

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DE TRES COMUNIDADES RURALES DEL SUR DE SONORA (MÉXICO)

Anacleto Félix-Fuentes, Olga Nydia Campas-Baypoli, Ma. Guadalupe Aguilar-Apodaca y María Mercedes Meza-Montenegro.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias,
Instituto Tecnológico de Sonora (Cd. Obregón, Son., México)
Email: afelix@itson.mx.



Introducción

El agua es un elemento vital para la existencia humana, de su uso adecuado depende nuestra salud, alimentación y producción agrícola (1). El utilizar agua contaminada en la preparación de alimentos u otras actividades nos podría producir un gran número de casos de infección (2).

A nivel mundial alrededor de 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo. Además se ha estimado que el 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre, de un saneamiento y una higiene deficientes (3).

El agua es un vehículo importante de agentes patógenos causales de enfermedades diversas en el humano, dentro de los que destacan bacterias como el *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Yersinia enterocolitica*, virus como el de la hepatitis A y de Norwalk, protozoos importantes como *Giardia lamblia*, *Entamoeba histolytica* y *Cryptosporidium parvum* (4, 5, 6, 7, 8).

El control de la calidad del agua ha sido prioritario principalmente en zonas Urbanas, para verificar una adecuada potabilización del agua, o cuando se presentan brotes de enfermedades diarreicas en la población consumidora, donde una vez detectado el problema en el suministro de agua se resuelve a corto plazo mejorando las condiciones de desinfección de la misma (9,10). En el caso de la calidad del agua potable en Cd. Obregón Sonora, cumple con las especificaciones de la norma oficial Mexicana para agua para consumo humano (11).

Sin embargo las comunidades rurales han estado al margen de la verificación de la calidad del agua que utilizan para consumo humano, ya que existen reportes de comunidades con 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 (12,13). En México se tienen problemas de abastecimiento de agua en todos los niveles, y en cuanto a calidad de agua para consumo humano es por la insuficiencia de los sistemas de distribución de agua tratada,; lo anterior repercute principalmente en las comunidades rurales, las cuales se abastecen de agua de pozo, pero sin una verificación regular de su calidad. Debido a lo anterior en el presente estudio se evaluó la calidad microbiológica del agua de pozo que abastece a algunas comunidades rurales del Sur de Sonora.

Material y Métodos

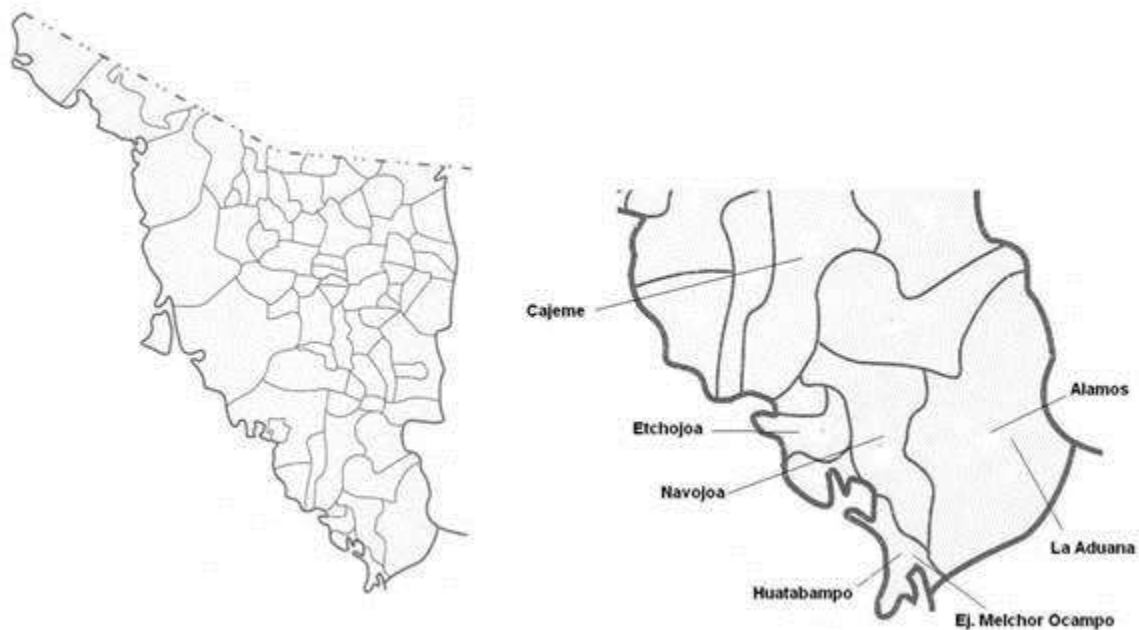
Descripción de la zona de estudio: El presente estudio se realizó en las comunidades de la Aduana, Etchojoa y el Ejido Melchor Ocampo (Ver Tabla 1). El la Figura 1 se presenta la Ubicación geográfica en el Estado de Sonora (México).

Tabla 1. Localización de las comunidades estudiadas en el Sur de Sonora.

Comunidad	Municipio	Localización	Colinda
Aduana	Alamos	A 10 Km al oeste de Alamos en el paralelo 27° 02 15' de latitud norte y a 109° 00 35' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.	Al norte con la comunidad de Minas nuevas, al sur con el Ej. Horconcitos, al oeste con el Ej. Tetagiosa y el este con antiguos ejidos de Alamos.
Etchojoa	Etchojoa	En el Paralelo 26° 54 39' de latitud norte y a los 109° 37 31' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a 13 metros sobre el nivel del mar	Al norte y este con Navojoa, Son, al sur con Huatabampo, al noroeste con Cajeme y al oeste con el Golfo de California
Ej. Melchor Ocampo	Melchor Huatabampo	En el Paralelo 26° 31 55' de latitud norte y a los 109° 10 31' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a 10 metros sobre el nivel del mar	5 Km de la carretera internacional bajando por el kilómetro 91.

Fuente: <http://www.inegi.gob.mx>

Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad de la Aduana, Etchojoa y el Ej. Melchor Ocampo en el Sur del Estado de Sonora (México)



Muestreo: Los resultados que se presentan son de muestreos independientes realizados en cada comunidad, para la Aduana el periodo fue de julio de 1999 a Junio de 2000, en Etchojoa fue de Julio de 2001 a Junio de 2002 y en el caso del Ejido Melchor Ocampo fue de Junio de 2004 a Mayo de 2005. Las muestras se recolectaron mensualmente, en frascos de vidrio estériles con capacidad de 500 ml,; para la toma de la muestra se dejo correr el agua por un tiempo de 5 minutos, para enseguida llenar $\frac{3}{4}$ partes del recipiente. Las muestras se transportaron, a 4°C en hielo, al laboratorio donde de inmediato se procedió al análisis microbiológico. En cada comunidad se seleccionó como punto de muestreo el pozo, y llaves domiciliarias distribuidas en el centro y orillas del poblado. Todas las muestras se sometieron a la determinación de cloro residual in situ mediante un ensayo rápido (Kit de prueba para pH y Cloro).

Análisis microbiológicos. Para realizar los análisis microbiológicos se utilizaron las metodologías establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas, publicadas en el Diario Oficial de la Federación (NOM-110-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-031-SSA1-199).

Preparación de la muestra. La homogenización de las muestras se realizó por agitación en forma de arco durante 25 veces, y se procedió a la realización de las diluciones decimales en el caso de la determinación de

mesófilicos aerobios (14). En el caso las determinaciones de coliformes totales, coliformes fecales, *Vibrio spp.* y *Salmonella spp.* no se realizaron diluciones.

Mesofílicos aerobios. Se utilizó la técnica por vaciado en placa, el método consistió en contar las colonias que se desarrollaron en el agar estándar métodos después de 48 h de incubación a 35 ± 2 °C, suponiendo que cada colonia proviene de un microorganismo de la muestra bajo estudio. Se homogenizó la muestra por agitación, se realizó la siembra directa y diluciones seriadas hasta 10^{-5} , los resultados se reportaron como UFC/ml de muestra (15).

Coliformes Totales y Fecales. Se utilizó la técnica de tubos de fermentación múltiple (dilución en tubo) del número más probable (NMP), el cual proporciona una estimación estadística de la densidad microbiana presente con base a que la probabilidad de obtener tubos con crecimiento positivo disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado. El método se basa en que las bacterias coliformes, fermentan la lactosa incubadas a 35 ± 1 °C (coliformes totales) ó 44.5 °C (coliformes fecales) durante 24 a 48 h, resultando en la producción de ácidos y gas, el cuál se manifiesta en las campanas de fermentación. Se inocularon 10 ml de muestra de agua de pozo en 5 tubos con 10 ml de caldo lactosado doble concentración y dos tubos con 10 ml de caldo lactosado simple concentración y se adicionó 1.0 y 0.1 ml de muestra, respectivamente (16).

Determinación de *Salmonella spp.* Se realizó un pre-enriquecimiento de *Salmonella* a 125 ml de caldo selenito cistina y caldo tetrionato, inoculando 15 ml de la muestra de agua en cada matraz, incubando en baño maría a 44.5°C de 18 a 24 horas, posteriormente se resembró en medios selectivos (Agar *Salmonella-Shigella*, Agar Mac Conkey, Agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato), a las colonias típicas de *Salmonella spp.* se identificaron realizando las pruebas de la oxidasa, catalasa, fermentación de glucosa, fermentación de la lactosa, fermentación del manitol, fermentación de la sacarosa, producción de indol, prueba del rojo de metilo, Voges Proskauer, hidrólisis de la urea, Hidrólisis de la gelatina, aprovechamiento del citrato, reacción oxidativa-fermentativa (OF), movilidad, producción de H₂S. (17, 18, 19).

Determinación de *Vibrio spp.* Se realizó un pre-enriquecimiento de *Vibrio* en 225 ml de caldo peptona alcalina, inoculando 25 ml de la muestra de agua, incubando a 35 ± 1 °C de 18 a 24 horas, posteriormente se resembró en el medio selectivo TCBS (Agar Tiosulfato-Citrato-Bilis-Sacarosa), las colonias típicas de *Vibrio spp.* se identificaron realizando las pruebas de la oxidasa, catalasa, resiembra en caldo nutritivo al 0, 3, 6, 8 y 10 % de NaCl, fermentación de glucosa, fermentación de la lactosa, fermentación del manitol, fermentación de la sacarosa, producción de indol, prueba del rojo de metilo, Voges Proskauer, hidrólisis de la urea, Hidrólisis de la gelatina, aprovechamiento del citrato, reacción oxidativa-fermentativa (OF), movilidad, producción de H₂S. (20, 21, 22).

Análisis de datos: A los resultados obtenidos de las determinaciones microbiológicas se les aplicó estadística descriptiva, una clasificación por rangos de acuerdo a Welch y Col. 2000 (23) para coliformes totales y fecales. Así como la comparación con los límites permitidos para pH, Cloro residual, Coliformes totales, Coliformes fecales, establecidos en la Norma Oficial Mexicana para agua para consumo humano.

Resultados

pH y Cloro residual: En cuanto a los resultados de la determinación de pH durante el muestreo todas las muestras estuvieron en el rango de 6.5 a 8.5 que establece la norma oficial mexicana para agua para consumo humano (24). Los resultados en cuanto a cloro residual la comunidad de la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo todas las muestras presentaron valores de cero (0 mg/L), en el caso de Etchojoa 11 muestreos presentaron valores dentro del rango de 0.2 a 1.5 mg/L en todas las muestras (25), sin embargo en el último muestreo se presentaron valores muy bajos incluso nulos en las tomas domiciliarias con rangos de 0 – 0.4 mg/L, sólo la muestra del pozo presentó el valor mayor 0.6 mg/L.

Mesofílicos aerobios: En la Tabla 2 se presentan los resultados de microorganismos mesofílicos aerobios en el agua de pozo utilizada para consumo humano en comunidades rurales del Sur de Sonora, se analizaron 84 muestras en cada comunidad. Para considerar una calidad deficiente del agua en cuanto a este parámetro en el presente estudio se tomó como criterio cuentas iguales o mayores a 200 UFC/mL de agua, encontrándose que en la Aduana el 47 % (40 muestras) lo sobrepasaron, en Etchojoa un 12 % (10 muestras) presentaron cuentas elevadas y para el Ej. Melchor Ocampo un 38 % (32 muestras) no cumplieron con el criterio.

Si se analizan los datos por sitio de muestreo (Ver Tabla 2) se puede observar que el agua de pozo de la comunidad de la Aduana y el Ej. Melchor Ocampo presentan problemas serios de contaminación por microorganismos, ya que en 10 de los sitios de tomas domiciliarias se presentaron porcentajes mayores al 40 % de muestras con conteos altos (> 200 UFC/mL), en el caso de los pozos (sitio 1) la incidencia fue baja, ya que sólo 2 muestras sobrepasaron el criterio. La comunidad de Etchojoa presentó densidades bajas de mesófilos aerobios; es importante mencionar que los promedios se elevaron, debido a que en el último muestreo todos los sitios presentaron cuentas muy elevadas, debido a problemas en el proceso de desinfección a causa de lluvias recientes. Pero bajo condiciones normales de operación del pozo, la calidad microbiológica del agua es aceptable.

Tabla 2. Resultados de mesófilos aerobios en agua de pozo de tres comunidades rurales del Sur de Sonora (México)

SITIO ²	Aduana (1999-2000)			Etchojoa (2001-2002)			Ejido Melchor Ocampo (2004-2005)		
	PROMEDIO ¹ (UFC/ml)	RANGO (UFC/ml)	No. De Muestras Sobrepasan el criterio	PROMEDIO ¹ (UFC/ml)	RANGO (UFC/ml)	No. de Muestras Sobrepasan el criterio	PROMEDIO ¹ (UFC/ml)	RANGO (UFC/ml)	No. De Muestras Sobrepasan el criterio
1	141	51 - 269	2 (17)*	746	0 - 5,600	2 (17)*	1463	0 - 16,800	2 (17)*
2	198	62 - 439	4 (33)*	458	0 - 3,400	2 (17)*	2443	22-27,200	5 (42)*
3	789	31- 4,320	6 (50)*	373	0- 2,830	1 (8)*	1597	52-17,000	5 (42)*
4	683	86 - 4,180	7 (58)*	455	0 - 3,600	1 (8)*	2887	70-32,000	6 (50)*
5	388	63 - 1,940	6 (50)*	823	0 - 6,400	1 (8)*	2331	24-24,800	3 (25)*
6	887	15 - 3,060	8 (67)*	394	0 - 2,830	2 (17)*	8763	9 - 80,000	5 (42)*
7	426	91 - 2,630	7 (58)*	1,167	0 - 9,300	1 (8)*	5,000	58-25,300	6 (50)*

¹Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones, ² El sitio 1 es el pozo, los sitios 2, 3, 4, 5, 6, 7 fueron tomas domiciliarias,

* Los números entre paréntesis expresan porcentaje.

Coliformes Totales

La Tabla 3 presenta los resultados de coliformes totales en las comunidades estudiadas, se puede observar que la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron densidades altas de coliformes totales, con el 100 % (84 muestras) y 97 % (82 muestras) de las muestras fuera de norma, respectivamente; los cuales deben ser ausentes en 100 mL (26). En la comunidad de Etchojoa sólo el 6 % de las muestras presentaron incidencia, lo cual se atribuye al proceso de desinfección con cloro.

En la Figura 2 se presenta la distribución por rangos de Coliformes totales, lo anterior para conocer los niveles de densidades microbianas obtenidas en el total de muestras analizadas por comunidad, se consideraron rangos bajos (0-20 NMP/100 mL), medianos (21 - 100 NMP/mL) y altos (> 100) de microorganismos, clasificando el agua como de buena, deficiente y muy deficiente calidad, respectivamente de acuerdo a lo reportado por Welch y Col. 2000 (27). Se puede observar que la comunidad de Etchojoa presentó en general una calidad microbiológica buena. En el caso de la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron una calidad deficiente.

Tabla 3. Resultados de Coliformes Totales (NMP/100 ml) en agua de pozo de tres comunidades rurales del Sur de Sonora (México)

SITIO ²	Aduana (1999-2000)			Etchojoa (2001-2002)			Ejido Melchor Ocampo (2004-2005)		
	PROMEDIO ¹	RANGO	No. De Muestras Sobrepasan la norma	PROMEDIO ¹	RANGO	No. de Muestras Sobrepasan la norma	PROMEDIO ¹	RANGO	No. De Muestras Sobrepasan la norma
1	200	200	12 (100)*	25	0-200	2 (17)*	32	0 - 200	11 (31)*
2	186	40 - 200	12 (100)*	13	0 - 100	1 (8)*	78	9 - 200	12 (100)*
3	171	12- 200	12 (100)*	<1	0- 3	1 (8)*	140	15 - 200	12 (100)*
4	171	21- 200	12 (100)*	0	0	0 (0)*	150	21- 200	12 (100)*
5	155	8 - 200	12 (100)*	0	0	0 (0)*	90	5 - 200	12 (100)*
6	155	12 - 200	12 (100)*	<1	0- 3	1 (8)*	157	5 - 200	12 (100)*
7	168	8 - 200	12 (100)*	0	0	0 (0)*	143	40 - 200	11 (81)*

¹Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones, ² El sitio 1 es el pozo, los sitios 2,3,4,5,6,7 fueron tomas domiciliarias, * Los números entre paréntesis expresan porcentaje.

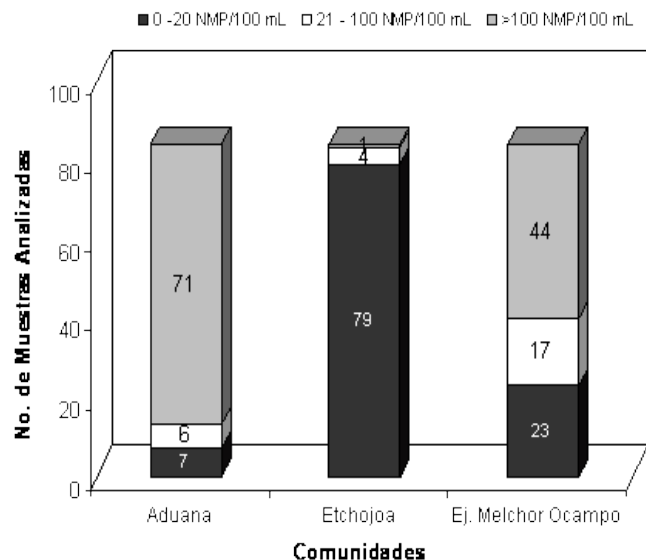


Figura 2. Distribución por rangos de coliformes totales (NMP/100 mL) en muestras de agua de pozo provenientes de comunidades rurales del Sur de Sonora

Coliformes Fecales

La Tabla 4 presenta los resultados de coliformes fecales en las comunidades estudiadas, se puede observar que la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron densidades altas de coliformes fecales, con el 99 % (83

muestras) y 86 % (72 muestras) de las muestras fuera de norma, respectivamente; los cuales deben ser ausentes en 100 mL (28). En la comunidad de Etchojoa sólo el 6 % de las muestras presentaron incidencia, lo cual se atribuye al proceso de desinfección con cloro. En relación con los coliformes totales los coliformes fecales disminuyeron muy poco, por lo que la fuente de contaminación del agua es de origen fecal.

En la Figura 3 se presenta la distribución por rangos de Coliformes totales, lo anterior para conocer los niveles de densidades microbianas obtenidas en el total de muestras analizadas por comunidad, se consideraron rangos bajos (0 - 5 NMP/100 mL), medianos (6 – 20 NMP/mL) y altos (> 20) de microorganismos, clasificando el agua como de buena, deficiente y muy deficiente calidad, respectivamente de acuerdo a lo reportado por Welch y Col. 2000 (29). Se puede observar que la comunidad de Etchojoa presentó en general una calidad microbiológica buena. En el caso de la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo presentaron una calidad deficiente.

Tabla 4. Resultados de Coliformes Fecales (NMP/100 ml) en agua de pozo de tres comunidades rurales del Sur de Sonora (México)

SITIO ²	Aduana (1999-2000)			Etchojoa (2001-2002)			Ejido Melchor Ocampo (2004-2005)		
	PROMEDIO ¹	RANGO	No. de Muestras Sobrepasan la norma	PROMEDIO ¹	RANGO	No. de Muestras Sobrepasan la norma	PROMEDIO ¹	RANGO	No. De Muestras Sobrepasan la norma
1	186	40 - 200	12 (100)*	25	3- 200	2 (17)*	3	0 - 20	6 (50)*
2	173	40 - 200	12 (100)*	5	0 - 40	1 (8)*	43	0 - 200	11 (91)*
3	156	12- 200	12 (100)*	<1	0- 3	1 (8)*	61	9 - 200	12 (100)*
4	142	9- 200	12 (100)*	n	0	0 (0)*	77	0 - 200	11 (91)*
5	124	0 - 200	11 (91)*	n	0	0 (0)*	49	0 - 200	10 (83)*
6	118	4 - 200	12 (100)*	<1	0- 3	1 (8)*	91	0 - 200	11 (91)*
7	133	2 - 200	12 (100)*	n	0	0 (0)*	137	0 - 200	11 (91)*

¹Los valores son resultado del promedio de 12 repeticiones, ² El sitio 1 es el pozo, los sitios 2,3,4,5,6,7 fueron tomas domiciliarias, * Los números entre paréntesis expresan porcentaje.

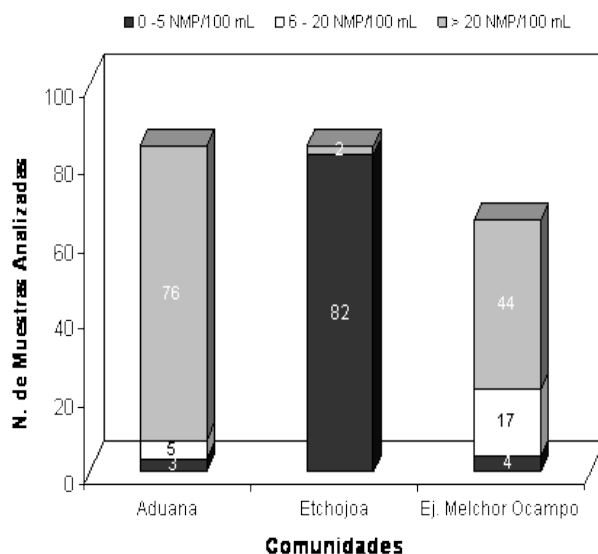


Figura 3. Distribución por rangos de Coliformes fecales (NMP/100 mL) en muestras de agua de pozo provenientes de comunidades rurales del Sur de Sonora (México)

Salmonella spp. y Vibrio spp.

El 100 % de las muestras analizadas en las comunidades de la Aduana, Etchojoa y el Ejido Melchor Ocampo fueron negativas para *Salmonella spp.* y *Vibrio spp.*, por lo que no representan un riesgo para la población. Sin embargo en las muestras con altas cargas microbianas pueden ser vectores de otros microorganismos patógenos.

Discusión

La determinación de la cuenta total mesófilos aerobios en placa en las muestras de agua de pozo ofrece información sobre el grado de contaminación por microorganismos, con los resultados obtenidos claramente se visualiza cuál fuente de agua contiene mayor densidad de microorganismos. Cabe mencionar que en la Norma Oficial Mexicana para agua para consumo humano no contempla este parámetro, pero en aguas subterráneas donde es difícil el control de la calidad sanitaria del agua es un parámetro útil, ya que en muestras de agua pueden estar ausentes los coliformes, aun así presentar mesófilos aerobios.

El agua para consumo humano debe estar ausente de coliformes totales y fecales por norma, los resultados de la carga microbiana que presentaron las muestras de pozo en las comunidades de la Aduana y el Ejido Melchor Ocampo, reflejan que la fuente de agua subterránea presenta una calidad microbiológica deficiente, por lo que es necesario llevar a cabo el proceso de desinfección. Sin embargo otro problema al que se enfrentan las autoridades de las comunidades es el rechazo del agua tratada con cloro, por los pobladores, debido al sabor que le imparte, lo anterior por una dosificación excesiva del mismo. Ya que en los dos poblados anteriormente se desinfectaba el agua con cloro. Un factor determinante en estas comunidades es su localización geográfica que dificulta el monitoreo constante de la calidad del agua del pozo. También influye que son comunidades pequeñas con poblaciones menores a 500 habitantes, sin servicios de drenaje. Posiblemente las principales fuentes de contaminación de agua de los pozos pueden ser las actividades productivas como la ganadería en la Aduana, actividades pesqueras y agrícolas en el Ej. Melchor Ocampo y las fosas (letrinas) de desechos humanos. Resultados semejantes en cuanto a una calidad deficiente del agua para consumo humano se presento en comunidades marginadas de Chiapas en el 2000 (30), donde se recomienda el uso de sistemas de purificación del agua, así como campañas de sensibilización a la población en general sobre las desventajas de consumir agua con cargas microbianas altas. Además encontraron mayor incidencia de parásitos en los niños que consumían agua de calidad deficiente.

En el caso de la comunidad de Etchojoa el proceso de desinfección es adecuado lo cual se reflejó en las cuentas bajas de los microorganismos estudiados, sin embargo hay que continuar con la verificación constante de la calidad microbiológica del agua, para advertir a la población en los momentos que por cuestiones climáticas no es seguro el consumo del agua. Es importante mencionar que el poblado de Etchojoa es cabecera municipal, por lo cual cuenta con los servicios básicos (agua, luz, drenaje) para la mayoría de sus 16,000 habitantes (INEGI) por lo que las condiciones para el control adecuado de la calidad del agua, son favorables.

La contaminación fecal del agua ha sido asociada con brotes epidémicos de origen hídrico en humanos. Por lo que las poblaciones estudiadas presentan un alto riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales. Es importante tomar las medidas necesarias para mejorar la calidad del agua. Una medida que están adoptando los pobladores al respecto es el consumo de agua purificada, sin embargo puede ser cuestionable la calidad de la misma. Lo más adecuado sería la 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.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio dan una idea del alto riesgo para los consumidores del consumo de agua de pozo en las comunidades de la Aduana y el Ej. Melchor Ocampo debido a la contaminación fecal, la cual puede ser la causa de las gastroenteritis frecuentes en la población. Una adecuada desinfección del agua disminuye en gran medida los riesgos microbiológicos del consumo de agua de pozo. Es necesaria la participación de autoridades correspondientes en el adecuado control de la calidad del agua en las comunidades rurales.

Agradecimientos

Un agradecimiento al Instituto Tecnológico de Sonora, que otorgó los medios económicos para la realización del presente estudio, y especialmente a los estudiantes de Químico e Ingeniero Biotecnólogo que participaron en la realización de sus trabajos de tesis.

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la calidad microbiológica del agua de consumo humano de tres comunidades rurales del Sur de Sonora, para conocer los riesgos a la salud de los consumidores. Se realizó un estudio descriptivo considerando resultados de muestreos en la Aduana (Julio de 1999 a Junio de 2000), Etchojoa (Julio de 2001 a Junio de 2002) y en el Ejido Melchor Ocampo (Junio de 2004 a Mayo de 2005). Se realizaron muestreos mensuales del agua de pozo, durante un periodo de un año en las tres comunidades seleccionándose en cada comunidad 7 sitios de muestreo distribuidos aleatoriamente. Los análisis realizados fueron la determinación de mesofílicos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y el aislamiento e identificación por pruebas bioquímicas de *Salmonella spp.* y *Vibrio spp.* considerando los métodos de prueba establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. Un 99 % de las muestras analizadas en la Aduana presentaron contaminación fecal, y en el Ejido Melchor Ocampo, el 86 %. En el municipio de Etchojoa se presentó una adecuada desinfección del agua de pozo bajo condiciones normales de operación, ya que sólo el 6 % de las muestras presentó coliformes fecales. Todas las muestras analizadas fueron negativas para *Salmonella spp.* y *Vibrio spp.* El agua de pozo utilizada para consumo humano en las comunidades de la Aduana y el Ej. Melchor Ocampo son de deficiente calidad microbiológica, por lo que se consideran poblaciones susceptibles a padecer enfermedades de origen hídrico, por lo cual es necesario implementar programas de vigilancia sanitaria que aseguren una buena calidad del agua utilizada para consumo humano.

Palabras clave: calidad microbiológica, indicadores microbiológicos, agua para consumo humano, patógenos

Abstract

The objective of the present research was to determine the microbial quality of drinking water of three Southern rural communities of Sonora, to know the risks for consumer's health. This descriptive study was carried out considering results of samplings in the Aduana (July-1999 to June-2000), Etchojoa (July-2001 to June-2002) and in the Cooperative Melchor Ocampo (June-2004 to May-2005). The samplings were carried out, during a period of one year, selected in each community seven places distributed randomly. Microbiological parameters measured were aerobic mesophilic microorganisms, total coliforms, fecal coliforms, *Salmonella spp.* and *Vibrio spp.*, these analyses performed according to standards methods of Ministry of Health from Mexico. A 99% of the

samples analyzed in the Aduana presented fecal contamination, and 86 % in the Cooperative Melchor Ocampo. Whereas Etchojoa presented an adequate disinfection of the water in normal conditions of operation, since only the 6% of the samples were detected fecal coliforms. All the samples analyzed were negatives for *Salmonella spp.* and *Vibrio spp.* The drinking water utilized in the communities of the Aduana and the Cooperative Melchor Ocampo are of poorer microbial quality, this populations are considered with higher risks to suffer waterborne illnesses, as a result is necessary implement programs to assure an adequate quality of the drinking water for consumer's protection.

Key words: sanitary quality, microbiological indicators, sanitary control, pathogens

Referencias

1. Gray, N.F. 1996. Calidad del agua potable (Problemas y soluciones). Editorial Acriba Zaragoza, España. Pp. 154-160
2. Fernández, E. 1981. Microbiología Sanitaria: Agua y sus Alimentos. Vol. 1 Universidad de Guadalajara. Pp. 39-56,159-170
3. OMS, Organización Mundial de la Salud:http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html
4. Pac Sa, M.A., A. Arnedo, J. Benedicto, A. Arranz, V. Aguila y F. Guillén 1998. Brote epidémico por *Salmonella richmond* en Castellón, España Rev Panam Salud Publica, Vol.3 No.2: 96-101.
5. Chover-Lara, J.L., S. Pastor-Vicente, F.J. Roig-Sena, M. Roselló-Pérez, C. Salvo-Samanes y I. Castellanos-Martínez. 1995. Brote de Gastroenteritis asociado al consumo de agua, posiblemente producido por virus tipo Norwalk o semejantes. Rev Esp. Salud Pública. Vol. 69 No.2: 243-254.
6. Godoy, P., C. Borrull, M. Palà , I. Caubet, P. Bach, C. Nuín, L. Espinet, J. Torres y G. Mirada 2003. Brote de gastroenteritis por agua potable de suministro público. Gac Sanit Vol.17 No.3: 204-209.
7. Salinas-Pérez, E.R., A.J. Aragon-Peña, M. Allue-Tango, M.A. Lópaz-Pérez, M. Jiménez-Maldonado y M.J. Domínguez-Rodríguez. 2000. Brote de Criptosporidiosis en Guadarrama (Comunidad Autónoma de Madrid). Rev Esp. Salud Pública. Vol. 74 No. 5-6: 527-536.
8. Sánchez-Pérez, H.J. M.G. Vargas-Morales y J. D. Méndez-Sánchez, 2000. Calidad bacteriológica del agua para consumo humano en zonas de alta marginación de Chiapas . Revista Salud Pública de México. Vol 42 No. 5:397-406.
9. Flores-Abuxapqui, J.J., G.J. Suarez-Hoil, M.A. Puc-Franco, M.R. Hereida-Navarrete, M.L. Vivas-Rosel y J. Franco-Monsreal 1995. Calidad bacteriológica del agua potable de la Ciudad de Merida, México. Revista Salud Pública de México. Vol 37 No. 3:236-239.
10. Isaac-Márquez AP, C.M. Lezama-Dávila, P.P. Ku-Pech y P. Tamay-Segovia.1994. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. Salud Publica de México, Vol. 36, No. 6:655-661.
11. MODNOM-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.
12. Sánchez-Pérez, H.J, *et.al. Op.cit.*
13. Welch, P., D. Joanna, W. Clarke, A. Trinidad, D. Pender, S. Bernstein, L. MacDougall and A.A. Adesiyun. 2000. Microbial quality of water in rural communities of Trinidad. Rev Panam Salud Publica Vol.8 No.3: 172-180.
14. NOM-110-SSA1-1994. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. Diario Oficial de la Federación. Gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F.

15. NOM-092-SSA1-1994. Método para la cuenta de organismos mesofílicos aerobios. Diario Oficial de la Federación. Gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F.
16. 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.
17. NOM-114-SSA1-1994. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario Oficial de la Federación. Gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F.
18. Mac Faddin, J. 1984. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Editorial Panamericana. México D.F.
19. Koneman, E.W., S.D. Allen, W.M. Janda, P.C. Schreckenberger, W.C. Winn. 1999. Diagnóstico Microbiológico. Editorial Panamericana. México D.F.
20. NOM-031-SSA1-1993. Productos de la pesca, moluscos bivalvos frescos refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación. Diario Oficial de la Federación. Gobierno constitucional de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F.
21. Mac Faddin, J., *Op.cit.*
22. Koneman, E.W., *et.al., Op.cit.*
23. Welch, P, *et.al., Op.cit.*
24. MODNOM-127-SSA1-1994. *Op.cit.*
25. *Idem.*
26. *Idem.*
27. Welch, P., *et.al. Op.cit.*
28. MODNOM-127-SSA1-1994. *Op.cit.*
29. Welch, P.,*et.al., Op.cit.*
30. Sánchez-Pérez, H.J., *et. al., Op.cit.*