

CALIDAD SANITARIA DEL AGUA POTABLE EN SAN BLAS, MÉXICO
SANITARY QUALITY OF DRINKING WATER IN SAN BLAS, MEXICO

Cecilia Jáuregui Medina^a, Imelda Rodríguez Castañeda^a, Lidia Coronel Sandoval^c, Santiago Ramírez

Hernández^b, Roberto Padilla Noriega^a

^a Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas y Farmacéuticas, Universidad Autónoma de Nayarit. ceciliaj23@hotmail.com

^b Área de Ciencias Básicas e Ingenierías, Universidad Autónoma de Nayarit.

^c Instituto Tecnológico de Tepic.

Abstract

According to the Mexican norms that control the quality of the water that is used and consumed by humans, to ensure sanity it is only important to limit the total amount of total and fecal coliforms. Considering this, in 2004, the water that was distributed in San Blas was analyzed and found not suitable for the use it is supposed to have. Additionally, the Nayarit state's Department of Health reports that the gastrointestinal diseases that people from this town suffer are mainly due to protozoans that remain in the water after surviving the chlorination process. This is why a change in the way water distributed over the town needs to be done. Safe, clean water needs to be supplied over the population and a program that educates people on which are the best practices to become healthier needs to be started.

Keywords: *drinking water, quality of the water, coliforms, San Blas.*

Resumen

En México, la normatividad de agua para uso y consumo humano señala que para efectos de control sanitario se determine únicamente el contenido de organismos coliformes totales y fecales. Con base en esto, en el año 2004 se analizó el agua que se distribuye en la localidad de San Blas y se encontró que no es apta para el uso al que se destina. Adicionalmente, los informes de los Servicios de Salud en el Estado de Nayarit señalan que las enfermedades gastrointestinales en la población son causadas principalmente por protozoos, los que comúnmente se transmiten vía hídrica y sobreviven al tratamiento de cloración. Por lo anterior, es ineludible que el organismo operador reestructure el manejo de todo el sistema de abastecimiento que le permita ofrecer agua potable segura, así como también desarrollar entre la población campañas de educación para la salud.

Palabras clave: *agua potable, calidad del agua, coliformes, San Blas.*

1. INTRODUCCIÓN

El agua es imprescindible para el desarrollo de muchas actividades del hombre, así como para la vida misma (Díaz y col., 2003); sin embargo, puede convertirse en un vehículo para la adquisición de enfermedades. Actualmente existen descritas más de 20 enfermedades (amibiasis, giardiasis, shigelosis, enteritis bacteriana, paratifoidea, hepatitis A, cólera, entre otras) en las que el agua actúa directa o indirectamente en su aparición, algunas de ellas con impacto en términos de morbilidad y mortalidad (Sánchez y col., 2000). Según la Organización Mundial de la Salud, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre; también reconoce este organismo que sólo un 41% de la población mundial consume agua tratada y desinfectada, como para ser considerada "segura".

En congruencia con lo anterior, en los países donde las enfermedades microbianas y las parasitarias muestran elevados índices de incidencia, se da mayor importancia a las características microbiológicas de la calidad del agua para uso y consumo humano, dejando en segundo término a la contaminación química por no estar asociada con efectos inmediatos y agudos (Castillo, 2001).

En países como México, las enfermedades diarreicas continúan siendo un problema grave en la población. Se estima que en los países en desarrollo, estas enfermedades son responsables de 2.5 millones de muertes infantiles por año, con una tasa de mortalidad anual de 4.9 por cada 1000 niños y una incidencia de 3.2 episodios por

año en niños menores de 5 años de edad (Kosek y col., 2003). Estos padecimientos son causados por bacterias, virus y protozoarios patógenos, que se dispersan a través de la ruta fecal-oral y que potencialmente pueden ser transmitidos por el agua de consumo que se utiliza para diversas actividades en el hogar, incluida la higiene personal (Yalaupari, 2001).

El cloro es uno de los desinfectantes más antiguos y de uso común en América Latina y el Caribe, considerándose uno de los más efectivos para el agua potable, además de uno de los más económicos. Es un bactericida y antivírico eficaz en la mayoría de las situaciones y además, proporciona un residual que ayuda a proteger el agua contra la re-contaminación microbiana. No obstante, con relación a los protozoos, sus quistes pueden persistir en el agua clorada, a las dosificaciones, temperaturas y tiempos de contacto normalmente usados en la cloración del agua para fines potables (González, 2004).

En la vigilancia de la calidad del agua para uso y consumo humano, a fin de asegurar que una cantidad de agua se encuentre libre de organismos patógenos, se debe analizar la presencia de cada uno de los tipos de gérmenes que pueden estar presentes en la misma, especialmente los más resistentes a los desinfectantes (como virus y protozoarios). Sin embargo, la realización de dichos análisis es más cara, consume más tiempo y requiere de personal y equipo más especializado. Así, lo que se hace en la práctica es detectar en el agua la existencia de organismos indicadores, no necesariamente patógenos, que revelen la contaminación fecal y la posible presencia de patógenos perjudiciales para la salud humana. Aunque no existe un microorganismo indicador ideal, las bacterias

coliformes han demostrado ser una primera instancia para prevenir los problemas de salud (Ponce, 2005).

Con el fin de prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, la normatividad mexicana en su modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 señala como límites permisibles de características microbiológicas en agua para uso y consumo humano (potable) la ausencia o no detectables en una muestra simple, de organismos coliformes totales, *E. coli* o coliformes fecales u organismos termotolerantes. Cabe mencionar que esta misma norma establece que bajo situaciones de emergencia, las autoridades competentes podrán establecer los agentes biológicos nocivos a la salud que se deban investigar. Así mismo, señala que para efectos de control sanitario, se determine específicamente el contenido de indicadores generales de contaminación microbiológica de organismos coliformes totales y *E. coli* o coliformes fecales.

De acuerdo a Coronel (2005), en el informe emitido por los Servicios de Salud en Nayarit (SSN) para el año 2003 las infecciones intestinales agudas en el puerto de San Blas, México, ocuparon el segundo lugar en incidencia de enfermedades. Por otra parte, la fuente de abastecimiento de la localidad es uno de varios manantiales que en conjunto conforman una zona denominada "La Tovar", en la cual se desarrollan actividades turísticas que pueden ocasionar contaminación a estos cuerpos de agua. La obra de captación del manantial de abastecimiento (denominado también La Tovar) se realiza a través de un cárcamo para bombear el agua a una caseta (ubicada en El Conchal), en donde se le da un tratamiento de desinfección

con hipoclorito de sodio para evitar poner en riesgo la salud de usuarios y consumidores. Posteriormente, a través de una red de distribución, el agua se envía al puerto de San Blas (Figura 1).

Figura 1. Ubicación de fuente de abastecimiento (La Tovar), caseta de cloración (El Conchal) y localidad de San Blas, 2004.



Fuente: Adaptado de Google Earth, (2010)

Como el objetivo de los programas de abastecimiento de agua potable es asegurar que toda la población alcance una dotación suficiente de agua segura y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales, en este trabajo se midió el contenido de organismos coliformes totales y fecales del agua que se distribuye en San Blas, con el propósito de determinar si es apta para el uso y consumo humano y proponer en todo caso, alternativas que ayuden a mejorar su calidad.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas cada semana, durante el periodo de julio-agosto de 2004. Como se indica en la Tabla 1, éstas se recolectaron en la fuente de abastecimiento (manantial La Tovar),

en puntos inmediatamente antes y después del proceso de cloración (El Conchal), y en la red de distribución de San Blas. Se analizaron 16 muestras antes del tratamiento de desinfección y 136 después del sistema de cloración, de las cuales 8 fueron en la toma más próxima posterior a la caseta de cloración. Las otras 128 se tomaron en 16 sitios diferentes en la red de distribución de la localidad señalados en la Figura 2, con la finalidad de incluir en el estudio las zonas más alejadas de la caseta de cloración.

ácido y gas, el cual se manifiesta en las campanas de fermentación.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los análisis realizados al agua proveniente del manantial La Tovará presentaron 100% de coliformes totales y 87% de coliformes fecales. Esta contaminación de la fuente de abastecimiento puede deberse a infiltración de las fosas sépticas de un restaurante establecido a un costado del manantial. En la Figura 3 se puede observar cómo la presencia de coliformes se mantuvo hasta antes del proceso de cloración.

Tabla 1. Sitios muestreados, San Blas, 2004.

Sitio de muestreo		Muestras por semana	Total de muestras analizadas
Antes de la desinfección del agua	La Tovará (nacimiento del manantial)	1	8
	El Conchal (antes del tratamiento de cloración)	1	8
Después de la desinfección del agua	El Conchal (después del tratamiento de cloración).	1	8
	San Blas (red de distribución)	16	128

La toma de muestras se realizó conforme a la norma oficial mexicana NOM-014-SSA1-1993, la cual establece los procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano, en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados. La determinación de coliformes se realizó por la técnica del Número Más Probable (NMP) conforme a la norma oficial mexicana NOM-112-SSA1-1994. El método se basa en que las bacterias coliformes, fermentan la lactosa cuando se incuban a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ (coliformes totales) ó 44.5°C (coliformes fecales) durante 24 a 48 h, lo que da como resultado producción de

Por su parte la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) en el reporte del proyecto "Agua de calidad microbiológica de la red y ambientales en la ciudad de San Blas" del 2007, informa que el agua del manantial La Tovará, se encontró fuera de norma por la presencia de bacterias coliformes totales y fecales.

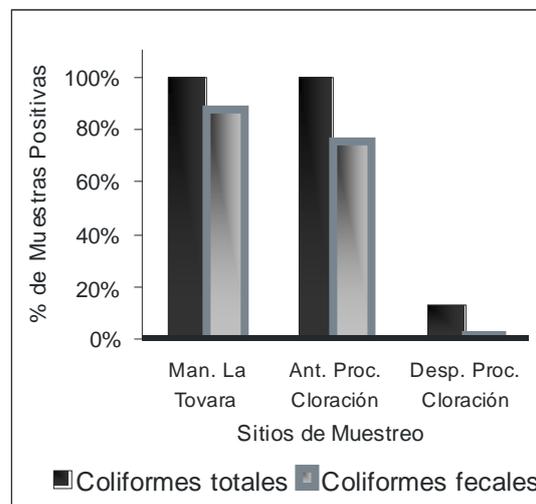
Figura 2. Sitios monitoreados en San Blas, Nayarit, 2004.



Fuente: Adaptado de Google Earth, (2010).

Después del proceso de cloración en El Conchal, se observó un descenso de coliformes totales y fecales hasta un 12.5% y ausentes, respectivamente. Lo anterior indica que, de manera general, se realizó un buen control y vigilancia del proceso de cloración del agua. No obstante, éste no fue uniforme ya que, durante la semana 4 se registraron coliformes totales (240 NMP/100 mL), aunque no se detectó la presencia de coliformes fecales. Estos resultados indican que de manera regular se cumple con lo establecido en la norma, pero existen periodos donde el tratamiento de desinfección no se lleva a cabo de forma eficiente. En este caso, es importante cuidar que la concentración de cloro residual libre a la salida de la caseta de cloración sea de 1.5 mg/L.

Figure 3. Coliformes en el manantial La Tovar y en El Conchal antes y después de la cloración.



Con respecto a las 128 muestras analizadas de la red de distribución de San Blas (después del proceso de cloración), un 52% reveló presencia de coliformes totales y un 34% de coliformes fecales, lo que indica que esta agua se encuentra fuera de la norma. En la Figura 4 se señalan los sitios monitoreados con los porcentajes de muestras positivas para coliformes. Como puede observarse, todos los lugares incumplieron en un momento dado la legislación en materia de agua potable en el periodo de estudio.

Estos resultados permanecen por lo menos hasta el año 2009, de acuerdo a los archivos consultados en los SSN, que registraron un 57% de contaminación por coliformes, de un total de 63 análisis en la red de distribución del municipio de San Blas, durante el periodo de 2005-2007; y por la información que posee COFEPRIS, el 67% y 57% de las muestras tomadas no cumplieron con la normatividad para los años 2008 y 2009 respectivamente.

Figura 4. Porcentaje de muestras con coliformes en los sitios monitoreados en San Blas, 2004.



Fuente: Adaptado de Google Earth, 2010.

Por otra parte, en el 2007 Félix y colaboradores, señalaron la presencia de coliformes totales en el 100% y 97% de las muestras en dos comunidades estudiadas en sur de Sonora, México: La Aduana y el Ejido Melchor Ocampo, respectivamente y coliformes fecales en el 99% y 86%, para esas mismas localidades. No obstante, los mismos autores indicaron que en la comunidad de Etchojoa ubicada en el mismo Estado, sólo el 6% presentaron incidencia de coliformes totales y fecales, y lo atribuyeron al proceso de desinfección con cloro.

Flores y col., (1995), establecieron que un tratamiento eficiente debe producir agua sin bacterias coliformes, sin importar lo contaminada que haya estado el agua natural original. Sin embargo, aunque el agua reúna las condiciones de potabilidad al ingresar al sistema de

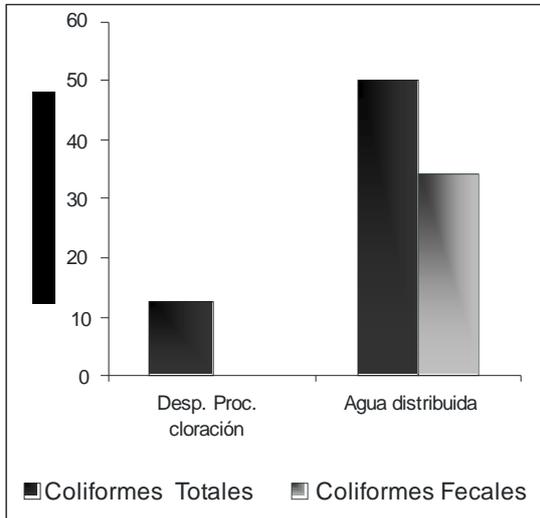
distribución, puede deteriorarse antes de llegar al consumidor, ya sea por contaminación del mismo sistema de distribución o por manejo intradomiciliario deficiente, el cual se agrava por el almacenamiento en cisternas, tinacos u otros depósitos.

Si se comparan los resultados obtenidos después del proceso de cloración, en el que prácticamente todas las muestras cumplieron con la calidad requerida para uso y consumo humano, con los resultados de las de San Blas (Figura 5), en las que se encontraron coliformes totales y fecales, indica que el agua se contamina posterior al sistema de cloración, cuando es conducida a las diferentes colonias, lo que pone de manifiesto que es durante este trayecto cuando el agua de distribución tiene nuevamente contacto con materia fecal.

En el “Diagnóstico de las aguas residuales y diseño de la planta de tratamiento, para el Puerto de San Blas, Nayarit” (Vera, 2005), se señaló una cobertura de alcantarillado insuficiente. También se indicó que este servicio lo poseen las familias y los propietarios de establecimientos comerciales localizados en la zona centro del puerto de San Blas, y refirió que el resto de la población cuenta con fosas sépticas construidas por los mismos usuarios.

En la información consultada en el Ayuntamiento de San Blas se encontró una cobertura de alcantarillado en esta localidad de tan sólo el 30%. Asimismo, esta infraestructura, además de insuficiente y antigua, se encuentra en mal estado. Con respecto a la red de agua potable ésta se encuentra deteriorada, por lo que presenta fugas en muchas de sus secciones.

Figura 5. Coliformes después del proceso de cloración en el Conchal y en el agua de distribución en San Blas.



Lo anterior sugiere la situación que guardan tanto la infraestructura de alcantarillado como la línea de agua potable. El hecho de que el agua se contamine durante su distribución se debe a que la tubería de agua potable presenta fracturas, que permiten que el agua, durante su trayecto, sea contaminada por la infiltración de aguas residuales proveniente de las fosas sépticas o de la red de drenaje, también fracturada por el deterioro.

Rodríguez y Botello, (1987) estudiaron la calidad sanitaria del agua potable de las ciudades de Cosoleacaque, Minatitlán, Coatzacoalcos, Agua Dulce, Las Choapas y Nanchital en Veracruz, México y determinaron la existencia de contaminación por coliformes en su red de distribución, por lo que infieren que hay deterioro en las tuberías o fallas en los sistemas de bombeo.

De lo anterior se desprende la necesidad de que el Ayuntamiento de San Blas atienda el manejo adecuado de la totalidad de las aguas residuales generadas por la población, para lo cual se debe iniciar por una cobertura de

alcantarillado suficiente y en condiciones tales que permitan la conducción de esta descarga al sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad. Por otra parte, también debe procurar conservar el sistema de distribución de agua potable en un estado tal que no tenga fracturas que permitan la contaminación del agua. Además, es recomendable que se lleve a cabo el proceso de re-inyección de cloro en los puntos de la red donde sea necesario, con la finalidad de asegurar que el agua en la toma domiciliaria llegue con una concentración de cloro residual libre entre 0.2 y 1.5 mg/L, como lo establece la NOM-127-SSA1-1994.

En el contexto más amplio de la calidad del agua destinada al consumo humano, ésta no debe contener microorganismos nocivos y las concentraciones de sustancias químicas o de otro tipo deben estar bajo niveles que pueden presentar riesgos para la salud. Desde el punto de vista biológico, estos requisitos implican la eliminación o destrucción de bacterias entéricas, virus, quistes de protozoos y esporas de bacterias que puedan causar infección o enfermedad como resultado de beber agua contaminada (OPS/COSUDE, 2007).

Los SSN, de acuerdo a la NOM-127-SSA1-1994 supervisan que el cloro residual del agua que se va a distribuir en la localidad de San Blas cumpla con los niveles establecidos. El monitoreo mensual realizado en la red de distribución de San Blas, mostró que en el año 2007 el 100% de las muestras analizadas cumplieron satisfactoriamente con lo establecido en la legislación; pero informaron que en el 2008 y 2009, del total analizado se encontraron fuera de norma el 38.71% y 14.51% respectivamente.

En la Tabla 2, se presentan las enfermedades transmitidas por consumo de agua contaminada en San Blas, en un periodo de seis años, de acuerdo a la información recabada en el Departamento de Epidemiología de los SSN. El 63% de ellas fueron causadas principalmente por protozoos, dentro de las cuales, la amibiasis intestinal fue el padecimiento que presentó mayor número de casos. Estos resultados sugieren que la cloración del agua, como el único proceso de tratamiento, elimina bacterias más no el riesgo de contraer enfermedades de tipo gastrointestinal por causa de parásitos patógenos, ya que como señalaron Lura y col. (2002), existe un alto riesgo de infección con protozoos intestinales cuando se consume agua de origen subterráneo contaminada, que sólo fue clorada antes de su distribución.

Por su parte, Solarte y col., (2006) indicaron que se ha demostrado la infectividad e impacto negativo de los protozoarios en la salud de miles de personas, tanto en naciones industrializadas como en los países en desarrollo. Por tal razón, es recomendable someter el agua a procesos de filtración para reducir el riesgo de transmitir, a través de ella, quistes de parásitos intestinales.

Dado que la mayor parte de los brotes de enfermedad de origen hídrico se deben a un tratamiento deficiente en el agua de distribución, interrupción en el mismo, o como resultado de una contaminación cruzada de las tuberías que conducen el agua potable con las del drenaje, el organismo operador de San Blas debe considerar el uso de ambos métodos, filtros y desinfección

química, para el tratamiento del agua de distribución. Por otra parte, es conveniente correlacionar las estadísticas de incidencia de enfermedades transmitidas por agua "potable" con los resultados de las actividades de su vigilancia sanitaria, con el fin de tomar decisiones en relación a la conservación del ecosistema y fuente de abastecimiento, al tratamiento más adecuado para el agua de distribución y al control de sus posibles fuentes de contaminación para ofrecer un producto seguro que impacte en la salud de la población.

Por último, aunque los organismos operadores son los responsables de entregar agua de buena calidad a la población, muchas de las enfermedades gastrointestinales se pueden deber a un mal manejo intradomiciliario del recurso, por lo que la higiene personal y la educación para la salud son acciones que ayudan a proteger y promover la salud pública, no sólo de San Blas, sino de cualquier comunidad donde se apliquen.

4. CONCLUSIONES

Los análisis indicaron que el agua de la fuente de abastecimiento muestra contaminación por coliformes y que la que se distribuye en toda la localidad de San Blas, vuelve a contaminarse después del proceso de cloración, por lo que, conforme a la normatividad vigente, no es apta para uso y consumo humano, con el riesgo consiguiente de contraer enfermedades de origen hídrico.

Tabla 2. Principales enfermedades que se transmiten por el consumo de agua contaminada en San Blas, México.

Enfermedades	Casos Informados							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total	%
Amibiasis intestinal	966	860	997	1239	1469	969	6500	60.99
Infecciones intestinales por otros organismos mal definidas	520	654	596	471	636	574	3451	32.38
Giardiasis	2	12	3	7	0	1	25	0.23
Shigelosis	87	74	61	35	25	6	288	2.70
Paratifoidea y otras Salmonelosis	12	37	59	43	31	15	197	1.85
Otras infecciones intestinales debidas a protozoarios	5	39	38	32	50	30	194	1.82
Fiebre tifoidea	1	0	0	0	1	0	2	0.02
Total	1593	1676	1754	1827	2212	1595	10657	100

Fuente: Servicios de Salud en Nayarit, 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Castillo, E.I. (2001). Zonas en riesgo sanitario – ambiental por la presencia de arsénico y fluoruros en aguas subterráneas. En: *Documento Técnico. La salud del niño(a) y el ambiente. Comisión Federal para la Protección contra los Riesgos Sanitarios*. México. p. 12.

Coronel, S.L. (2005). *Diagnóstico de la calidad bacteriológica del agua potable que se distribuye en la localidad de San Blas, Nayarit. Tesis de Licenciatura*. Unidad Académica de Ciencias e Ingenierías. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit. México.

Díaz, D.C., Fall, C., Quentin, E., Jiménez, M. Ma. del C., Esteller, A. Ma. V., Garrido, H.S.E., López, V.C.M., García, P.D. (2003). *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua. Ed. CIRA-RIPDA CYTED. México. pp. 224-229.

Félix, F.A., Campas, B.O.N., Aguilar, A.M.G., Meza, M.M.M. (2007). *Calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del sur de Sonora* (México). *Revista Salud Pública y Nutrición*. Vol. 8, no. 3, pp. 1-13.

Flores, A.J.J., Suárez, H.G.J., Puc, F.M.A., Heredia, N.M.R., Vivas, R.M.L., Franco, M.J. (1995). *Calidad bacteriológica del agua potable de la ciudad de Mérida*, México. *Salud Pública de México*. Vol. 37, no. 3, pp. 236-239.

González, D.C. (2004). *La desinfección y el almacenamiento domiciliario del agua: intervención fundamental en la salud pública*. Reporte técnico de vigilancia. Vol. 9, no. 4, pp. 1-9.

Kosek, M., Bern, C., Guerrant, R.L. (2003). *The global burden of diarrhoeal disease, as estimated from studies published between 1992 and 2000*. *Bulletin of the World Health Organization*. Vol. 81, no. 3, pp. 197-204.

Lura, M.C., Beltramino, D., Abramovich, B., Carrera, E., Haye, M.A., Contini, L. (2002). *El agua subterránea como agente transmisor de protozoos intestinales*. Revista chilena de pediatría. Vol. 73, no. 4, pp. 415-424.

Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993, *Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados*. Diario Oficial de la Federación. Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., 12 de agosto de 1994.

Norma Oficial Mexicana NOM-112-SSA1-1994, *Determinación de bacterias coliformes, técnica del número más probable*. Diario Oficial de la Federación. Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., 10 de mayo de 1995.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano- límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Diario Oficial de la Federación. Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México, D.F., 20 de octubre de 2000.

OPS/COSUDE (2007). *Guía para la selección de sistema de desinfección*. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. Lima, Perú.

Ponce, O.E. (2005). *Diseño de un tren de potabilización para una planta generadora de agua embotellada*. Tesis Licenciatura. Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. Cholula, Puebla, México.

Rodríguez, S.H., Botello, A.V. (1987). *Contaminación enterobacteriana en la red de agua potable y en algunos sistemas acuáticos del sureste de México*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Vol. 3, no. 001, pp. 37-53.

Sánchez, P.H.J., Vargas, M.M.G., Méndez, S.J.D. (2000). *Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas*. Salud Pública de México. Vol. 42, no. 5, pp. 397- 406.

Solarte, Y., Peña, M., Madera, C. (2006). *Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano*. Revista Colombia Médica. Vol. 37, no. 1, pp. 74-82.

Vera, M.F. (2005). *Diagnóstico de las aguas residuales y diseño de la planta de tratamiento, para el puerto de San Blas, Nayarit*. Tesis de maestría. Unidad Académica de Ciencias e Ingenierías. Universidad Autónoma de Nayarit. Tepic, Nayarit, México.

Yalaupari, M.J.P. (2001). *Contaminación del agua y efectos a la salud*. En: Documento Técnico. La salud del niño(a) y el ambiente. Comisión Federal para la Protección contra los Riesgos Sanitarios. México. p. 19.