióticos y 1,49% a cuatro clases de antibióticos (10) y como el estudio de Kennedy C y cols. que evaluaron muestras de agua de tanques y pozos de establecimientos de salud y aislaron 13,3% de patógenos multigroresistentes (7).

En este estudio, tanto la calidad microbiológica inaceptable como la presencia de microorganismos patógenos estuvo estadísticamente asociada con tener como fuente de agua un pozo artesiano. Lo cual podría compararse con el estudio de Machado A y cols. que analizó muestras de agua de pozos que abastecían a una comunidad de África Occidental y reveló que el agua de pozo no era apta para el consumo humano, debido su alta acidez, su alta contaminación fecal y al aislamiento de bacterias potencialmente patógenas, resistentes a los antibióticos (11). También, con el estudio Alawi M y cols. donde se tomaron muestras de pozos de residencias privadas de Irlanda y se aislaron 464 bacterias Gram(-) y 72 bacterias Gram(+) y detectaron resistencia a múltiples antibióticos en especies como *Enterococcus casseliflavus*, *E. cloacae*, *E. coli*, *Stenotrophomonas maltophilia* y *Serratia rubidaea* (12).

Dichos resultados sugerirían que el agua de pozo fomenta la proliferación de bacterias patógenas y promueve la aparición de bacterias resistentes a los antibióticos.

Entre las limitaciones de este estudio se podría mencionar que no se analizaron los parámetros físico-químicos de las muestras de agua, determinaciones que hubiesen ampliado los resultados de esta investigación. La exclusión de dichos parámetros fue debido a que el laboratorio donde se procesaron las muestras no contaba con los equipos requeridos para realizar determinaciones físico-químicas.

No obstante, los hallazgos de este estudio servirán en primer lugar para alertar a los ciudadanos de la comunidad sobre un porcentaje considerable de patógenos y una prevalencia preocupante de *Pseudomonas aeruginosa* en el agua de uso doméstico, también para señalar que los pozos artesianos son el principal tipo de fuente responsable de la contaminación microbiológica y para reportar que a pesar de constatar la presencia de microorganismos patógenos, se demostró que los aislamientos no fueron multidrogoresistentes como en otros estudios, lo cual sugiere que son microorganismos que serán más sencillos de erradicar, si se toman medidas correctivas lo antes posible.

Al considerar que medidas se le podría sugerir la comunidad dado los hallazgos de este estudio, se debe destacar que los filtros de agua son una medida comúnmente sugerida para el uso doméstico, pero varios de los filtros de carbón activado solo retienen partículas de hasta 5 micras, lo cual no sería efectivo para filtrar microorganismos patógenos, es necesario seleccionar un filtro con poros de 0,5 micras para lograr filtrar los microorganismos patógenos y se requiere un recambio frecuente de los filtros para que en los mismos no se acumulen biofilms de especies como *Pseudomonas aeruginosa* (13).

Por otro lado, la medida correctiva más recomendable

acorde a los resultados de investigaciones científicas es el uso de lámparas de luz ultravioleta combinadas con catalizadores de óxido de titanio (TiO₂), lo cual ha demostrado eliminar *Pseudomonas aeruginosa* en un 99,9% y *Escherichia coli* en un 100%. Sin embargo, esta medida cuenta con la desventaja económica de poseer un elevado costo (13,14).

En caso de que los propietarios de los establecimientos con pozos artesianos sean de escasos recursos, la medida correctiva menos costosa sería la ebullición del agua antes de utilizarla, por un periodo de entre 3 a 5 minutos, para asegurar la eliminación de los microorganismos patógenos y adicionalmente plantearse una inspección del pozo para una limpieza energética y un posible recambio de los materiales en las zonas donde se observe aparición de formación de biofilms, lo cual se visualizaría si existe una elevada proliferación de *Pseudomonas aeruginosa* (13).

Se denota que al optar por cualquier tipo de medida correctiva se deben realizar controles microbiológicos posteriores, para evaluar la eficacia y la sostenibilidad de la medida seleccionada, se sugiere hacer al menos un análisis microbiológico cada 6 meses, para asegurar que el agua utilizada y/o consumida sea de una calidad microbiológica segura.

Dicho lo anterior, la mayor contribución a nivel regional de este estudio es exacerbar la importancia de que los pozos artesianos solo deben ser fuente de suministro de agua para uso doméstico y/o consumo humano si se realizan los controles microbiológicos y físico químicos de manera reglamentaria y con una frecuencia estandarizada, puesto que de manera similar que en otros estudios que detectaron tanto riesgo microbiológico como riesgo físico químico (5,15,16,17) se demostró que el agua de pozo no es una fuente segura y constituye un potencia causal de enfermedades si no se realizan los controles pertinentes.

revisores externos en el marco del proceso editorial, pero no refleja necesariamente la postura oficial de la revista, de su comité editorial ni de su editor jefe.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos están disponibles previa solicitud al autor de correspondencia. Pedro Arroyo-Pizarro. Correo: crkennedy63@fcmunca.edu.py

COMENTARIOS DE REVISORES

El nombre de los revisores externos, así como su dictamen se encuentran disponibles en el siguiente enlace: <https://www.dropbox.com/scl/fi/mlw6p2vcvzbz9rr381hnqz/Dictamen-644.pdf?rlkey=udpql2ws1onjcbwlpzrhzw49&dl=0>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

CK y GE concepción y diseño del estudio, CK y ER capacitación para recolección de muestras, LP, AE, CM, MC y MC recolección de muestras, ER y JR inoculación de muestras, CK análisis microbiológico y pruebas de sensibilidad antibiótica, ER y JR redacción de informes de resultados, CK análisis estadístico e interpretación de resultados, CK redacción del manuscrito, GE revisión crítica del manuscrito, CK edición de versión final del manuscrito.

NOTA EDITORIAL

Las opiniones expresadas en este artículo, así como el enfoque metodológico y los resultados presentados, son responsabilidad exclusiva de los autores. Este trabajo fue revisado y aprobado por

REFERENCIAS

1. Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN). Catálogo de normas paraguayas. NP: 24-001-80. Agua Potable. Requisitos Generales. Asunción: INTN 2016. p. 1-12
2. Camacho J, Escobar M, Angulo R, Rocha J, Terrazas L. Calidad microbiológica de los sistemas de agua de consumo humano municipio de Colcapirhua. *Revista Científica de Salud UNITEPC*. 2019; 6: 8-14. [URL](#)
3. Estigarribia Sanabria G, Kennedy Cuevas C, González Vera A, Cabrizza C. Calidad microbiológica del agua procedente de tanques y pozos artesianos de establecimientos sanitarios. *Rev cuba hig epidemiol*. 60:1-13. [URL](#)
4. Morales Tejeiro LV, Trujillo González JM, Torres Mora MA. Identificación de los sistemas de suministro y disposición del agua en una comunidad rural: gestión comunitaria del agua. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 2021; 13(1), 205-220. <https://doi.org/10.22490/21456453.4271>
5. Sánchez Aroca SA, Guangasig Toapanta VH. Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano: La realidad en el Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 2023; 4(2), 1388–1402. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.690>
6. Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. Norma paraguaya NP 24-005-81: Toma de muestras para el análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas. Asunción: INTN; 2011.p.1-12.
7. Kennedy Cuevas C, Estigarribia Sanabria G, González Vera G, Cabrizza Álvarez C, Ramírez Godoy E. Detección de bacterias multi-drogo resistentes en aguas de Establecimientos de Salud. *An Fac Cienc Méd. (Asunción)*. 2024; 57(3): 17-27. <https://doi.org/10.18004/anales/2024.057.03.17>
8. Urseler NL, Bachetti RM, Damilano G, Morgante V, Ingaramo RN, Saino V, et al. Calidad microbiológica y usos del agua subterránea en establecimientos agropecuarios del centro-sur de Córdoba, Argentina. *Rev Int Contam Ambient*. 2019; 35(4): 839-848. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.06>
9. Fuentes Osorio J, Nájera Peralta R, Rivara Contreras S, Hernández Cox D, Ríos Guzmán R. Calidad microbiológica del agua en el área urbana del municipio de Escuintla. *Rev méd (Col Méd Cir Guatem)*. 2021;160(1): 29-33. <https://doi.org/10.36109/rmg.v160i1.299>
10. Martins A, Silva Aguilar R, Occhi Ferreira L, Licate MM, Delafiori CR, França Pôrto S. Resistencia a antimicrobianos de enterobacterias aisladas de aguas destinadas al abastecimiento público en la región centro-oeste del estado de São Paulo, Brasil. *Rev Pan Amaz Saude*. 2019; 10:1-8. <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223201900065>.
11. Machado A, Bordalo AA. Prevalence of antibiotic resistance in bacteria isolated from drinking well water available in Guinea-Bissau (West Africa). *Ecotoxicol Environ Saf*. 2014;106: 188-94. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.04.037>
12. Alawi M, Smyth C, Drissner D, Zimmerer A, Leupold D, Müller D, Do TT, Velasco-Torrijos T, Walsh F. Private and well drinking water are reservoirs for antimicrobial resistant bacteria. *NPJ Antimicrob Resist*. 2024; 2(7):1-16. doi: 10.1038/s44259-024-00024-9. <https://doi.org/10.1038/s44259-024-00024-9>
13. Shayo GM, Elimbinzi E, Shao GN. Gravedad de las enfermedades transmitidas por el agua en países en desarrollo y eficacia de los filtros cerámicos para mejorar la calidad del agua. *Bull Natl Res Cent*. 2023; 47(113):1-14. <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01088-9>
14. De La Cruz A, Murcia D. Eliminación de E. coli y Pseudomonas aeruginosa de agua potable usando usando sistema de desinfección con luz ultravioleta y óxido de titanio. *Centros: Revista Científica Universitaria*. 2019; 8(1): 2304-2604. [URL](#)
15. Taonameso S, Mudau LS, Traoré AN, Potgieter N. Borehole water: a potential health risk to rural communities in South Africa. *Water Supply*. 2019;19(1):128-36. <https://doi.org/10.2166/ws.2018.030>
16. Shi Y, Zhang K, Ye M. Well-Water Consumption and Risk of Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of 15 Observational Studies. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2021;17:3705-3714. <https://doi.org/10.2147/NDT.S336939>
17. Benavides Serrano ME, Choto Quintanilla MD, Pineda Zaldaña EA, Rodríguez Urrutia EA, Ramos Sosa RA, Arriaza Alfaro CM. Caracterización del agua de pozos para consumo humano en tres caseríos del cantón San Francisco Amatepe, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador. *Agrociencia*. 2023;7(24):6-16. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10263397>