

CONTAMINACION FECAL COSTERA EN LA ZONA DEL PUERTO DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

por

Victoria Orozco Borbon

Efraín Abraham Gutierrez-Galindo

Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Apdo Postal 453

Ensenada, Baja California, México

RESUMEN

En 1982, se investigó la contaminación fecal en agua costera de la zona del puerto de Ensenada, Baja California (México). La densidad bacteriana de coliformes totales y fecales fue máxima en la franja costera. El número de bacterias indicadoras disminuyó al incrementarse la distancia (0.5 km) de la costa. Los resultados indican que el 100 % de las estaciones examinadas en la zona portuaria excedieron el valor máximo para coliformes establecido por la legislación mexicana.

ABSTRACT

In 1982, coastal water fecal pollution in the port zone of Ensenada, Baja California (México) was investigated. The bacterial densities of total coliforms and fecal coliforms was maximal on the coastline. The number of indicator bacteria decreases at increasing distance (0.5 km) from the coastline. The results indicates that 100 % of the sampling sites exceeded the coliforms standard established by the Mexican legislation.

INTRODUCCION

La casi totalidad de microorganismos patógenos para el hombre son de origen humano y se descargan en el mar principalmente por las aguas residuales domésticas e industriales (Aubert 1969). Existen evidencias que un individuo elimina cientos de millones de gérmenes por gramo de materia fecal evacuada, de los cuales 100 a 500 millones son de coliformes (Taylor, 1958). Estos microorganismos dispersados en la superficie del mar, terminan introduciéndose en el ciclo de los animales que habitan en el medio marino, provocando en ocasiones que los mariscos se tornen insalubres y que el producto de la pesca no pueda con-

sumirse sin el peligro de causar enfermedades infecciosas como: fiebre tifoidea, paratifoidea, cólera, diarreas infantiles, disentería bacilar (Gauthier 1981). En la ecología de la fauna y flora marina, la contaminación bacteriológica aporta modificaciones considerables, el bentos consume bacterias marinas y terrestres y los invertebrados marinos pueden concentrar bacterias en su tracto digestivo (Aubert 1969). En el hombre, se han reportado brotes de epidemia atribuidos a las condiciones insalubres de las aguas costeras. En 1958, un brote de fiebre tifoidea fue señalado en Perth, Australia (Commission for Western Australia, 1961). Aubert (1966), en su estudio realizado en el litoral de Var en Francia muestra que las enfermedades más frecuentes observadas en los bañistas (principalmente niños) fueron infecciones pulmonares, nasales y de los ojos.

Estudios de contaminación bacteriológica en Ensenada, B.C., (250,000 habitantes); (Comunicación personal Secretaría Turismo) presentan un interés particular por su repercusión en la actividad turística y pesquera de esta ciudad. Trabajos efectuados (Domínguez 1976. I.I.O. 1979) han registrado este tipo de contaminación en esta región.

En orden de evaluar el estado sanitario actual por contaminación bacteriológica, en este estudio se señalan las concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales (en capa de agua superficial) en la zona del puerto de Ensenada, Baja California. El National Technical Advisory Committee (1968) establece que las coliformes fecales deben ser utilizadas como organismos indicadores del estado microbiológico de las aguas de recreo. Dudley et al. (1977), mencionan que el parámetro coliformes fecales no siempre representa un indicador confiable de patogeneidad. Parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH) de cada estación analizada son reportados.

MATERIALES Y METODOS

Se realizaron cuatro muestreos mensuales (agosto a noviembre 1982) en diez estaciones situadas en el área del puerto de Ensenada, B.C. (zona de rompiente - 0.5 km. de la costa) y en dos estaciones testigos localizadas en la Bahía de Todos Santos (Fig. 1). En cada estación se efectuaron colectas de agua superficial (en botella estéril, almacenadas a 4°C) para su inmediato análisis en el laboratorio de bacteria coliformes totales y fecales. La metodología de análisis fue de acuerdo a la descrita por la American Public Health Association (A.P.H.A., 1975) en su análisis de Número Mas Probable (NMP). Para obtener resultados estadísticamente válidos se utilizaron series de cinco tubos. Se realizó la prueba presuntiva y confirmativa. Las coliformes totales fueron incubadas por 24 horas a 37°C y las coliformes fecales por 24 horas a 44°C. Se realizaron para cada estación muestreos de agua superficial (0.5 mts) (botella Van Dor, Volumen 31) para mediciones de temperatura, pH (Photo volt 126 A), salinidad (método de salinómetro conductímetro) y de oxígeno disuelto (método de Strickland y Parsons, 1972).

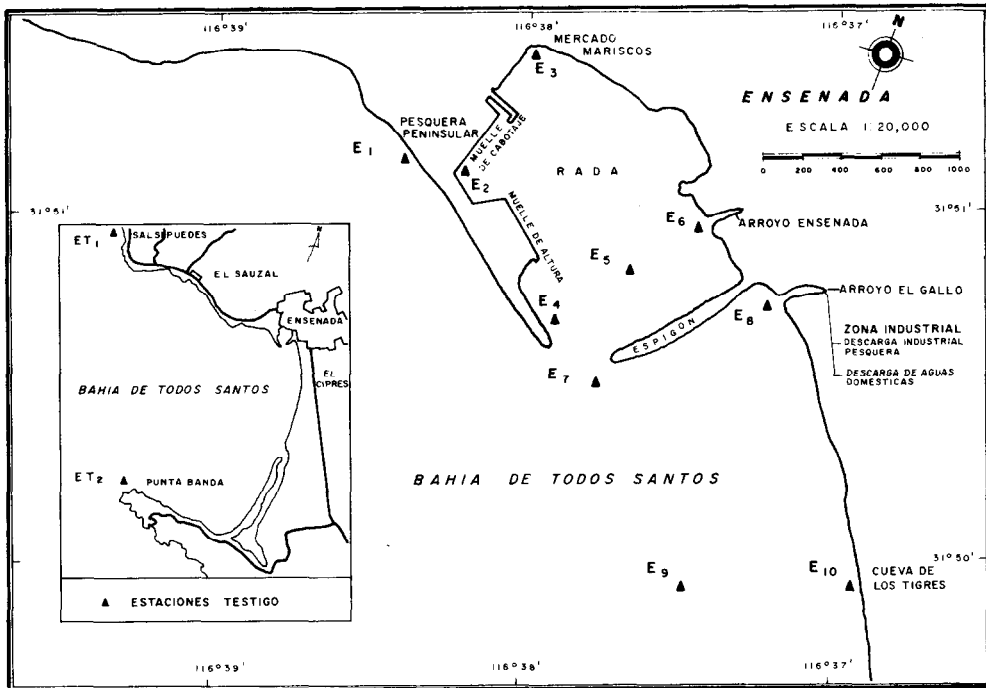


Fig. 1. Localización del área de estudio estaciones de muestreo.

RESULTADOS

Los valores de bacteria coliformes totales y fecales en agua de mar medidos durante el período de colecta (Agosto-Noviembre) en la zona examinada (Fig. 1) se remiten en la Tabla 1. Se observa que las estaciones E₁ (75,250 fecales – 114,250 totales/100 ml) y E₈ (2.15×10^6 fecales – 2.48×10^6 totales/100 ml) presentaron las mayores densidades de coliformes. Siendo las estaciones testigo ET₁, ET₂ y las estaciones E₇ y E₉ situadas perpendicular a la línea costera (0.5 km) las que presentaron los menores valores de bacterias coliformes. Los valores promedio con rangos de los parámetros hidrológicos medidos durante el período de muestreo en la zona de estudio se representan en la Tabla 2.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Yde y Maeyer (1980), señalan en su estudio sobre contaminación fecal en las aguas costeras de Bélgica, que el grado de contaminación por estos microorganismos fue máxima en la línea costera que a 5 km. de la costa. En este estudio generalmente la densidad de bacterias coliformes totales y fecales fue más importante en las estaciones localizadas en la zona de rompiente (Tabla 1). El número de estas bacterias entéricas disminuye al incrementarse la distancia (0.5 km) de

CONTAMINACION FECAL COSTERA

* Número Más Probable.

Tabla 1. Bacterias coliformes totales y fecales en agua de mar medidas durante el período de colecta (agosto-noviembre 1982) en la zona del Puerto y Bahía de Todos Santos en Ensenada, B.C.

ESTACION	10/XVIII	23/IX	20/X	11/XI	MEDIA	10/XVIII	23/IX	20/X	11/XI	MEDIA	Razón Fecales/Totales
ET ₁	2	80			41	4	80			42	0.98
ET ₂			≤ 1.8	1.8	1.8			< 1.8	1.8	≤ 1.8	1
E ₁	28,000	240,000	28,000	5,000	75,250	160,000	240,000	40,000	17,000	114,250	0.66
E ₂	7,000	2,300	4,600	2,400	4,075	7,000	2,300	11,000	3,500	5,950	0.68
E ₃	3,300	2,300	5,400	410	2,852.5	3,300	2,300	9,200	3,500	4,575	0.62
E ₄	900	7,000	120	2,400	2,605	1,200	7,000	1,300	3,500	3,250	0.80
E ₅	1,300	800	70	490	665	3,500	800	230	16,000	5,132.5	0.13
E ₆	2,400	800	220	1,700	1,280	2,400	800	330	24,000	6,882.5	0.19
E ₇	110	3,300	< 1.8	1,100	1,127.95	110	3,300	< 1.8	3,500	1,727.95	0.65
E ₈	2.4x10 ⁶	1.6x10 ⁶	2.4x10 ⁶	2.2x10 ⁶	2.15x10 ⁶	2.4x10 ⁶	1.6x10 ⁶	2.4x10 ⁶	3.5x10 ⁶	2.48x10 ⁶	0.87
E ₉	7	230	< 1.8	< 1.8	60.15	7	230	< 1.8	1.8	60.15	1
E ₁₀	9,200	17,000	< 1.8	< 1.8	6,550.9	9,200	17,000	50	1.8	6,562.95	0.99

la costa. Otros estudios, confirman que el agua de alta mar posee menor abundancia de bacterias, siendo la contaminación bacteriana en aguas costeras más importante (Aubert, 1968). Este fenómeno probablemente es debido a la combinación de factores como la dilución y al efecto bactericida del agua de mar en bacterias de origen terrestre (Mitchell, 1968; Gauthier et al., 1975; Barja et al., 1977). La presencia de algas y de protozoarios inhibe fuertemente las bacterias coliformes. Aubert et al. (1978), muestran que las bio-secreciones de ciertas diatomeas (*Asterionella japonica*, *Asterionella notata*, *Chaetoceros lauderi*, *Skeletonema costatum* y diversas *Nitzschia*) presentan un carácter destructivo para las bacterias de origen terrestre. Otros autores Enzinger y Cooper (1976), Roper y Marshall (1978) y McCambridge y McMeekin (1979), reportan también que los microciliados y flagelados contribuyen de una manera considerable a la inhibición de coliformes.

Es importante señalar que en este trabajo no se realizaron exámenes bacteriológicos en días consecutivos para cada estación. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran la calidad sanitaria bacteriológica que presentan las aguas en esta zona examinada.

El reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas en México (S.A.R.H. 1979) establece un límite máximo permitido para las bacterias

Tabla 2. Valor promedio X con rangos de los parámetros hidrológicos medidos durante el período de muestreo (Agosto - Noviembre 1982) en la zona de estudio.

ESTACION		TEMPERATURA °C	SALINIDAD g/kg	OXIGENO mg/l	pH
ET ₁	X	18.5	33.30	7.97	8.18
	RANGO	17.5 - 19.1	Septiembre	7.73 - 8.21	7.85 - 8.5
ET ₂	X	17.8	33.62	9.09	7.88
	RANGO	17.0 - 18.5	33.61 - 33.64	8.29 - 9.89	7.7 - 8.05
E ₁	X	19.6	33.44	8.33	7.97
	RANGO	17.0 - 21.3	33.33 - 33.50	7.71 - 8.81	7.3 - 8.7
E ₂	X	19.23	33.39	6.19	7.7
	RANGO	17.0 - 20.0	33.28 - 33.55	4.6 - 7.0	7.5 - 8.0
E ₃	X	19.48	33.30	5.01	7.68
	RANGO	17.0 - 21.4	33.08 - 33.52	5.11 - 5.43	7.6 - 7.85
E ₄	X	19.33	33.385	8.83	8.0
	RANGO	18.0 - 20.5	33.27 - 33.57	8.37 - 9.43	7.9 - 8.05
E ₅	X	18.93	33.58	9.96	7.9
	RANGO	17.0 - 20.3	33.24 - 33.59	8.45 - 11.86	7.8 - 8.0
E ₆	X	18.13	33.28	9.07	7.2
	RANGO	16.4 - 20.0	33.02 - 33.53	7.86 - 11.21	6.39 - 7.8
E ₇	X	20.05	33.44	8.93	8.09
	RANGO	17.0 - 22.4	33.32 - 33.66	7.58 - 9.49	7.8 - 8.5
E ₈	X	19.98	33.17	8.01	7.99
	RANGO	17.0 - 22.4	32.64 - 33.49	7.57 - 8.69	7.6 - 8.6
E ₉	X	18.87	33.54	9.96	6.79
	RANGO	17.0 - 20.6	33.37 - 33.65	9.14 - 10.86	5.27 - 8.0
E ₁₀	X	18.85	33.52	9.19	7.92
	RANGO	17.0 - 20.55	33.36 - 33.63	8.64 - 9.76	7.65 - 8.2

coliformes totales (NMP) de 1000 organismos/100 ml y de 200 organismos/100 ml para coliformes fecales (NMP) en las aguas costeras de uso recreativo con contacto primario. Los resultados indican (Tabla 1) que las muestras de agua colectadas en la zona portuaria y de rompiente (Fig. 1), el 100 % excedieron el estándar tolerable para coliformes totales y fecales. El número de bacteria indicadora disminuyó al incrementarse la distancia perpendicular a la costa (E₉). Las estaciones testigo (ET₁, ET₂) y E₉ presentaron densidad bacteriana dentro del límite establecido por la legislación mexicana. Generalmente la razón coliformes fecales/totales fue menor a 1. Es inmediatamente aparente que las estaciones E₁, E₈ presentaron la máxima densidad bacteriana. Una posible explicación a este fenómeno es la existencia de una descarga industrial pesquera (E₁) y a la descarga de agua doméstica (Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada; Planta de tratamiento primario de aguas negras con un volumen de 15,471 m³/día de los cuales 7603 m³/día son vertidos al mar y el resto es bombeado al valle de Maneadero para fines agrícolas) (CESPE., comunicación personal 1982) e industriales (carcamo común) (E₈) vía arroyo El Gallo. Lizárraga (1973) indica que la descarga continua de desechos orgánicos (CESPE., zona industrial) al arroyo El Gallo el cual desemboca en la zona costera, ha provocado fenómenos de eutroficación en la zona del puerto. Zobell (1960) menciona que las comunidades costeras presentan dificultades en cumplir con el valor sanitario bacteriológico tolerable debido al incremento poblacional, a fallas mecánicas de las plantas de tratamiento, a condicio-

nes meteorológicas adversas, a condiciones oceanográficas y a la supervivencia prolongada de bacterias coliformes en el mar.

El agua de mar posee una composición físico-química y un conjunto de especies muy diferentes a las encontradas en el medio donde se desarrollan las bacterias de origen terrestre, especialmente las enterobacterias. Estos organismos al entrar en contacto con las condiciones que presenta el ecosistema marino, soportan factores que en ocasiones alteran su presencia en el medio acuático. Aubert (1969) señala que la temperatura parece no ser un factor responsable de la depuración de las aguas marinas. Menciona que la oxigenación de las aguas presenta un papel secundario para la sobrevivencia de estos gérmenes. Refiere a la salinidad del agua de mar como un parámetro no responsable de la actividad bactericida. Carlucci y Pramer (1960) indican que el pH varía en función de la temperatura, de la presión y de la actividad metabólica de los microorganismos del medio marino. Sus experiencias muestran que el pH juega un papel muy limitado en la sobrevivencia de bacterias. Las características hidrológicas medidas en este estudio (Tabla 2) parecen no influir en la densidad de bacterias coliformes totales y fecales en esta zona estudiada.

AGRADECIMIENTO

Este estudio fue realizado en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada, B. C., México, con apoyo económico recibido de la Secretaría de Educación Pública, Convenio No. 82-04-235, y de la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente en México.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1975. Standard methods for the examination of water and waste water. 14th Edition. Wash. U.S.A. pp 913-917.
- AUBERT M. 1966. Etude des pollutions bacteriologiques des eaux de mer. Rapport d'activité. C.E.R.B.O.M. Nice, France pp 1-39.
-1968. Cultiver l'océan. Presse Universitaire de France Ed.París. pp.
-1969. Oceanographic Médicale. Paris Gauthier Villards Ed. pp 1-128.
- AUBERT M., GAUTHIER M.J. et Gastaud J.M. 1978. Repports inter-espèces dans le domaine des bactéries et du phytoplancton en milieu marin. La tribune de CEBEDEAU (413): 185-197.
- BARJA J.L., Nieto T.P. y Barja J. 1977. Method of average birth and death rate evaluation in the marine terrestrial bacteria interactions. Rev. Int. Océanogr. Med. (47): 199-202.

- COMMISSION FOR WESTERN AUSTRALIA, 1961. Typhoid traced to bathing at a polluted beach. Annual Rep. Pub. words N.Y. (92): 182.
- CARLUCCI A.F. y Pramer D. 1960. An evaluation of factors affecting the survival of *Escherichia coli* in sea water. Salinity pH and nutrients. Appl. Micr. 8 pp 247-250.
- DOMINGUEZ MALAGON J. 1976. Diseño de una planta de tratamiento por eutroficación controlada para aguas residuales y bioensayos preliminares. Tesis profesional de Licenciatura E.S.C.M. U.A.B.C. Apdo. Postal 453, Ensenada, B. C. México.
- DUDLEY S., Babinchak J.A., Graikoski J.P. 1977. Enumeration and distribution of bacterial populations of Long Island Sound Mar. Pollut. Bull 8 (12):285-287.
- ENZINGER R.M., Cooper R.C., 1976. Role of bacteria and protozoa in the removal of *Escherichia coli* from estuarine waters. Appl. Environm. Microbiol. 31 (5): 758-763.
- GAUTHIER M.J. Shewan J.M. y Gibson D.M. 1975. Taxonomic position and seasonal variations in marine neretic environment of some Gram-negative antibiotic producing bacteria. J. gen. microbiol. (87): 211-218.
- GAUTHIER M.J. 1981. Les pollutions marines. Ecole polytechnique Federale de Lausanne, Suisse. Institut Du Genie de l'environnement. pp 1-100
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS (I.I.O.) 1979. Estudio bacteriológico del agua de mar en la Bahía Todos Santos. Informe estudios básicos para el diagnóstico permanente de la contaminación en Baja California. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C. México.
- LIZARRAGA PARTIDA L. 1973. Contribución al estudio de los vermes anélidos poliquetos como indicadores de contaminación orgánica. Tesis Profesional de Licenciatura, E.S.C.M. U.A.B.C. Apdo. Postal 453, Ensenada, B.C., México.
- McCAMBRIDGE J., McMeekin T.A. 1979. Protozoa predation of *Escherichia coli* in estuarine waters. Water Research (13): 659-663.
- MITCHELL, R. 1968. Factors affecting the decline of non marine microorganisms in seawater. Water Resear. (2): 635-643.
- NATIONAL TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE 1968. Water quality criteria. Report to the Secretary of the Interior. Federal Water Pollution Control Administration. Wash. D.C.

CONTAMINACION FECAL COSTERA

- ROPER N.M. y Marshall K.C., 1978. Biological Control agents of sewage bacteria in marine habitats. *Aust. J. Mar. Fresh water Res.* (29):335-343.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (S.A.R.H.) 1979. Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. pp 5-43.
- STRICKLAND J. D.H. y Parsons T.R. 1972. A practical hand book of sea water analysis. *Fish. Res. Bd. of Canada, Bull* (167): 21-26.
- TAYLOR, E.W. 1958. The examination of water supplies. Churchill Ed. London.
- YDE M. y Maeyer-Cleempoel Des. 1980. Fecal pollution of Belgian coastal water. *Mar. Pollut. Bull. Vol. II* pp 108-110.
- ZOBELL, C.E. (1960). Marine pollution problems in the southern California Area *Scripps Inst. Oceanog., Contribution No. 1183.* pp 645-651.