

Bacterias coliformes totales, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.

N. Becerra-Tapia y A.V. Botello

Laboratorio de Contaminación Marina, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. Apdo. Postal 70-305, México 04510, D.F., México.

Becerra-Tapia, N. y A.V. Botello, 1995. Bacterias coliformes totales, fecales y patógenas en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Hidrobiológica* 5 (1-2): 87-94.

RESUMEN

En este trabajo se señalan los niveles de bacterias coliformes totales (CT), fecales (CF) y patógenas en agua y sedimentos del Sistema Lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México, durante el ciclo 1992-1993. La cuantificación de microorganismos fue realizada de acuerdo a la técnica de tubos de fermentación o NMP (Número Más Probable) y (APHA, 1970 y 1980). Las bacterias patógenas fueron identificadas con base en la morfología colonial en medios de cultivo idóneos de acuerdo al manual de Bioxón (1993) y Mc Faddin (1984). Los resultados obtenidos indican que las bacterias coliformes totales en agua y sedimentos varían desde no detectables hasta 240,000 células/100ml. Las coliformes fecales observan un comportamiento similar en relación a las coliformes totales. Durante las cuatro épocas muestreadas, las estaciones de las lagunas "El Campón" y "El Hueyate" presentaron concentraciones que exceden la Norma de Calidad, misma que establece 70 CT y 14 CF para aguas de contacto primario y de actividad pesquera, sobre todo durante junio y noviembre de 1992. Los géneros de bacterias patógenas identificados fueron *Shigella* sp., *Salmonella* *thyphi*, *S.parathyphi*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp. y *Enterobacter aerogenes*, principalmente. Los datos obtenidos indican que existen variaciones estacionales muy marcadas dentro del sistema lagunar, lo cual permite que exista un proceso de autopurificación natural en las temporadas de menor aporte de estas bacterias.

Palabras clave: Contaminación marina, microbiología, lagunas costeras.

ABSTRACT

The objectives of this study were to document the spatial and temporal distribution of total and faecal coliforms as well as the pathogenic bacteria in water, sediments and organisms in the Chantuto-Panzacola lagoon system, Chiapas, México (1992-1993). The presence of coliform bacteria was determined by the MPN technique (Most Probable Number) as indicated in APHA (1970 and 1980). Pathogenic bacteria were characterized by their colonial morphology in selective culture media as recommended by the Bioxon manual (1993) and Mc Faddin (1984). The results showed total coliform levels in water and sediments which ranged from not detectable to 24×10^4 cells/100ml, with similar results for faecal coliforms. In June and November 1992, the concentration was higher. The pathogenic bacteria were identified as *Shigella* sp., *Salmonella* *thyphi*, *Escherichia coli*, *Klebsiella* sp. and *Enterobacter aerogenes*. The results indicate that strong seasonal variation leads to natural self-purification in this lagoon system.

Key word: Marine pollution, microbiology, coastal lagoons.

INTRODUCCIÓN

La zona costera es un amplio espacio de interacciones con el mar, la tierra, aguas epicontinentales y la atmósfera. La transición de estas tres fases incide profundamente en las condiciones de la dinámica ambiental, a las cuales se agrega la influencia del hombre como agente transformador (Yáñez-Arancibia, 1986).

Las lagunas costeras son consideradas áreas de gran productividad pesquera y de importancia ecológica (Yáñez-Arancibia, 1986), debido a que se encuentran conectadas de manera semi o permanente con el mar y con el continente a través de los sistemas fluviales, existiendo un aporte regular de materiales disueltos y en suspensión.

El suministro de éstos materiales a los ecosistemas depende en gran parte de los aportes continentales que vía los ríos, vierten a los sistemas lagunares no sólo partículas en suspensión, sino microorganismos patógenos, los cuales pueden producir infecciones en el hombre tales como cólera, tifoidea, shigelosis y salmonelosis, entre otras.

En los ecosistemas acuáticos, incluyendo las lagunas costeras, los efectos tóxicos de los contaminantes en organismos varían desde alteraciones enzimáticas y conductuales hasta intoxicaciones subclínicas e incluso la muerte (Bárceñas, 1992).

Algunos microorganismos patógenos como *Shigella*, *Salmonella* y *Vibrio*, entre otros, pueden llegar a ser fuentes potenciales de infecciones severas en forma directa, sobre todo cuando el agua es utilizada para fines recreacionales, o indirectamente cuando están presentes en otros organismos que son consumidos por el hombre, como son los peces, crustáceos y moluscos.

En México el desarrollo y la expansión de centros urbanos en la zona costera representa un serio problema para resguardar las condiciones sanitarias y ambientales de los sistemas acuáticos, ya que todos los desechos generados por este tipo de actividades casi siempre van a dar a los ríos y por ende a las lagunas costeras, lo que puede repercutir en la calidad del agua, así como en la gran variedad de especies que habitan en estas, con su consecuente impacto económico.

En el estado de Chiapas, el sistema lagunar Chantuto-Panzacola es uno de los sitios estratégicos para el encierro y captura de camarón, sin embargo a últimas fechas la captura de estos crustáceos ha disminuído. La laguna de Chantuto es la más productiva del sistema, en 1991 se capturó en promedio 345 toneladas y en 1994 la producción fue de 132 toneladas. En la laguna de Panzacola la extracción

ha variado de 67 toneladas en 1991 a 41 toneladas durante 1994 (Comunicación personal de la Federación de Cooperativas Pesqueras). Actualmente, se carece de información sobre la presencia de bacterias coliformes totales y fecales en estas lagunas, por lo que esta investigación estuvo enfocada principalmente a efectuar una diagnosis cualitativa y cuantitativa de bacterias coliformes totales, fecales y patógenas en agua, sedimentos y organismos (el camarón blanco, *Penaeus vannamei*) de este lugar.

ÁREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar Chantuto-Panzacola se localiza en la costa del Pacífico sur del estado de Chiapas. Esta ubicado entre las coordenadas 92°45' de longitud oeste y 15°17' de latitud norte (Fig. 1). Cuenta con una superficie total de 3,160 hectáreas (Ortiz, 1984); está constituido principalmente por cinco cuerpos lagunares y un estero que se extiende a lo largo de la costa. Los primeros comprenden, de norte a sur: las lagunas de Chantuto (Estaciones 5 y 6); El Campón (Estación 4); Teculapa; Los Cerritos (Estación 3); Panzacola (Estaciones 1 y 2); y el estero que es conocido como "El Hueyate" cercano a la estación 7.

La temperatura máxima promedio para la región es de 34°C y la mínima de 26°C; los valores de salinidad varían de 0.62‰ hasta 34‰ en áreas cercanas a la boca (Contreras, 1993). La vegetación predominante son los manglares *Rhizophora mangle*, *Avicenia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* (Ramírez y Segura, 1992). La zona del Hueyate forma parte de la reserva ecológica "La Encrucijada", como zona de amortiguamiento. Las especies acuáticas de mayor explotación son el camarón blanco (*Penaeus vannamei*) y el camarón azul (*P. stylirostris*). Dentro de las especies de escama se encuentran el robalo (*Centropomus nigricens*); la lisa (*Mugil cephalus*); la mojarra (*Cichlasoma* sp); el bagre (*Bagre marinus*); la lebrancha (*Mugil curema*) y el pez armado o catán (*Lepisosteus tropicus*) (IHN, 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron durante los meses de junio y noviembre de 1992 y febrero y junio de 1993, empleando una red fija de 8 estaciones (Fig. 1). Cada muestra destinada al análisis microbiológico fue colectada en material previamente esterilizado y conservada en refrigeración durante cuatro horas, hasta su manejo en laboratorio.

Las muestras de agua se colectaron en forma manual en botellas de dilución de 250 ml llenadas al 70% de su capacidad. Los sedimentos fueron extraídos con una draga Van Veen de la cual se obtuvieron 10 cm³, con una jeringa despuntada, que fueron colocados de inmediato en botellas de dilución conteniendo 90 ml de solución isotónica. Los camarones (*Penaeus vannamei*) fueron capturados con atarraya.

La presencia de bacterias coliformes en agua y sedimentos se analizó inmediatamente después del muestreo, mediante la técnica de tubos de fermentación o número más probable (NMP) publicado por la American Public Health Association (1970 y 1980), la cual usa como medios de cultivo Caldo Lauril sulfato y Caldo Bilis Verde Brillante, indicados para la cuantificación de coliformes totales (CT) y fecales (CF), respectivamente. Se realizaron réplicas en siete tubos para cada muestra; en cinco de ellos se sembraron 10 ml de muestra en los dos restantes se sembró 1 ml y 0.1 ml. Las muestras fueron agitadas vigorosamente antes de efectuar las diluciones; para el agua éstas fueron de 1:10 hasta 1:1000, y para los sedimentos de hasta 1:10000, en función de la ubicación de los sitios de muestreo que reciben de manera directa aportes continentales.

Los tubos de fermentación ya sembrados se incubaron a 35°C durante 48 horas para después cuantificar las coliformes totales; aquellos que resultaron positivos se resembraron en caldo Bilis Verde Brillante y se incubaron nuevamente a 44.5°C durante 24 y 48 horas, para efectuar la prueba confirmativa de coliformes fecales.

La identificación de bacterias patógenas se realizó en agua, sedimentos y organismos, principalmente sobre los géneros *Vibrio*, *Salmonella* y *Shigella*. Para el género *Vibrio* se sembró 0.1 ml de la muestra original en placas con agar de TCBS, además de otras pruebas especificadas en el manual de Bioxon (1992) y Mc Faddin (1984). La detección de *Salmonella* se realizó sembrando 10 ml de la muestra original en tubos de enriquecimiento con Caldo Tetracionato, mismos que se incubaron a 35°C durante 48 horas para después resembrar 0.1 ml en placas que contenían Agar Sulfito Bismuto como medio de aislamiento. A los camarones (*P. vannamei*) se les extrajeron los intestinos dorsales, los cuales fueron diluidos en solución isotónica y sembrados directamente en las placas. Asimismo, se utilizaron otros medios de cultivo como agar de *Salmonella* y *Shigella* (SS); se incubaron a 35°C y se examinaron después de 24 a 48. Según el crecimiento observado, las colonias sospechosas se aislaron en el mismo medio del que provenían y se inocularon en agar de hierro y lisina (LIA) y en agar de hierro

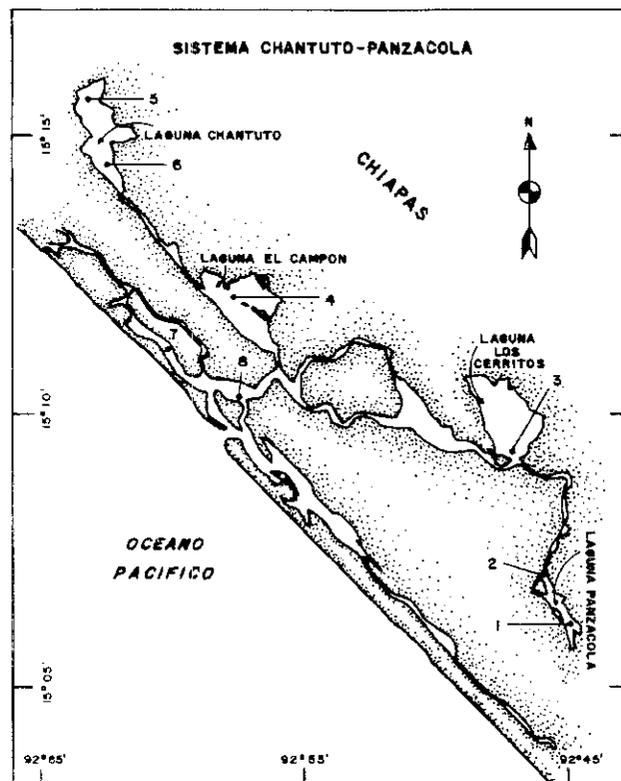


Figura 1. Estaciones de muestreo.

y triple azúcar (TSI) Caldo de Lisina descarboxilasa, Vogues-Proskauer, Medio Mío, Sacarosa y Manosa y Estafilococo 110 para obtener un mejor resultado. La identificación de colonias tipo se hizo de acuerdo al Manual de Bioxon (1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cuantificación de bacterias coliformes totales y fecales en agua (Tabla 1), indican niveles altos de coliformes totales en las estaciones 2, 3, 4, 7 y 8 durante el mes de noviembre de 1992, variando de 2,100 hasta 24,000 células/100 ml, mientras que en febrero de 1993 disminuyen notablemente, y se vuelven incrementar en junio de 1993. Las coliformes fecales (Tabla 2) muestran un comportamiento similar al de las totales y las estaciones 3, 7 y 8 son las más afectadas por estos microorganismos, con valores de 15,000 células/100 ml en barra de Zacapulco, 21,000 células/100 ml en laguna Los Cerritos y 24,000 células/100 ml en la Palma.

Las estaciones 2, 3 y 4 (Fig. 1) se ven afectadas por los arrastres fluviales, ya que los ríos que desembocan en estos sitios aportan una gran cantidad de materiales y entre éstos microorganismos como virus y bacterias entéricas (Rodríguez y Botello, 1987; Yáñez-Arancibia y Zárate, 1992; Libes, 1992). Esto se refleja de forma directa durante el mes de noviembre, cuando la concentración de CT en agua aumenta, debido a que en la región la temporada de lluvias comienza en mayo y se extiende hasta noviembre, tiempo en el cual los aportes de agua dulce incrementan el volumen de la laguna.

Los resultados indican que las CT y CF tienen un origen dulceacuícola, dado que las concentraciones más elevadas coinciden con la época de lluvias (Shehata y Marr, 1971; Hendricks, 1972). Así, durante febrero, su presencia tiende a disminuir, debido a que durante este período la temperatura y salinidad son elevadas (31°C y 22‰), lo cual está ligado a la acción bactericida que ejerce la influencia marina durante el estiaje (McCoy, 1974; Geldrich, 1974).

Las estaciones 7 y 8 manifiestan los niveles más altos de CT y CF en agua durante el ciclo analizado. Este incremento se relaciona con la presencia de asentamientos humanos en la "Barra de Zacapulco" e Isla "La Palma", los cuales, al carecer de las condiciones sanitarias adecuadas, vierten constantemente desechos domésticos a la laguna sin ningún tratamiento previo, lo que fomenta la presencia de microorganismos.

En los sedimentos se observaron concentraciones de coliformes totales y fecales mayores a las registradas en agua (Tablas 1 y 2). Durante junio de 1992 las concentraciones de coliformes totales variaron desde 2,200 hasta 24,000 células/100 ml y en noviembre del mismo año aumentaron hasta 240,000 células/100 ml en la isla "La Palma" y 38,000 células/100 ml en la "Barra de Zacapulco" (Tabla 1).

Estos valores están asociados con la gran cantidad de materia orgánica generada por el aporte constante de desechos domésticos (Salot, *et al.*, 1982; Eldrige, 1993); no obstante, durante febrero, las CT vuelven a disminuir en todo el sistema, localizándose sólo en las estaciones 3 y 4. Este hecho se relaciona con los aportes constantes de agua dulce, como ocurre en las lagunas "Los Cerritos" y "El Campón" en las que desembocan los ramales de los ríos Vado Ancho y Cintalapa, respectivamente. Los aportes de agua dulce, además de que provocan el azolvamiento de estas áreas, permiten que algunas poblaciones microbianas que soportan cambios drásticos de temperatura y salinidad se acumulen por más tiempo en el material sedimentario (Ogawua, 1973; Libes, 1992).

Tabla 1. Concentración de bacterias coliformes totales (células/100ml.), presentes en agua y sedimentos del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas México.

Est.	Junio 1992		Noviembre 1992		Febrero 1993		Junio 1993	
	Agua	Sed.	Agua	Sed.	Agua	Sed.	Agua	Sed.
1	ND	ND	2,100	ND	ND	ND	220	ND
2	ND	2,200	24,000	ND	ND	ND	ND	ND
3	ND	24,000	24,000	ND	ND	2,200	1,500	2,200
4	1,500	8,800	24,000	8,800	500	8,800	ND	8,800
5	5,000	2,200	880	5,000	880	ND	500	ND
6	ND	2,200	2,100	5,000	880	ND	ND	ND
7	15,000	20,000	24,000	38,000	ND	ND	500	5,000
8	15,000	8,800	24,000	240,000	880	ND	ND	15,000

ND = No detectable

La ausencia de coliformes fecales es muy notoria durante el mes de febrero, tanto en el agua como en los sedimentos, exceptuando las estaciones 5 y 6 (Tabla 2), las cuales variaron de 500 a 880 células/100 ml en agua y no fueron detectadas en los sedimentos. La laguna de Chantuto, a la que corresponden dichas estaciones, es uno de los puntos estratégicos de producción camarónicola y durante la época de lluvias presenta síntomas de eutrofización, debido en parte a la depositación de detritos orgánicos provenientes de los manglares, y del escurrimiento, resultado de actividades de agricultura y ganadería en la zona ribereña, en la cual además han sido desviados algunos ramales de los ríos que desembocan al lugar, provocando un azolvamiento considerable en estas áreas de la laguna.

En febrero de 1993 la evaporación fue muy alta debido a la elevada temperatura, lo que provoca que las coliformes fecales no puedan permanecer por mucho tiempo en estos medios.

En junio de 1993 (principio de lluvias) vuelven a presentarse las bacterias coliformes fecales. Conforme las descargas fluviales van aumentando, las concentraciones de CF se incrementan, corroborando la relación estacional que prevalece en el sistema, ya que la influencia climática de lluvias y sequías es una de las principales condicionantes en el comportamiento hidrológico del sistema estuarino-lagunar (Botello, 1978; Contreras, 1993).

En la tabla 3 se presentan las bacterias patógenas identificadas en el agua. Se observó un mayor número de bacterias entéricas en junio y noviembre de 1992, sobre todo *Shigella* sp., *Salmonella thyphi*, *Salmonella paratyphi*

Tabla 2. Concentración de bacterias coliformes fecales (células/100ml) en agua y sedimentos del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas México.

Est.	Junio 1992		Noviembre 1992		Febrero 1993		Junio 1993	
	Agua	Sed.	Agua	Sed.	Agua	Sed.	Agua	Sed.
1	ND	ND	2,100	ND	ND	ND	220	ND
2	ND	ND	2,100	ND	ND	ND	ND	ND
3	ND	24,000	21,000	ND	ND	ND	880	2,200
4	1,500	ND	2,100	ND	ND	ND	ND	880
5	500	2,200	3,800	2,200	500	ND	500	ND
6	ND	ND	2,100	5,000	880	ND	ND	ND
7	15,000	2,200	15,000	38,000	ND	ND	500	2,200
8	5,000	5,000	24,000	240,000	ND	ND	ND	15,000

ND = No detectable

y *Escherichia coli*. Los resultados obtenidos en noviembre de 1992 representan la situación imperante al término de la época de lluvias y se reflejan en los efectos de dilución, factores que influyen en la disminución de la temperatura y la salinidad y favorecen el establecimiento de estas bacterias patógenas. También se registró la presencia de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Serratia*, bacterias que, por provocar infecciones en los sistemas respiratorios y urinarios del hombre, pueden llegar a convertirse en un grave problema de salud pública (Jawetz *et al.*, 1987).

En cuanto se refiere a las bacterias patógenas en camarones (*Penaeus vannamei*), solo se detectó la presencia de *Proteus* sp. en junio de 1992, resultando negativas las demás pruebas (Tabla 4).

Las poblaciones microbianas dentro del sistema se incrementan conforme el arrastre de las descargas fluviales es

Tabla 3. Bacterias patógenas presentes en agua del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.

Est.	Junio 1992	Noviembre 1992	Febrero 1993	Junio 1993
1	<i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp. <i>Klebsiella</i> sp.	<i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp. <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Klebsiella</i> sp.	ND	<i>Proteus</i> sp. <i>Arizona</i> sp.
2	<i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	<i>Sh. shonnei</i> , <i>Salmonella</i> sp. <i>Klebsiella</i> sp.	ND	<i>Arizona</i> sp.
3	<i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	<i>Shigella</i> sp., <i>Salmonella</i> sp. <i>E. coli</i> , <i>Edwardsiella</i> sp.	ND	<i>Arizona</i> sp., <i>S. thyphi</i> , <i>Staphylococcus</i> sp.
4	<i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp. <i>Proteus</i> sp.	<i>Shigella</i> sp., <i>Salmonella</i> sp. <i>P. vulgaris</i> , <i>E. coli</i> , <i>Stafilococcus</i> sp.	<i>E. coli</i> , <i>Proteus</i> sp.	<i>Proteus</i> sp., <i>E. aerogenes</i>
5	ND	<i>S. thyphi</i> , <i>Shigella</i> sp.	<i>Proteus</i> sp.	<i>Proteus</i> sp., <i>E. aerogenes</i>
6	ND	<i>P. vulgaris</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	<i>Enterobacter</i> sp.	ND
7	<i>Shigella</i> sp., <i>E. coli</i> , <i>Proteus</i> sp., <i>Salmonella</i> sp.	<i>E. coli</i> , <i>S. thyphi</i> , <i>S.</i> <i>parathyphi</i> , <i>Enterobacter</i> sp., <i>Serratia</i> sp.	ND	<i>Proteus</i> sp.
8	<i>Shigella</i> sp., <i>Salmonella</i> sp., <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>Arizona</i> sp., <i>Klebsiella</i> .	<i>S. thyphi</i> , <i>S. parathyphi</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	<i>P. vulgaris</i> , <i>Shigella</i> sp.	<i>Shigella</i> sp.

ND = No detectable

Tabla 3. Bacterias patógenas presentes en agua del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México.

Est.	Junio 1992	Noviembre 1992	Febrero 1993	Junio 1993
1	<i>Salmonella</i> sp.	ND	<i>Proteus</i> sp.	<i>E. aerogenes</i>
2	<i>Citrobacter</i> sp., <i>S. paratyphi</i>	ND	ND	ND
3	<i>E. coli</i>	ND	<i>E. aerogenes</i>	<i>S. thyphi</i> , <i>E. coli</i>
4	<i>Staphylococcus</i> sp.	ND	ND	<i>Staphylococcus</i> sp., <i>E. aerogenes</i> , <i>Klebsiella</i> sp.
5	<i>Citobacter</i> sp. <i>Arizona</i> sp.	<i>S. typhi</i> , <i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	ND	ND
6	<i>Proteus</i> sp., <i>Sh. shonnei</i>	<i>Salmonella</i> sp., <i>Proteus</i> sp.	ND	ND
7	<i>Proteus</i> sp.	<i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Serratia</i> sp.	ND	<i>Salmonella</i> sp., <i>Shigella</i> sp., <i>Arizona</i> sp.
8	<i>S. thyphi</i> , <i>Proteus</i> sp., <i>Arizona</i> sp., <i>Citrobacter</i> sp.	<i>Sh. shonnei</i> , <i>Proteus</i> sp.	ND	<i>E. aerogenes</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Proteus</i> sp.
Organismos: Camarón (<i>Penaeus vannamei</i>)				
	<i>Proteus</i> sp.	No hubo colecta	ND	ND

ND= No detectable

mayor, notándose un aumento en el número de géneros durante la época de lluvias (junio y noviembre), mismas que empiezan a decrecer durante el mes de febrero de 1993, cuando inclusive ya no fueron detectadas en algunos sitios del sistema. Sin embargo, en las lagunas "El Campón" (Estación 4), Chantuto (Estaciones 5 y 6) y "La Palma" (Estación 8) se identificaron *Escherichia coli*, *Shigella* sp., *Proteus*, sp. y *Enterobacter* sp. Para el caso de las estaciones 4, 5 y 6 la presencia de estos microorganismos parece estar directamente asociada con las descargas fluviales y, en la estación 8, con el aporte constante de desechos domésticos. El hecho de que durante esta época el registro de bacterias patógenas se haya reducido se debe, en parte, a los cambios fisicoquímicos del ambiente, siendo evidente la acción bactericida que provoca la influencia marina (Fujioka *et al.*, 1981).

En los análisis de sedimentos para la identificación de microorganismos patógenos (Tabla 4), se observó que en

junio de 1992 los resultados son similares a los reportados en agua superficial aún cuando en ésta fueron identificados más géneros que en los sedimentos. Algunos de ellos permanecen en ambos medios: tales como: *Salmonella* sp., *Salmonella paratyphi*, *Escherichia coli*, *Proteus* sp., *Arizona* sp. y *Citrobacter* sp., principalmente. Sin embargo, en noviembre de 1993 no fueron detectadas en las estaciones 1, 2, 3 y 4, lo que concuerda con lo reportado para coliformes fecales en sedimentos (Tabla 2). Esto se relaciona de igual manera con la influencia de aportes fluviales, vientos y mareas, que generan la remoción de los sedimentos y propician que algunos microorganismos patógenos sobrevivan más tiempo en la columna de agua.

La mayoría de los estudios microbiológicos realizados en ambientes costeros coinciden en reportar que las concentraciones más altas se localizan en los sedimentos y las menores en agua superficial (Shehata y Marr, 1971;

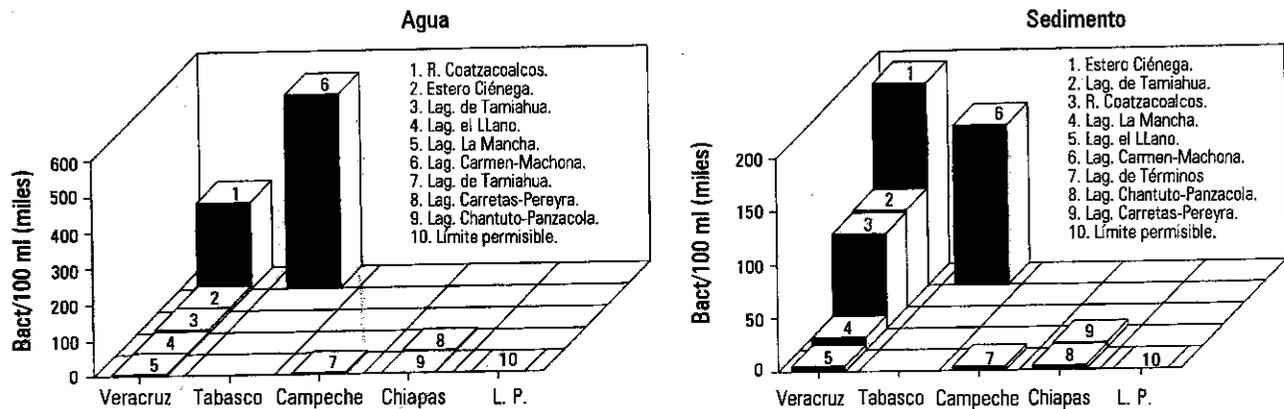


Figura 2. Valores promedio de bacterias coliformes fecales en agua y sedimentos del Golfo de México y Pacífico sur, México.

McCoy, 1974; Pica, 1988; Botello, 1990); sin embargo, este sistema presenta concentraciones más altas en el agua en algunas épocas del año (junio 1992 y noviembre 1993), y depende en gran medida de los aportes fluviales y las corrientes que juegan un papel importante dentro de los ecosistemas costeros.

El sistema Chantuto-Panzacola, resulta ser uno de los menos afectados por la presencia de coliformes fecales si se le compara con algunas lagunas costeras del Golfo de México (Fig. 6), que han sido consideradas áreas críticas, por presentar una acentuada contaminación microbiológica (Botello *et al.*, 1995). Sin embargo, es importante tomar en cuenta los resultados obtenidos en las estaciones 4 (El Campón), 7 y 8 (Barra de Zacapulcú y La Palma) ya que son las más afectadas por los aportes fecales así como por la presencia de bacterias patógenas. Asimismo, debe hacerse énfasis en que cualquier alteración mecánica en la zona ribereña, como la desviación de ríos, la deforestación y la apertura de canales, ponen al sistema en peligro de ser severamente contaminado por dichas bacterias, lo que provocaría un descenso en la producción de especies de alto valor comercial, con su consecuente impacto económico.

Los datos obtenidos en este estudio son indicativos de las variaciones estacionales tan marcadas en el sistema lagunar, las cuales permiten que exista un proceso de autopurificación natural, por lo que en algunas épocas del año presentan una alteración mínima (secas) y solo durante la temporada de lluvias éste se ve afectado por microorganismos patógenos.

Por las razones antes mencionadas, se recomienda ampliar la reserva ecológica "La Encrucijada" para el desarrollo de programas que permitan vigilar de forma constante a tan valioso recurso, así como evitar brotes epidémicos como la fiebre tifoidea, hepatitis infecciosa y

principalmente cólera, que ha provocado altos índices de mortalidad en zonas cálido-húmedas por la ingestión de productos pesqueros crudos o mal cocidos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la M. en C. Irma Wong Chang por su valiosa asesoría técnica en los análisis de laboratorio; a la Bióloga Guadalupe Ponce Vélez y al Lic. Lenin Pérez Pérez por la revisión crítica del trabajo escrito.

LITERATURA CITADA

- APHA, 1970. *Recommended procedures for the bacteriological examination of water and shellfish*, 4a edit. American Public Health Association. N. Y. 105 p.
- APHA, 1980. *Standard Methods. For the Examination of water and waste water*, U.S.A. Washington, D.C. 1145 p.
- BÁRCENAS, C., 1992. Los Modelos de simulación en la ecotoxicología de zonas costeras. *Jaina*, 3 (2):11.
- BIOXÓN, 1992. *Manual Bioxón. Medios de cultivo y reactivos de diagnóstico*, Edit. M.R., México. 87 p.
- BOTELLO, A.V., 1978. Variación de los parámetros hidrológicos en la época de sequías y lluvias (mayo-noviembre de 1974) en la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología*. 5 (1).
- BOTELLO, A.V., 1990. Impacto ambiental de los hidrocarburos organoclorados y de microorganismos patógenos específicos en Lagunas Costeras del Golfo de México. Informe final presentado a OEA/CONACYT. 132-158 p.

- BOTELLO, A.V., F. VILLANUEVA, G. PONCE, L. RUEDA, I. WONG y G. BARRERA, 1995. La Contaminación en las zonas costeras de México. En: Agua, Salud y Derechos Humanos. Coordinador I. Restrepo. Comisión Nacional de Derechos Humanos. México. 53-122 p.
- CONTRERAS, E. F., 1993. *Ecosistemas costeros mexicanos*. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad Universidad Autónoma Metropolitana. México. 415 p.
- ELDRIGE, P. M., 1993. Biological and hidrodinamic regulation of the microbial food web in a periodically mixed estuary *Limnology Oceanography* 38 (8): 1666-1679.
- FUJIOKA, S.R., H.H. HASHIMOTO, E. B. SIWAK y R.H. YOUNG, 1981. Effect of sunlight on survival of indicator bacteria in seawater. *Applied Environmental Microbiology Marine* 41(3): 690-696.
- GELDRICH, E.E., 1974. Microbiological criteria concepts for coastal bathing waters. *Oceanographic Management* 3: 225-248.
- HENDRICKS, C. W., 1972. Enteric bacterial metabolism of stream sediments eluates. *Can. Journal Microbiology* 17: 551-558.
- IMTA, 1991. Adiestramiento para la prevención y Control de las enfermedades gastrointestinales en el sector agua. Determinación de coliformes fecales. Manual No. 7. Comisión Nacional del agua. México. 56 p.
- INSTITUTO DE HISTORIA NATURAL, 1991. Reserva Ecológica "La Encrucijada". Plan Operativo 1991-1992. Chiapas, México. 27 p.
- JAWETZ, E., J. MELNICK y E. ADELBERG, 1987. Review medical microbiology. Lange Medical Publications. Los Altos, California. 550 p.
- LIBES, S. M., 1992. *Marine Biogeochemistry. The fate of pollutants in the coastal oceanology*. John Wiley and Sons. U.S.A. Cap. 30.
- MCCOY, J. H., 1974. Sewage Pollution of Natural waters. Microbiological Pollution. Public Health Laboratory, Hull Royal Intermary, Kingston-upon-Hull. England. 33-50 pp.
- Mc FADDIN, J.F., 1984. *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica*. Editorial Médica Panamericana, S.A. México. 301 p.
- OGAWA, K., 1973. Distribution of coliforms bacteria in the coastal water. *Journal of the Oceanographic Society of Japan*, 29: 203-208.
- ORTIZ, H. A., 1984. Los pescadores de la Isla "La Palma" en Acapetahua, Chiapas. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social. *Cuadernos de la casa Chata*. Vol. 6. 115 p.
- PICA, G. Y., 1988. Determinación de los niveles de contaminación fecal en la laguna de Términos, Campeche, mediante la cuantificación de bacterias coliformes y coproestanol (Dos métodos comparativos). Facultad de Ciencias. Biología. U.N.A.M. 57 p.
- RAMÍREZ, G. P. y D. SEGURA, 1992. Ordenación de la vegetación de manglar de la laguna Panzacola, Chiapas, México *Resúmenes III Reunión Alejandro Villalobos*. pág.9.
- RODRÍGUEZ, H. y A.V. BOTELLO, 1987. Contaminación enterobacteriana en la red de agua potable y en algunos sistemas acuáticos del sureste de México. *Contaminación Ambiental* 3: 37-53.
- SALOT, A., C. ANDREI, D. JULLIEN, A. LORRE y J.C. MARTY, 1982. Degradation bactérienne de la matière organique dans les eaux de mer: approche par les marqueurs biogeochimiques. *Actas du Colloque International No. 331 sur la Bacteriologie Marine*. Marsella, France. 51-56.
- SECRETARÍA DE DESARROLLO URBANO y ECOLOGÍA, 1988. Normas Técnicas Ecológicas para el vertimiento de las aguas residuales en cuerpos de agua. Diario Oficial de la Federación. *Gaceta Ecológica* 1(2): 2-54.
- SHEHATA, T.E. y A.G. MARR, 1971. Effect of nutrients concentration on the grow of *Escherichia coli*. *Journal of Bacteriology*, 107: 210-216.
- YÁÑEZ-ARANCIBIA, A., 1986. *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos*. A.G.T. Editor, México. 189 p.
- YÁÑEZ-ARANCIBI, A. y J. ZÁRATE, 1992. Implicaciones ecológicas y de impacto ambiental, En: *Boletín Jaina*:3 (2). Abr-Jun. Editora del Sureste, México, Pag. 12.

Recibido: 27 de julio de 1995.

Aceptado: 6 de diciembre de 1995.