

CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL MEJILLON *Mytilus californianus* EN LA ZONA COSTERA NOROCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO

BACTERIOLOGICAL QUALITY OF THE MUSSEL *Mytilus californianus* IN THE NORTHWESTERN SHORELINE OF BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Por/By
María Victoria Orozco Borbón
José Antonio Segovia Zavala
Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Apartado Postal No. 453
Ensenada, Baja California, México

OROZCO BORBON M.V. y J.A. Segovia Zavala. Calidad Bacteriológica del mejillón *Mytilus californianus* en la zona noroccidental de Baja California México. Bacteriological quality in the mussel *Mytilus californianus* in the northwestern shoreline of Baja California, México. Ciencias marinas 12 (1): 7-17 (11)

RESUMEN

De diciembre de 1979 a octubre de 1980, se investigó la calidad bacteriológica del mejillón *Mytilus californianus* en la zona costera de los Municipios de Tijuana y Ensenada, Baja California. Se realizaron ocho muestreos en 10 estaciones situadas a lo largo de la zona costera, se utilizaron como organismos indicadores de contaminación fecal a las bacterias coliformes totales y fecales. Se reportó una mayor concentración de bacterias en época de lluvias (enero) y verano (julio y agosto) siendo los puntos de mayor contaminación y riesgo a la salud, Punta Bandera, Popotla y Granada Cove.

ABSTRACT

From December 1979 to October 1980 the bacteriological quality of the mussel *Mytilus californianus* was studied in the shoreline of the municipalities of Tijuana and Ensenada, B.C. Eight in 10 stations were taken along the shoreline, total and faecal coliform bacteria were used as indicator of faecal pollution. During rain time (January) and summer (July-August) a major concentration of bacteria was reported and the stations most polluted and dangerous to health were Punta Bandera, Popotla and Granada Cove.

INTRODUCCION

Los moluscos bivalvos filtran diariamente de 50 a 100 litros de agua de mar para alimentarse (Attree y Aubert, 1980), de esta manera alojan y concentran microorganismos, entre los cuales algunos son patógenos para el hombre (Metcalf y Stiles, 1965; Cabelli y Heffernan 1970; Hartland y Timoney, 1979; Barrow, 1981). Estudios bacteriológicos de moluscos bivalvos provenientes de lugares cercanos a centros urbanos, muestran índices de contaminación fecal que pueden llegar a superar los límites exigidos

INTRODUCTION

Bivalve molluscs filtrate 50 to 100 liters of sea water daily to feed (attree and Aubert, 1980); in this way they lodge and concentrate microorganisms, some of them pathogenic to man (Metcalf and Stiles, 1965; Cabelli and Heffernan, 1970; Hartland and Timoney, 1979; Barrow, 1981). Bacteriological studies of marine bivalve molluscs from places near human centers show faecal pollution indexes higher than the accepted levels from international commissions, constituting a high risk for human health (Belmonte and

por organismos internacionales, constituyendo un alto riesgo para el consumo humano (Belmonte y Espinoza, 1984), ya que su consumo puede producir enfermedades como fiebre tifoidea, paratifoidea, cólera, disentería bacilar, poliomyelitis y hepatitis (Hoff y Becker, 1968; Bendinelli y Ruchi, 1969; Thompson y Thacker, 1972; Mackowiack *et al.*, 1976; Husson *et al.*, 1981).

Debido al rápido crecimiento urbano e industrial y a la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento y control de las aguas residuales de los diferentes municipios del estado de Baja California; algunos estudios de contaminación contemporáneos realizados en la zona costera, indican un deterioro en la calidad de la misma (Instituto de Investigaciones Oceanológicas, 1982; Sañudo-Wilhelmy, 1983), reportándose cargas orgánicas de consideración evacuadas al mar (Sañudo-Wilhelmy, 1983 y Segovia y Galindo 1984).

Con base en los antecedentes, el presente estudio tiene como objetivo determinar la calidad bacteriológica del mejillón *Mytilus californianus* (espacio-tiempo) con la finalidad de detectar posibles áreas peligrosas para consumidores del molusco bivalvo, que aunque se consume en pequeña escala, no se descarta su posible explotación comercial, además de que es un recurso potencialmente importante para las comunidades costeras, reflejando el estado de salud bacteriológica del medio costero.

MATERIALES Y METODOS

Las estaciones de muestreo fueron ubicadas con base en las disponibilidades de recurso, accesibilidad y presencia de asentamientos humanos. Se situaron diez estaciones de muestreo, distribuyéndose a lo largo de la costa en estudio, abarcando parte de los municipios de Tijuana y Ensenada, B.C. (Fig. 1).

Todas las muestras (quince mejillones por estación) fueron colectadas en marea baja que es cuando se presentan mejores

Espinoza, 1984), since their use as human food can produce diseases like typhoid fever, paratyphoid, cholera, dysentery, poliomyelitis and hepatitis (Hoff and Becker, 1968; Bendinelli and Ruchi, 1969; Thompson and Thacker, 1972; Mackowiack *et al.*, 1976; Hussong *et al.*, 1981).

Due to the rapid urban and industrial growth and because no adequated installations for treatment and control of polluted waters exist in the different municipalities of Baja California State, some recent pollution studies in the shoreline indicate a damage in the quality of it (Instituto de Investigaciones Oceanológicas, 1982; Sañudo-Wilhelmy 1983) and there are reports of considerable organic discharge evacuated into the sea (Sañudo-Wilhelmy, 1983 and Segovia and Galindo, 1984).

Based on the preceding information, this study has the purpose to determine the bacteriological quality of the mussel *Mytilus californianus* (space-time) to try to determine dangerous place for this bivalve shellfish consumers; although it is not consumed in high proportion, it may be commercially exploited; it is also an important shoreline communities resource, reflecting the bacteriological health stage of the shoreline.

MATERIALS AND METHODS

Sampling places were determined in function of resource disponibility, accessibility and presence of human settlements. Ten sampling stations were determined along the study area comprising in part Tijuana and Ensenada municipalities. (Fig. 1).

All samples (fifteen mussels by station) were collected in low tide, when collecting conditions are the best; eight samples each month were taken from December 1979 to October 1980. Samplings and analyses were made using American Public Health Association (1970) techniques, determining total and faecal coliform bacteria by the More Probable Numer method (NMP) in series or five tubes.

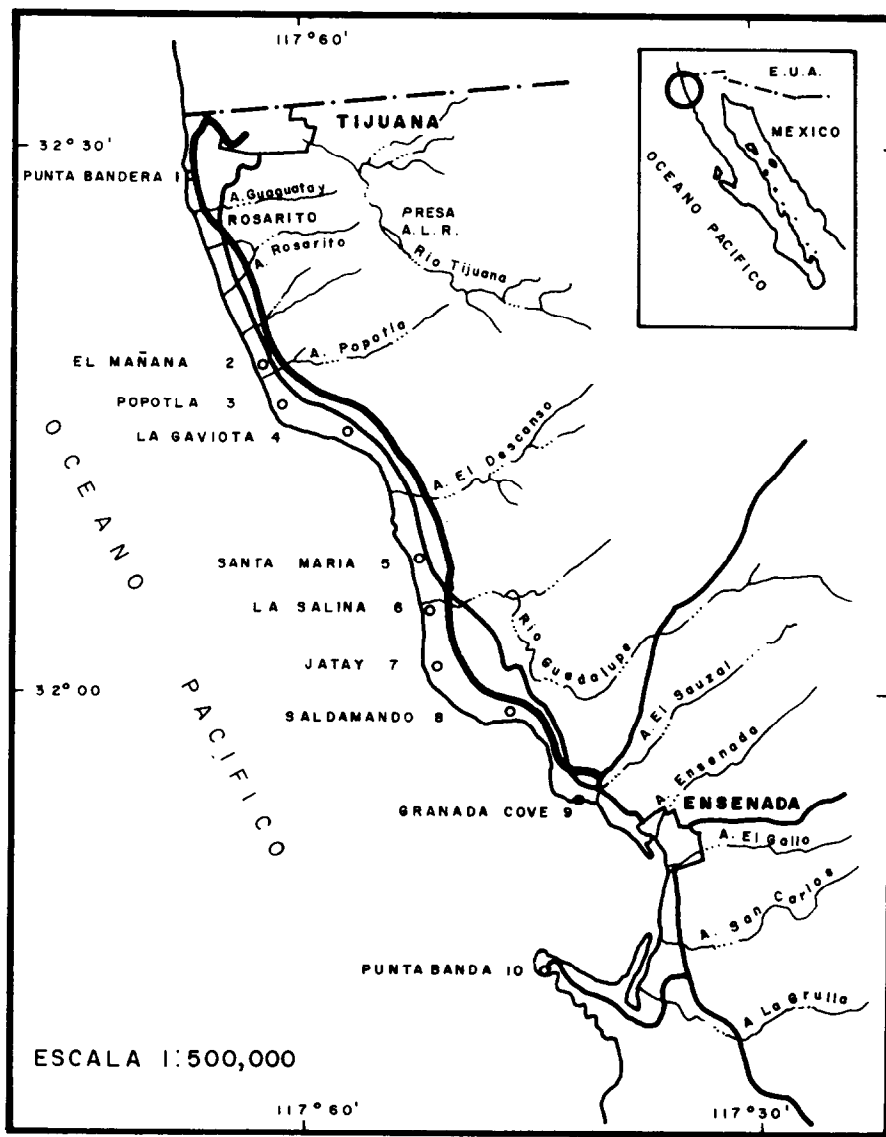


FIG. 1. Localización de las estaciones de muestreo *Metylus californianus*, en la zona costera noroccidental de Baja California.
 Sample stations for *Metylus californianus* in the Northwest shoreline of Baja California, México.

condiciones de colecta; realizándose ocho muestreos mensuales de diciembre de 1979 a octubre de 1980. Los muestreos y análisis se realizaron de acuerdo a las técnicas de la American Public Health Association (1970), determinándose bacterias coliformes totales

RESULTS

The main distribution concentration of total faecal coliform bacteria was 5 747/100 g and 228/100 g respectively (Punta Bandera-Punta Banda). Maximal concentrations oc-

CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL MEJILLON

y fecales por el método del número más probable (NMP) con serie de cinco tubos.

RESULTADOS

La concentración promedio de la distribución (Punta Bandera Punta Banda) de bacterias coliformes totales y fecales fue de 5,747 y 228 bacterias en 100 gr, respectivamente. En general las concentraciones máximas ocurrieron en las estaciones 1, 3 y 9, siendo estas significativamente (0.05) mayores para bacterias coliformes fecales (Tabla I, Tabla II); para coliformes totales no se mostró diferencias significativas. Los valores menores se presentan en la estación 7.

TABLA I. Distribución promedio de bacterias coliformes en *Mytilus californianus* de la zona costera noroccidental de Baja California de diciembre 1979 a octubre 1980 (NMP/100 g)
Main distribution of coliform bacteria in *Mytilus californianus* from the shoreline of Northwest Baja California from December 1979 to October 1980 (NMP)/100 g.

ESTACION	C. TOTALES		C. FECALES	
	\bar{X}	Min. Max.	\bar{X}	Min Max
1	12,399	790 16,000	696	230 1,700
2	3,519	40 16,000	114	20 350
3	5,299	70 16,000	360	70 1,300
4	4,429	20 16,000	141	540 540
5	4,633	20 16,000	89	1.8 350
6	4,625	50 16,000	72	1.8 330
7	3,353	20 16,000	42	1.8 180
8	4,269	20 16,000	43	1.8 170
9	11,004	230 16,000	604	110 2,200
10	3,943	110 16,000	121	1.8 350
	\bar{X} 5,747		\bar{X} 228	

Respecto a la variación en el tiempo (diciembre de 1979 a octubre de 1980), las concentraciones promedio de bacterias coliformes totales, variaron entre 137 y 16,000 y

ocurridas en estaciones 1, 3 and 9, being significantly higher (0.05) for faecal coliform bacteria (Table I, Table II); the were no significant differences for total coliform. The lowest values were in station 7.

Regarding time variations (December 1979-October 1980), the main total coliform bacteria concentrations were from 137 to 16 000 and faecal ones from 71 to 580, occurring the maxima in January and summer (July-August) and minima in October (Table III). Statistical analysis confirms the former, since significantly high differences were present (0.05) in January, July and August (Table IV) in faecal coliform; and for total ones the differences were the same ones, excepting August, and the lowest in October (Tabla IV).

To try to establish the sanitary quality of the shoreline, the faecal coliform bacteria concentrations were compared to the permitted levels for human bivalve consumption (230 faecal coliform/100 g) showing that 25% of samples exceed this limits and that stations 1, 3 and 9 show a high alteration of the sanitary quality of the shoreline, stations 7 and 8 being the best.

DISCUSSION

The number of total and faecal coliform bacteria showed a considerable fluctuation range in their spacial distribution and during sampling months, probably due to climatic differences, currents, shoreline configuration and contribution of residual waters.

The high concentration of coliform bacteria in station 1 (Punta Bandera) was because in was located 1 900 m from the residual water issuer of Tijuana City, B.C. (Punta los Buenos) and of its proximity to touristic centers; also it is and unprotected zone, exposed to waves and currents action, which liberates bacteria from sediment, which were concentrated by bivalve shellfish. Gerba and McLeod (1976) and Goyal *et al.* (1979) mention the disturbance of sediments as a reason for the increase of coliform bacteria and pathogenic microorganisms in shellfish.

TABLA II. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal - Wallis de una sola vía al 95% de confianza entre las estaciones de muestreo para las coliformes totales y fecales de *Mytilus californianus* en la zona costera noroccidental de Baja California. Dic. 1979 -Oct. 1980. (S-significativa, NS- no significativa).
 One way non parametric test (Kruskall-Wallis) results at 95% of confidence among sample stations for faecal and total coliform bacteria from *Mytilus californianus* in the shoreline of Northwest Baja California December 1979, October 1980. (S- significative, NS- non significative).

Análisis múltiple	Parámetros	Coliformes fecales mejillón	Coliformes totales mejillón
Punta Bandera	El Mañana	S	NS
Punta Bandera	Popotla	NS	NS
Punta Bandera	La Gaviota	S	NS
Punta Bandera	Sta. María	S	NS
Punta Bandera	La Salina	S	NS
Punta Bandera	Jatay	S	NS
Punta Bandera	Saldamando	S	NS
Punta Bandera	Granada Cove	NS	NS
Punta Bandera	Punta Banda	S	NS
El Mañana	Popotla	NS	NS
El Mañana	La Gaviota	NS	NS
El Mañana	Sta. María	NS	NS
El Mañana	La Salina	NS	NS
El Mañana	Jatay	NS	NS
El Mañana	Saldamando	NS	NS
El Mañana	Granada Cove	S	NS
El Mañana	Punta Banda	NS	NS
Popotla	La Gaviota	NS	NS
Popotla	Sta. María	S	NS
Popotla	La Salina	S	NS
Popotla	Jatay	S	NS
Popotla	Saldamando	S	NS
Popotla	Granda Cove	NS	NS
Popotla	Punta Banda	NS	NS
La Gaviota	Sta. María	NS	NS
La Gaviota	La Salina	NS	NS
La Gaviota	Jatay	NS	NS
La Gaviota	Saldamando	NS	NS
La Gaviota	Granada Cove	S	NS
La Gaviota	Punta Banda	NS	NS
Sta. María	La Salina	NS	NS
Sta. María	Jatay	NS	NS
Sta. María	Saldamando	NS	NS
Sta. María	Granada Cove	S	NS
Sta. María	Punta Banda	NS	NS
La Salina	Jatay	NS	NS
La Salina	Saldamando	NS	NS
La Salina	Granada Cove	S	NS
La Salina	Punta Banda	NS	NS
Jatay	Saldamando	NS	NS
Jatay	Granada Cove	S	NS
Jatay	Punta Banda	S	NS
Saldamando	Granada Cove	S	NS
Saldamando	Punta Banda	NS	NS
Granada Cove	Punta Banda	S	NS

CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL MEJILLON

las coliformes fecales entre 71 y 580, ocurrieron básicamente los máximos en enero y los meses de verano (julio y agosto) y los mínimos en octubre (Tabla III). El análisis estadístico comprueba lo anterior, ya que se presentan diferencias significativamente mayores (0.05) para los meses de enero, julio y agosto (Tabla IV) en coliformes fecales; y para coliformes totales las diferencias fueron las mismas, exceptuándose agosto y los menores para el mes de octubre (Tabla IV).

TABLA III. Concentración promedio mensual de bacterias coliformes en *Mytilus californianus* de la zona costera noroccidental de Baja California de diciembre 1979 a octubre 1980 (NMP/100 gr).
Monthly main concentration of coli-form bacteria in *Mytilus californianus* in the Northwest Baja California shoreline from December 1979 to October 1980 (NMP/100 g).

MES	C. TOTALES		C. FECALES	
	X	Mín. Max.	X	Mín Max
Diciembre	3,098	270 16,000	71	1.8 230
Enero	13,960	9,200 16,000	575	110 1,700
Marzo	2,791	130 16,000	84	1.8 460
Junio	3,984	80 16,000	87	1.8 520
Julio	16,000	16,000	580	110 2,200
Agosto	4,412	630 16,000	260	20 920
Septiembre	1,578	330 9,000	98	1.8 540
Octubre	137	20 790	73	1.8 490

Para establecer el grado de calidad sanitaria, se comparan las concentraciones de bacterias coliformes fecales contra los límites establecidos para consumo de moluscos bivalvos (230 coliformes fecales/100 g) observándose que el 25% de las muestras exceden los límites, siendo las estaciones 1, 3 y 9 las que presentan una mayor alteración de la calidad sanitaria y las estaciones 7 y 8 son las de mejor calidad.

Stations 3 (Popotla) and 9 (Granada Cove) showed a high concentration due to the residual waters from touristic camps in these places. Arce-Duarte (1984) mentions Granada Cove as not much affected in comparison with Ensenada's harbor. However the influence of Ensenada and El Sauzal B.C., discharges is not neglected in the surviving of bacteria in this zone.

In stations without near urban discharges, the coliform bacteria concentration is due to the action of hot-blood animals such as birds and mammals wich contribute with bacteria in their faecal faeces. Presnell and Miescier (1971) mention raccoons (*Procyon-lotor sp.*), muskrats (*Ondatra zibethicus*), rats (*Musculus sp.*), rabbit (*Silvilaque floridanus*) and sea birds like (*Podylimbusypy rallus*) as coliform bacteria and salmonella source in waters.

Significative differences among sampling months were mainly due to climatic changes, as well as to the increasing of touristic population using the shoreline. High concentrations of coliform bacteria during January were related to the maximal pluvial precipitation (Fig. 2 and 3); in this time, the studied are is eroded by a considerable number of cracks (small streams) transportin to the sea the bacteria removed from land, and later concentrated by shellfish.

Weber and Trollope (1976), Moreno and Escacho (1977) and Goyal *et al.* (1979) found coliform bacteria concentrations related to pluvial fluxes. The New York Sea Grant Institute (1975) mentions that in Moriches Bay, New York, faecal coliform levels in clams increased from 130 to 16 000/100 g in the six hours after a rain.

The increase in bacteria concentrations in summer (July and August) can be due to the increase in water temperatura (Fig. 2 and 3) as well as to the touristic population in this time. It is known that temperatura has an influence in the distribution and survival of bacteria in marine environment.

TABLA IV. Resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis de una sola vía al 95% de confianza entre los meses de muestreo para las coliformes totales y fecales de *Mytilus californianus* en la zona costera noroccidental de Baja California. Dic. 1979-Oct. 1980 (S - Significativa, NS - no significativa).
 One way non parametric test (Kruskal-Wallis) results at 95% of confidence among sample months for total and faecal coliform bacteria from *Mytilus californianus* in the Northwest Baja California shoreline December 1979 to October 1980. (S- significative, NS- non significative).

Análisis Múltiple	Parámetros	Coliformes fecales mejillón	Coliformes totales mejillón
Diciembre	Enero	S	S
Diciembre	Marzo	NS	NS
Diciembre	Junio	NS	NS
Diciembre	Julio	S	S
Diciembre	Agosto	S	NS
Diciembre	Septiembre	NS	NS
Diciembre	Octubre	NS	S
Enero	Marzo	S	S
Enero	Junio	S	S
Enero	Julio	NS	NS
Enero	Agosto	NS	S
Enero	Septiembre	S	S
Enero	Octubre	S	S
Marzo	Junio	NS	NS
Marzo	Julio	S	S
Marzo	Agosto	S	NS
Marzo	Septiembre	NS	NS
Marzo	Octubre	NS	S
Junio	Julio	S	S
Junio	Agosto	S	NS
Junio	Septiembre	NS	NS
Junio	Octubre	NS	S
Julio	Agosto	NS	S
Julio	Septiembre	S	S
Julio	Octubre	S	S
Agosto	Septiembre	S	NS
Agosto	Octubre	S	S
Septiembre	Octubre	NS	S

DISCUSION

El número de bacterias coliformes totales y fecales presentaron un considerable grado de fluctuación en su distribución espacial y en los meses de muestreo; posiblemente debido a diferencias en las condiciones climáticas, corrientes, configuración de la costa y aportes por descargas de aguas negras.

La alta concentración de bacterias coliformes en la estación 1 (Punta Bandera) se debe a que se encuentra ubicada a 1900 metros del emisor de aguas negras de la ciudad de Tijuana, B.C. (Punta los Buenos) y su

In shellfish there may be a relation between feeding activity and bacteria assimilation and an increment in water temperature. Stefano *et al.* (1977), working with *Mytilus edulis*, demonstrate a positive correlation between ciliary activity and temperature, causing a greater filtration, producing as a direct relation more contamination as more water flows through its gills.

The increase of coliform bacteria concentration in the mussel in summer (July and August) can also be due to the shoreline human population increase. In July and August, 1'058,561 and 1'119,055 visitors respectively crossed the international border in

CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL MEJILLON

cercanía a los centros turísticos, además es una zona desprotegida y expuesta a fuertes oleajes y corrientes, lo que libera bacterias del sedimento, las cuales son concentradas por los moluscos bivalvos. Gerba y McLeod (1976) y Goyal *et al.* (1979) mencionan como causa del incremento de bacterias coliformes y patógenos en moluscos bivalvos a disturbios del sedimento.

Las estaciones 3 (Popotla) y 9 (Granada Cove), presentan altas concentraciones debido al aporte de aguas negras de los campos turísticos. Arce-Duarte (1984), señala a la última zona como poco afectada en comparación de la rada del Puerto de Ensenada, B.C., sin embargo no se descarta la influencia que puedan tener las descargas de Ensenada y El Sauzal, B.C. en la sobrevivencia de bacterias en la zona.

En las estaciones donde no existen descargas urbanas cercanas, la concentración de bacterias coliformes se debe a los desechos de animales de sangre caliente como aves y mamíferos, que aportan bacterias mediante las heces fecales. Presnell y Miescier (1971), mencionan que las fuentes de contaminación por bacterias coliformes y salmonellas en aguas productoras de moluscos, son el mapache (*Procyonlotor sp.*), rata almizclera (*Ondatra zibethicus*), rata de campo (*Musculus sp.*) conejo (*Silvillaque floridanus*) y aves marinas como *Podilymbuspy rallus*.

Las diferencias significativas entre los meses de muestreo se deben principalmente a cambios climáticos, así como al incremento de la población flotante que hace uso de la franja costera. Las altas concentraciones de bacterias coliformes en el mes de enero, se relacionan con el máximo de precipitación pluvial (Fig. 2 y 3), en esta época la zona de estudio es erosionada por medio de un número considerable de arroyos, conduciendo al mar las bacterias removidas del terreno, las que posteriormente son concentradas por los moluscos.

Weber y Trollope (1976); Moreno y Escacho (1977) y Goyal *et al.* (1979), encontraron concentraciones de bacterias coliformes en

Tijuana, which gives an idea of the touristic activity in the shoreline (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California, 1980). The New York Sea Grant Institute (1975) mentions that in clams from South Bay New York, an increase in faecal coliform bacteria from 50 to 9 200/100 g was observed in fraught conditions, but with an increase in human population during summer time.

Comparing to the bacteriological standard for shellfish fixed by the National Shellfish Sanitation Program (1965) of the U.S., who establishes the value of faecal coliform number (NMP) equal or minus than 230/100 g of meat, an epidemic risk exist in consuming shellfish, since 25% of samples exceed that number, principally in the stations near to discharges (1, 3 and 9) and in general for all stations during rain time (January) and summer (July and August).

It can be mentioned that when this work was realized, the residual water discharges of Tijuana to the shoreline were minimal, since they were sent to the United States for their treatment in Point Loma, California. However, from 1981, residual waters discharges into the sea increased; about 20 million gallons daily were planned to be evacuated (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1983), and a considerable increase in bacteria concentration in the shoreline is expected, increasing pathologic risk to public health.

CONCLUSIONS

There is a greater concentration of coliform bacteria in the rainy season (January) and in summer (July and August).

In general, the bacteriological conditions of mussels in the studied area represent health risk to consumers, since 25% of the samples exceed the limit of the National Shellfish Sanitation Program, mainly in Punta Bandera, Popotla and Granada Cove.

Orozo-Segovia

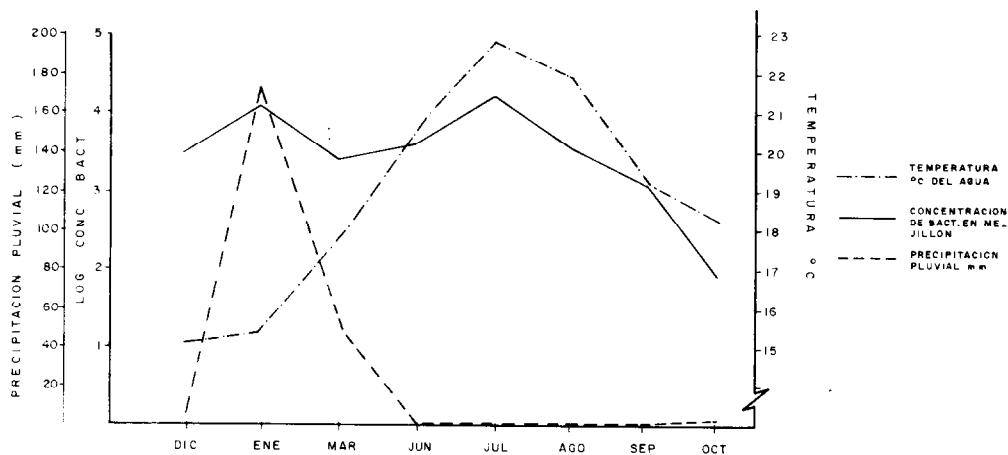


FIG. 2 Gráfica comparativa de concentración de bacterias coliformes fecales en *Mytilus californianus*, precipitación pluvial y temperatura media del agua en grados C en los meses de muestreo. (NMP/100 gr.)
Comparative graphic of concentration of faecal coliform bacteria in *Mytilus californianus* pluvial precipitation, and mean water temperatura in grados C sampled months (NMP/100 g).

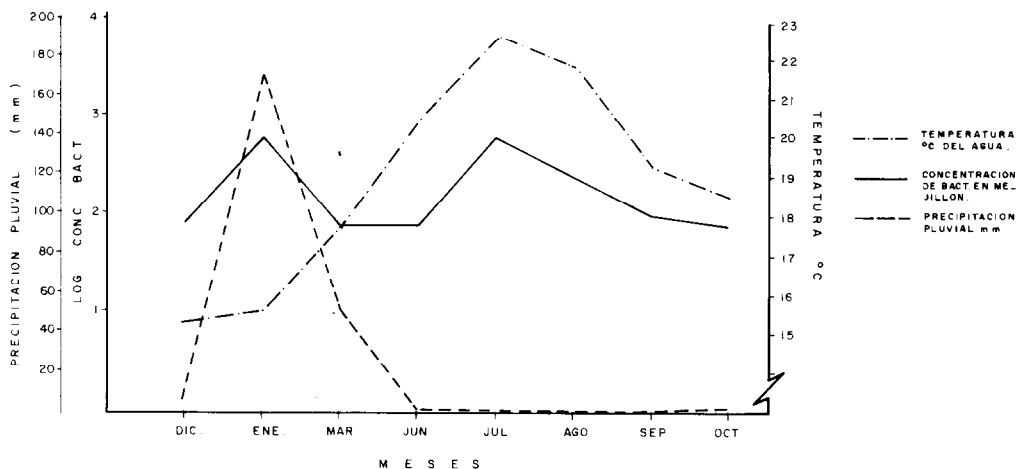


FIG. 3 Gráfica comparativa de concentración de bacterias coliformes totales en *Mytilus californianus*, precipitación pluvial y temperatura media del agua en grados C, en los meses de muestreo (NMP/100 gr)
Comparative of total coliform bacteria in *Mytilus californianus* pluvial precipitation, and mean water temperatura in grados C in sampled months (NMP/100 g).

moluscos bivalvos asociados a escurremientos pluviales. El New York Sea Grant Institute (1975) menciona que en la bahía de Moriches, New York, los niveles de coliformes fecales en almeja, se incrementaron de 130 a 16,000/100 g dentro de las seis horas posteriores a lluvia.

El incremento en concentración de bacterias para el verano (julio y agosto) puede deberse al aumento de la temperatura del agua (Fig. 2 y 3), así como a la población flotante en esa época. Se tiene conocimiento que la temperatura influye en la sobrevivencia y distribución de bacterias en el medio

ambiente marino. En los moluscos bivalvos quizá se pueda relacionar la actividad fitroalimentadora y asimilación de bacterias con un incremento en la temperatura del agua. Stefano *et al.* (1977), en un trabajo realizado en el mejillón *Mytilus edulis*, demostraron que hay una correlación positiva entre la temperatura y el movimiento ciliar, de tal manera que a mayor temperatura le corresponde mayor actividad ciliar, ocasionando una mayor filtración, produciendo como relación directa una mayor contaminación al pasar una cantidad de agua por sus branquias.

El incremento en las concentraciones de bacterias coliformes en el mejillón en el verano (julio y agosto) puede deberse también al incremento de la población costera. Para los meses de julio y agosto se internaron por la Garita Internacional de Tijuana 1'058,561 y 1'119,055 personas extranjeras para cada mes respectivamente, lo que da una idea del flujo de turismo que se genera en la costa (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California, 1980). El New York Sea Grant Institute (1975), señala que en almejas provenientes de Bahía del Sur, Nueva York, se observó un incremento en bacterias coliformes fecales de 50 a 9,200/100 g, en condiciones de sequía, pero sujetas a un incremento en la densidad de población en época de verano.

Haciendo una comparación con el estándar bacteriológico para los moluscos bivalvos, fijado por el National Shellfish Sanitation Program (1965) de Estados Unidos, que establece que el valor (NMP) de coliformes fecales debe ser igual o inferior a 230/100 g de carne, se presenta un riesgo desde el punto de vista epidemiológico al consumir moluscos, ya que el 25% de las muestras lo excedieron, principalmente en las estaciones cercanas a descarga (1, 3 y 9) y en general para todas las estaciones en el mes que presentó precipitación pluvial (enero) y en verano (julio y agosto).

Cabe hacer notar que cuando se realizó el presente trabajo, la descarga de aguas negras de la ciudad de Tijuana al litoral era mínima, ya que eran enviadas a Estados Unidos para su tratamiento en Point Loma, California. Sin embargo desde 1981 las descargas

de aguas negras vertidas al mar comenzaron a incrementarse, proyectándose evacuar aproximadamente 20 millones de galones diarios (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1983), esperando aumentos de consideración en la concentración de bacterias de la zona costera, incrementándose el riesgo patológico a la salud pública.

CONCLUSIONES

Se presenta una mayor concentración de bacterias coliformes en épocas de lluvia (enero) y en verano (julio y agosto).

En general la calidad bacteriológica de los mejillones de la franja costera estudiada presenta riesgos a la salud de los consumidores, ya que el 25% de las muestras excedieron el límite establecido por el National Shellfish Sanitation Program, para consumo de moluscos bivalvos, principalmente en Punta Bandera, Popotla y Granada Cove.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 1970. Recommended procedures for the examination of sea water and shellfish 4th. edition. A.P.H.A.: New York, 203 ps.
- ARCE-Duarte, F.A. 1984. Efectos de contaminación orgánica en la zona costera de la Bahía de Todos Santos, Baja California. Tesis para obtener la Licenciatura en Oceanología, Escuela de Ciencias Marinas. UABC, Ensenada, B.C. 75 ps.
- ATTREE, P. y J. Aubert. 1980. Etude de la contamination experimentale d'huîtres par des bacteriophages. Rev. Int. Oceanogr. Med. LIX: 71-76.
- BARROW, G.I. 1981. Microbial pollution of coasts and estuaries: The public health implications. Wat. Poll. Contr. Fed., 80(2):221-230.
- BELMONTE, M. y Raquel Espinoza. 1984. Reducción de la contaminación fecal en moluscos bivalvos mediante purificación controlada. Inv. Pesq. 31:95-102.
- BENDINELLI, M. y A. Ruchi. 1969. Isolation of human enteroviruses from mussels. Appl. Microbiol. 18(3): 531-532.
- CABELLI, V.J. y W.P. Heffernan. 1970. Accumulation of *Escherichia coli* by the Northern guahaug. Appl. Microbiol. 19:239-244.
- GERBA, C.P. y J.S. McLeod. 1976. Effects of sediments on the survival of *Escherichia coli* in marine waters. Appl. Environm. Microbiol. 32:114-120.
- GOYAL, S.M., Ch. P. Gerbay y J.L. Merlnick. 1979. Human enteroviruses in oysters and their overlying waters. Appl. Environ. Microbiol. 37:572-581.
- HARTLAND, B.J. y J.F. Timoney. 1979. In vivo clearance of enteric bacteria from the hemolymph of the hard clam and the american oyster. Appl. Environ. Microbiol. 37(3):517-520.
- HOFF, J.C. y R.C. Becker. 1968. The accumulation and elimination of crude and clarified poliovirus suspensions by shellfish. American Journal of Epidemiology. 90(1):53-61.
- HUSSONG, D., J.M. Damare, R.M. Weiner y R.R. Colwell.

1981. Bacteria associated with false-positive most probable number coliforms test results for shellfish and estuaries. *Applied and Environmental Microbiology*, 41(1):35-45.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS (UABC) 1982. Estudio General de la contaminación costera en el Estado de Baja California. Informe Anual IIO-SEP. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C. 87 ps.
- MACKOWIAK, P.A., C.J. Caraway y B.J. Portney. 1976. Oyster associated hepatitis: Lessons from Louisiana experience. *Am. J. Epidemiol.* 103:181-191.
- METCALF, T.G. y W.C. Stiles. 1965. The accumulation of the enteric viruses by the oyster *Crassostrea virginica*. *Journal. Infect. Dis.* 115:68-76.
- MORENO, B. y M.E. Escacho. 1977. Indices de contaminación de origen fecal en el mejillón *Mytilus edulis* L. sin depurar de la Ria de Arosa. *Rev. San Hig. Pub.*, 51:1129-1144.
- NATIONAL SHELLFISH SANITATION PROGRAM. 1965. Manual of operations, Part. I. Sanitation of Shellfish growing areas. Public Health Service. Publication no. 33 F.D.A. Washington, D.C. 32 ps.
- NEW YORK SEA GRANT INSTITUTE. 1975. Proceedings of a workshop on the shellfish management Program in New York State, 59 ps.
- PRESNELL, M.W. y J.J. Miescier. 1971. Coliforms and fecal coliforms in an oyster growing area. *J. Water. Pollut. Control. Fed.* 43(3):407-416.
- SAÑUDO-Wilhelmy, S.A. 1983. Estimación de la carga orgánica de la ciudad de Tijuana, B.C. Tesis para obtener la licenciatura en Oceanología. Escuela de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada, B.C., 81 ps.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1983. Estudio de caracterización de las aguas residuales domésticas de la ciudad de Tijuana, B.C. Subdirección de Programas y Estudios Específicos. Ensenada, B.C.
- SECRETARIA DE TURISMO DEL ESTADO DE BAJA CALIFORNIA. 1980. Informe sobre el cruce de personas por la garita Internacional de Tijuana, Centro de Gobierno, Mexicali, B.C. s/p.
- SEGOVIA-Zavala, J.A. y M.S. Galindo. 1984. Fuentes de contaminación por materia orgánica en la Bahía de Todos Santos, Baja California. *Ciencias Marinas*, 10(1):19-26.
- STEFANO, G.B., E.J. Catapane y I.M. Stefano. 1977. Temperatura dependent ciliary rhythmicity in *Mytilus edulis* and the effects of monoaminergic agents on its manifestation. *Biol. Bull.* 153:618-629.
- THOMPSON, W.K. y C.L. Thacker. 1972. Incidence of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish from eight Canadian Atlantic Sampling Areas. *J. Fish. Res. Board. Canada.* 2:633-635.
- WEBER, D.L. y D.R. Trollope. 1976. Quantitative bacteriology of *Mytilus edulis* on sewage polluted shores. *Journal. Appl. Bacteriology.* 41(3):XV.