

Juan Jose Camacho
Camata.¹
Max Linder Escobar
Hinojosa.¹
Ramiro Angulo Torres.²
Joseana Rocha.³
Luis Fernando Rojas
Terrazas.^{2,3}

Correspondencia a:

¹ Docente de microbiología de la carrera de medicina UNITEPC
Centro de investigación de salud pública UNITEPC. CISPU.
Cochabamba – Bolivia

² Medico del centro de investigación de salud pública UNITEPC. CISPU.
Cochabamba – Bolivia

³ Centro de investigación medicina UNITEPC. CIMU.
Cochabamba – Bolivia

juan_jcamacho@unitepc-mail.com
mark144@gmail.com
rangulodue@unitepc.net
joseana_rocha@unitepc-mail.com
lrojas_investigacion@unitepc-mail.com

Procedencia y arbitraje:

No comisionado, sometido a arbitraje externo

Recibido para publicación:
20 de enero del 2019
Aceptado para publicación:
28 de febrero del 2019

Citar como:
Re Ci Sa UNI
2019;6(1):8-14

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LOS SISTEMAS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO MUNICIPIO DE COLCAPIRHUA.

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF HUMAN WATER SYSTEMS CONSUMPTION'S IN COLCAPIRHUA MUNICIPAL

QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DOS SISTEMAS MUNICIPAIS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DE COLCAPIRHUA.

Resumen.

Introducción: El resultado del consumo de agua insalubre son las enfermedades gastrointestinales, el agua de pozos es la principal fuente de abastecimiento y puede tener contaminación bacteriana. **Objetivo:** Evaluar la calidad microbiológica de los sistemas agua de consumo humano en el municipio de Colcapirhua. **Métodos:** De julio a octubre del 2018 se realizaron análisis de 109 sistemas de agua, tomando muestras, una en boca de pozo y otra a 100 metros en la red de distribución domiciliar según la norma boliviana NB 496. **Resultados:** Mostraron en boca de pozo 42 (38.5%) sin contaminación microbiológica, 60 (55.0%) presentan bacterias coliformes totales y 7 (6.4%) no coliformes "*Pseudomonas aeruginosa*", entre coliformes totales encontrados están; *Escherichia coli* 36 (33,2%), *Klebsiella pneumoniae* 10 (9,2%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 6 (31,2%) y *Citrobacter freundii* 2 (1,8%). Los análisis en la red de distribución domiciliar mostraron; 51 (46.8%) sin contaminación microbiológica, 51 (46.8%) presentan bacterias Coliformes totales y 7 (6.4%) bacterias no coliformes "*Pseudomonas aeruginosa*", entre los coliformes totales encontrados están; *Escherichia coli* 34 (31.2%), *Klebsiella pneumoniae* 7 (6.4%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 4 (3.7%) y *Citrobacter freundii* 1 (0.9%). **Discusión.** El agua para consumo humano no debe contener coliformes totales y fecales por norma NB 512 los resultados de la carga microbiana que presentaron las muestras de pozo en el municipio de Colcapirhua, reflejan una calidad microbiológica deficiente que pone en riesgo a la población, por lo que es necesario llevar a cabo un proceso de filtración o desinfección.

Palabras clave: Contaminación. Bacterias. Pozos de Agua. Población.

Abstract.

Introduction: The unhealthy water consumption's result are gastrointestinal diseases, the main source of water supply is from wells and they may have bacterial contamination. **Objec-**

tive: To evaluate the water systems' microbiological quality for human consumption in the municipality of Colcapirhua. Methods: From July to October of 2018, 109 water systems analyzes were carried out, taking samples, one from the wellhead and another from 100 meters far from the home distribution according to Bolivian's normative NB 496. Results: They showed at the wellhead 42 (38.5%) without microbiological contamination, 60 (55.0%) have total coliform bacteria and 7 (6.4%) non-coliform "*Pseudomonas aeruginosa*", among the total coliforms found are; *Escherichia coli* 36 (33.2%), *Klebsiella pneumoniae* 10 (9.2%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5.5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0.9%), *Enterobacter cloacae* 6 (31.2%) and *Citrobacter freundii* 2 (1.8%). The analyzes in the home distribution network showed; 51 (46.8%) without microbiological contamination, 51 (46.8%) have total Coliform bacteria and 7 (6.4%) non-coliform bacteria "*Pseudomonas aeruginosa*", among the total coliforms found; *Escherichia coli* 34 (31.2%), *Klebsiella pneumoniae* 7 (6.4%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5.5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0.9%), *Enterobacter cloacae* 4 (3.7%) and *Citrobacter freundii* 1 (0.9%) . Discussion. The water for human consumption should not contain total and fecal coliforms by normative NB 512 the water well's microbial load samples results presented in the municipality of Colcapirhua, reflect a deficient microbiological quality that puts the population in that's why it is necessary to carry out a filtration or disinfection process.

Key words: Contamination. Bacteria. Water Wells. Population

Resumo.

Introdução: O resultado do consumo de água insalubre são as doenças gastrointestinais. A água dos poços é a principal fonte de abastecimento e pode ter contaminação bacteriana. Objetivo: Avaliar a qualidade microbiológica dos sistemas hídricos para consumo humano no município de Colcapirhua. Métodos: De julho a outubro 2018 se realizam análises de 109 sistemas de água, uma em boca de poço e outra a 100 metros da rede de distribuição domiciliar segundo a norma boliviana NB 496. Resultados: As amostras na boca de poço 42 (38,5%) - sem contaminação microbiológica, 60 (55,0%) - tinham coliformes totais; e, sete (6,4%) – ausência de coliforme "*Pseudomonas aeruginosa*". Entre os coliformes são encontradas: *Escherichia coli* 36 (33,2%), *Klebsiella pneumoniae* 10 (9,2%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 6 (31,2%) e *Citrobacter freundii* 2 (1,8%). As análises na rede de distribuição domiciliar mostraram: 51 (46,8%) - sem contaminação microbiológica, 51 (46,8%) - tinham coliformes totais e 7 (6,4%) - não bactérias coliformes "*Pseudomonas aeruginosa*". Entre os coliformes totais são encontradas: *Escherichia coli* 34 (31,2%), *Klebsiella pneumoniae* 7 (6,4%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 4 (3,7%) e *Citrobacter freundii* 1 (0,9%). Discussão: A água para consumo humano não deve conter coliformes totais e fecal por norma NB 512. Os resultados das amostras de poço no município de Colcapirhua, refletem uma má qualidade microbiológica deficiente que põem em risco a população, assim, sendo necessário fazer um processo de filtração ou desinfecção.

Palavras chaves: Contaminação. Bactérias. Poços de Água. População

INTRODUCCIÓN

El agua es vital para la subsistencia humana, de su uso apropiado depende nuestra salud, alimentación y producción agrícola. La incidencia de infecciones se eleva por usar agua contaminada con bacterias patógenas en la preparación de alimentos u otras actividades cotidianas de la población (1, 2).

Los niños menores de 5 años de países en vías de desarrollo tienen una mortalidad elevada debido a enfermedades diarreicas. “Estudios muestran que las enfermedades diarreicas son el resultado de un abastecimiento de agua insalubre, con un saneamiento e higiene deficiente” (3).

Los importantes microorganismos que se transmiten por agua son; “bacterias como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, y *Yersinia enterocolitica*. Los virus de la *hepatitis A* y *Norovirus* también protozoos como *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* y *Cryptosporidium parvum*” (4, 5, 6, 7, 8).

Hacer un control de la calidad de agua es importante, en Bolivia, la Norma NB 512 establece las condiciones mínimas que debe reunir el agua para consumo humano, definiendo valores máximos aceptables de concentración bacterias que pueden estar presentes en el agua, pasados los cuales en algunos casos puede afectar la calidad y la salud de la población (9).

Por su parte la norma boliviana NB 496 establece los criterios y condiciones para realizar el control de la calidad del agua, a fin de verificar que este elemento que se distribuye a la población cumpla con las condiciones establecidas (9).

En el municipio de Colcapirhua todos los sistemas de agua potable obtienen sus aguas de pozos, que son parte de diferentes comunidades en la zona, estos son manejados por Organizaciones Territoriales de Base o por comités o cooperativas de agua potable independientes. Esto causa que la provisión de agua potable sea bastante compleja y dispersa, existiendo comunidades que no tienen un sistema de agua potable que abastezca a toda la comunidad, sino que cuentan varios sistemas. Por otra parte, existen también sistemas de agua potable que abarcan varias comunidades (10).

Algunas comunidades han estado al margen de la verificación de la calidad del agua para consumo humano, ya que existen reportes de altas incidencias de enfermedades gastrointestinales y parasitarias, donde el origen de las mismas se le ha atribuido a la deficiencia en la calidad del agua de pozo que utilizan para consumo (11).

En Cochabamba se tienen problemas de abastecimiento y calidad del agua de consumo humano. En el presente estudio evaluó la calidad microbiológica de los sistemas agua de consumo humano en el municipio de Colcapirhua departamento de Cochabamba Bolivia en el año 2018

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Colcapirhua, municipio de la provincia de Quillacollo del departamento de Cochabamba, cuenta con una población de 57.569 habitantes según proyecciones de población al 2018. Instituto Nacional de Estadística (INE)

En este municipio todos los sistemas de agua potable obtienen sus aguas de 109 pozos, que son parte de diferentes comunidades de la zona.

Los muestreos se realizaron a lo largo de 12 semanas de julio a octubre del 2018, se tomaron muestras de 109 sistemas de agua, una en boca de pozo y otra a 100 metros en la red de distribución domiciliaria, todo esto según cronograma y clasificación por personal técnico del Gobierno autónomo municipal de Colcapirhua.

Las muestras fueron colectadas en frascos de vidrio estériles de 1000 ml. Una vez tomadas la muestras, se conservaron en termos para brindarle las condiciones óptimas, y posteriormente se transportaron para su procesamiento al laboratorio del centro de investigación de salud pública UNITEPC "CISPU" en un período no mayor a 6 horas. Todo esto según la norma boliviana vigente NB 496: "Agua Potable - Toma de Muestras" (9).

La calidad microbiológica del agua de consumo humano se determinó a través del proceso inicial de la membrana filtrante, este método se fundamenta en determinar el número y tipo de microorganismos presentes en una muestra de agua, por medio de la filtración a través de una membrana con poros de tamaño de (0,45 μm de diámetro, y la consiguiente retención de los microorganismos sobre dicha membrana (12, 13, 14).

Posterior a la filtración se transfiere la membrana a la caja de Petri que contiene el medio de cultivo correspondiente al microorganismo que se va a identificar.

Mesofílicos aerobios. Se utilizó la técnica por vaciado en placa, el método consistió en contar las colonias que se desarrollaron sobre la membrana en la caja Petri que contenía el agar MacConkey, después de 24 y 48 horas de incubación a 37 °C, luego se identificó las colonias que fueron reportados como unidades formadoras de colonias UFC/ml de muestra.

Coliformes Totales y Fecales. Se utilizó la técnica de las pruebas bioquímicas que son una serie de análisis que sirven para determinar la actividad metabólica de una cepa pura de microorganismos. Son empleadas principalmente para la identificación y clasificación de bacterias.

Posteriormente los resultados se transfirieron a una base datos del programa estadístico informático SPSS para su análisis e interpretación.

RESULTADOS

Los resultados de los análisis de las 109 muestras en boca de pozo del municipio de Colcapirhua mostraron; 42 (38.5%) de las muestras de los pozos no presentan contaminación microbiológica, 60 (55.0%) presentan contaminación con bacterias coliformes totales y 7 (6.4%) con bacterias no coliformes "*Pseudomona aeruginosa*". Ver Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados del análisis microbiológico del agua de 109 pozos del Municipio de Colcapirhua. 2018

	Frecuencia	Porcentaje
Negativo	42	38.5
Coliformes totales	60	55.0
No Coliformes	7	6,4
Total	109	100

Fuente: Propia de los autores

Entre los coliformes totales, se encontraron las siguientes bacterias; *Escherichia coli* 36 (33,2%), *Klebsiella pneumoniae* 10 (9,2%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 6 (31,2%) y *Citrobacter freundii* 2 (1,8%). Los no coliformes mostraron a *Pseudomona aeruginosa* 7 (6,4%). Ver cuadro 2.

Cuadro 2. Microorganismos encontrados en el agua de consumo humano de 109 pozos del Municipio de Colcapirhua. 2018

Coliformes totales						No coliformes <i>Pseudomona aeruginosa</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella</i>			<i>E. cloacae</i>	<i>C. freundii</i>	
	<i>pneumoniae</i>	<i>ozaenae</i>	<i>oxytoca</i>			
36 (33,2%)	10 (9,2%)	6 (5,5%)	1 (0,9%)	6 (5,5%)	2 (1,8%)	7 (6,4%)

Fuente: Propia de los autores

En relación a los resultados del análisis del agua de consumo humano en la red de distribución domiciliar a 100 metros de distancia de los pozos mostraron; 51 (46.8%) no presentan contaminación microbiológica, 51 (46.8%) presentan contaminación con bacterias Coliformes totales y 7 (6.4%) bacterias no coliformes "*Pseudomona aeruginosa*". Ver Cuadro 3.

Cuadro 3. Resultados del análisis microbiológico del agua de consumo humano en la red de distribución domiciliar a 100 metros de los 109 pozos del Municipio de Colcapirhua. 2018

	Frecuencia	Porcentaje
Negativo	51	46.8
Coliformes totales	51	46.8
No Coliformes	7	6.4
Total	109	100

Fuente: Propia de los autores

Los coliformes totales, encontrados en la red de distribución son; *Escherichia coli* 34 (31.2%), *Klebsiella pneumoniae* 7 (6.4%), *Klebsiella ozaenae* 6 (5,5%), *Klebsiella oxytoca* 1 (0,9%), *Enterobacter cloacae* 4 (3.7%) y *Citrobacter freundii* 1 (0.9%). Los no coliformes mostraron a "*Pseudomona aeruginosa*" 7 (6.4%). Ver cuadro 4.

Cuadro 4. Microorganismos encontrados en el agua de consumo humano en la red de distribución domiciliar, a 100 metros de los 109 pozos del municipio de Colcapirhua. 2018

Coliformes totales						No coliformes <i>Pseudomona aeruginosa</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Klebsiella</i>			<i>E. cloacae</i>	<i>C. freundii</i>	
	<i>pneumoniae</i>	<i>ozaenae</i>	<i>oxytoca</i>			
34 (31.2%)	7 (6.4%)	6 (5,5%)	1 (0,9%)	4 (3.7%)	1 (0.9%)	7 (6.4%)

Fuente: Propia de los autores

DISCUSIÓN

En Bolivia, la Norma NB 512 establece las condiciones mínimas que debe reunir el agua para consumo humano, definiendo valores máximos aceptables de concentración de los diferentes parámetros bacteriológicos que pueden estar presentes en el agua (Coliformes totales < 1 UFC/100 ml, *Escherichia Coli* < 1 UFC/100 ml, Heterotróficas 500 UFC/100 ml, *Pseudomonas Aeruginosa* < 1 UFC/100 ml y *Clostridium*

Perfringens < 1 UFC/100 ml) (9). En normativas extranjeras existen requisitos para recuentos de aerobios a 20-22 °C por 3 días (límite < 100 UFC ml-1) y a 37 °C x 24 h (límite <10 UFC ml-1) (15).

El 38.5% de las muestras en boca de pozo analizadas cumplieron con el requisito de ausencia de coliformes totales en agua para consumo humano. No obstante, la mayor parte, el 55% de las muestras restantes, sobrepasaron el valor límite especificado de < 1 UFC/100 ml. Y el 6.4% presentan *Pseudomonas aeruginosa*, la bacteria con mayor frecuencia fue *Escherichia Coli* 36 pozos. Esto muestra una calidad microbiológica del agua deficiente y pone en riesgo a la población de Colcapirhua de padecer enfermedades gastrointestinales

Las muestras tomadas a 100 metros del pozo en la red de distribución mostraron 46.8% ausencia de coliformes totales en agua para consumo humano, cumpliendo con la normativa boliviana., 56.8% sobrepasaron el valor límite especificado de < 1 UFC/100 ml. Y el 6.4 % presentan *Pseudomonas Aeruginosa*, en tanto la bacteria con mayor frecuencia encontrada es *Escherichia Coli* 34 muestras.

La calidad microbiológica del agua aumenta en las muestras tomadas a 100 metros, en la red de distribución domiciliaria en relación de la boca del pozo, esto se debe a que algunos sistemas cuentan con tratamiento de cloración. No se obtuvieron datos al respecto de esto y es una deficiencia encontrada en nuestro estudio.

El agua para consumo humano no debe contener coliformes totales y fecales por norma, los resultados de la carga microbiana que presentaron las muestras de pozo en el municipio de Colcapirhua, reflejan que la fuente de agua subterránea presenta una calidad microbiológica deficiente.

La contaminación fecal del agua ha sido asociada con brotes epidémicos de origen hídrico. Por lo que las poblaciones que consumen agua de estos sistemas estudiados presentan un alto riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales. Es importante tomar las medidas necesarias para mejorar la calidad del agua.

Lo más adecuado sería la filtración o desinfección y el constante monitoreo de la calidad del agua de pozo y de las llaves domiciliarias, así como la educación en el cuidado y uso higiénico del recurso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández E. Microbiología Sanitaria Agua y sus Alimentos. Vol. 1 Universidad de Guadalajara, 1981.
2. Gray NF. Calidad del agua potable (Problemas y soluciones). Editorial Acriba Zaragoza, España. 1996
3. OMS | Relación del agua, el saneamiento y la higiene con la salud [Internet]. WHO. [citado 19 de enero de 2019]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/
4. Sánchez HJ, Vargas MG, Méndez JD. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas. Salud Pública de México]. 2000; 42(5):397-406.
5. Rodríguez-Salinas Pérez E, Aragón Peña A-J, Allue Tango M, Lópaz Pérez MA,

Jiménez Maldonado M, Domínguez Rodríguez MJ. Brote de criptosporidiosis en Guadarrama (Comunidad Autónoma de Madrid). Rev Esp Salud Pública. 2000; 74(5-6): 527-536.

6. Godoy P., Borrull C., Palà M., Caubet I., Bach P., Nuín C. et al. Brote de gastroenteritis por agua potable de suministro público. Gac Sanit [Internet]. 2003 Jun [citado 2019 Ene 19]; 17(3): 204-209. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112003000300006&lng=es.
7. Almagro Nievas D, Conti Cuesta F, Espínola García E, Morcillo Ródenas C, Núñez Sevilla C, Linares Torres J, et al. Brote de gastroenteritis por virus Norwalk en una residencia de ancianos de Granada. Rev Esp Salud Pública. Abril de 2003;77:287-95.
8. Pac Sa MR, Arnedo A, Benedicto J, Arranz A, Aguilar V, Guillén F. Brote epidémico por Salmonella richmond en Castellón, España. Rev Panam Salud Pública. febrero de 1998;3:96-101.
9. Guía_FI_Calidad_de_agua_2017.pdf [Internet]. [citado 19 de enero de 2019]. Disponible en: https://periagua.webmo.info/img_auth.php/7/77/Gu%C3%ADa_FI_Calidad_de_agua_2017.pdf
10. R8324_05_Bolivia.pdf [Internet]. [citado 19 de enero de 2019]. Disponible en: https://lwecext.rl.ac.uk/PDF/R8324_05_Bolivia.pdf.
11. Welch P, David J, Clarke W, Trinidad A, Penner D, Bernstein S, et al. Microbial quality of water in rural communities of Trinidad. Rev Panam Salud Publica Pan Am J Public Health. Sep. de 2000;8(3):172-80.
12. Brock TD, Madigan MT, Martenko JJ, Parker J. Biología de los microorganismos. 8ª Edición. Prentice Hall International;1999.
13. Prescott, L.M. y col. Microbiology. W.C. Brown Publishers. 4ª Edición; The Official Compendia os Standards; 1998.
14. The United States Pharmacopeia. The National Formulary. Pharmacopeial Convention Inc. Rockville M; 1999.
15. Collins CH, editor. Collins and Lyne's microbiological methods. 8. ed. London: Arnold; 2004. 456 p.