

Perfil microbiológico del agua destinada a consumo humano de un asentamiento humano en Lima-Perú

Microbiological profile of water intended for human consumption in a slum in Lima-Peru

Nicanor Domínguez-Navarrete,¹ Mauro Jonis-Jiménez,² Stefan Carrasco-Tejerina,² Lizeth Rivera-Ramírez,² Ayleen Menacho-Alvarado,² Guillermo Reyes-Gamonal,² Jorge Cotito-Izquierdo,² Cynthia Zamora-Malpartida,² Fiorella Vilca-Salguero²

RESUMEN

Objetivo. Determinar la presencia de bacterias coliformes en el agua destinada al consumo humano en asentamientos humanos. **Materiales y métodos.** Se realizaron cultivos del agua contenida en los bidones, correspondientes a 40 hogares de los asentamientos humanos “Casa Huerta” y “El Trébol” del distrito de San Juan de Miraflores, Lima. Se utilizó la técnica de siembra por diluciones, para obtener el número más probable de bacterias en 100 ml de agua. **Resultados.** En el 67.5% (27/40) de hogares el cultivo del agua fue negativo. En el 32.5% (13/40) de hogares, el agua contenía microorganismos en cuentas superiores a 200 bacterias en 100 ml de agua, compuesta por *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, y *Bacillus*; en ningún caso se aisló *Escherichia coli*. **Conclusiones.** El 92.3% (12/13) de las muestras que tuvieron cultivos positivos correspondieron a bidones que carecían de tapa. El 95 % de la población encuestada prepara el agua antes de consumirla.

Palabras clave: Agua potable; Asentamiento humano; coliformes.

SUMMARY

Objective. To determine the presence of *coliform* bacteria in water used for human consumption in human settlements. **Materials and methods.** We water crops contained in drums for 40 households of human settlements “Casa Huerta and” Clover “district of San Juan de Miraflores, Lima. Was used for dilution seeding technique and interpreted Hoskins table to obtain the most probable number of bacteria in 100 ml of water. **Results.** 67.5% (27/40) of household water was negative cultures. In 32.5% (13/40) of household water containing microorganisms such as *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, and *Bacillus*, accounts exceeding 200 bacteria in 100 ml of water, and in no case was isolated *Escherichia coli*. **Conclusions.** The ability of the water contained in the drums was related to the systematic use of the drum cover, so the 92.3 (12/13) of samples had positive cultures corresponded to cover drums lacking. 95% of the surveyed population prepares the water before drinking.

Key words: Drinking water; Human settlement; Coliform.

INTRODUCCIÓN

Se estima que un 4 % de muertes en el mundo están relacionadas con problemas de agua, desagüe e higiene.¹ En la actualidad se han descrito más de 20 enfermedades en las que el agua es un vehículo directo o indirecto en el contagio, algunas de ellas tienen un alto impacto en

término de morbilidad y mortalidad,² por contaminación con aguas servidas y excretas de humanos o de animales.³

La población que habita los asentamientos humanos no cuenta con las condiciones sanitarias adecuadas, ni con acceso a agua de calidad y está calculada para Perú en 40.6 %.⁴ Generalmente el agua es suministrada por cañerías en mal estado o en camiones cisterna. El Municipio de San Juan de Miraflores, donde pertenece el asentamiento humano (AAHH) motivo del presente estudio, tiene un sistema de control y vigilancia del agua utilizada por dicha población.

1 Médico Patólogo Clínico. Docente de la URP.

2 Alumno de la FAMURP

Tabla 1. Encuesta a los jefes del hogar sobre usos del agua.

A DISPONIBILIDAD DEL AGUA					
1	¿Tiene el servicio de agua? pasa a la 2 Si pasa a la 3 No	2	El servicio es: Siempre en todo momento Por horas Por días o semanas		
3	¿De dónde lo obtiene? Pileta pública Camión cisterna Compra de vecino Otros	5	Cantidad de agua que compra por semana Cilindro / Bidón/ Balde Litros / Galones		
4	¿Cuántas veces por semana	6	¿Cuánto gasta a la semana?		
7	¿Dónde almacena el agua? Tanque elevado Cilindro C/T S/T Baldes C/T S/T Bidón C/T S/T	8	¿Agua está en contacto con los niños?	Si	No
10	Cantidad aproximada al día que consume su familia cantidad galones Litros	9	¿El agua está en contacto con los animales?	Si	No
	Preparación de alimentos Consumo directo (bebida) Lavado de ropa Aseo personal Otros				
B CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA					
11	Características físicas Límpida Sucia	12	Características químicas Se reseca la piel Si No Se disuelve el jabón Si No Se mancha la ropa Si No		
13	¿Sabía Ud si el agua que adquiere es potable? Si No	14	¿Ha recibido información acerca del cuidado, manejo y tratamiento de agua para consumo humano? Si No		
15	¿Trata Ud el agua que consume? Si No	16	¿Cómo trata el agua que consume? La filtra Se hierve La purifica		
17	¿Qué combustible utiliza para hervir el agua? Leña Kerosene Gas Electricidad	18	¿Cuánto gasta aproximadamente en el tratamiento para el agua de consumo humano? Si No		

Para medir la aptitud del agua destinada al consumo humano, la Organización Mundial de la Salud tiene guías y estándares basados en la presencia de bacilos coliformes. Se utiliza éste grupo de bacterias porque son habitantes del intestino de animales de sangre caliente, por lo que es un buen indicador de contaminación fecal.⁵

Como hay escasa información sobre la situación actual de la calidad de agua que consumen los AAHH, debido a que los estudios realizados sólo se concentran en áreas urbanas, playas y ríos^{6,7}, nuestro objetivo es realizar un estudio sobre la presencia de coliformes, como medida de la calidad del agua, en los bidones de los hogares de los AAHH “Casa Huerta” y “El Trébol”, ubicados en el Distrito de San Juan de Miraflores, Lima.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo durante los meses de Abril a Junio del 2012 en los AAHH “Casa Huerta” y “El Trébol”; ubicados en el sector Pamplona alta del Distrito de San Juan de Miraflores, ambos son contiguos y cuentan con 87 familias en total. El abastecimiento de agua lo comparten de dos fuentes, de una pileta pública y de camiones cisternas. Previo al inicio del presente estudio, se establecieron comunicaciones con los jefes de las comunidades para obtener el consentimiento informado verbal y la facilidad de colaboración de los pobladores para llenar la encuesta en relación al uso, hábitos y costumbres del consumo de agua (Tabla 1), así como la obtención de una muestra del recipiente (bidón) dentro de su domicilio.

Se seleccionaron en forma aleatoria simple a 40 familias, que representan al 46% de la población total de ambos asentamientos humanos; de las cuales 16 (40%) correspondieron al asentamiento “El Trébol” y 24 (60%) al asentamiento “Casa Huerta”. Los alumnos de las Facultad de Medicina de la Universidad Ricardo Palma, utilizando frascos estériles de boca ancha y guantes estériles, tomaron muestras del agua contenida en el recipiente de almacenamiento de cada hogar, las que fueron conservadas en refrigeración (coolers) hasta su proceso en el laboratorio de microbiología. El método empleado para cuantificar la población bacteriana en el agua fue el de dilución,⁸ que utiliza nueve tubos que contienen 10 ml de caldo peptonado cada uno, ordenados en tres grupos de tres cada uno. A la primera serie de tres, se les añadió 10 ml de agua; a la segunda serie de tubos 1 ml de agua, y a la tercera serie de tubos 0.1 ml de agua. Los tubos fueron incubados a 37 °C durante 24 horas. La lectura se realizó observando turbidez y comparando con la tabla de Hoskins; para así obtener el número más probable de bacterias contenidas en 100 ml de agua. Los tubos turbios fueron sembrados en medio sólido de Mac Conkey para su aislamiento e identificación. Para el

análisis de la información obtenida se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel 2010, así mismo se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 20 para describir la encuesta

RESULTADOS

La evaluación de la encuesta, obtenida en versión de los jefes de cada hogar, nos expresa que la mayoría de hogares, de ambos asentamientos humanos, se abastecen de agua a partir de los camiones cisterna, 77.5 % (31/40). En el AAHH El Trébol, sólo un hogar utiliza agua proveniente de la pileta (Tabla 2).

Tabla 2. Relación de la fuente del agua y el asentamiento humano.

	Fuente	PILETA	CAMIONES	TOTAL
AAHH				
EL TREBOL		1	15	16
CASA HUERTA		8	16	24
TOTAL		9	31(77.%)	40 (100%)

Dada la dificultad de almacenamiento del agua, la frecuencia de abastecimiento es variable. Así, vemos que el 57.5% (23/40) de los hogares lo hace de acuerdo a sus requerimientos “a voluntad”, en cambio el 45% (18/40) de hogares lo hace en forma interdiaria, y por último el 22.5% (9/40) la adquiere todos los días. Si relacionamos la frecuencia del llenado de los bidones con la calidad del agua, observamos que la relación de cultivos positivos y negativos es similar cuando el llenado de bidones es en forma diaria e interdiaria; en cambio cuando el llenado es según sus requerimientos, “a voluntad”, sólo en el 17.3% (4/23) de los bidones los cultivos fueron positivos (Tabla 3).

	LOS DIAS			
Cultivo				
NEGATIVO	6	12	9	27
POSITIVO	3	6	4	13
TOTAL	9	18	13	40

Tabla 3. Relación de la frecuencia de llenado de los bidones y los cultivos.

Cuando relacionamos el origen del agua, o fuente de abastecimiento, con la calidad bacteriológica, observamos que el 81.4% (22/27) de los cultivos negativos corresponden a agua que tienen como procedencia los camiones cisternas. En cambio, en el agua procedente de la pileta, la proporción de cultivos negativos y positivos es similar (Tabla 4).

Tabla 4. Relación del cultivo del agua con la fuente de abastecimiento.

Fuente	Cultivo	Negativo	Positivo	Total	
Pileta		5	4	9	
Camiones		22	81.40%	9	31
TOTAL		27	100%	13	40

La protección del agua contenida en los bidones contra contaminantes ambientales, insectos y/o roedores, se realiza cubriéndolos con tapa. La utilidad de ésta protección se puede apreciar en la Tabla 5. De los 14 bidones que estaban cubiertos con tapa, 13 (92.8%) de ellos tuvieron cultivos negativos. En cambio de los 26 bidones que carecían de tapa, 14 (53.5%) de ellos tuvieron cultivos negativos. Así mismo si se enfoca la evaluación por la totalidad de las muestras con cultivos positivos, no aptas para el consumo humano, el 92.3% (12/13) correspondían a bidones carentes de tapa.

Tabla 5. Relación del uso de tapa en los bidones y el cultivo.

Cultivo	Tapa	CON TAPA	SIN TAPA	TOTAL
NEGATIVO		13 (92.8%)	14	27
POSITIVO		1	12 (92.3%)	13 (100%)
TOTAL		14 (100%)	26	40

En cuanto al uso del agua para el consumo dietético, se puede apreciar que el 85% de los hogares (34/40) hierven el agua antes de su uso, utilizando diversas fuentes de energía. El 10 % (4/40) añaden cloro para purificar el agua. Sólo el 5 % (2/40) consumen el agua directamente del bidón.

Los cultivos microbiológicos cuantitativos muestran que en 12 hogares (30%) los resultados fueron completamente negativos. En 15 hogares (37.5%) las cuentas bacterianas fueron inferiores a 28 bacterias en 100 ml de agua, correspondiendo en todos los casos a *Micrococcus*, bacteria que no tiene rol patógeno digestivo, por lo que se consideró a éste grupo también como negativo, haciendo un total de 67.5% (27/40) de hogares que cuentan con

agua apta para el consumo humano. De éstos 27 hogares, cuyos cultivos del agua fueron negativos, 14 (66.6%) correspondieron al AAHH Casa Huerta y 13 (48.1%) al AAHH El Trébol (Tabla 6).

Tabla 6. Relación del asentamiento humano y los cultivos.

Cultivo	AAHH	El Trébol	Casa Huerta	TOTAL
NEGATIVO		13 (81.2%)	14	27
POSITIVO		3	10	13
TOTAL		16 (100%)	24	40

En los bidones de los 13 hogares cuyas cuentas bacterianas fueron superiores a 200 bacterias en 100 ml de agua, diez de ellos tuvieron cuentas superiores a 1,000 bacterias/100 ml., francamente contaminadas. En todas las muestras se aislaron microorganismos de los géneros *Proteus*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, y *Bacillus*, por lo que las define como aguas no aptas para el consumo humano. En ningún caso se identificó *Escherichia coli*. De estos trece hogares, 10 (76.9%) correspondieron al AAHH Casa Huerta y 3 (23.0%) al AAHH El Trébol.

DISCUSIÓN

El presente estudio ha permitido evaluar el manejo y la calidad bacteriológica del agua para consumo humano, que utiliza el 46% de los pobladores que habitan en dos asentamientos humanos. Es evidente que la mayoría de ellos se abastecen de agua transportada por camiones cisterna, con una frecuencia de llenado de los bidones mayormente "a voluntad"; éste hecho permite la renovación del agua de acuerdo a sus necesidades, lo que disminuye las posibilidades de contaminarse "in situ"; hecho que se refleja en el mayor número de cultivos negativos en éste grupo, 82.6% (19/23).

Considerando los diversos parámetros que pueden influir en la contaminación del agua contenida en los bidones, se advierte, que el 81.4% (22/27) de las muestras con cultivos negativos, correspondieron a aguas procedentes de los camiones cisterna. Esta evidencia orienta la problemática de la calidad de agua a las condiciones de almacenamiento.

Un denominador común, en todos los hogares de los AAHH incluidos en el presente proyecto, es la forma de conservar el agua obtenida, todos lo hacen en bidones, que si bien cuentan con tapa no siempre es utilizada adecuadamente. El mal uso de la tapa de los bidones es

un factor en la contaminación del agua, por estar expuesta a contaminación por el polvo que acarrea el viento, así como a la presencia de animales domésticos en su alrededor (Tabla 5). El 92.3% (12/13) de las muestras de agua que tuvieron cuentas bacterianas superiores a 200 bacterias en 100 ml de agua, correspondieron a bidones que carecían de tapa.

Es importante señalar que en ningún caso se identificó *Escherichia coli*, las bacterias aisladas en los cultivos en su mayoría correspondieron a coliformes y *Pseudomonas*, que invalidan la calidad del agua. Los hogares del AAHH Casa Huerta son los que en mayor número se han encontrado cultivos positivos, 10/13 (76.9%), así mismo los que menos utilizan tapa en sus bidones.

La población de los dos asentamientos humanos tiene conocimiento del riesgo que significa usar agua no potable, y se encuentran en alerta por la calidad de agua que consumen. Así se puede observar, que el 85 % de los hogares hierven el agua antes de consumirla, incluso cuatro familias le añaden cloro, con ellos la población que potabiliza el agua antes de consumirla se incrementa a 95 %.

Por lo expuesto se concluye, que el abastecimiento de agua de los hogares de ambos asentamientos humanos, es principalmente a partir de los camiones cisterna, 31/40 (77.5%). Los cultivos de las muestras de agua del 67.5% (27/40) de los hogares participantes, fueron negativos, es decir aptas para el consumo humano y el agua de los bidones de 13 hogares (32.5%), tuvieron cultivos con cuentas bacterianas superiores a 200 bacterias/100 ml de agua, por lo tanto, no aptas para el consumo humano. Se aislaron coliformes y *Pseudomonas*.

La calidad del agua contenida en los bidones tuvo relación directa con el uso de la tapa. Así, el 92% (12/13) de las muestras en las que se encontraron cuentas bacterianas superiores a 200 bacterias/100 ml de agua, correspondieron a bidones que no tenían tapa. La población que habita los asentamientos humanos "Casa Huerta" y "El Trébol" conoce su realidad en relación a la calidad del agua que obtiene, por ello el 95 % de los hogares encuestados prepara el agua antes de consumirla.

No se encontraron limitaciones en la toma de las muestras ni en la fase procedimental

Fuentes de financiamiento: autofinanciado.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Prüs A, Kay D, Fewtrell L, Bartram J. Estimating the burden of disease from water, sanitation, and hygiene at a global level. *Environ Health Perspect.* 2002;110(5):537-42.
2. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. Agua, nuestro planeta y nuestra salud. Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.: OPS, OMS, 1993.
3. Rayner M, Scarborough P. The burden of food related ill health in the UK. *J Epidemiol Community Health.* 2005;59(12):1054-57.
4. Winchester L. El desarrollo sostenible de los asentamientos humanos en Latinoamérica y El Caribe. Naciones Unidas CEPAL. SERIE Medio ambiente y Desarrollo N°99. 2006.8.
5. OMS. 1995. Guías para la calidad del agua potable. OMS. Ginebra.
6. Osorio F, Roca Reyes JC, Rosas W, Domínguez N. Presencia de bacterias patógenas en las aguas de la desembocadura del Río Surco y la Playa La Chira Lima, Perú Junio 2009. *Revista de la Facultad de Medicina Humana Universidad Ricardo Palma.* 2009;(2):10-13.
7. Vergaray G, Méndez C, Morante H, Heredir V, Béjar V. *Enterococcus* y *Escherichia coli* como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG UNMSM.* 2007;10(20):82-86.
8. Standard methods for the examination of water and wastewater 21a ed. 2005 Cap 9. Washington DC. American Public Health Association.

Correspondencia: Nicanor Domínguez Navarrete.

Dirección: Calle Enrique Oliveros 868 San Borja, Lima.

Teléfono: (511) 4373461 *Celular:* 990334455.

Correo electrónico: ndominguez38@yahoo.com