

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**



**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

" ESTUDIO BACTERIOLOGICO EN AGUA DE MAR AL NORTE DE  
BAHIA DE LOS ANGELES, GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO "

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL**  
**TITULO DE**  
**OCEANOLOGO**  
**PRESENTA**

**Nora Ivett Irene Acosta Reyes**

**ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, DICIEMBRE DE 1989**

## RESUMEN

Se realizaron dos muestreos durante verano 1986, e invierno 1987, al norte de Bahía de los Angeles en un sistema llamado ensenada la Gringa, se localizaron tres estaciones de muestreo para determinar la calidad bacteriológica del agua de mar superficial, y determinar si la zona es apta para maricultivo y usos recreativos.

Se usaron como organismos indicadores de la calidad ambiental a las bacterias coliformes totales y fecales, utilizando el método del número más probable (NMP). Se complementó esta prueba con la cualificación de las bacterias patógenas: Salmonella sp y Shigella sp, las cuales comúnmente se encuentran en aguas contaminadas por material fecal, no detectándose su presencia.

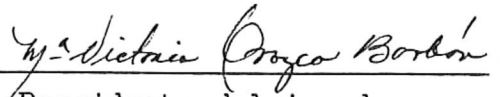
Se relacionó la densidad bacteriana con los parámetros de temperatura, salinidad, seston y productividad. Se obtuvo que la temperatura y materia orgánica son importantes en la distribución bacteriana, presentando una correlación inversa entre los coliformes y la temperatura.

Se encontró que la calidad bacteriológica de las aguas en ensenada la Gringa, es altamente aceptable para usos recreativos y de maricultivo.

"ESTUDIO BACTERIOLOGICO EN AGUA DE MAR AL NORTE DE BAHIA DE LOS ANGELES,  
GOLFO DE CALIIFORNIA, MEXICO"

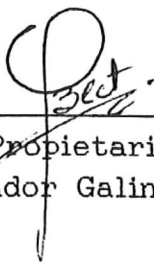
T E S I S  
QUE PRESENTA:  
NORA IVETT IRENE ACOSTA REYES

Aprobada por:



Presidente del jurado

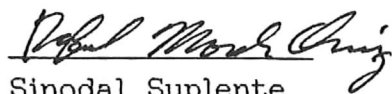
Oc. María Victoria Orozco Borbón



Sinodal Propietario  
Oc. Salvador Galindo Bect



Sinodal Propietario  
M.C. Francisco Ley Lou



Sinodal Suplente  
Oc. Rafael Morales Chávez



Sinodal Suplente  
M.C. Guillermo Torres Moy e

DEDICATORIA

A mi amada madre

BELIA REYES PRIETO

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, por su valioso apoyo en la realización de esta tesis, ya que forma parte del proyecto Cuerpos Costeros de la Región Oeste Central del Golfo de California.

A la Ocean. María Victoria Orozco Borbón y Ocean. Rafael Morales Chávez por su valiosa colaboración en este trabajo. Así como a el Oceanólogo Salvador Galindo Bect y los M.C.: Guillermo Torres Moye y Francisco Ley Lou por sus comentarios y sugerencias como sinodales del mismo.

A mis queridos amigos que con su apoyo y ayuda de alguna u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

Muy en especial a Joaquín Gutierrez y Marina Eva Hernández.

## INDICE

I.-	INTRODUCCION.....	1
II.-	MATERIALES Y METODOS	
	Descripción y localización del área de estudio.....	8
	Método de muestreo y análisis de bacterias indicadoras.....	13
	Método de análisis de bacterias patógenas e identificación.....	16
	Procesamiento y análisis de datos.....	17
III.-	RESULTADOS	
	Concentración y distribución de coliformes.....	19
	Concentración y distribución de factores físico-químicos.....	23
	Grado de calidad sanitaria del agua.....	26
IV.-	DISCUSION	
	Distribución espacial.....	29
	Distribución temporal.....	29
	Distribución de factores físico-químicos y biológicos.....	30
	Calidad bacteriológica del agua de mar.....	39
V.-	CONCLUSIONES.....	41
VI.-	RECOMENDACIONES.....	42
VII.-	LITERATURA CITADA.....	43

## LISTA DE TABLAS

- I.- Distribución promedio para agosto 1986 y febrero 1987 de bacterias coliformes totales, fecales (NMP/100 ml) y mesófilos (ml) en agua de mar de ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....20
- II.- Concentración estacional promedio de bacterias coliformes totales, fecales (NMP/100 ml) y patógenos para verano-invierno, en el agua de mar de ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....20
- III.- Distribución espacial promedio en agosto 1986, para bacterias coliformes totales, fecales (NMP/100 ml), mesófilas (ml) y patógenas en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....22
- IV.- Distribución espacial promedio en febrero 1987, para bacterias coliformes totales, fecales (NMP/100 ml), mesófilas (ml) y patógenas en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....22
- V.- Análisis de varianza de Kruskal-Wallis (95%) entre localidades de muestreo, para coliformes totales y fecales en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....24
- VI.- Prueba de Wilcoxon entre estaciones del año (verano-invierno) en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....24
- VII.- Coeficiente de correlación entre coliformes totales y fecales para los períodos del año de verano e invierno en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....24
- VIII.- Valores máximos estacionales de seston y productividad en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....25

IX.- Temperatura promedio estacional en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....	25
X.- Coeficiente de correlación entre bacterias indicadoras y factores fisico-químicos en ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....	25
XI.- Clasificación de las aguas costeras en función de sus usos y características de calidad (tomado del reglamento para prevención y control de la contaminación de las aguas SARH, 1979).....	27
XII.- Porcentaje de muestras por localidad que exceden los máximos permisibles de bacterias coliformes totales para cultivo de mariscos y usos recreativos en agua de mar de ensenada La Gringa, Bahía de los Angeles B.C. México.....	28

## LISTA DE FIGURAS

Fig 1.- Mapa de la zona de estudio.....	9
Fig 2.- Localización de la zona de estudio y estaciones de muestreo.....	10
Fig 3.- Diagrama de flujo para la prueba NMP para coliformes totales y fecales.....	14
Fig 4.- Mapa de Bahía de los Ángeles.....	34

## INTRODUCCION

La contaminación microbiana es uno de los principales problemas de los cuerpos de agua tales como bahías, lagunas costeras, lagos, ríos, etc; Estos cuerpos actúan como receptores de aguas residuales, las cuales ocasionan un deterioro en la calidad sanitaria de los mismos, limitando así sus usos para actividades de pesca, maricultivo y recreativas (Guinea, 1979).

Gauthier (1974) y Robles (1979), mencionan que las aguas residuales contienen gran cantidad de microorganismos causantes de enfermedades y citan los siguientes grupos:

- a).- Bacterias patógenas: Salmonella sp., Shigella sp., Leptospira sp., Brucella sp., Vibrio comma., Mycobacterium sp., y Klebsiella pneumoniae.
- b).- Virus patógenos: Hepatitis infecciosa, Poliovirus, Coxsackie, ECHO y otros que producen diarreas y enfermedades respiratorias de etiología desconocida.
- c).- Huevos y metazoarios parásitos: tenias, ascáridos, tricocéfalos y Entamoeba histolytica.
- d).- Hongos patógenos.

Estos microorganismos varían de acuerdo con el área geográfica, estado de salud de la comunidad, naturaleza y grado de tratamiento de los desechos, además de otros factores (Guinea, 1979), y pueden causar afecciones mucotegumentarias, otorrinolaringológicas, micosis, dermatitis microbiana, hepatitis infecciosa, diarreas, cólera, tifoidea, paratifoidea, poliomielitis, citando solamente algunas.

Las más abundantes en el municipio de Ensenada en orden de incidencia son, gastroenteritis infecciosa, salmonelosis, fiebre tifoidea y hepatitis infecciosa. Esta última se ha considerado endémica (Dr. Arteaga \*, comunicación personal).

Los microorganismos exógenos al penetrar al ecosistema marino se ven afectados por diversos factores físicos, químicos y biológicos que inactivan su desarrollo, por ejemplo, la presencia de bacteriófagos, acción destructora de la luz solar, acción antiséptica de las secreciones producidas por algas, entre otros (Zobell, 1936; Carlucci y Pramer, 1959; Sax, 1963; Gauthier, 1974). sin embargo, pueden llegar a sobrevivir en concentración

\* Dr. Arteaga, jefe del dpto. de medicina preventiva IMSS

suficiente para lograr transmitir enfermedades a bañistas y consumidores de moluscos bivalvos (Favero, 1985).

Se han reportado brotes de fiebre tifoidea atribuidas a baños en aguas costeras contaminadas por descargas domésticas e industriales (Commission for Western Australia, 1961; Southern California Coastal Water Research Project, 1973; El Sharkawi, 1978).

Se reportan en estudios bacteriológicos realizados en moluscos bivalvos, una concentración mayor de bacterias de diez a cuarenta veces más que la concentración en el agua circundante (Tennant y Reid, 1961; Atrie y Aubert, 1980; Orozco, 1984). Esto se debe a que los moluscos bivalvos son organismos filtroalimentadores que concentran una gran cantidad de microorganismos en sus branquias, por lo que se pueden llegar a convertir en vectores importantes en la transmisión de enfermedades (Metcalf y Stiles, 1965; Barrow, 1981).

La presencia de organismos patógenos en el agua es acompañada por gran cantidad de coliformes, siendo estos últimos parásitos comunes del intestino grueso del hombre y animales de sangre caliente, por lo que se encuentran de manera normal en las heces fecales de estos organismos. La presencia de coliformes revela que existe contaminación fecal y se han considerado como indicadores biológicos de

contaminación (Pelczar, 1980).

Si dichos microorganismos se encuentran en el agua, es señal de que existe una vía de acceso que pueden seguir los gérmenes intestinales patógenos que se eliminan en las deyecciones de enfermos infecciosos. Esta es una de las razones por la cual los coliformes son universalmente utilizados para indicar la presencia y extensión de la contaminación (Rodier, 1981).

Algunos trabajos han usado las bacterias del grupo coliforme como indicadores de la calidad sanitaria en la carne de moluscos bivalvos (Maziers, 1963; Casper et al, 1967; Presnell y Miescier, 1971; Cachola y Nuñez, 1974), en la localidad de Ensenada, se han hecho trabajos acerca de la calidad bacteriológica del agua de mar en la zona costera, usando también en algunos de ellos estudios sobre carne de moluscos bivalvos (Drozco, 1984; Vargas, 1987).

Alvarez (1980), menciona la existencia en Baja California de sistemas ecológicos marinos con un enorme potencial alimenticio, pudiendo ser aprovechados para acuicultura, haciendo énfasis en la importancia de conocer el cuadro ambiental, principalmente los factores ecológicos, físico-químicos y biológicos de las bahías y lagunas costeras de Baja California como una información en la que se deben basar los maricultivos.

De la misma manera otro factor importante que se debe considerar con este fin, es la calidad sanitaria de los cuerpos de agua que son viables de cultivo, principalmente de moluscos bivalvos, ya que constituyen un producto que se consume generalmente fresco, teniendo la característica de concentrar gran cantidad de microorganismos en sus branquias al alimentarse, por lo que adquiere una importancia vital en la seguridad de la salud pública. Además de ser un requisito indispensable para la introducción de este producto en el extranjero, ya que si se tiene una buena calidad sanitaria del agua, asegura en una buena medida la calidad sanitaria del producto, evitando así contraer graves infecciones por consumir moluscos contaminados.

La trascendencia económica de esto, radica en la gran captación de divisas para la región de cultivo, por lo cual se hace necesario cumplir con todos los registros sanitarios que exige el país receptor, de los cuales el más importante es certificar una buena calidad del agua de la zona de extracción.

Se considera que uno de los cuerpos de agua con características aptas para el desarrollo de la acuicultura es Bahía de los Angeles B.C., que está situada en la porción noroeste del Golfo de California, se tiene en

general poco desarrollo, su poblado es pequeño, y existen varios centros turísticos de poca actividad (en invierno principalmente) y algunos campos pesqueros. Presenta nula actividad industrial, por lo que, se puede decir que aparentemente el área de estudio se encuentra libre de contaminación.

De acuerdo a estudios que muestran que la calidad sanitaria de los moluscos bivalvos está directamente relacionada con la calidad del agua donde se desarrollan (op. cit.), y debido a que no existen a la fecha estudios de referencia en la zona, se considera importante determinar su calidad bacteriológica.

## OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo la determinación de la calidad bacteriológica del agua de mar en Bahía de los Angeles, utilizando el grupo de coliformes totales y fecales como indiadores de contaminación fecal, así como la identificación de bacterias patógenas con la finalidad de determinar si el agua de ensenada La Gringa es propicia para fines recreativos y de acuicultura.

## MATERIALES Y METODOS

### AREA DE ESTUDIO

Bahía de los Angeles es una laguna costera que esta situada en la parte oeste central del Golfo de California (fig 1), tiene como barreras costeras a las islas La Ventana, El Piojo, Cabeza de Caballo y una porción de la isla Smith frente a Punta la Gringa.

El área de estudio se encuentra en la parte norte de Bahía de los Angeles y recibe el nombre de ensenada la Gringa o Campo Juárez, se localiza entre la latitud  $29^{\circ}02'$  N y longitud  $113^{\circ}34'$  W (fig 2), es una pequeña ensenada de forma circular en la cual el tamaño de grano de la playa, disminuye de este a oeste y va desde canto rodado hasta arena gruesa, conteniendo una gran cantidad de pedacería de conchas (Barnard y Grady, 1968).

Bahía de los Angeles limita al oeste con el poblado de Punta Prieta y al este con el Golfo de California, Gilmartin y Revelante (1976); señalan que tiene un área de

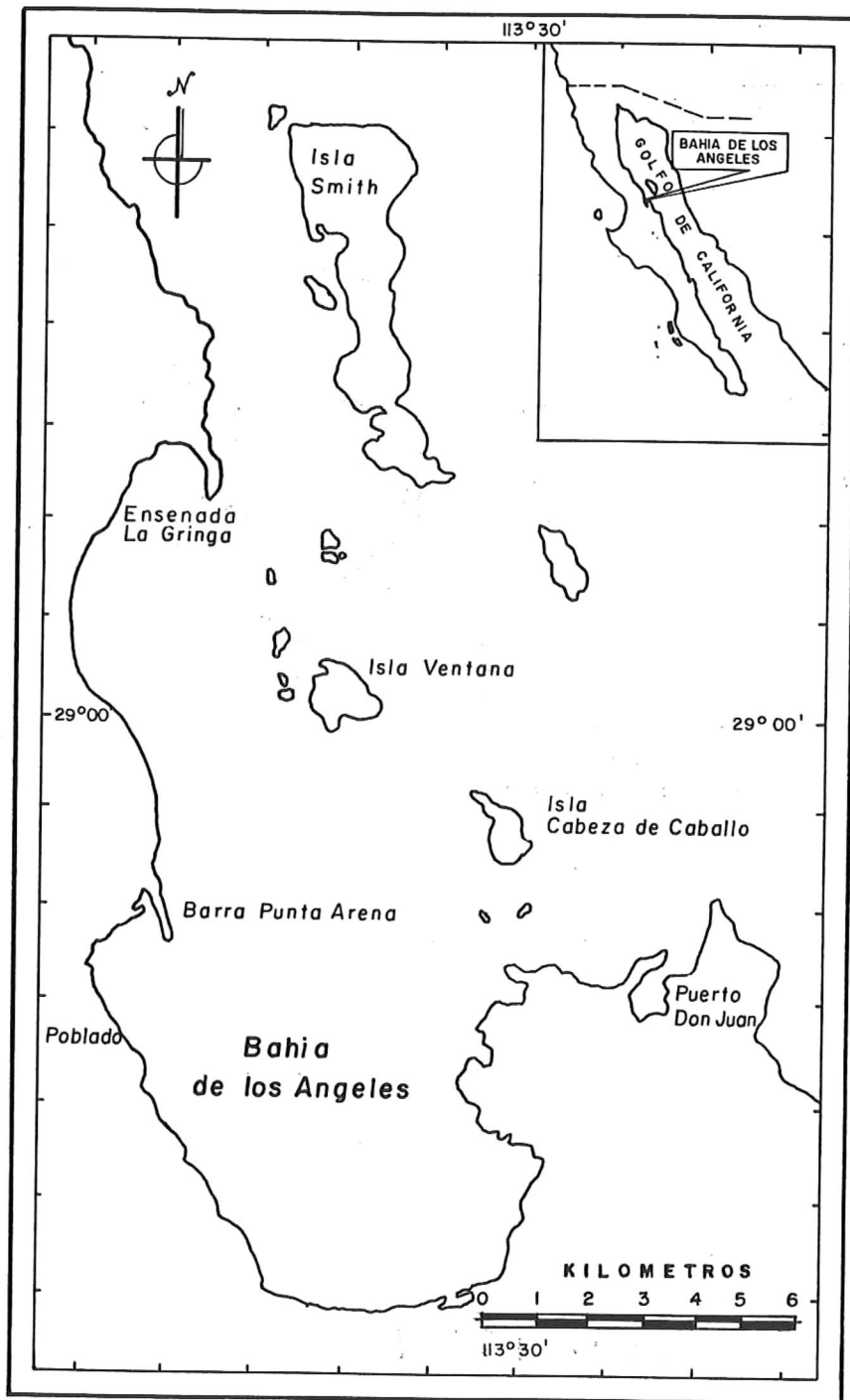


FIG. 1 - MAPA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

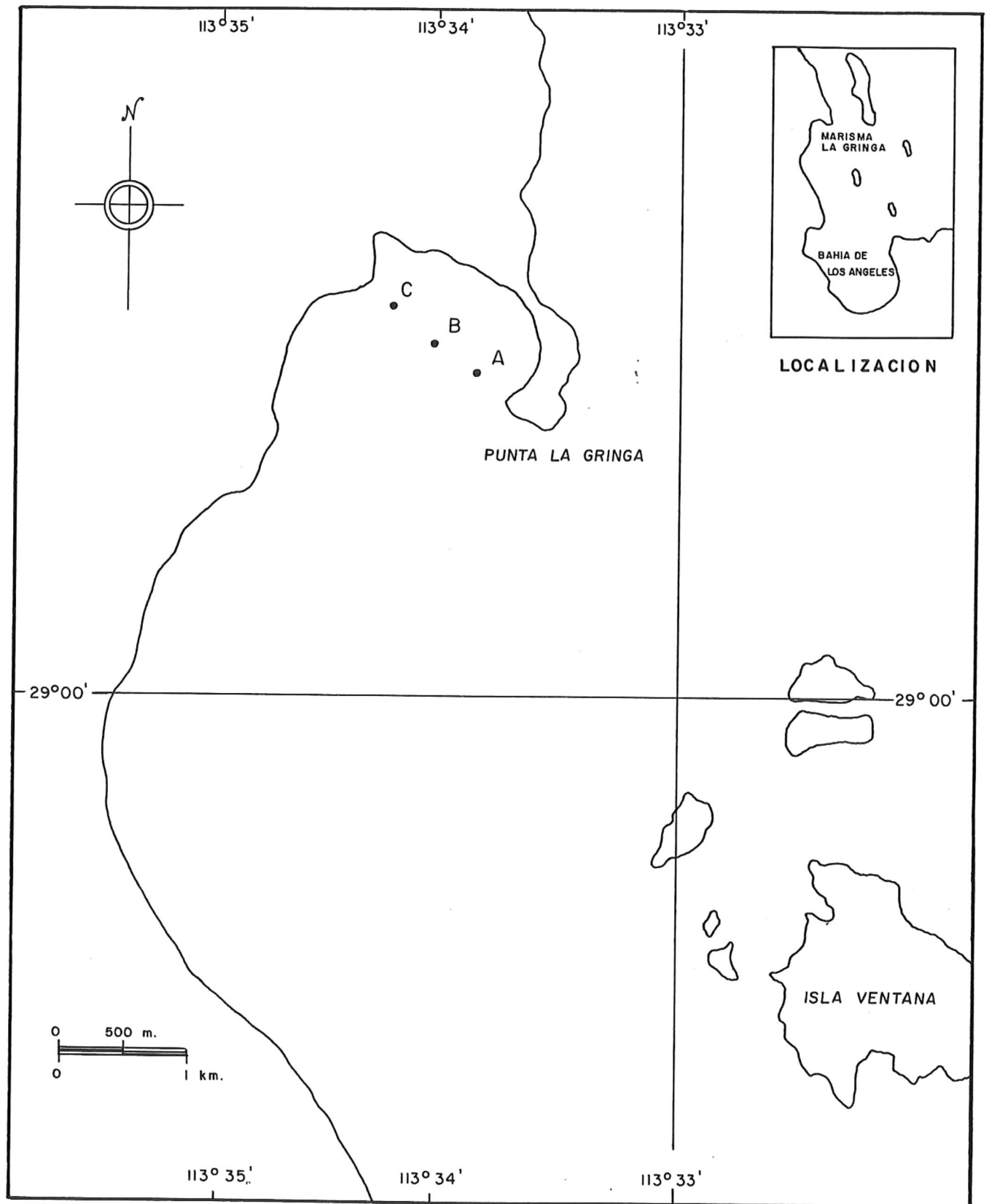


FIG. 2 - LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO Y ESTACIONES DE MUESTREO.

12.3 Km<sup>2</sup>, un volumen de marea de  $166 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, una profundidad promedio de 41.3 m y un índice de flujo muy bajo dado por la relación de profundidad/área igual a 0.03.

Esta Bahía está abierta al Canal de Ballenas y permite la circulación del agua. Roden y Groves (1959; citados por Barnard y Grady 1968), encontraron que existen reportes de corrientes de velocidades de 6 nudos en dicho canal.

Barnard y Grady, (1968); indican que la región de Bahía de los Angeles es un área de características muy particulares ya que presenta situaciones de bahía cerrada, al igual que de mar abierto.

Badan et al, (1987); reportan que existen diferencias estacionales marcadas en la distribución de variables atmosféricas sobre el Golfo de California, y que durante todo el año las temperaturas más frías y la varianza térmica mayor se encuentran en la región de las grandes islas, existiendo durante las estaciones de invierno y verano fuertes vientos de 0 a 10 m/s y soplan del sureste en verano y noroeste en el invierno, siendo en esta época en la que se registran los vientos de mayor intensidad.

Merrifield (1987); indica que el efecto de los

vientos al sur del Golfo se manifiestan como efectos de propagación hacia el norte, teniendo influencia en las fluctuaciones de la corriente, temperatura, presión en el fondo y del nivel del mar, con un efecto de dispersión en las islas.

Amador, Argote y Serrano, (1987); reportan el comportamiento de las corrientes residuales inducidas por el viento en Bahía de los Angeles encontrando que para diferentes direcciones del viento dominante, el patrón de circulación presenta rasgos similares, siendo, las características más sobresalientes, que existe un giro ciclónico en la parte central de la bahía y flujo hacia el interior en la parte central y norte. Cuando existe un cambio en el sentido en la dirección de los vientos, esta circulación se invierte conservando en general las mismas características.

Es necesario marcar que la bahía se encuentra en una región desértica con clima extremo, siendo su temporada de lluvias en invierno, desembocando en la bahía algunos arroyos los cuales son estacionales. Es notable la existencia de una diferencia entre las estaciones de verano e invierno, Badan et al. 1987; señalan que la diferencia más marcada entre ambas estaciones es la humedad absoluta, siendo en verano extremadamente elevada.

## ANALISIS BACTERIOLOGICOS

Se determinaron tres estaciones de muestreo (Fig. 2), tomando en cuenta para ello la boca de la ensenada, el Canal de Ballenas ubicado frente a Punta la Gringa, el patrón de circulación y un cultivo experimental que existía en dicha zona.

Fueron dos períodos de muestreos, uno en verano de 1986 y el otro en invierno (mes de lluvias) de 1987 en los meses de agosto y febrero respectivamente, cubriendo un período de mareas muertas y mareas vivas en cada muestreo.

Cabe hacer mención que este trabajo, se realizó con estudios hidrológicos simultáneos realizados por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, para determinar la fertilización y parámetros indicativos de la presencia de materia orgánica de la zona de estudio.

Se hicieron diez muestreos con réplica de agua de mar superficial para cada estación en los dos períodos del año.

Las muestras se colectaron en frascos de vidrio de 250 ml previamente esterilizados, siendo inmediatamente analizados siguiendo el método del número más probable (NMP) con serie de cinco tubos para la cuantificación de coliformes totales y fecales mediante la prueba presuntiva

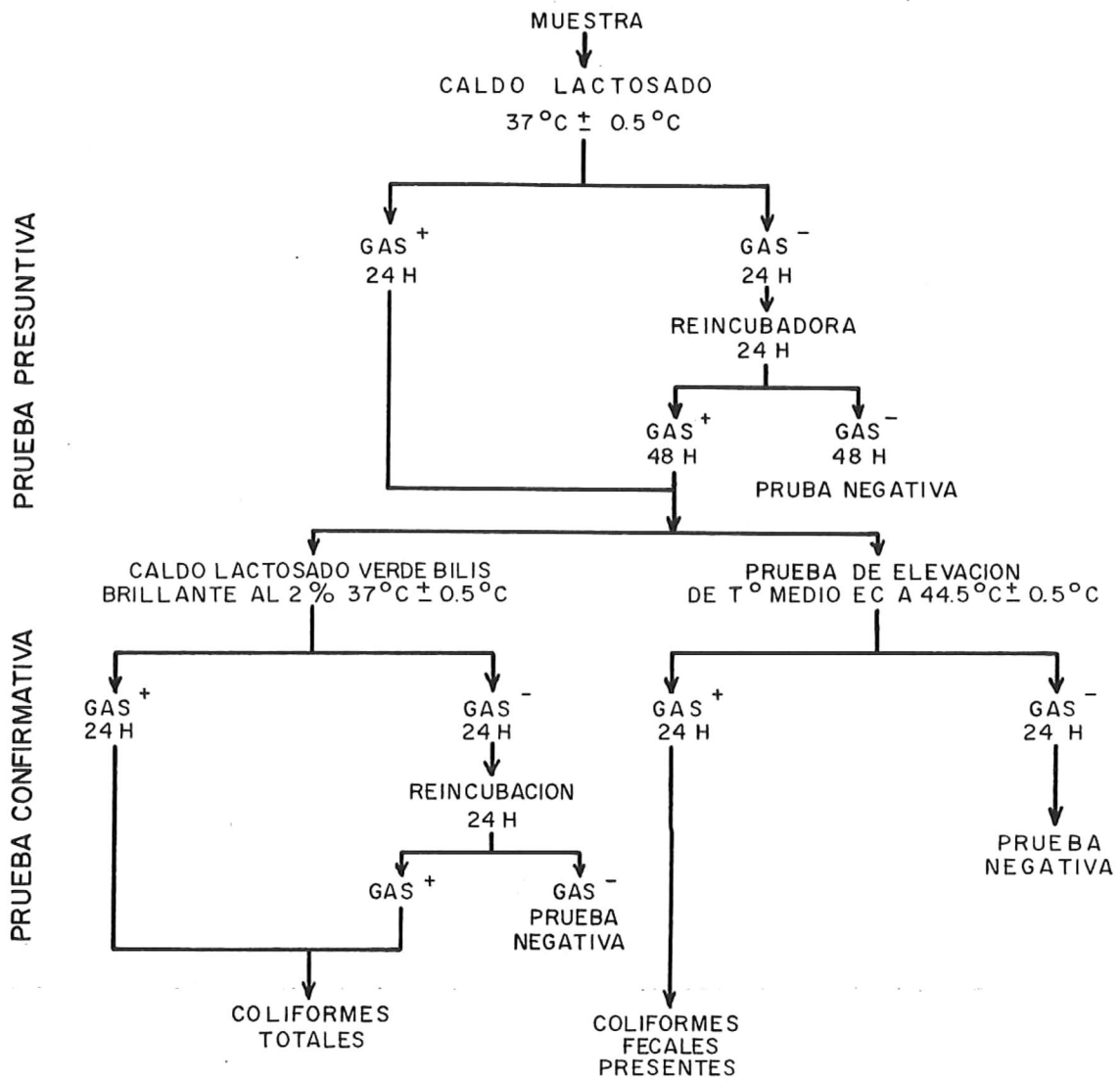


FIG. 3 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRUEBA DEL NMP PARA COLIFORMES TOTALES Y FECALES .

y confirmativa (fig. 3) publicado por la American Public Health Association (1985).

La muestra fué agitada vigorosamente para proceder a inocular en una solución estéril de fosfatos en proporción de 9 ml por 1 ml de muestra, para posteriormente hacer las diluciones.

El método del NMP se basa en la propiedad que tiene el grupo coliforme a fermentar la lactosa con formación de gas en un lapso de 24-48 hrs a  $37^{\circ}$  C en su parte presuntiva. Por lo tanto se procedió a pipetear de la muestra inculada en la solución estéril de fosfatos 1 ml, 0.1 ml y 0.01 ml para hacer las diluciones de la serie de cinco tubos para cada muestra. Cada tubo de la serie contenía 10 ml de caldo lactosado como medio de cultivo y tubos Durham para captar el desprendimiento de gas.

Es importante hacer notar que antes de sembrar, se agitaba muy bien la muestra, posteriormente las series de tubos eran colocadas en una incubadora con temperatura de  $37^{\circ}$ C en el lapso de tiempo establecido.

Los tubos que presentaron desprendimiento de gas en la prueba presuntiva se consideraron positivos, aplicándoles posteriormente la prueba confirmativa.

La prueba confirmativa se basa en la aplicación de un

medio selectivo, el cual contiene bilis e inhibe organismos que no sean miembros del grupo coliforme.

Es por esta razón que las pruebas que resultaron positivas en la parte presuntiva, se sembraron en tubos de fermentación que contenían como medio de cultivo caldo lactosado con verde bilis brillante al 2%, incubándolos a 37°C en un intervalo de tiempo de 24 hrs a 48 hrs para hacer el conteo de coliformes totales.

Simultáneamente, siguiendo el mismo procedimiento que para los coliformes totales, se hicieron las pruebas para cuantificar a los coliformes fecales los cuales se sembraron en caldo EC incubándose estos a 44.5°C durante 24 hrs en un baño de agua.

Para el análisis de bacterias patógenas se utilizó el método indicado en DIFCO, 1978. Se filtró 1 lt de agua de mar usando filtros de membrana estériles de 0.45 micras, sembrándolos en los siguientes medios de enriquecimiento: Hajna para detección de Shigella sp. y Selenito para detección de Salmonella sp., incubándose a 37°C en un intervalo de tiempo de 24-48 hrs, pasado este tiempo, se resiembran en placa con los medios de cultivo de Agar entérico Hektoen, SS Agar, Agar Verde Brillante y Agar Bismuto Sulfito.

Las colonias que crecieron en estos medios, se purificaron en agar de MacConkey, incubándose a 37° C durante 24-48 hrs., aplicándoles posteriormente las pruebas bioquímicas para la identificación de las bacterias usando el método Minitex para enterobacterias del grupo II, el cual incluye los siguientes substratos: arginina, ácido sulfhídrico, ornitina, urea, lisina, dextrosa sin nitrato, adonitol, sorbitol, inositol, rafinosa, malonato, sacarosa, lactosa, fenilalanina, ramosa, ONPG, citrato, Voges Proskauer y arabinosa que sirven para la diferenciación de microorganismos de acuerdo a su metabolismo.

La enumeración de bacterias heterótrofas (mesófilas) se hizo de acuerdo al método de vertimiento en placa, siguiendo la técnica de American Public Health Association (1985), usando agar para conteo en placa de glucosa triptona, e incubando de 35°-37° C por 48 hrs.

#### MÉTODOS ESTADÍSTICOS

El tratamiento de los datos se hizo usando los métodos estadísticos no paramétricos de Kruskal-Wallis, y la prueba de rangos de Wilcoxon ambas al 95% de confianza para determinar la varianza en lugares de muestreo y estaciones del año respectivamente. Se utilizó el método

de Spearman's al 95% de confianza para encontrar la correlación que existía entre los coliformes totales y fecales, y también para ver la correlación entre las bacterias indicadoras y algunos parámetros físico-químicos. Todos ellos publicados en Statistics by McClave and Dietrich, (1979).

## RESULTADOS

Se reportan los resultados bacteriológicos obtenidos durante los meses de agosto de 1986 y febrero de 1987. Estos se presentan respecto a la mediana por no presentar los datos una distribución normal, trabajándose entonces con análisis de varianza no paramétrico.

La estadística general del NMP de bacterias coliformes totales y fecales obtenidos en los muestreos efectuados se muestran en las tablas I y II.

La variación espacial de las bacterias coliformes totales y fecales para los 2 meses de muestreo, indica una distribución promedio muy baja (Tabla I). El valor mínimo detectado para coliformes fecales, y la mediana para ambos coliformes fué <2 bacterias/100 ml. Los rangos que se tienen son pequeños y no existe mucha variación entre ellos.

En cuanto a las bacterias mesófilas, existió un mayor número en la estación C, siendo menor en B y A respectivamente.

En relación a los meses de muestreo (Tabla II) se

Tabla I.- DISTRIBUCION PROMEDIO PARA AGOSTO 1986 Y  
FEBRERO 1987 DE BACTERIAS COLIFORMES  
TOTALES, FECALES (NMP/100 ml) Y MESOFILOS (ml)  
EN AGUA DE MAR DE ENSENADA LA GRINGA,  
BAHIA DE LOS ANGELES B. C. MEXICO,

LOC	COLIF TOTALES			COLIF FECALES			MESOFILOS
	RANGO	$\bar{X}$	MED	RANGO	$\bar{X}$	MED	
A	<2-23	3	<2	<2- 8	2	<2	160
B	<2-23	3	<2	<2-13	2	<2	210
C	<2-23	2	<2	<2- 2	<2	<2	420

Tabla II.- CONCENTRACION ESTACIONAL PROMEDIO DE BACTERIAS  
COLIFORMES TOTALES, FECALES (NMP/100 ml) Y  
PATOGENOS PARA VERANO-INVIERNO, EN EL AGUA DE  
MAR DE ENSENADA LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES  
B.C. MEXICO

EST	COLIFORMES TOTALES			COLIFORMES FECALES			PATOGENOS SAL*SHI*
	RANGO	$\bar{X}$	MED	RANGO	$\bar{X}$	MED	
VER	<2-23	4	<2	<2-13	2	<2	AUSENCIA
INV	<2-7	<2	<2	<2-7	<2	<2	AUSENCIA

\*SAL=Salmonella sp.

\*SHI=Shigella sp.

observó una concentración mayor de coliformes durante el mes de agosto (condiciones de verano) que en febrero (condiciones de invierno), siendo el promedio de coliformes totales de 4 bact/ 100 ml y de <2 bact/ 100 ml respectivamente. El promedio de las bacterias fecales fué de 2 bact/100 ml para verano y de <2 bact/100 ml para invierno. La mediana del grupo coliforme siempre se mantuvo menor de 2/100ml. En ninguna de las dos épocas de muestreo se detectaron bacterias patógenas.

Las concentraciones promedio de bacterias coliformes que se obtuvieron por estación en cada uno de los meses de muestreo se presentan en las tablas III y IV respectivamente, sus promedios, medianas y rangos para ambos tipos de coliformes fué siempre muy bajo, obteniéndose el mayor promedio (5 bact/100 ml) en la estación B en el mes de agosto, y el menor (2 bact/100 ml) en febrero para todas las estaciones. Para las bacterias mesófilas se encontró mayor cantidad de ellas en el mes de agosto por un orden de magnitud comparadas con las del mes de febrero, existiendo una mayor concentración de ellas en la estación C, para ambos meses.

Las tablas V y VI resumen los resultados de las pruebas estadísticas no paramétricas de Kruskal-Wallis, y la prueba de Wilcoxon, ambas al 95% de confianza.

TABLA III.- DISTRIBUCION ESPACIAL PROMEDIO DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES, FECALES (NMP/100 ml) MESOFILAS AEROBIAS (ml) Y PATOGENAS PARA AGOSTO DE 1986, EN ENSENADA LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

LOC	COLIF TOTALES			COLIF FECALES			PATO-GENOS	MESO-FILOS
	RANGO	$\bar{X}$	MED	RANGO	$\bar{X}$	MED		
A	<2-23	4	<2	<2-8	3	<2	AUS*	300
B	<2-23	5	<2	<2-13	3	<2	AUS*	400
C	<2-23	3	<2	<2-8	2	<2	AUS*	800

AUS\* = Ausencia de Salmonella sp.  
 = Ausencia de Shigella sp.

Tabla IV.- DISTRIBUCION ESPACIAL PROMEDIO DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES, FECALES (NMP/100 ml), MESOFILAS AEROBIAS (ml) Y PATOGENAS PARA FEBRERO DE 1987, EN ENSENADA LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO.

LOC	COLIF TOTALES			COLIF FECALES			PATO-GENOS	MESO-FILOS
	RANGO	$\bar{X}$	MED	RANGO	$\bar{X}$	MED		
A	<2-7	2	<2	<2-7	2	<2	AUS*	20
B	<2-2	2	<2	<2-2	2	<2	AUS*	20
C	<2-5	2	<2	<2-2	2	<2	AUS*	40

Aus\* = Ausencia de Salmonella sp.  
 = Ausencia de Shigella sp.

El análisis de varianza de Kruskal- Wallis (tabla V) se hizo para los lugares de muestreo, encontrándose que; no existe evidencia significativa para decir que la distribución de bacterias en las estaciones A, B y C sea diferente.

Sin embargo, la prueba de Wilcoxon (Tabla VI) muestra que existen diferencias significativas para concluir que la distribución de bacterias entre los meses de agosto y febrero difieren.

Utilizando el método de Spearman's se hizo el análisis de correlación entre coliformes totales y fecales. Se encontró en ambos meses una alta correlación entre los dos tipos de coliformes, siendo la mayor (0.90) en el mes de agosto (Tabla VII).

En la tabla VIII tenemos los valores máximos presentados para los parámetros químicos de seston y productividad para verano e invierno, los cuales fueron determinados conjuntamente a este trabajo por Canino, (1989) y Muñoz, (1989).

En la tabla IX se resumen también los promedios, rangos y medianas para la temperatura, se observa que la tendencia que presenta es que son valores más altos para el verano.

Tabla V.- ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMETRICO DE  
KRUSKAL-WALLIS (95%) ENTRE LUGARES DE MUESTREO  
PARA COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN ENSENADA  
LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES B. C. MEXICO

LOCALIDADES	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
A -B - C	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA

Tabla VI.- PRUEBA DE WILCOXON ENTRE ESTACIONES DEL AÑO  
(VERANO-INVIERNO) EN ENSENADA LA GRINGA,  
BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

ESTACIONES	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
VER - INV	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA

Tabla VII.- COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE COLIFORMES  
TOTALES Y FECALES PARA LOS PERIODOS DEL AÑO  
DE VERANO E INVIERNO EN ENSENADA LA GRINGA  
BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

ESTACION	CORRELACION
VERANO	0.90
INVIERNO	0.75

Tabla VIII.- VALORES MAXIMOS ESTACIONALES DE SESTON  
Y PRODUCTIVIDAD EN ENSENADA LA GRINGA,  
BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

EPOCA	SESTON	PRODUCTIVIDAD
	g/m MAX	mgC m /hr MAX
VERANO	6.2	10.9
INVIERNO	4.3	5.5

Tabla IX.- TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIONAL EN  
ENSENADA LA GRINGA,  
BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

	T E M P E R A T U R A		
	RANGO	$\bar{X}$	MED
VERANO	27.6-29.5	28.6	28.5
INVIERNO	14.8-15.5	14.9	14.9

Tabla X.- COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE BACTERIAS  
INDICADORAS Y FACTORES FISICO-QUIMICOS EN ENSENADA  
LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

ESTACION	SZ	T
VER	0.797	-0.944
INV	0.871	0.494

\* No se tienen los valores de pH para el verano

Se obtuvo el grado de correlación entre los parámetros físico-químicos de T C y SZ con el grupo coliforme (Tabla X), encontrándose que existe una alta correlación inversa con la temperatura (-0.944) en el verano y con la salinidad (0.797), (0.871) en verano e invierno respectivamente (tabla X).

No se obtuvo el resultado de correlación para el pH y el grupo coliforme en la estación de verano, porque para ese mes no se tienen los registros de ese parámetro, no encontrándose una correlación significativa para el invierno.

Los límites y porcentajes máximos permitidos de coliformes bajo el criterio de la Legislación Ambiental Mexicana que debe tener un cuerpo receptor de agua según sus usos y características (SARH, 1979), se localizan en la tabla XI. Se encontró que bajo estos criterios, las medianas obtenidas en este trabajo no rebasan los límites establecidos, ya que se determinó que siempre fueron <2 coliformes/100 ml. Tampoco para ninguna muestra por estación, se exceden los límites establecidos en porcentaje (Tabla XII), puesto que, este último establece que es de 230 NMP/100 ml y sus valores máximos para el mes de verano, que fué cuando se obtuvieron conteos más altos, fué de 23 NMP/100 ml.

Tabla XI.- CLASIFICACION DE LAS AGUAS COSTERAS EN FUNCION DE SUS USOS Y CARACTERISTICAS DE CALIDAD (TOMADO DEL REGLAMENTO PARA LA PREVENCION Y CONTROL DE LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS SARH, 1979)

CLASE	USOS	LIMITE MAX DE COLIF. TOTALES EN (NMP/100 ml)
C1	Cultivo de mariscos para consumo directo	70*
C2	Recreación con contacto primario	menor que 1000*

\* mediana de la concentración

No más del 10% del total de las muestras en un período mensual deberá exceder de 230 NMP/100 ml.

No más del 20% del total de las muestras en un mes (5 muestras por lo menos) deberá exceder de 1000 NMP/100 ml, ni ninguna muestra simple tomada durante un período verificativo de 48 hrs, debe exceder de 10 000 NMP/100 ml.

Tabla XII.- PORCENTAJE DE MUESTRAS POR ESTACION QUE EXCEDEN LOS MAXIMOS PERMISIBLES DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES PARA CULTIVO DE MARISCOS Y USOS RECREATIVOS EN AGUA DE MAR EN ENSENADA LA GRINGA, BAHIA DE LOS ANGELES B.C. MEXICO

C O L I F O R M E S   T O T A L E S								
EST	AGUAS PARA CULTIVO				USOS RECREATIVOS			
	VERANO		INVIERNO		VERANO		INVIERNO	
	%	MED	%	MED	%	MED	%	MED
A	0	<2	0	<2	0	<2	0	<2
B	0	<2	0	<2	0	<2	0	<2
C	0	<2	0	<2	0	<2	0	<2

## DISCUSION

Los resultados bacteriológicos muestran que existe la presencia de bacterias coliformes en el agua de mar, siendo la distribución espacial de bacterias coliformes muy baja en ambos meses de muestreo, sus medianas fueron siempre (2 coliformes/100 ml en todas las estaciones muestreadas, en ambos meses de muestreo. Es posible que la presencia de bacterias en la zona se deba al acarreo por corrientes. Canino (1989) y Muñoz (1989), determinaron paralelamente a este trabajo que los factores que determinan la dinámica del sistema son los vientos y corrientes de marea.

El análisis de varianza indica que no hubo diferencia significativa entre las estaciones de muestreo, esto podría ser porque el área de ensenada La Gringa es pequeña (785 m<sup>2</sup>), la cual representa el 6.3% del total de Bahía de los Angeles, teniendo tan solo una separación de 200 m entre cada estación y teniendo además un tiempo de residencia muy corto de 1.5 días promedio (Ibarra, 1988).

En cuanto a la distribución temporal, existió una diferencia significativa entre las estaciones del año, aunque esto no es muy evidente sin métodos estadísticos,

ya que los promedios encontrados fueron de 4 y 2 coliformes/100 ml respectivamente para verano e invierno. Sin embargo la prueba de Wilcoxon nos muestra que si existe diferencia entre ellos, ésta diferencia es probablemente debida a las características ecológicas que presenta Bahía de los Angeles en sus factores tanto bióticos como abióticos en el mes de verano, puesto que se encontró que hubo mayor abundancia de vertebrados de sangre caliente y los factores químicos indicaron una mayor disponibilidad de materia orgánica para este mes. Este resultado coincide con lo encontrado por otros autores Brierley et al (1975), García de la Banda et al (1985), por citar solo algunos.

Un factor importante que se observa al analizar la distribución de bacterias tanto temporal como espacialmente, son las mareas. Se sabe que para el Golfo de California los meses de junio a octubre son los meses de rangos de mareas más altas, esto hace que exista un mayor acarreo de bacterias hacia el mar por excretas de animales. Orta (1988), quién trabajó con desechos fecales de lobos marinos en Bahía de las Animas a 25 Km al sur de Bahía de los Angeles, reporta que en el mes de agosto no fué posible la colecta de sus muestras, por las condiciones de oleaje y mareas que lavaban la cara de la playa donde se encontraban las heces, incorporándolas

rápidamente al cuerpo receptor. De acuerdo con esto y aunado a que este mismo autor señala que Aurióles et al. (1983) y Marorilla (1986), encontraron que los lobos marinos presentan movimientos migratorios invernales hacia el sur y que, presentan una variación temporal, habiendo detectado el mínimo en febrero y un máximo en octubre, coincide con el patrón temporal que presenta la distribución de bacterias coliformes.

Espacialmente, el fenómeno de mareas es importante porque según la condición que presente esta, hace que exista el efecto de dilución o de concentración de bacterias (SARH, 1979). El muestreo de agosto se caracterizó por presentar mareas muertas, predominando condiciones de estratificación (Canino op. cit.), esto pudo influir para encontrar mayores concentraciones de bacterias en dicho mes, debido a un menor efecto de dilución y dispersión, además que para este período se presentan tiempos de residencia entre 2-3 días, en comparación con invierno que es únicamente de un día (Segovia \* 1989, comunicación personal).

No obstante, a pesar de que la presencia de bacterias

\* Segovia, jefe de proyecto IIO

coliformes en el agua es tan pequeña, es evidencia de que existe una vía de acceso de estos organismos por acarreo a la zona de estudio, pues en sí, en ella misma no se muestra afección por aguas residuales.

Amador et al (1987), encontraron en un estudio hidrodinámico que, Bahía de los Angeles presenta un comportamiento estacional inverso en su circulación, esto es debido a que en condiciones de vientos dominantes con dirección N y NO (específicamente febrero para este trabajo), las corrientes fluyen al interior de la bahía por la porción norte y central de la boca saliendo por la porción sur y con vientos dominantes de S y SE (vientos denominados toritos) la circulación se invierte, presentando este comportamiento para el mes de agosto. Barnard y Grady (1968) mencionan que existe una velocidad de 6 nudos en el canal de ballenas, estando dicho canal abierto a Bahía de los Angeles permite su circulación. Esto da como resultado la posibilidad de que exista un riesgo de acarreo por dispersión de bacterias provenientes de las zonas aledañas a la zona de estudio.

Varios autores muestran que la franja de islas e islotes situados en la parte norte del golfo, se caracterizan por ser lugares de habitación para algunos mamíferos marinos y también lugares de anidación para

algunas aves (Lorne Green 1982, Orta 1988). Dentro del área comprendida por Bahía de los Angeles, existen una serie de islas, las cuales se encuentran 4.5 km promedio separadas de la zona de estudio. De Anda (1987) reporta que en estas islas, existe la presencia de lobos marinos, en la isla Calavera (fig. 4), Antonio Reséndiz\* (1989), en comunicación personal reporta una población representativa de estos organismos, además Orta (op. cit), encuentra que forman grupos con las aves.

Lorne Green (op.cit.) muestra que, isla la Raza sirve de lugar de anidación para gaviotas de patas amarillas (Larus livens), gaviotas heermann's (Larus heermanni) y de gorriones marinos. Estas aves inmigran a la isla a mediados de marzo, y emigran en junio. También Anderson et al (1976), citado por Sandoval(1986), señalan que el Golfo de California contiene uno de los grupos más extensos y ricos de aves subtropicales de Norteamérica y citan algunos grupos endémicos.

Brierley (1975) demostró que en una zona de refugio de aves, se recibe una significativa contaminación fecal durante los periodos que las aves usan el refugio, muestra que existe una relación directa entre la presencia de aves y concentraciones altas de coliformes en el cuerpo receptor adyacente. Encontrando también un descenso

\* Reséndiz, estación de SEPESCA, Bahía de los Angeles.

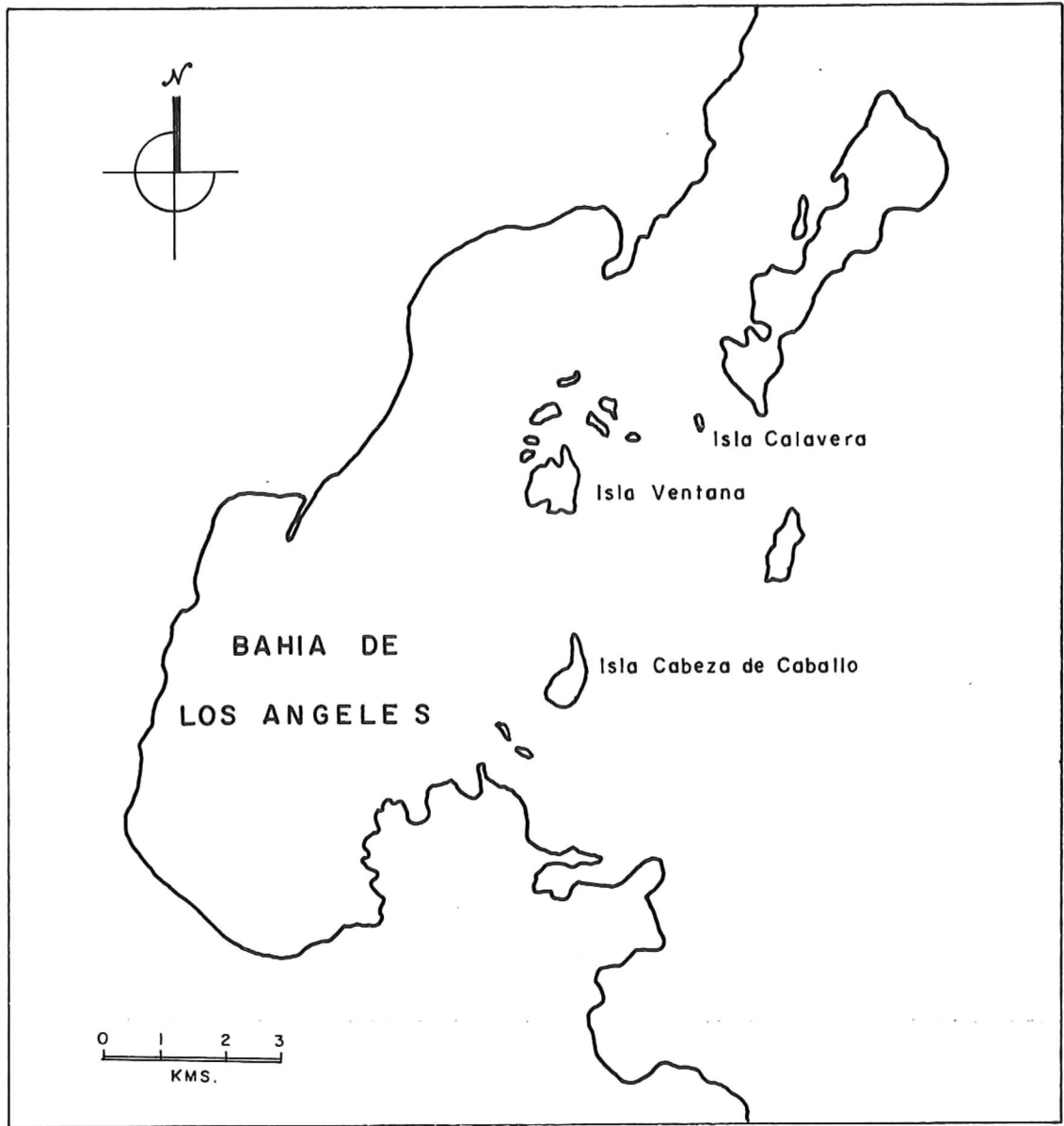


FIG. 4 = MAPA DE BAHIA DE LOS ANGELES .

importante en la concentración de dichas bacterias en su ausencia. Esto hace pensar que aunque existe alguna distancia entre las islas y la zona de estudio en la cual las bacterias sufren dilución, el desplazamiento que presentan estos organismos es grande, así como también el de los lobos marinos lo cual pudiera compensar el efecto de dilución.

Estos hechos, hacen pensar que la población de lobos marinos y aves, sea un factor importante como fuente de bacterias coliformes, en especial en el mes de verano, puesto que el patrón de circulación, las mareas, los vientos y los movimientos migratorios que presentan éstos organismos coinciden con el patrón temporal que presenta la distribución de bacterias coliformes encontrados en éste trabajo.

Por otro lado, la alta correlación que se encontró de 0.90 para verano y 0.75 para invierno entre coliformes totales y fecales para ambas estaciones del año, indica que la fuente de estos organismos proviene muy probablemente de desechos fecales.

Esta fuente podría tener su origen además de la población de lobos marinos y aves que habitan la zona, en el poblado, la afluencia turística a los campos existentes, y/o a los escurrimientos terrestres por

lluvia.

Es posible que el poblado pudiera no ser la principal fuente responsable de la presencia de bacterias en la zona de estudio, ya que, aunque carece de sistema de alcantarillado y de planta de tratamiento de aguas, su principal sistema de desechos es a través de letrinas (Sr. Chavira\* 1989, comunicación personal); siendo este sistema un método bastante seguro para el control de la contaminación de las aguas (Dirección de Ingeniería Sanitaria, 1982).

Con respecto a la afluencia turística, ésta se presenta principalmente en los meses de verano y se puede decir que, aunque pudiera contribuir al aumento encontrado en la concentración de bacterias para el mes de agosto, se espera que no sea un factor importante como fuente de desechos, puesto que, los campos turísticos en la zona de la bahía cuentan con el mismo sistema de desechos que el poblado, no teniendo entonces acceso al mar.

Los escurrimientos por lluvia, no se consideran una fuente importante de contaminación, porque en la época en que estas se presentan, el conteo promedio de coliformes fué de 2 NMP/100 ml. Esto se explica porque Bahía de los Angeles es una cuenca cuyos escurrimientos superficiales

\* Sr. Chavira, CESPE Ensenada

son escasos y esporádicos, los cuales oscilan entre 0-5% anual (SPP 1981), además el patrón de circulación con un tiempo de residencia de un día que se tiene para invierno (temporada de lluvias), hace que el aporte terrígeno de bacterias coliformes sea evacuado rápidamente hacia afuera de la zona de estudio.

El principal motivo que hace pensar que las tres últimas posibles fuentes mencionadas no sean causantes importantes de un aporte grande de bacterias coliformes, es el bajo conteo encontrado de las mismas en ambas estaciones del año, ya que se esperaría obtener conteos más altos por los aportes que tendrían este tipo de fuentes si se vertieran en forma continua directamente al mar. No obstante, para poder decir esto, hay que tomar en cuenta otros factores que en este trabajo no son medidos, como es un estudio de sobrevivencia de bacterias coliformes para las condiciones que presenta la bahía, esto se podría hacer mediante un estudio de distribución de bacterias usando bacterias trazadoras y otros acerca de la calidad depurativa del agua de mar, este último encierra la determinación de indicadores de sistemas biológicos para la calidad de agua (Persoone 1979).

Con respecto a los factores físico-químicos, sabemos que los medios ambientes acuáticos varían tanto espacial

como estacionalmente en dichas características tales como, concentraciones de sales, temperatura, pH, aereación, así como luz profundidad, partículas suspendidas, por mencionar algunas y todos estos factores pueden influir en la cantidad y clase de microorganismos encontrados.

También sabemos que las bacterias heterótrofas, juegan un papel importante en el ciclo del carbono, pues son los microorganismos con importancia primaria en el reciclamiento de la materia orgánica, a través de la mineralización de ésta (Aaronson 1970).

En este trabajo se encontró que existe una mayor concentración de bacterias mesófilas en el verano, teniendo una diferencia estacional de un orden de magnitud entre verano e invierno (Tablas III y IV), esto se explica porque para este mes hubo mayor disponibilidad de materia orgánica y una temperatura más apropiada para el desarrollo y multiplicación de dichas bacterias. Canino (1989) y Muñoz (1989), encontraron que los valores de seston de 6.2 y 4.3 g/m y los de productictividad 10.9 y 5.5 mg C m/hr para verano e invierno respectivamente, son los valores más altos para cada estación y la diferencia entre ellos, apoya la existencia de una mayor disponibilidad de materia orgánica para el verano. Butkevich (1936), encontró que existe una mayor

Multiplicación de bacterias heterótrofas marinas en un rango de  $24^{\circ}$ - $28^{\circ}$ C, que en un rango de  $9^{\circ}$ - $18^{\circ}$ C, lo cual coincide también con los rangos de temperatura encontrados en este trabajo (Tabla VIII), corroborando el hecho de que exista desarrollo y permanencia de bacterias mesófilas en la estación de verano.

Sin embargo, aunque esto concuerda con el comportamiento general que presentan las bacterias, se encontró una correlación alta y negativa ( $-0.94$ ) entre la temperatura y las bacterias coliformes, éste resultado concuerda con lo obtenido por otros autores, dentro de los más recientes es el realizado por Rhodes y Kator (1988).

Mancini y Ridgewood (1978), reúnen sus resultados con los de varios investigadores, para encontrar unas expresiones matemáticas, para la estimación numérica del rango de mortalidad de coliformes bajo la influencia de la temperatura, salinidad y luz, ya que éstas investigaciones han indicado que los componentes en el agua de mar en relación con estos parámetros son responsables del rango de mortalidad de coliformes. Ellos encuentran que a temperaturas más altas, se incrementa el rango de mortalidad de coliformes. Esto podría explicar la correlación inversa que se obtuvo para el verano, amén de que los rangos de temperatura que se obtuvieron para esta

estación, coinciden con una alta tasa de mortalidad, según lo encontrado por los autores.

En el presente trabajo, en base a los criterios de la legislación mexicana (SARH 1979), se encontró que las aguas de ensenada La Gringa, gozan de una buena calidad bacteriológica en cuanto a usos recreativos y de acuicultura, ya que no se detectaron bacterias patógenas y los conteos de coliformes, no rebasan las medianas y porcentajes de muestra por estación establecidos (Tabla XII), representando el resultado de las medianas únicamente el 4% del límite de 70 coliformes/100 ml para acuicultura, Lo que le hace ser una zona altamente aceptable para ambos usos.

## CONCLUSIONES

Se presentó una mayor concentración de bacterias coliformes en el agua de mar en verano.

La presencia de bacterias coliformes en la zona de estudio se debe a contaminación natural por excrementos de animales de sangre caliente.

Se encontró que existe una alta correlación inversa en verano para coliformes y temperatura.

La temperatura y cantidad de materia orgánica que se tienen para verano, son propicias para la multiplicación y desarrollo de bacterias mesófilas.

El poblado, los campos turísticos y las lluvias, no son un aporte importante de bacterias coliformes a la zona de estudio.

No se detectaron bacterias patógenas

De acuerdo a los límites bacteriológicos establecidos por la legislación mexicana (SARM 1979), ensenada La Gringa es altamente aceptable como zona recreativa y usos de cultivo.

## RECOMENDACIONES

Realizar monitoreos durante las cuatro estaciones del año, cercanos a las fuentes posibles de bacterias coliformes, con la finalidad de conocer los niveles de aporte y su dilución.

Llevar a cabo estudios bacteriológicos en sedimentos, los cuáles, debido al material orgánico que contienen, alojan microorganismos.

Realizar un programa administrativo de prevención de contaminación para esa bahía.

## LITERATURA CITADA

- Alvarez-Borrego, S., 1980. Ecología de lagunas costeras y mares adyacentes de Baja California. En: Discusiones Internas Sobre Labores de Inv. y Doc. CICESE., Ensenada B.C. 130-137
- Aaronson, S. 1970. Experimental microbial ecology. Academic Press. N. York. 236 pag
- American Public Health Association, 1985. Standard methods for examination of water and waste water. 15th. ed. APHA. Washington D.C. 913-917
- Amador-Buenrostro A., M.L. Argote, y S. Serrano, 1987. Corrientes residuales inducidas por el viento en Bahía de los Angeles. Congreso. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Oceanografía. SEPESCA, julio

- 27-31, 1987. Ensenada, B.C. Méx.: 291 y 348.
- Atrie P., Aubert, 1980. Etude de la contamination experimentale d'huitres par des bacteriophages. Rev. Int. Oceanogr. Med. LIX: 71-76
- Badan-Dangon A., G. Gutiérrez-De Velasco, C.D. Winant, 1987. Procesos atmosféricos impulsores del Golfo de California. Congreso. Resúmenes del VII Congreso Nacional de Oceanografía. SEPESCA, julio 27-31, 1987. Ensenada, B.C. Méx. 255
- Barnard J.L., J.R. Grady, 1968. A biological survey of Bahía de los Angeles, Gulf of California, Mexico. General Account. San Diego, Soc. Nat. Hist., Trans. 15(6): 51-66
- Barrow G.I., 1981. Microbial pollution of coasts and estuaries: The Public Health Implications. Wat. Poll. Contr. Fed., 80(20): 221-230

- Brierley J.A., D.K. Brandvold, C.J. Popp, 1975.  
Waterfowl refuge effect on  
water quality: I. Bacterial  
population. Journal WPCF  
November 1978. 2477-2484
- Butkevich N.V., V.S. Butkevich, 1976. Multiplication of  
sea bacteria depending on the  
composition of the medium and  
on temperature. IN: Litchfield  
(ed.). Marine Microbiology.  
Benchmark Papers in  
Microbiology Publ.  
Pennsylvania; vol (II): 93-96
- Cachola R., M.C. Nunes, 1974. Quelques aspects de la  
pollution bacteriologique des  
centres producteurs de  
mollusques de L'Algarve  
(1963-1972). Bol. Inf. Inst.  
Biol. Marit. Lisboa, No. 13.  
Fevereiro: 33
- Canino-Herrera S.R., 1989. Variabilidad de productividad  
primaria, seston y clorofila en  
Bahía de los Angeles B.C.  
Tesis de licenciatura FCM UABC

Ensenada B.C. México. 53 pag

Carlucci A.F., D. Pramer, 1959. Factors affecting the survival of bacteria in seawater. Appl. Microbiol. 7: 288-392

Casper V.L., J.C. Bugg, R.J. Hammerstrom, 1967. Sanitary survey studies of shellfish growing areas in Florida and Mississippi. Conference. Proceedings Gulf and South Atlantic Shellfish Sanitation Research Conference. Public Health Service. 151-171

Comission for Western Australia, 1961. Thyphoid traced to bathing at polluted beach. Annual. Rep. Pub. Works: N.Y. 92-182

De Anda M., 1987. Sea lions- predators or prey? a marine biological expedition to Bahia de los Angeles april 1-8, 1987.

DIFCO, 1978. Manual de bacteriología (recopilación de técnicas). DIFCO. Lab. Inc. Madrid Esp. 395

- Dirección de Ingeniería Sanitaria, 1982. Manual de saneamiento vivienda, agua y desechos. DIS., SSA, LIMUSA 1982
- El-Sharkawi F., 1978. Typhoid epidemiology "Alexandria case study" the relation between the state of pollution on Alexandria swimming beaches and the occurrence of typhoid among bathers. Coastal Pollution Control. WHO Training Course Danina Denmark. Vol. III; 777-790
- Favero M.S., 1985. Microbiologic indicators of health risks associated swimming. American Journal of Public Health 75:9 1051-1054
- García de la Banda I., Sillardia; M.J. Perras, 1985. Contaminación bacteriana en la bahía de Santander. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 41-53
- Gauthier M.J., 1974. Poluciones bacterianas en el medio marino. Ed. Omega, Barcelona,

Esp. 128-141

Gilmartin M., N. Revelante, 1976. The phytoplankton characteristics of the barrier island lagoons of the Gulf of California. Est. and Coast. Mar. Sc. 7: 29-47

Guinea J.S., Sancho J., Parés R., 1979. Análisis microbiológico de las aguas, aspectos aplicados. Ed. Omega, Barcelona Esp. 121

Ibarra-Sañudo S., 1988. "Serie de tiempo de variables hidrológicas al norte de Bahía de los Angeles, B.C. condiciones de verano. Tesis de licenciatura FCM UABC 58 pag.

Lorne Greene, 1982. NEW WILDERNESS Documentary. A continuation of "Lorne Greene's Last of the Wild" (WAR BIRDS), Wherein man's efforts to save endangered animal species are depicted. Host: Lorne Greene  
Executive producer: Lorne

Greene Supervising producer:  
Ann O'Brien Producer; Charles  
Greene, Steve-Dewar Syndicated  
30 mins 9/82 ENCYCLOPEDIA OF  
TELEVISION/ SERIES, PILOTS AND  
SPECIALS 1974-1984 VOL. II  
Vicent Terrace NEW YORK  
ZOETROPE

Mancini J.L., N.J. Ridgewood, 1978. Numerical estimates  
of coliform mortality rates  
under various conditions.  
Journal WPCF November 1978  
2477-2484

Maziers M.J., 1963. Study of coliform bacteria in sea  
water and in oyster culture  
hygiene. Bull. Acad. Vet.  
Fr. 36(8): 363-367.

McClave J.T., F. H. Dietrich, 1979. Statistics.  
Published by Dellen Publishing  
Company, San Francisco, Calif.  
662 pag

Merrifield, M. 1987. Circulación de frecuencia baja en  
el Golfo de California.

Congreso. Resúmenes del VII  
Congreso Nacional de  
Oceanografía. SEPESCA, julio  
27-31, Ensenada. B.C. Méx.  
255

Metcalf T.G., W.C. Stiles, 1965. The accumulation of the  
enteric viruses by the oyster  
Crassostrea virginica. Journal  
Infecc. Dis. 115: 68-76

Muñoz-Barbosa A., 1989. Variación de la productividad  
orgánica primaria, clorofila y  
seston en la ensenada norte de  
Bahía de los Angeles, Baja  
California, México durante  
octubre 1986-1987. 59 pag.

Orozco-Borbon M.V., 1984. Evaluación de la calidad  
bacteriológica del agua de mar  
y Mytilus californianus en la  
zona costera noroccidental de  
Baja California, México. Tesis  
de licenciatura UABC.  
Ensenada. B.C. México. 56  
pag

- Orta-Dávila F., 1988. Hábitos alimenticios y censos globales del lobo marino (Zalophus californianus) en el islote el Racito, Bahía de las Animas, Baja California, México durante octubre 1986-1987. Tesis de licenciatura FCM UABC. 59 pag.
- Pelczar M.J., R.D. Reid, 1980. Microbiología. Ed. Mc Graw-Hill S.A. de C.V. México. 664 pag.
- Persoone G., N. De Pauw, 1979. Systems of biological indicators for water quality assessment IN: Biological Aspects of Freshwater Pollution (ed) O. Ravera. Pergamon Press Publ. Commission of the European Communities; 39-75
- Presnell M.W., J.J. Miescier, 1971. Coliforms and fecal coliforms in an oyster-growing area. J. Water Pollut-Contr. Fed., 43(3): 407-416 part. 1
- Rhodes W.M., H. Kator, 1988. Survival of Escherichia

- coli and Salmonella spp. In: American Society for Microbiology (ed.), Estuarine Environments App. and Env. Micro. Vol. 54, No. 12 2902-2907
- Robles-Valderrama, T. Sigona, F. Cardoso, 1979. Saneamiento de moluscos bivalvos. Subsecretaría de Planeación Direc. Gral. de Protección y Ordenación Ecológica. SARH, Méx.: 307 pp.
- Rodier J., 1981. Análisis de las aguas naturales, aguas residuales, agua de mar. Ed. Omega, Barcelona, Esp. 1059 pag
- Sandoval-Sandoval R., 1986. Evaluación de la calidad bacteriológica del agua de mar en Bahía de Willard. Tesis de licenciatura FCM, UABC. Ensenada. B.C. Méx. 52 pag.
- SARH, 1979. Procedimientos para la certificación de áreas

de cultivo para la explotación y exportación de moluscos bivalvos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. 2a ed. México D.F. 193 pp

Saz A.K., 1963. Antimicrobial activity of marine water. *Limnology and oceanography*, 8:(1) 63-67

Southern California Coastal Water Research Project, 1973. The ecology of the southern california bight: Implications for Water Quality Management. X Public Health and Aesthetics SCCWRP-TR 104: 361-409

SPP, 1981. Carta hidrológica de aguas superficiales, isla de San Esteban H12-10. Secretaría de Programación y Presupuesto. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática 1era

ed. México D.F.

Tennant A.D., J.E. Reid, 1961. Coliform bacteria in sea water and shellfish. Can. J. Microbiol. 7: 725-730

Vargas-Robles L., 1987. Estudio bacteriológico en mejillón Mytilus californianus y aguas costeras de la región noroccidental de Baja California. Tesis de licenciatura FCM UABC. Ensenada, B.C. México. 44 pag.

Zobell C.E., 1936. Bactericidal actions of seawater. Proc. Soc. Exper. Biol. Med. 34: 113-116