

Determinación clásica de coliformes fecales en agua entubada en el distrito de Ahuaycha, Perú



Classical determination of fecal coliforms in piped water in the district of Ahuaycha, Peru

Determinação clássica de coliformes fecais em água encanada no distrito de Ahuaycha, Peru

Chavarría Márquez, Esmila Yeime; Huamaní Astocaza, Luz Luisa; Basurto Contreras, César Marino; Gutierrez Collao, Jairo Edson; Cusiche Huamaní, Mery Luz

 Esmila Yeime Chavarría Márquez

esmila.418@gmail.com

Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 Luz Luisa Huamaní Astocaza

luzluisa20@gmail.com

Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 César Marino Basurto Contreras

cbasurto@unco.edu.pe

Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 Jairo Edson Gutierrez Collao

jairo.gutierrez@gmail.com

Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

 Mery Luz Cusiche Huamaní

meryluz814@gmail.com

Universidad Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú

Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias ALFA

Centro de Estudios Transdisciplinarios, Bolivia

ISSN: 2664-0902

ISSN-e: 2664-0902

Periodicidad: Cuatrimestral

vol. 7, núm. 21, 2023

editor@revistaalfa.org

Recepción: 04 Agosto 2023

Aprobación: 25 Agosto 2023

Publicación: 25 Septiembre 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/540/5404632005/>

Resumen: La presencia de coliformes fecales totales en el agua, son indicadores de contaminación del agua para consumo humano ya que pueden afectar la salud del consumidor del distrito de Ahuaycha, departamento de Huancavelica en el país de Perú. **Objetivo.** Determinar coliformes fecales totales en el agua de consumo humano en el distrito de Ahuaycha. **Materiales y Metodos.** Se realizó un estudio aplicado analítico microbiológico-descriptivo, para el cual se evaluó tres puntos de muestreo de agua para consumo en el distrito de Ahuaycha y se analizó mediante conteo de tubos, con medios de cultivo caldo lauril sulfato verde brillante y caldo *Escherichia coli*. **Resultados.** Se comprobó la presencia de coliformes fecales el cual supera los Límites máximos permisibles del D.S 031-2010 SA. **Conclusiones.** Se determinó la presencia de coliformes fecales, los cuales, estos tienen un impacto significativo a corto o largo plazo en la salud de la población de Ahuaycha, departamento de Huancavelica en Perú, trayendo consigo riesgos de mortalidad por enfermedad diarreica aguda.

Palabras clave: Coliformes fecales totales, Agua para consumo humano, Límites máximos permisibles del agua, Agua entubada.

Abstract: The presence of total fecal coliforms in water are indicators of contamination of water for human consumption since they can affect the health of the consumer in the district of Ahuaycha, department of Huancavelica in the country of Peru. **Objective.** To determine total fecal coliforms in water for human consumption in the district of Ahuaycha. **Materials and Methods.** An applied microbiological-descriptive analytical study was carried out, for which three sampling points of water for consumption in the district of Ahuaycha were evaluated and analyzed by tube counting, with culture media of lauryl sulfate brilliant green broth and *Escherichia coli* broth. **Results.** The presence of fecal coliforms was found, which exceeds the Maximum Permissible Limits of the D.S 031-2010 SA. **Conclusions.** The presence of fecal coliforms was determined, which have a significant short or long term impact on the health



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional.

of the population of Ahuaycha, department of Huancavelica in Peru, bringing with it the risk of mortality due to acute diarrheal disease

Keywords: Total fecal coliforms, Water for human consumption, Maximum permissible water limits, Piped water.

Resumo: A presença de coliformes fecais totais na água é um indicador de contaminação da água para consumo humano, pois pode afetar a saúde do consumidor no distrito de Ahuaycha, departamento de Huancavelica, no Peru. **Objetivo.** Determinar o total de coliformes fecais na água para consumo humano no distrito de Ahuaycha. **Materiais e métodos.** Foi realizado um estudo analítico microbiológico-descritivo aplicado, no qual três pontos de amostragem de água para consumo no distrito de Ahuaycha foram avaliados e analisados por contagem de tubos, com meios de cultura de caldo verde brilhante com lauril sulfato e caldo *Escherichia coli*. **Resultados.** Foi constatada a presença de coliformes fecais, o que excede os limites máximos permitidos pelo D.S 031-2010 SA. **Conclusões.** Foi determinada a presença de coliformes fecais, o que tem um impacto significativo a curto ou longo prazo na saúde da população de Ahuaycha, departamento de Huancavelica, no Peru, trazendo consigo o risco de mortalidade por doença diarreica aguda.

Palavras-chave: Coliformes fecais totais, Água para consumo humano, Limites máximos permitidos de água, Água encanada.

INTRODUCCIÓN

El agua para el consumo humano, no debe contener patógenos, químicos, agentes físicos o material radioactivo que puedan afectar la salud de las personas (1). El grupo coliforme se ha utilizado ampliamente como indicador de la calidad del agua e históricamente ha dado a lugar al concepto de protección de la salud pública (2). Actualmente, los servicios de agua potable en el distrito de Ahuaycha son prestados por la municipalidad y la Junta Administradora de Servicios Sanitarios (JASS).

En Ahuaycha la capación de agua para consumo humano se realiza a partir de aguas superficiales y de aguas subterráneas. Las aguas superficiales son generadas por las lluvias que se precipitan en las alturas de las montañas denominadas Muyorimac y Cabra cabra de las cuales son recolectadas mediante una acequia a canal abierto, en este tramo de recolección las aguas transportan restos de excrementos de animales, polvo y otras partículas extrañas al recorrer las superficies de pastoreo de las montañas, antes de ser canalizadas son cloradas y luego entubadas para ser conducidas al reservorio de 74 m³ localizada en el anexo de Purguay. Así mismo, se captan de manantiales siendo transportadas al reservorio. En ambos casos sin ningún tratamiento previo de potabilización son distribuidas a la población mediante tuberías hasta los domicilios.

Cabe indicar que estas tuberías de conexiones domiciliarias se han realizado sin ninguna dirección técnica y son instalaciones antiguas. Por tanto, el agua podría estar contaminada por bacterias coliformes ya que no se precisa ningún tipo de monitoreo de patógenos por el Municipio y el JASS. Dado que numerosos patógenos se encuentran en las heces, se monitorea el agua para detectar contaminación microbiana utilizando organismos indicadores como coliformes totales y *Escherichia coli* (3). Entonces la interrogante fue ¿cuál es la concentración de coliformes fecales totales en el agua de consumo humano en el distrito de Ahuaycha?

Los coliformes son un grupo de bacterias gran negativas anaeróbicas facultativas sin esporas. Se encuentran comúnmente en el ambiente acuático, en el suelo y la vegetación, así como en los intestinos de los mamíferos,

incluidos los humanos (4). Los coliformes totales son empleados como un indicador de la calidad del agua en muchos países y continúa utilizándose hasta cierto punto como parámetro regulatorio (5,6). La presencia de coliformes fecales en el agua pueden causar enfermedades estomacales. Se sabe que las bacterias patógenas transmitidas por el agua causan diarrea, gastroenteritis, cólera, disentería y enfermedades tifoideas (7).

En este contexto el estudio busca determinar coliformes fecales totales en el agua de consumo humano en el distrito de Ahuaycha, en el punto de captación del agua, en el reservorio y en los grifos de domicilio a fin de asegurar la calidad microbiológica del agua de consumo humano mediante la comparación con los valores de los límites máximos permisibles LMP según D.S 031-2010 SA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El método utilizado fue de análisis microbiológico-descriptivo del agua de consumo humano del distrito de Ahuaycha, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica en el país de Perú, ubicado a 3 280 m.s.n.m. durante los meses de enero a julio de 2023. La localización geográfica de las estaciones de muestreo corresponde a las muestras no probabilista de 3 puntos fijos, uno en el sistema de captación, el segundo en el reservorio y el tercero en 3 grifos de las viviendas pertenecientes al distrito; la ubicación geográfica fue localizada con el equipo Sistema de posicionamiento global (GPS) tanto para latitud, longitud y altitud. Punto de muestreo la captación latitud 12° 25' 570"; longitud 74° 54' 310" msnm 3285.

El análisis se realizó en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja (UNAT), a través de método Numero Más Probable (NMP). La evaluación del agua correspondiente al punto principal del agua entubada que es distribuido para todo el distrito, haciendo uso de los siguientes materiales: frascos de vidrio de 1000 mL, etiquetas, formatos de campo, cooler, cinta de embalaje y materiales de escritorio. El método de laboratorio aplicado fue el de análisis clásico por conteo de tubos, utilizando la incubadora, tubos de ensayo de 10 ml, campanas Durham, medios de cultivo caldo lauril sulfato verde brillante y caldo *Escherichia coli*. El presente estudio se hizo según el "Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales" N° R. J. 182-2011-ANA (8).

Para la determinación de coliformes totales, se procedió a la recolección de muestras y su análisis posterior en el laboratorio de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja, por un tiempo de 24 horas. Inoculando en los medios de cultivo y en diluciones de 10-1; 10-2; 10-3, en un periodo de tiempo de 24 a 48 h, a una temperatura de 32 °C. Posterior a ello se realizó el conteo de los tubos de ensayo. Todo ello desarrollando en los laboratorios de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Huancavelica-Perú.

RESULTADOS

Según la Figura 1, se muestra el promedio de 14 datos por estación de muestreo; la estación de captación de agua se observó un promedio de 13.4 NMP/100 mL de contaminantes por coliformes totales, en la estación de muestreo del reservorio 13.4 NMP/100 mL, y en la estación de muestreo de los grifos domiciliarios un promedio de 13.5 NMP/100 mL. Además, de 0 UCF/100 mL. Es decir, debe estar exenta de coliformes según el D.S. 031.2010-S.A.

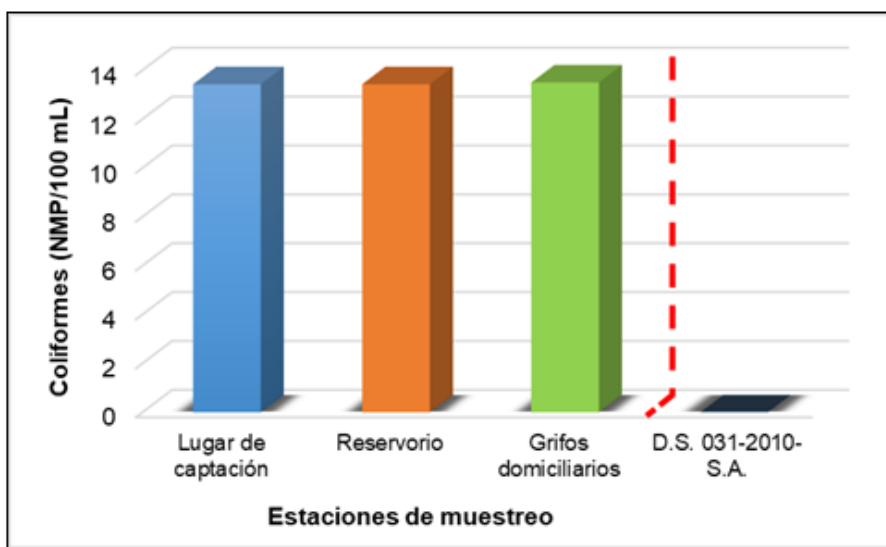


FIGURA 1. Coliformes totales en estaciones de muestreo y LMP del D.S.031.2010-S.A.

Con una probabilidad de error del 0.0 % menor que 5% (alfa) se demuestra en la Tabla 1 que la calidad del agua entubada con respecto a los coliformes fecales no tiene una distribución normal. Por tanto, es una prueba no paramétrica.

TABLA 1. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova		Shapiro-Wilk		Sig.
	Estadístico	gl	Estadístico	gl	
Captación de agua	,369	14	,639	14	,000
Reservorio	,369	14	,639	14	,000
Grifos domiciliarios	,332	14	,646	14	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

El p-valor $0.905 \geq 0.05$, se acepta la hipótesis nula. Por tanto, la mediana de coliformes fecales en un pH de 6.9 y de acuerdo a la Tabla 2 de la prueba de Friedman las distribuciones de captación de agua, en el reservorio y en los grifos domiciliarios son iguales. En consecuencia, existe la presencia de coliformes fecales el cual incumple los reglamentos superando los LMP a 0 NMP/100 mL, correspondiente a D.S 031-2010 SA.

TABLA 2. Contrastes de hipótesis de coliformes en tres estaciones de muestreo

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
Las distribuciones de Captación de agua, Reservorio y Grifos domiciliarios son iguales.	Prueba de Friedman para muestras relacionadas para análisis de la varianza de dos factores por rangos	,905	Conserve la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0.05

DISCUSIÓN

Perú se caracteriza por la abundancia de sus recursos naturales y la zona de las montañas de captación de agua para consumo humano del distrito de Ahuaycha no podría ser la excepción. No obstante, varios de estos recursos no son extraídos y utilizados en forma adecuada, generando contaminación del medio ambiente, el más perjudicado ha sido el agua. En el área de captación la muestra de agua de este estudio tiene un promedio de 13.4/100 mL de contaminación por coliformes totales debido a la recolección a través de un canal abierto de las aguas de lluvia que previamente estuvieron transcurriendo por la superficie de la montaña transportando en su caudal residuos de excrementos de animales, polvos de las plantas y otras partículas contaminantes del agua. Si bien es cierto son cloradas antes de ser entubadas, estas aguas no son suficientemente liberadas de los coliformes totales.

En el reservorio el agua tiene un promedio 13.4/100 mL, esta concentración permaneció constante desde el lugar de captación como producto de una inadecuada cloración del agua e infraestructura insuficiente para un tratamiento microbiológico. Así mismo, La muestra analizada de los grifos de los domicilios del distrito Ahuaycha tuvieron un promedio de 13.5/100 mL de coliformes totales, probablemente este incremento en comparación a las estaciones anteriores sea a causa de limpieza o contaminación con aguas residuales por defectos de instalaciones de la red principal de distribución hacia los grifos de los domicilios. Según Venegas et al. (9) los resultados del análisis microbiológico en las aguas de consumo. E. coli encontraron en 6 de las casas muestreadas con concentraciones entre 1 y 6 UFC/100 ml, valores no permitidos por la normativa, la presencia de estos microorganismos en el agua de consumo, puede estar relacionada con la forma de transporte y almacenamiento del agua, las condiciones de vida de los habitantes y las prácticas de higiene.

Se observa que en todas las estaciones de muestreo en el área de estudio el recuento de los coliformes totales no cumplió con el D.S 031-2010 SA, obteniendo valores mayores a 0 UFC/100 mL. De acuerdo a la OMS el recuento de coliformes totales de agua apta para consumo humano no debe superar las cero unidades de coliformes UFC/100 mL de agua potable (10). Sin embargo, nos permite inferir que el agua está siendo contaminada con coliformes totales desde el lugar de captación hasta los grifos domiciliarios por varios factores de contaminación ambiental aire, suelo entre otros. Según Gomes et al. (11) la escherichia coli se encuentra principalmente en los intestinos de humanos y animales de sangre caliente y también se encuentra ampliamente en la naturaleza, como en el suelo, en las plantas, agua y matrices alimentarias, que representan así importantes vehículos de transmisión (12,13). Los parámetros microbiológicos no cumplieron con los estándares requeridos, se trata de agua no apta para consumo humano de manera directa, siendo necesario realizar tratamiento previo a su distribución (14).

En todas las muestras de agua, se observó abundante crecimiento de bacterias y formación de gas a las 24 horas de incubación, indicando la presencia en estas aguas alta concentración de bacterias del grupo coliformes (8). Comportamiento experimental confirmado por la prueba de Friedman donde las distribuciones en las tres estaciones de muestreo en la captación de agua, reservorio y en los grifos domiciliarios son iguales. En consecuencia, existe la presencia de coliformes fecales con valores superiores a los LMP microbiológica de la normativa peruana. Siendo agua de calidad deficiente, tendrá efectos negativos en la salud del consumidor. Según Sánchez y Guangasig (15) las enfermedades gastrointestinales son una de las principales afecciones causadas por el consumo de aguas contaminadas, donde se ha evidenciado la presencia de microorganismos como coliformes fecales, coliformes totales, *Helicobacter pylori*, entre otras, mismas que están relacionados con estas patologías

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó la presencia de coliformes totales en la zona de captación del agua, reservorio y en grifos de los domicilios, en tal sentido, el agua suministrada por la Municipalidad del Distrito de Ahuaycha presenta coliformes totales superiores a los límites máximos permisibles microbiológico 0 del D.S. 031- 2010 - Perú. En consecuencia, la calidad del agua es deficiente y tendrá un impacto negativo a corto o largo plazo en la salud de la población consumidora.

Es necesario el tratamiento microbiológico avanzado del agua que está siendo consumida por la población para mejorar la calidad del agua, así mismo, promover la participación comunitaria y de las autoridades para priorizar la atención a la fuente de agua.

CONFLICTO DE INTERESES. Declaramos no tener ningún tipo de conflicto de interés que pudiera influir en los resultados o a las interpretaciones del presente trabajo de investigación

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Salud (MINSA). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA. Biblioteca Nacional del Perú, D.S. N° 031-2010-SA Perú: Dirección General de Salud Ambiental; 2011 p. 44. http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
2. Pal P. Detection of coliforms in drinking water and its effect on human health-A Review. *International Letters of Natural Sciences*. 2014;12(2):122–31. DOI:10.18052/www.scipress.com/ILNS.17.122
3. Stelma GN, Wymer LJ. Research considerations for more effective groundwater monitoring. *J Water Health*. 2012;10(4):511–21. DOI: 10.2166/wh.2012.016
4. Cabral JPS. Water microbiology. Bacterial pathogens and water. Vol. 7, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. MDPI; 2010. p. 3657–703. doi: 10.3390/ijerph7103657
5. Maheux AF, Boudreau DK, Bisson MA, Dion-Dupont V, Bouchard S, Nkuranga M, et al. Molecular method for detection of total coliforms in drinking water samples. *Appl Environ Microbiol*. 2014;80(14):4074–84. DOI: 10.1128/AEM.00546-14
6. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guidelines for drinking-water quality. Fourth edition incorporating the first and second addenda. 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240045064>
7. Mudiam MK, Pathak SP, Gopal K, Murthy RC. Studies on urban drinking water quality in a tropical zone. *Environ Monit Assess*. 2012 Jan;184(1):461–9. DOI: 10.1007/s10661-011-1980-3
8. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). Benchmarking Regulatorio 2022 de Empresas Prestadoras. Perú; 2022. <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2022/08/BENCHMARKING-REGULATORIO-DE-LAS-EPS-2022-DATOS-2021-F.pdf>
9. Venegas C, Mercado M, Campos C. Evaluación de la calidad microbiológica del agua para consumo y del agua residual en una población de Bogotá (Colombia). *Revista Biosalud*. 2014;13(2):24–35. [http://biosalud.ualdas.edu.co/downloads/Biosalud13\(2\)_3.pdf](http://biosalud.ualdas.edu.co/downloads/Biosalud13(2)_3.pdf)
10. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición que incorpora la primera adenda. 2018. Available from: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950>
11. Gomes TAT, Elias WP, Scaletsky ICA, Guth BEC, Rodrigues JF, Piazza RMF, et al. Diarrheagenic *Escherichia coli*. Vol. 47, *Brazilian Journal of Microbiology*. Elsevier Editora Ltda; 2016. p. 3–30. DOI: 10.1016/j.bjm.2016.10.015
12. Cho S, Jackson CR, Frye JG. The prevalence and antimicrobial resistance phenotypes of *Salmonella*, *Escherichia coli* and *Enterococcus* sp. in surface water. Vol. 71, *Letters in Applied Microbiology*. John Wiley and Sons Inc; 2020. p. 3–25. DOI: 10.1111/lam.13301

13. Desvaux M, Dalmasso G, Beyrouthy R, Barnich N, Delmas J, Bonnet R. Pathogenicity Factors of Genomic Islands in Intestinal and Extraintestinal *Escherichia coli*. Vol. 11, *Frontiers in Microbiology*. Frontiers Media S.A.; 2020. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.02065>
14. Méndez LA. Calidad y estado sanitario del agua distribuida para consumo humano en Guastatoya, El Progreso. *Revista Científica Internacional*. 2023;6(1):23–34. <https://doi.org/10.46734/revcientifica.v6i1.60>
15. 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):1388–402. DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.690>