UNIDA Salud
health journal
e-ISSN: 2791-2728

Publicación periódica de acceso abierto, financiada y editada por la Universidad de la Integración de las Américas

https://doi.org/10.69940/sld.20261204

Artículo original

Caracterización puntual de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua de consumo en dos hogares de adultos mayores de Alto Paraná, Paraguay

Point-in-time characterization of microbiological and physicochemical parameters of drinking water in two nursing homes in Alto Paraná, Paraguay

Nurimar María Amalia Benítez Ayala[1], Rossana Fabiola Ríos Bazán[1], Karina Beatriz Cristaldo Larrea[1]

[1] Universidad de la Integración de las Américas, Facultad de Salud, Carrera de Bioquímica, Filial Ciudad del Este. Paraguay.

RESUMEN

Introducción: La calidad del agua destinada al consumo humano constituye un aspecto relevante para la salud pública, especialmente en instituciones que albergan poblaciones vulnerables, como los adultos mayores. **Objetivo:** Caracterizar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua destinada al consumo humano en dos hogares de adultos mayores del departamento de Alto Paraná, Paraguay. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo exploratorio basado en un muestreo puntual, en el que se analizó una muestra de agua de cada establecimiento, recolectada en una única fecha. Las muestras fueron recolectadas el 2 de octubre de 2024 y analizadas el 3 de octubre de 2024 en un laboratorio de agua de una universidad de Alto Paraná. Se determinaron parámetros fisicoquímicos (pH, materia orgánica, nitratos y nitritos) y microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos) mediante métodos estandarizados. **Resultados:** Los valores de materia orgánica, nitratos, nitritos y aerobios mesófilos se encontraron dentro de los criterios de referencia aplicados. No se detectaron coliformes fecales en las muestras analizadas. En la muestra de uno de los establecimientos se detectaron 4 UFC/100 mL de coliformes totales. El pH registrado en esta muestra fue de 4,05, valor que se encuentra dentro del intervalo general de 4 a 9 establecido en la NP 24 001 80. **Conclusión:** Los resultados corresponden exclusivamente a las muestras analizadas y describen las condiciones observadas en el momento del muestreo, por lo que se requieren nuevos muestreos para valorar la variabilidad de la calidad del agua en los establecimientos estudiados.

Palabras clave: Agua potable, calidad del agua, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos, adultos mayores.

ABSTRACT

Introduction: Drinking water quality is an important aspect of public health, particularly in institutions housing vulnerable populations, such as older adults. **Objective:** To characterize the microbiological and physicochemical parameters of water intended for human consumption in two nursing homes in the department of Alto Paraná, Paraguay. **Materials and Methods:** A descriptive exploratory study based on point-in-time sampling was conducted, with one water sample collected from each institution on a single date and analyzed. The samples were collected on October 2, 2024, and analyzed on October 3, 2024, at a water testing laboratory at a university in Alto Paraná. Physicochemical parameters (pH, organic matter, nitrates, and nitrites) and microbiological parameters (total coliforms, fecal coliforms, and mesophilic aerobic bacteria) were determined using standardized methods. **Results:** The values for organic matter, nitrates, nitrites, and mesophilic aerobic bacteria were within the applied reference criteria. Fecal coliforms were not detected in either sample. In one of the samples, 4 CFU/100 mL of total coliforms were detected. The pH recorded in this sample was 4.05, which falls within the general range of 4 to 9 established by NP 24 001 80. **Conclusion:** The results correspond exclusively to the samples analyzed and describe the conditions observed at the time of sampling; therefore, further sampling is required to assess variations in water quality in the institutions studied.

Keywords: Drinking water, microbiological parameters, physicochemical parameters, water quality, older adults.

INTRODUCCIÓN

Para correspondencia dirigirse a: Nurimar María Amalia Benítez Ayala nurimarayala20@gmail.com
Recibido: 28 de mayo de 2026. **Aceptado:** 10 de agosto de 2026.
Conflictos de interes: Ninguna que declarar. **Fuente de financiamiento:** Ninguno. **Editor responsable:** Nidia Glavinich Romero

Este es un artículo publicado en Acceso Abierto bajo Licencia Creative Commons CC-BY, que permite el uso sin restricciones, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se cite debidamente la obra original.

La calidad del agua destinada al consumo humano constituye un aspecto relevante para la salud pública (1), especialmente en instituciones que albergan poblaciones vulnerables, como los hogares de adultos mayores. La presencia de microorganismos son indicadores que puede proporcionar información sobre las condiciones microbiológicas del agua y contribuir a la identificación de posibles situaciones que requieren vigilancia sanitaria. En Paraguay existe una amplia disponibilidad de recursos hídricos debido a la presencia de aguas subterráneas y superficiales; sin embargo, diversos factores ambientales y antrópicos pueden afectar la calidad de estas fuentes y comprometer su seguridad para el consumo humano (2,3).

Entre los parámetros microbiológicos empleados para evaluar la calidad del agua se encuentran los coliformes totales y los coliformes fecales, utilizados como indicadores de las condiciones sanitarias del agua. La detección de microorganismos indicadores puede estar relacionada con deficiencias en los sistemas de tratamiento, almacenamiento o distribución, aunque la identificación de su origen requiere evaluaciones complementarias (4,5).

La calidad del agua también puede evaluarse mediante parámetros fisicoquímicos, entre ellos el pH, la materia orgánica, los nitratos y los nitritos. Estos parámetros permiten caracterizar determinadas condiciones del agua y comparar los resultados obtenidos con los valores establecidos en las normas aplicables (4-6).

En este contexto, resulta pertinente caracterizar la calidad del agua destinada al consumo humano en instituciones destinadas al cuidado de personas mayores. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo caracterizar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua de consumo mediante un muestreo puntual en dos hogares de adultos mayores del departamento de Alto Paraná, Paraguay, comparando los resultados obtenidos con los criterios de referencia establecidos por la normativa nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo exploratorio de la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua destinada al consumo humano, basado en un muestreo puntual realizado en dos hogares de adultos mayores del departamento de Alto Paraná, Paraguay. Se analizó una muestra puntual de agua de cada establecimiento, recolectada en una única fecha. Los responsables de ambos hogares autorizaron la toma de muestras. Las muestras fueron recolectadas el 2 de octubre de 2024 y analizadas el 3 de octubre de 2024 en el laboratorio de agua de una universidad de Alto Paraná. Con la información disponible, no fue posible establecer de manera completa las condiciones de transporte y conservación, el punto exacto de recolección ni las demás características preanalíticas de las muestras, por lo que estos aspectos se consideran una limitación del estudio. Para la evaluación de la calidad del agua se determinaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante métodos analíticos estandarizados. Se analizaron el pH, la materia orgánica, los nitratos y los nitritos mediante el método electrométrico, la oxidabilidad al permanganato, el método del sulfato de brucina y el método colorimétrico, respectivamente. En cuanto a los parámetros microbiológicos, se evaluaron coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos mediante métodos validados por AOAC y AFNOR. Los resultados obtenidos fueron comparados con los criterios de referencia establecidos en la Norma Paraguaya NP 24 001 80 del Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología (INTN), sexta edición de 2011, reaprobada en 2016, correspondiente a los requisitos generales para agua potable. La norma establece, entre otros criterios, un intervalo general de pH de 4 a 9, un máximo de 45 mg/L para nitratos, 0,1 mg/L para nitritos, 3 mg/L para materia orgánica como O_2, 500 UFC/mL para aerobios mesófilos y ausencia de coliformes totales y fecales en 100 mL (5).

RESULTADOS

Se obtuvo un resultado por parámetro para cada una de las dos muestras puntuales. La tabla 1 presenta los valores informados por el laboratorio y los criterios de referencia utilizados en el estudio.

El análisis fisicoquímico mostró que los valores de materia orgánica, nitratos y nitritos se encontraron dentro de los criterios de referencia establecidos por la NP 24 001 80 para

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de dos muestras puntuales de agua de hogares de adultos mayores, 2024.

Parámetro	Método empleado	Criterio o valor de referencia (NP 24 001 80)	Hogar 1	Hogar 2
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS				
pH	4500-H^+ B. Método electrométrico	4 – 9	6,85	4,05
Materia orgánica (mg O_2/L)	Oxidabilidad al permanganato	≤ 3	1,76	1,76
Nitrato (mg/L)	Método del sulfato de brucina	≤ 45	13,29	34,89
Nitrito (mg/L)	4500-NO_2 B. Método colorimétrico	≤ 0,1	No detectado*	0,01
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes totales (UFC/100 mL)	Método oficial AOAC 991.14	Ausencia	No detectado*	4
Coliformes fecales (UFC/100 mL)	Método validado AFNOR (3M 01/2-09/89C)	Ausencia	No detectado*	No detectado*
Aerobios mesófilos (UFC/mL)	Método oficial AOAC 990.12	≤ 500	63	361

Nota: * "No detectado" corresponde a la ausencia informada por el laboratorio. El límite de detección no estuvo disponible en los registros consultados. Cada celda presenta el único resultado informado; no se documentó si corresponde a una determinación única o al promedio de réplicas.

agua potable. Las muestras presentaron valores de pH de 6,85 y 4,05, ambos comprendidos dentro del intervalo general de 4 a 9 establecido por la norma. En relación con los parámetros microbiológicos, no se detectaron coliformes fecales en ninguna de las muestras analizadas. Asimismo, los recuentos de aerobios mesófilos se mantuvieron por debajo del límite de 500 UFC/mL en ambos hogares, con valores de 63 UFC/mL y 361 UFC/mL, respectivamente. No obstante, en una de las muestras se detectaron 4 UFC/100 mL de coliformes totales, mientras que en la otra muestra no se detectaron estos microorganismos.

DISCUSIÓN

La caracterización puntual de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos permitió describir las condiciones del agua destinada al consumo humano en las dos instituciones estudiadas. Los resultados obtenidos mostraron que los valores de materia orgánica, nitratos, nitritos y aerobios mesófilos se encontraron dentro de los criterios de referencia establecidos por la Norma Paraguaya NP 24 001 80. En relación con el pH, las muestras presentaron valores de 6,85 y 4,05. Aunque el segundo valor corresponde a un agua de carácter ácido, se encuentra dentro del intervalo general de 4 a 9 establecido por la NP 24 001 80. La norma también contempla un intervalo de 5 a 9 para aguas subterráneas sin sistemas de distribución (5). Sin embargo, la información disponible sobre el origen del agua y las características del abastecimiento no permitió determinar si esta condición particular era aplicable a las muestras analizadas.

En cuanto a los parámetros microbiológicos, no se detectaron coliformes fecales en ninguna de las muestras. Sin embargo, en una de ellas se detectaron 4 UFC/100 mL de coliformes totales. La norma utilizada como referencia establece la ausencia de coliformes totales en 100 mL de agua potable (5). La detección de estos microorganismos constituye un hallazgo que requiere atención y confirmación mediante nuevos muestreos. La presencia de coliformes totales no permite establecer por sí sola el origen de la contaminación, ya que puede estar relacionada con diferentes etapas del sistema de abastecimiento, almacenamiento, distribución o incluso con las condiciones de muestreo y procesamiento. Los coliformes totales pueden utilizarse como indicadores de las condiciones sanitarias del agua, aunque su presencia no equivale necesariamente a contaminación fecal. La identificación de coliformes fecales constituye un indicador más directamente relacionado con la contaminación de origen fecal (3,4). En el presente estudio no se detectaron coliformes fecales y tampoco se realizó una determinación específica de *Escherichia coli*.

Los resultados microbiológicos deben interpretarse considerando el carácter puntual del muestreo. Una única muestra por hogar no permite determinar si la detección de coliformes totales representa una condición persistente o un evento aislado. En este sentido, la literatura y los criterios de vigilancia de la calidad del agua respaldan la necesidad de realizar muestreos adicionales cuando se detectan microorganismos indicadores, con el propósito de confirmar el hallazgo y evaluar posibles fuentes (3,4,6-9).

Una fortaleza del estudio fue la evaluación conjunta de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en muestras provenientes de instituciones destinadas al cuidado de adultos mayores, lo que aporta evidencia científica en un ámbito de gran relevancia para el país (10). Se recomienda realizar nuevos muestreos en diferentes momentos y puntos del sistema de abastecimiento, especialmente en el establecimiento donde se detectaron coliformes totales, con el fin de confirmar el hallazgo y contribuir a la evaluación de las condiciones microbiológicas del agua.

En las dos muestras del presente estudio no se detectaron coliformes fecales y los recuentos de aerobios mesófilos estuvieron por debajo del límite de referencia aplicado. En cambio, Sotomayor et al. encontraron resultados fuera de los límites para estos indicadores en parte de las 57 muestras de pozos artesianos estudiadas en Central, Cordillera y Asunción, tanto en aguas tratadas como no tratadas (2). Estas diferencias deben interpretarse considerando las características de cada investigación y no permiten concluir que el agua de los hogares evaluados tenga una calidad microbiológica superior. Los antecedentes nacionales respaldan la importancia de continuar la vigilancia mediante nuevos muestreos.

Limitaciones del estudio: Este estudio presenta como principal limitación el análisis de una única muestra por establecimiento, recolectada en una sola fecha, lo que impide evaluar la variabilidad temporal y espacial de la calidad del agua. Asimismo, la información disponible no permitió describir completamente algunos aspectos preanalíticos, como el punto exacto de muestreo, las condiciones de transporte y conservación, ni la realización de réplicas o controles analíticos específicos. Además, los parámetros evaluados corresponden únicamente a las variables microbiológicas y fisicoquímicas incluidas en el análisis, por lo que los resultados no permiten descartar la presencia de otros contaminantes o alteraciones no investigadas. En consecuencia, los hallazgos deben interpretarse como una caracterización puntual de las muestras analizadas y no pueden generalizarse a otros hogares de adultos mayores del departamento de Alto Paraná ni considerarse representativos de la calidad habitual del agua de los establecimientos estudiados.

CONCLUSIONES

En las dos muestras puntuales de agua analizadas, los valores de materia orgánica, nitratos, nitritos y aerobios mesófilos se encontraron dentro de los criterios de referencia aplicados. Asimismo, no se detectaron coliformes fecales en ninguna de las muestras. En una de las muestras se detectaron 4 UFC/100 mL de coliformes totales, mientras que en la otra no se detectaron estos microorganismos. Este hallazgo requiere confirmación mediante nuevos muestreos y evaluación de las condiciones del sistema de abastecimiento, almacenamiento y distribución, sin atribuir una causa específica a partir de los resultados obtenidos. Los valores de pH fueron de 6,85 y 4,05, ambos dentro del intervalo general de 4 a 9 establecido por la NP 24 001 80. Por lo tanto, el valor de 4,05, aunque corresponde a un pH ácido, no representa por sí mismo un incumplimiento del criterio general de pH establecido por la norma. Debido al carácter puntual del muestreo, los resultados describen exclusivamente las muestras analizadas en la fecha del estudio y no permiten establecer la calidad habitual del agua de los hogares ni generalizar los hallazgos a otros hogares de adultos mayores del departamento de Alto Paraná. Se recomienda realizar nuevos muestreos en diferentes fechas y puntos del sistema de abastecimiento para obtener una caracterización más representativa de la calidad del agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. Agua para consumo humano [Internet]. Ginebra: OMS; 13 sep 2023 [citado 27 ago 2024]. Disponible en: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water

2. Sotomayor F, Villagra V, Cristaldo G, Silva L, Ibáñez L. Determinación de la calidad microbiológica de las aguas de pozo artesiano de distritos de los departamentos Central, Cordillera y municipio capital. Mem Inst Investig Cienc Salud [Internet]. 2013 [citado 27 ago 2024];11(1):5-14. Disponible en: https://revistascientificas.una.py/index.php/RIIC/article/view/1738

3. Rock C, Rivera B. La calidad del agua, E. coli y su salud [Internet]. Tucson: University of Arizona Cooperative Extension; 2014 [citado 5 oct 2024]. Publicación núm.: AZ1624S. Disponible en: https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1624s.pdf

4. Organización Panamericana de la Salud. Directrices de la OMS sobre vivienda y salud. Washington (DC): Organización Panamericana de la Salud; 2022. Cuadro 8.3, Valores de referencia de la OMS para la calidad del agua potable: bacterias. doi: 10.37774/9789275325674.

5. Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. NP 24 001 80: Agua potable. Requisitos generales [Internet]. 6ª ed. Asunción: INTN; 2011. Reaprobada en 2016 [citado 8 oct 2024]. Disponible en: https://erp.intn.gov.py/shop/product/np-24-001-80-ctn-24-3505

6. Alba R JJ, Ortega S JL, Álvarez H G, Cervantes F M, Ruiz B E, Urtiz E N, et al. Riesgos microbiológicos en agua de bebida: una revisión clínica. Química Viva [Internet]. 2013 [citado 7 oct 2024];12(3):215-33. Disponible en: https://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v12n3/martinez.pdf

7. Ingerson-Mahar M, Reid A. FAQ: E. coli: good, bad, & deadly. Washington (DC): American Society for Microbiology; 2011. doi: 10.1128/AAMCol.1-2011.

8. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first and second addenda [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2022 [citado 5 oct 2024]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064

9. United States Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Regulations [Internet]. Washington (DC): EPA; [fecha desconocida] [citado 11 oct 2024]. Disponible en: https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations

10. Estigarribia Sanabria G, Kennedy Cuevas C, González Vera A, Cabriza C. Calidad microbiológica del agua procedente de tanques y pozos artesianos de establecimientos sanitarios. Rev Cubana Hig Epidemiol [Internet]. 2023 [citado 8 oct 2024];60:e1274. Disponible en: https://revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/1274