



ISSN: 1561-3194

Rev. Ciencias Médicas. mayo-junio 2012; 16(3):39-50

HIGIENE Y EPIDEMIOLOGÍA

Potabilidad del agua en Acueductos de San Juan y Martínez Provincia Pinar del Río. 2009 - 2010

Water potability in San Juan y Martinez aqueducts. Pinar del Rio province. 2009-2010

Jesús Hernández García

Licenciado en Higiene y Epidemiología. Master en Enfermedades Infecciosas.
Instructor. "Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología". San Juan y Martínez.
Correo electrónico: tonyh@princesa.pri.sld.cu

RESUMEN

Se realizó una investigación longitudinal-descriptiva y prospectiva en los acueductos "Hoyo de Mena y Hermanos Saíz" de San Juan y Martínez en el período comprendido de enero de 2009 a diciembre de 2010, donde se caracterizó la calidad del agua a través de exámenes de laboratorio en las redes de distribución. El objetivo de esta investigación estuvo dirigido a evaluar la calidad sanitaria del agua suministrada por ambos sistemas en los Consejos Populares estudiados a través de exámenes bacteriológicos y físico químico. Quedó demostrado en la investigación realizada la mala calidad del agua suministrada por los acueductos "Hoyo de Mena con el 81% y Hermanos Saíz" , con un 78% de potabilidad respectivamente durante el año 2009, por la inestabilidad en el suministro de hipoclorito de sodio y roturas de los equipos de cloración, siendo más significativo en "Hermanos Saíz" por las deficiencias descritas con anterioridad durante el año 2010; se reportó el 81,9% de potabilidad y el 90.6 % en el Consejo Popular Urbano y evaluó el agua suministrada por estos sistemas de mala calidad en este período. Con todos los resultados obtenidos en el período analizado fueron confeccionadas tablas; se realizó el cálculo estadístico de X^2 , con un nivel de significación del 95 %.

DeCS: Coliformes/análisis.

ABSTRACT

A longitudinal-descriptive, prospective research was conducted at "Hoyo de Mena and Hermanos Saiz" aqueducts in San Juan y Martinez during January 2009 to December 2010, where the quality of water was characterized following laboratory examinations in water-supply networks. By means of this research the hygienic quality of water was assessed through bacterial and physical-chemical examinations; which water is supplied by both systems in the Popular Councils under studies. The quality of water supplied by "Hoyo de Mena (81%) and Hermanos Saiz (78%)" presented a poor quality during 2009 respectively, due to the unstable availability of chlorine and ruptures of chlorination equipments, mainly at "Hermanos Saiz", because of the deficiencies already mentioned during 2010; 81,9% of potability and 90.6% in the Urban Popular Council. This study also evaluated the water supplied by these systems that during the period presented a poor quality as well. Charts were prepared to show the results; using also the statistical calculation of χ^2 with a significance level of 95%.

DeCS: Coliforms/analysis.

INTRODUCCIÓN

La vigilancia de la calidad sanitaria de las aguas en las fuentes de abastecimiento se hace cada día más imperiosa dada la necesidad de detectar agentes de transmisión de enfermedades, mejorar las condiciones del medio ambiente y con ello la calidad de vida.¹

Los microorganismos indicadores en el agua son una medida indirecta del grado de contaminación que ésta puede tener y la posible existencia en la misma de otros microorganismos patógenos causantes de enfermedades en el hombre. Al desaparecer del agua tratada con cloro indican que la misma está libre de la mayoría de estos gérmenes patógenos, siendo inocua para beber, cocinar y otros usos domésticos. Es común encontrar estos microorganismos indicadores en aguas naturales por contaminación de las fuentes, por la incorrecta manipulación y deben eliminarse en el agua tratada con cloro (hipoclorito de sodio); por tanto al analizar las aguas crudas y tratadas se podrá conocer si el método de tratamiento aplicado es eficiente.^{2,3}

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, roturas de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos contra incendios dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad. Asimismo, los defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son las causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes. Además, existen factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectantes y material de las tuberías.^{5, 6,7}

El grupo coliforme abarca los géneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Serratia*. *Cuatro de estos géneros (Klebsiella, Enterobacter, Citrobacter y Serratia) se encuentran en grandes cantidades en el ambiente (fuentes de aguas, vegetación y suelos) no están asociados necesariamente con la contaminación fecal y no plantean ni representan necesariamente un riesgo evidente para la salud. Las bacterias coliformes, no deben estar presentes en los sistemas de abastecimientos, almacenamiento y distribución de agua, y si así ocurriese, ello es indicio de que el tratamiento fue inadecuado o que se produjo contaminación posterior.*

Se ha demostrado que las especies de *Enterobacter* y *Klebsiella* colonizan con frecuencia las superficies interiores de las cañerías de agua y tanques de almacenamiento (a menudo llamado "rebrote") y crecen formando una biopelícula cuando las condiciones son favorables, es decir, presencia de nutrientes, temperaturas cálidas, bajas concentraciones de desinfectantes y tiempos largos de almacenamiento. En este sentido, la determinación de coliformes se usa como indicador de la eficacia del tratamiento. Los coliformes fecales (termoresistentes) se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°- 45C⁰, comprenden el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (8.9).

Objetivos:

- Evaluar la calidad sanitaria del agua de consumo de los acueductos "Hoyo de Menas y Hermanos Saíz".
- Identificar el comportamiento de los indicadores sanitarios que reflejan contaminación en el agua de consumo microbiológicamente.
- Evaluar la calidad del agua de consumo a través de exámenes fisicoquímicos

MATERIAL Y MÉTODO

Esta investigación fue realizada en los consejos populares urbanos y Hermanos Saíz del Municipio San Juan y Martínez en la etapa comprendida desde enero de 2009 a diciembre 2010, con el objetivo de evaluar la calidad sanitaria del agua de consumo. Se utilizó como muestra el agua de consumo suministrada a la población por los acueductos "Hoyo de Mena y Hermanos Saiz".

Fueron realizadas 12 visitas de inspección sanitaria estatal a las fuentes de abastecimiento y al perímetro que comprende la zona de protección sanitaria con periodicidad bimensual en la etapa evaluada, lo que permitió evaluar las condiciones higiénico sanitarias del ambiente circundante tomando en consideración aspectos tales como; la presencia de letrinas, animales domésticos, microvertederos de desechos sólidos, la existencia de locales donde se almacenan los pesticidas y abonos nitrogenados dentro de la zona de protección sanitaria de ambas fuentes pues las mismas se encuentran enclavadas en áreas eminentemente tabacaleras, así como se precisó la presencia de descargas de residuales líquidos dentro del perímetro.

Muestreo

Se tomaron un total de 144 muestras de agua para examen bacteriológico en el acueducto "Hermanos Saíz", en los 3 puntos clave de la red de distribución de la referida comunidad con periodicidad quincenal.

En el acueducto "Hoyo de Mena" fueron tomadas en la etapa evaluada un total de 576 muestras para examen bacteriológico, en los 12 puntos clave de la red de distribución los que fueron ubicados en diferentes manzanas de todo el consejo popular lo que nos permitió evaluar de forma sistemática los resultados de cada una de las muestras examinadas.

Se midió el cloro residual libre diariamente en cada uno de estos sistemas, ubicando para ello un punto de cloro residual diario en la Comunidad "Hermanos Saíz" y tres punto de cloro diario en el caso de la Localidad de San Juan, estos se fueron rotando semanalmente lo que nos permitió conocer la eficiencia de este indicador en ambas comunidades.

Técnicas y Procedimientos.

Los datos se procesaron en una microcomputadora a través del sistema MICROSTAT, aplicando la prueba de Chi Cuadrado (χ^2), con un nivel de significación de un 95 % de certeza.

RESULTADOS

Se puede observar los resultados bacteriológicos del agua de consumo del Acueducto Hoyo de Mena correspondiente al año 2009. En ese período se tomaron un total de 288 muestras de agua tomadas en diferentes puntos clave de la red de distribución de la localidad cabecera, de ellas 233 dieron resultados satisfactorios lo que representa el 81% de potabilidad en las muestras examinadas evaluándose de mala calidad el agua suministrada por este acueducto en la etapa analizada. De las 55 muestras positivas, 36 de estas indicaron la presencia de coliformes fecales que representó el 65,4% y en 19 se observó coliformes totales por encima de lo que se establece en las normas cubanas representando el 34,5%, tabla 1.

Tabla 1. Calidad bacteriológica del agua y eficiencia del servicio de cloración consejo popular urbano San Juan. 2009

Mes	Muestreo bacteriológico				Determinación de cloro				Muestras positivas A	
	Prog.	Real	Neg	Pot.	Prog	Real	>0.3	%E	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
ene	24	24	20	83	90	90	77	85,6	1	3
feb	24	24	21	88	90	90	79	87,8	1	3
mar	24	24	20	83	90	90	80	88,9	1	3
abr	24	24	18	75	90	90	61	67,8	3	3
may	24	24	18	75	90	90	68	75,6	4	3
jun	24	24	19	79	90	90	67	74,4	2	5
jul	24	24	21	88	90	90	69	76,7	1	3
ago	24	24	18	75	90	90	71	78,9	2	3
sep	24	24	17	71	90	90	71	78,9	1	4
oct	24	24	23	96	90	90	72	80	1	2
nov	24	24	18	75	90	90	71	78,9	1	2
dic	24	24	20	83	90	90	78	86,7	1	2
Total	288	288	233	81	1080	1080	864	80,0	19	36

X2= 0.15

DF= 3

Prob.= .9995

Fuente. Informes Estadísticos. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología

Se muestra los resultados bacteriológicos del Año 2010 fueron tomadas 288 muestras para exámenes bacteriológicos en la red de distribución resultando que del total de muestras examinadas 260 dieron resultados satisfactorios lo que representa el 90,2%. De las 28 muestras positivas, en 19 se observó la presencia de coliformes fecales lo que representó el (67,8%) y en 11 se observó la presencia de coliformes totales (39,8%) por encima de lo establecidos en la Norma Cubana 93:02, al comparar estos resultados con igual período del año anterior se puede observar resultados superiores al año 2009 solo se alcanza el 81% de potabilidad en las muestras examinadas, evaluándose finalmente en ambos períodos de mala calidad el agua suministrada por esta fuente de Abastecimiento, tabla 2.

Tabla 2. Calidad bacteriológica del agua y eficiencia del servicio de cloración Consejo Popular Urbano San Juan, año 2010.

Mes	Muestreo Bacteriológico				Determinación de cloro				Muestras positivas A	
	Prog	Real	Neg	Pot.	Prog	Real	>0.3	%E	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
ene	24	24	21	87,5	90	90	77	85,56	1	2
feb	24	24	22	91,7	90	90	79	87,78	1	1
mar	24	24	22	91,7	90	90	84	93,33	1	1
abr	24	24	24	100,0	90	90	80	88,89	0	0
may	24	24	20	83,3	90	90	81	90	2	2
jun	24	24	21	87,5	90	90	77	85,56	1	3
jul	24	24	21	87,5	90	90	82	91,11	1	2
ago	24	24	21	87,5	90	90	78	86,67	1	2
sep	24	24	24	100,0	90	90	88	97,78	0	0
oct	24	24	22	91,7	90	90	88	97,78	0	2
nov	24	24	21	87,5	90	90	90	100	1	3
dic	24	24	22	91,7	80	90	84	93,33	1	1
Total	288	288	260	90,6	1070	1080	988	91,48	11	19

X2= 0.624

DF= 3

Prob.= .8908

Fuente. Informes Estadísticos. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología.

Se reflejan desde el punto de vista fisicoquímico los resultados obtenidos en ambos períodos analizados manteniendo similar comportamiento en la fuente de abasto de este acueducto exceptuando el indicador de nitratos en agua, pues a pesar de estar

por debajo de las concentraciones máximas admisibles que establece la norma cubana 93:11 (45 mg/L), estos han tenido una discreta elevación reportándose en el 2009 19 mg y en el 2010 24 mg/L, tabla 3.

Tabla 3. Resultados fisicoquímico realizado al acueducto Hoyo de Menas, años 2009- 2010.

Indicadores	2009		2010	
	1er semestre	2do semestre	1er semestre	2do semestre
Turbiedad	0	0	0	0
Color	Incolora	Incolora	Incolora	Incolora
Olor	No desagradable	No desagradable	No desagradable	No desagradable
Cloruro	28	36	42	40
Dureza	204	216	211	206
Alcalinidad	48	39	52	48
Nitratos	14	19	16	24
Nitritos	0	0	0	0
Calcio	56	64	62	56

Fuente: Informes Estadísticos. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología

Se muestran los resultados bacteriológicos del Acueducto Hermanos Saíz durante el año 2009 donde fueron examinadas 72 muestras, de ellas 56 resultaron negativas, lo que representa el 78% de potabilidad evaluándose de mala calidad bacteriológica el agua suministrada por ese acueducto, siendo los meses más críticos, Febrero (67%), Mayo (50%), Septiembre y Noviembre con el (67%). La eficiencia en el servicio de cloración también experimentó resultados críticos alcanzándose solo el 79% de efectividad. Del total de muestras positivas (16), 12 de ellas indicaron la presencia de coliformes fecales lo que representó el 66,6%, en 6 se observó el conteo de coliformes totales estuvo por encima de los establecidos en las normas cubanas lo que representó el 33,3%, tabla 4.

Tabla 4. Calidad bacteriológica del agua y eficiencia del servicio de cloración. Consejo Popular Hermanos Saiz año 2009.

Mes	Muestreo bacteriológico				Determinación de cloro				muestras positivas A	
	prog.	real	neg	pot.	prog	real	>0.3	%e	coliformes totales	coliformes fecales
ene	6	6	5	83	31	31	27	87	0	1
feb	6	6	4	67	28	28	19	68	1	1
mar	6	6	5	83	31	31	26	84	1	1
abr	6	6	5	83	30	30	21	70	1	2
may	6	6	3	50	31	31	20	65	1	1
jun	6	6	6	100	30	30	28	93	0	0
jul	6	6	5	83	31	31	23	74	0	1
ago	6	6	5	83	31	31	25	81	0	1
sep	6	6	4	67	30	30	22	73	1	1
oct	6	6	5	83	31	31	27	87	0	1
nov	6	6	4	67	30	30	24	80	1	1
dic	6	6	5	83	31	31	28	90	0	1
Total	72	72	56	78	365	365	290	79	6	12

X²= 0.138

DF= 3

Prob. = .9869

Fuente: Informes Estadísticos. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología

En la tabla 5 se reflejan los resultados obtenidos bacteriológicos durante el año 2010 fueron tomadas un total de 72 muestras para examen bacteriológico en la red de distribución, resultando que 59 dieron resultados satisfactorios lo que representó el 81.9% de potabilidad del agua suministrada por ese acueducto en el período analizado, del total de muestras positivas (13) en 11 de ellas se observó la presencia de coliformes fecales para el 84.6% y en 5 de ellas se observó la presencia de coliformes totales lo que representó el 38.4% por encima de lo establecido en las normas cubanas.

Tabla 5. Calidad bacteriológica del agua y eficiencia del servicio de cloración Consejo Popular Hermanos Saiz año 2010.

Mes	Muestreo bacteriológico				Determinación de cloro				muestras positivas A	
	prog.	real	neg	pot.	prog	real	>0.3	%e	coliformes totales	coliformes fecales
ene	6	6	5	83	31	31	27	87	1	1
feb	6	6	3	50	28	28	19	68	1	2
mar	6	6	5	83	31	31	26	84	0	1
abr	6	6	5	83	30	30	28	93	0	1
may	6	6	6	100	31	31	27	87	0	0
jun	6	6	6	100	30	30	29	97	0	0
jul	6	6	5	83	31	31	26	84	1	1
ago	6	6	5	83	31	31	26	84	0	1
sep	6	6	4	67	30	30	25	83	1	2
oct	6	6	5	83	31	31	21	68	1	1
nov	6	6	5	83	30	30	26	87	0	1
dic	6	6	5	83	31	31	25	81	0	1
Total	72	72	59	81,9	365	365	305	84	5	11

X²= 0.19

DF= 3

Prob. =. 9993

Fuente. Informes Estadísticos. Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología.

DISCUSIÓN

En la investigación se pudo comprobar que la eficiencia de la cloración en el acueducto "Hoyo de Menas" en la etapa analizada experimentó resultados críticos en los meses de abril (67.8%), mayo (75.6%), junio (74.4%), julio (76.7%) y agosto con el (78%), dado por la falta de producto químico y roturas del equipo de cloración en la etapa evaluada, unido a deficiencias en el orden higiénico sanitario que tuvieron una marcada influencia en estos resultados tales como, el vertimiento de aguas residuales, roturas tanto en tuberías sanitarias e hidráulicas, en esta última se pudo comprobar a través de la inspección sanitaria estatal estancamientos de agua alrededor de los salideros lo que facilitaba la posible contaminación.

Al comparar estos resultados con otros estudios realizados, se pueden observar que existe correspondencia con los obtenidos por los autores en Yucatán al comprobar que la inestabilidad de forma continuada de los productos químicos utilizados para la desinfección del agua de consumo y la existencia de retrosifonaje en las redes hidráulicas contribuyen a la presencia tanto de coliformes totales como fecales.^{12, 14}

El acueducto "Hoyo de menas" en la etapa analizada se le realizó examen fisicoquímico observándose una discreta elevación de los nitratos, reportándose en el 2009 19 mg y en el 2010 24 mg/L, lo que hace pensar que existen factores de riesgos asociados dentro de los que se mencionan, la utilización de abonos nitrogenados en áreas aledañas a la zona de protección sanitaria en cada una de las tres fuentes con que cuenta este acueducto. Tiene implantado el sistema fertiirrigación en pozos cercanos donde se utiliza el agua como vehículo para disolver el potasio, calcio y fósforo y suministrárselo por esa vía al cultivo del tabaco desde hace más de 6 años; también existe un campo de infiltración de aguas residuales procedente del Instituto Politécnico de Agronomía a 100 metros del acueducto, el cual como tratamiento primario posee un tanque séptico el que desde su construcción hace más de 10 años no recibe un adecuado mantenimiento que le permita funcionar correctamente, así como no se ha realizado por el inversionista exámenes de laboratorio dirigidos a evaluar la efectividad de los parámetros Fisicoquímicos en aguas residuales y comprobar la efectividad de dicho sistema de tratamiento desde su puesta en marcha.

Al comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones realizadas en nuestro país, Del Puerto RA, Sardiñas PO, Romero PM y otros autores coinciden en señalar a los fertilizantes nitrogenados empleados en la agricultura como la causa principal de la contaminación de los Acuíferos, al igual que la evacuación de residuales líquidos y sólidos en pozos negros, tanques sépticos y vertederos, suelen constituir fuentes de contaminación de los suelos y las aguas por compuestos nitrogenados.^{15, 16,18}

Al comparar los resultados obtenidos durante el año 2009-2010 en el acueducto "Hermanos Saíz" se puede plantear que relacionado con la potabilidad del agua tanto en un año como en el otro, solo se logra el 78 y 81,9 % de potabilidad, así como la presencia en el agua de coliformes fecales, pues de 29 muestras positivas en la etapa analizada en 23 de ellas se observó la presencia de Colis fecal, resultados muy por debajo de lo establecido en el manual de vigilancia del agua de consumo elaborados por el INHEM, siendo evaluado de deficiente este indicador.

Similar comportamiento reflejó la eficiencia en el servicio de cloración en la etapa analizada, pues solo logra alcanzar el 79 y el 84 % de efectividad incidiendo en estos resultados el no suministro de forma continua del hipoclorito de sodio, roturas en el equipo de bombeo de agua, así como con el equipo clorador que es deficiente,

lo que ha traído como resultado una repercusión de forma marcada en la calidad del agua suministrada por este acueducto; se evidencia que los factores de riesgos asociados a los resultados obtenidos se concentran a nivel de la red de distribución fundamentalmente en los puntos clave 2 y 3 de la comunidad "Hermanos Saíz", donde las obstrucciones sanitarias y el vertimiento de residuales líquidos así como la forma permanente matizaban el entorno, es oportuno señalar que a estos resultados se une el estado de las tuberías en algunos puntos de la comunidad, así como la presencia de salideros que en un porcentaje elevado estos fueron reparados utilizando empates con materiales que no ofrecen hermeticidad dejando una puerta abierta a la contaminación del agua de consumo.

Al comparar los resultados obtenidos con otros estudios realizados en la ciudad de Mérida, México, se observó igual comportamiento en los indicadores bacteriológicos en los que se reflejó que la ausencia o la baja concentración de cloro residual en la red de distribución fue un factor importante en la aparición tanto de Coliformes Totales como Fecales.^{19,23}

La mala calidad del agua suministrada por ambos sistemas en el período evaluado 2009-2010 estuvo dada por la inestabilidad del producto químico al municipio, roturas en los equipos de cloración y deficiente saneamiento básico en los consejos populares estudiados. La presencia de coliformes totales y coliformes fecales en ausencia de cloro residual fue evidente en las muestras examinadas estando los resultados obtenidos por encima de lo establecido en las normas cubanas vigentes. Se comprobó en inspección sanitaria estatal el deficiente estado técnico de la red de distribución en varios puntos del consejo popular urbano y la comunidad "Hermanos Saíz", lo que tuvo una marcada influencia en la calidad bacteriológica del agua. La contaminación microbiológica del agua de consumo se debió principalmente a la falta de un adecuado mantenimiento, limpieza y desinfección en las redes de distribución y en los tanques de almacenamientos. Los resultados fisicoquímicos realizados a las fuentes investigadas se comportaron dentro de los parámetros establecidos en las normas cubanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allen M. La importancia para la Salud Pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del agua potable. Lima; 2005.
2. Cáceres López O. Desinfección de agua. Lima: Ministro de Salud - OPS; 2006.
3. Contreras GJ, Cocha JM, Martínez AM, Aurazo M. Efecto bactericida de catabólicos de *Pseudomonas aeruginosa* sobre coliformes fecales en agua de consumo. Lima : s/n; 2007
4. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Relación entre las concentraciones de cloro residual, la turbiedad y los niveles de coliformes fecales en agua de consumo. La Habana: Ministerio de Salud; 2006
5. Guías OMS para la calidad del agua de bebida. V - 1. OPS: Publicación Científica; 2006.
6. Guías para la calidad del agua potable. Ginebra. OMS; 2006.

7. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. s/l: Pronap; 2005
8. Pardón M, Tello P, Hernández S, Aranibar S. Abastecimiento de agua mediante camiones cisterna en Lima Metropolitana. Estado actual y acciones necesarias para su mejoramiento. Lima: s/n; 2006.
9. Reilly K, & Kippin J. Relación entre el contaje bacteriológico y otros parámetros de calidad del agua tratada en sistemas de distribución. Hojas de divulgación técnica. s/l: Cepis; 2006. p.4.
10. Soares P, Silva C, Da Cruz O. Pseudomonas aeruginosa como indicador en análisis bacteriológicos de aguas de abastecimiento públicos. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e ambiental. Brasília: s/n; 2007. p. 104.
11. Torres Y. Utilización de Pseudomonas aeruginosa como indicador de contaminación en el agua de tanques y cisternas. Boletín de Lima. [Internet] 1991 [Citado el 20 de mayo del 2007]; 13(78): [Aprox. 1p.]. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=P-LIM.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=003384>
12. Jones JG. Calidad Microbiológica del agua: Características del problema. Ingeniería Sanitaria y Ambiental. [Internet] 1998 [Citado el 20 de mayo del 2007]; (37): [Aprox. 5p.]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/cgi-bin/wxis.exe/iah/?IsisScript=iah/iah.xis&base=bvsde.bibliografica&lang=e&nextAction=lnk&exprSearch=BVSDE.REPIDI.00004958&indexSearch=ID>
13. Comité estatal de normalización. Agua Potable. Requisitos sanitarios y muestreo. La Habana: s/n; 1985.
14. Vargas García C, Rojas R, Joseli J. Control y Vigilancia de la Calidad del Agua de Consumo humano. S/L: CEPIS; 2005.p. 27.
15. Normas de Calidad del agua para consumo humano. San José: Capre; 2006.
16. Vergaray G, Méndez CR, Marchand E. Bases para el perfeccionamiento de los estándares microbianos de aguas de uso humano. S/L:Unmsm;2007.p.116
17. Gómez M, Vásquez MJ. Determinación y diferenciación de E. Coli y Coliformes Totales usando un mismo sustrato cromogénico. s/l: cepis ; 2006.
18. Larios Ortiz Luis. Contaminación del agua por nitratos: significación sanitaria. AMC [revista en la Internet]. 2009 Abr [citado 2012 Jun 13] ; 13(2): . Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552009000200017&lng=es
19. Vargas García C. Control de Calidad del Agua en la Red de Distribución. s/l: Cepis; 2006 .p. 6.
20. De Vicente A, Codina JC, Romero P. Relationship between pseudomonas aeruginosa and bacterial indicators in polluted natural waters. JWST. [Internet] 1991 [Citado el 20 de mayo del 2007]; 24(2): [Aprox. 2p.]. Disponible en: <http://www.iwaponline.com/wst/02402/wst024020121.htm>
21. Marchand Pajares, E O. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. Tesis para optar al título profesional de

Biólogo con mención en Microbiología y Parasitología. Lima -Perú 2002. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Basic/Marchand_P_E/tesis_comp_1eto.pdf

22. Apha, Wef, Awwa. Standart Methods for Examination of Water and Wastewater. 19th ed. Washington DC: American Public Health Association; 2006.

23. Flores J, Suárez G, Franco M, Heredia M, Vivas M. Calidad Bacteriológica del Agua potable de la Ciudad de Mérida. Salud Pública de México. [Internet]. 1995 [Citado el 20 de mayo del 2007]; 37(3): [Aprox. 3p.]. Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10637309>

24. OPS/OMS. Guía para la calidad del agua. S/L: OPS/OMS; 2006.

25. Freiria Gandara M, Álvarez A, Lorenzo RA, Racamón de F. Compuestos orgánicos halogenados en aguas tratadas con cloro. Alimentación, Equipos y Tecnología. s/l; 1995.

26. Goya AB, Wilde OR. Calidad Bacteriológica de las aguas en plantas faneadoras de la Provincia de tucumán. Laboratorio regional -Gelab-Senasa. s/n; 2006.

27. Evaluación global de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. Informe analítico. Lima: OPS-OMS; 2007.

28. Torres Y. Resistencia de Pseudomonas aeruginosa al Cloro libre residual. Rev Ainsa. [Internet]. 1991 [Citado el 20 de mayo del 2007]; (1): [Aprox. 4p.]. Disponible en: <http://webview.javerianacali.edu.co/cgi-olub/?infile=details.glu&luid=117926&rs=24199&hitno=-1>

29. Le Chevallier M, Fetters GA. Enumerating Injured Coliforms in Drinking Water. s/l: Journal Awwa; 2007. Pp: 87.

Recibido: 22 de diciembre de 2011.

Aprobado: 1ro de junio de 2012.

Lic. Jesús Hernández García. Licenciado en Higiene y Epidemiología. Master en Enfermedades Infecciosas. Instructor. "Unidad Municipal de Higiene y Epidemiología". San Juan y Martínez. Correo electrónico: tonyh@princesa.pri.sld.cu
