



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS



EVALUACION DE LA CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL
AGUA DE MAR EN LA BAHIA WILLARD,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO.



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

RUFINA SANDOVAL SANDOVAL

RESUMEN

Se realizaron tres muestreos durante Verano y Otoño de 1985 e Invierno de 1984. El área de estudio comprendió un subsistema de la Bahía San Luis Gonzaga, siendo la Bahía Willard, donde se localizaron convenientemente tres estaciones de muestro.

El presente estudio tiene como objetivo, evaluar la calidad bacteriológica del agua de mar, con la finalidad de detectar si la bahía, es apta bacteriológicamente para el cultivo de moluscos bivalvos y usos recreativos.

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

Se relacionó la densidad bacteriana con parámetros importantes para este tipo de estudios como son temperatura, potencial hidrogeno, salinidad. Obteniéndose que estos no son determinantes en la distribución bacteriana. Los parámetros químicos indicativos de contaminación estuvieron en concordancia con los bacteriológicos.

En general la calidad bacteriológica en las aguas de la zona de estudio es aceptable, para usos recreativos y cultivo de moluscos bivalvos. Sin embargo en Verano se presentaron altas concentraciones de bacterias coliformes.

DEDICATORIA

A mis padres:

Maria de los Angeles Sandoval y Martin Sandoval.

Por su apoyo y cariño a lo largo de toda mi vida.

A mis hermanos:

Jose Manuel.

Consuelo.

Roberto.

Sonia.

Luis Jorge.

A todos mis amigos:

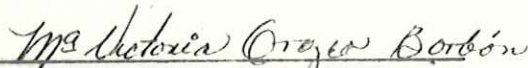
Por su amistad y companerismo.

EVALUACION DE LA CALIDAD BACTERIOLOGICA DEL
AGUA DE MAR EN LA BAHIA WILLARD,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

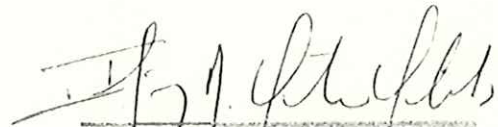
TESIS
QUE PRESENTA

RUFINA SANDOVAL SANDOVAL

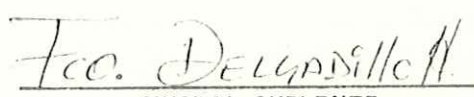
APROBADA POR:


PRESIDENTE DEL JURADO
OC. MARIA VICTORIA OROZCO BORBON


SINODAL PROPIETARIO
OC. SALVADOR GALINDO BECT


SINODAL PROPIETARIO
DR. EFRAIN GUTIERREZ GALINDO


SINODAL SUPLENTE
OC. JOSE ANTONIO SEGOVIA ZAVALA


SINODAL SUPLENTE
OC. FRANCISCO DELGADILLO HINOJOSA

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 Cuernos Costeros de la Región Oeste Central del Golfo de California.

Deseo patentizar mi mas profundo agradecimiento a la Ocean. María Victoria Orozco Borbón por la acertada direccion del presente trabajo. Asi como a los Oceanólogos: Jose Antonio Seoavia Zavala, Salvador Galindo Bect, Francisco Deloadillo Hinojosa y al Dr. Efraín Gutierrez Galindo por sus comentarios y sugerencias como sinodales del mismo.

Y en general a todas las personas que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de este trabajo, especialmente al P. Ocean. Jesús Cruz Paredes y a los dibujantes del Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por la realización de las representaciones graficas.

I N D I C E

I.- INTRODUCCION	1
II.-MATERIALES Y METODOS	8
2.1.- Descripción y localización del area de estudio.,	8
2.2.- Método de muestreo.....	12
2.3.- Método de análisis de bacterias indicadoras.....	14
2.4.- Método de análisis de bacterias patógenos e identificación	15
2.5.- Procesamiento y análisis de datos	16
III.-RESULTADOS	18
3.1.- Concentración y distribución de coliformes.....	18
3.2.- Concentración y distribución de factores, físico-químicos.....	21
3.3.- Grado de calidad sanitaria del agua.....	26
IV.-DISCUSION	30
4.1.- Distribución espacial.....	30
4.2.- Distribución temporal.....	39
4.3.- Distribución de factores físico-químicos.....	40
4.4.- Calidad bacteriológica del agua de mar.....	41
V.-CONCLUSIONES	43
VI.-RECOMENDACIONES.....	45
VII.-LITERATURA CITADA.....	46
VIII.-ANEXOS.....	52

LISTA DE TABLAS

I...	Distribución promedio de bacterias coliformes (NMF/100ml) y patógenos en agua de mar para Bahía Willard.....	19
II...	Concentración promedio estacional de bacterias coliformes (NMF/100 ml) en agua de mar.....	20
III...	Análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (95 %), entre lugares de muestreo y entre estaciones del año para coliformes, en Bahía Willard.....	22
IV...	Coefficiente de correlación, entre bacterias coliformes totales y fecales, En la Bahía Willard.....	23
V...	Distribución promedio de parámetros físico-químicos en agua de mar, en la Bahía Willard.....	24
VI...	Concentración estacional promedio de parámetros físico-químicos en agua de mar en la Bahía Willard.....	25
VII...	Coefficiente de correlación, entre bacterias indicadoras y factores físico-químicos en la Bahía Willard.....	27
VIII...	Porcentaje de muestras por estación que excedieron los máximos permisibles de acuerdo a la legislación Mexicana para el cultivo y usos recreativos en la Bahía Willard.....	29
IX...	Concentración promedio de parámetros químicos en la Bahía Willard, (Datos proporcionados por el IIO)....	33
X...	Concentración promedio de parámetros químicos en la Bahía Willard, (Datos proporcionados por el IIO)....	36

INTRODUCCION

El acelerado aumento poblacional e industrial, ocasiona un mayor aporte de desechos de diferente naturaleza a la costa, reflejándose perjudicialmente en el medio ambiente marino y en el ser humano (Fernández, 1973). Ocasionando daños a los recursos biológicos y a la salud humana, así como provocar una disminución en la calidad del agua de mar para usos recreativos (Organización de las Naciones Unidas, 1971)

En general, Gutiérrez-Galindo et al (1985), señalan diversos tipos de contaminación en las zonas costeras: contaminación física, química y biológica; dentro de esta existen un tipo de contaminación importante en las aguas costeras por su repercusión inmediata en la salud pública; siendo esta la microbiológica, ya que muchos de los microorganismos que causan enfermedades se distribuyen ampliamente por medio de las aguas (Guinea, 1979).

Este tipo de contaminación proviene de las descargas de aguas residuales, que no solamente contienen grandes cantidades de excretas de animales de sangre caliente incluyendo al hombre y animales silvestres, sino que además

contienen desechos de fábricas procesadoras de alimentos, lo que propicia el aumento de patógenos en el medio acuático estuarino y aguas marinas adyacentes a las descargas (Romero-Jarero, 1982).

En suma, muchas clases de bacterias patógenas y otros microorganismos, pueden estar en los desechos, variando con el área geográfica, estado de salud de la comunidad, naturaleza y grado del tratamiento de los desechos y otros factores (Barrow, 1981). Según Kohler (1968) y Robles-Valderrama et al (1977a) citan la existencia de los siguientes grupos de organismos:

a).- Bacterias.- *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, ciertas bacterias esporuladas, *Salmonella*, *Shigella*, *Leptospira*, *Brucella*, *Mycobacterium* y *Vibrio comma*.

b).- Virus.- Pueden encontrarse una gran variedad, incluyendo, el causante de la hepatitis infecciosa, poliovirus, coxsackie, ECHO y otros que producen diarreas y enfermedades respiratorias de etiología desconocida.

c).- Protozoarios.- *Entamoeba histolytica*.

Estos microorganismos al penetrar al ecosistema marino,

se ven afectados por diversos factores, Mitchel (1968), y Morris y Kim, (1976) mencionan, que la sedimentación y adsorción, son factores físicos importantes en la remoción de bacterias terrícolas.

También se considera la acción bactericida de la luz solar, aunque su efecto es mínimo en vista de la turbidez que presentan las mezclas de aguas negras con las del mar (Ramia, 1985); Pero puede ser determinante en áreas o bahías vírgenes para la aniquilación de bacterias ajenas al medio marino.

A pesar de estos factores adversos para el desarrollo de los microorganismos, logran sobrevivir las suficientes concentraciones, como para lograr transmitir enfermedades al hombre, como son: paratifoidea, fiebre tifoidea, cólera, gastroenteritis, hepatitis, poliomielitis, etc. a los consumidores de moluscos bivalvos y directamente a los bañistas en aguas altamente contaminadas (Zobell, 1941; Vaccaro, 1950; Mitchell, 1968; Hoff y Becker, 1968; Bendinelli y Rushi, 1969; Thompson y Thaker, 1972; Mackowiak et al, 1976; Shuval, 1978 y Hussonas et al, 1981).

Se han reportado brotes de fiebre tifoidea atribuidas a baños en aguas costeras contaminadas por descargas domésticas o industriales (Comission for Western Australia

1961: Southern California Coastal Research project, 1973: El-Sharkawi, 1978).

Sedun Heikal y Charles (1981) reportan en un estudio bacteriológico sobre moluscos, una concentración de virus patógenos arriba de 1000 veces que la concentración en el agua circundante, esto es debido a que los moluscos bivalvos son filtroalimentadores, por lo que tienen la capacidad de alojar y concentrar microorganismos patógenos presentes en las aguas donde estos se desarrollan (Metcalf y Stiles, 1965; Cabelli y Heffernan 1970; Shoval, 1978; Hartland y Timoney 1979; Attrie y Aubert 1980; Barrow 1981).

La presencia de estos patógenos entéricos en el agua, esta acompañada también por gran cantidad de coliformes y estos, están siempre presentes en los tractos intestinales del hombre y animales de sangre caliente (Romero-Jarero et al, 1982).

Es esta la razón por la cual, los coliformes son universalmente utilizados para indicar, la presencia y extensión de la contaminación. Idealmente la bacteria indicadora cubre la posible presencia de todos los organismos patógenos (Rodríguez y Jarero, 1981).

Los criterios microbiológicos para designar al grupo

coliforme como indicador útil de la contaminación bacteriana, son mencionados por Oliver (1969) y Paterson et al (1970) :

- 1.- Debe ser aplicable a todo tipo de aguas.
- 2.- Debe de estar siempre presente cuando existan bacterias patógenas de origen fecal.
- 3.- Su densidad debe indicar el grado de contaminación fecal.
- 4.- Debe tener un mayor tiempo de sobrevivencia en el agua que las bacterias patógenas entéricas.
- 5.- Debe desaparecer después de la desaparición de los patógenos (ya sea por procesos naturales o bien provocados por el hombre).
- 6.- Debe estar siempre ausente en aguas bacteriológicamente potables.
- 7.- Las pruebas de rutina para su cuantificación, no deben tener interferencias con bacterias ajenas a la contaminación.
- 8.- No deben ser dañinas para el hombre ni para los animales.

Debido a que se han encontrado organismos patógenos (Salmonellas), en aguas moderadamente contaminadas. De acuerdo a los estándares establecidos para los indicadores de contaminación Mac Donald, (1967); Gallagher y Soino, (1968), han sugerido, que los estudios de coliformes pueden

ser complementados con un examen cualitativo de Salmonellas, ya que todos los miembros del género, son potencialmente patógenos.

Las zonas costeras de uso recreativo y para la acuicultura, están regidas por normas de calidad bacteriológicas mas severas, debido al contacto y uso que tienen con el ser humano.

Actualmente, tanto en el mercado nacional como internacional, se tiene una creciente demanda de moluscos bivalvos, en México la pesquería de estos, en especial el ostión, ocupa el tercer lugar en importancia, ya que se cosecha alrededor de 37,859 toneladas, de las cuales 2,953 se cultivan o pescan en el pacífico (FAO, 1984). Siendo por lo tanto, un recurso económicamente atractivo para las comunidades costeras que lo cultivan, ya que representa, ingresos y genera un buen numero de empleos para dicha comunidad.

La Bahía Willard, esta ubicada en la porción Norte Central del Golfo de California, tiene muy poco desarrollo ya que esta alejada de los nucleos densos de la población urbana y presenta una nula actividad industrial. Por lo que se puede decir que aparentemente el área de estudio se encuentra libre de contaminación.

La Bahía Willard, cuenta con dos pequeños centros turísticos de poca actividad y un campo pesquero, dentro del cual destaca, la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Boca de Animas, que se dedica, al maricultivo de ostras japonesas (*Crassostrea gigas*) desde 1984, Desarrollandose a pequeña escala.

De acuerdo a estudios que muestran que la calidad sanitaria de los moluscos bivalvos, esta directamente relacionada con la calidad del agua donde estos se desarrollan (Robles-Valderrama et al, 1979b). Y considerando, que no existen a la fecha estudios de referencia al respecto en la zona, el presente trabajo tiene como objetivo, la evaluación espacial y temporal de la calidad bacteriológica del agua de mar, en Bahía Willard utilizandose el grupo coliforme, como indicador de contaminación fecal, así como cualificar la posible presencia de bacterias patógenas. Con este estudio se pretende determinar si dicha bahía es apta en cuanto a calidad sanitaria para la utilización y manejo adecuado en aspectos de maricultivo y recreativo, evitando así, problemas posteriores, tanto económicos como de Salud Pública a los centros turísticos que se encuentran en etapa de desarrollo y a la organización cooperativa, que se dedica a la explotación de recursos pesqueros.

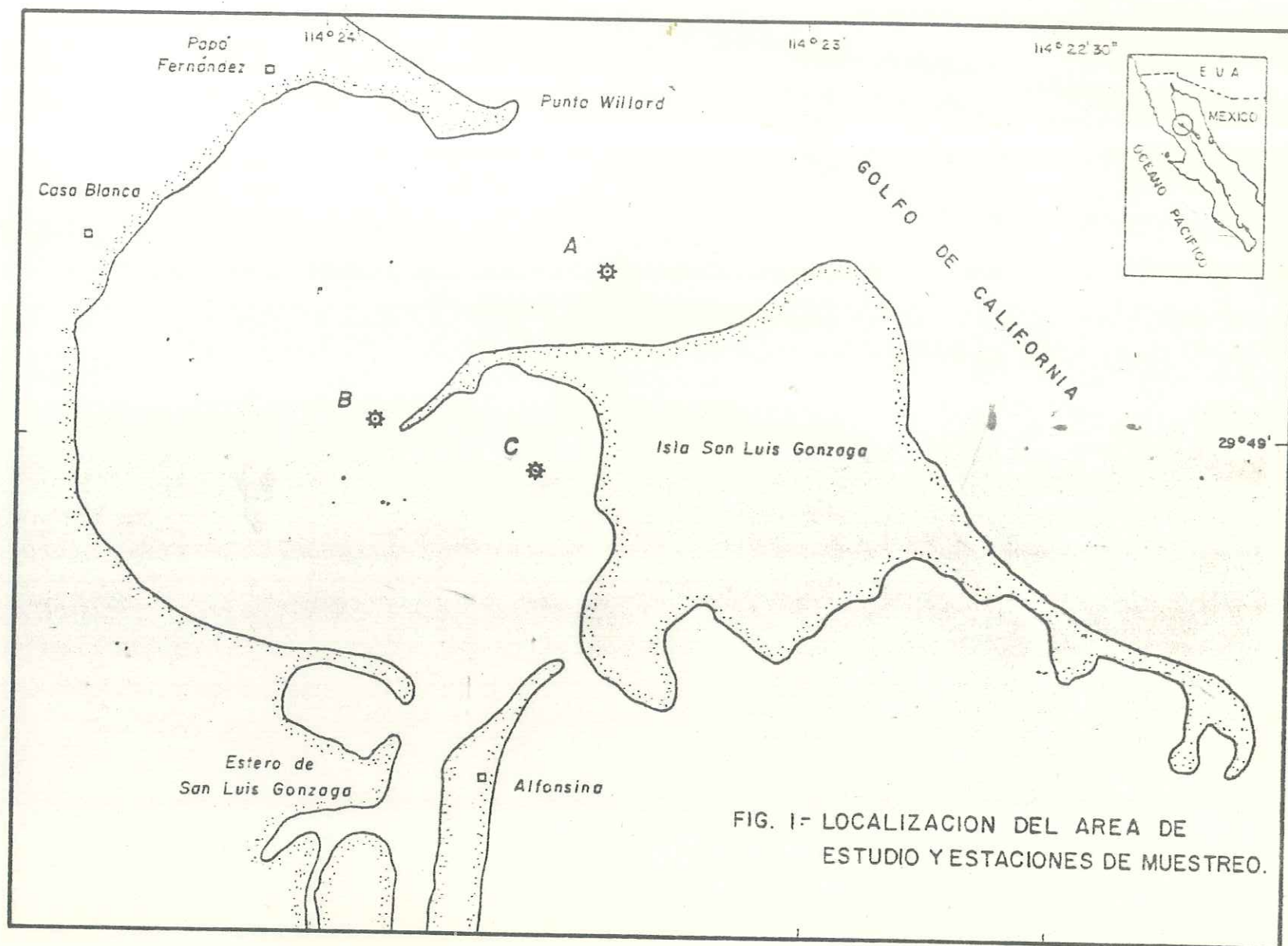
MATERIALES Y METODOS

2.1.- Descripción del área de estudio.

La Bahía Willard, es un subsistema de Bahía San Luis Gonzaga, localizándose en el estado de Baja California, México y sobre el Golfo de Baja California (fig. 1). Tiene un área de 2.95 Km cuadrados; esta situada entre los 29° 49' 30" y 29° 49' 24" de latitud Norte y los 114° 23' 12" y 114° 23' 38" longitud Oeste. Esta limitada al Noroeste por punta Willard y al Sureste por el estero de San Luis Gonzaga a 200 Km al Sur del límite internacional (Dushne y Schon, 1968). Y situada al Sureste de Ensenada, B. C., como a 550 Km. y entre 8-10 horas de camino.

Dushne y Schon, (1968), señalan la siguiente descripción del área de estudio.

Tormentas del Pacífico generan violentos vientos en Bahía San Luis Gonzaga, siendo menores en la bahía adyacente de nombre Willard. Debido a que la pequeña ista de Willard junto a las montañas del Oeste sirven de



proteccion. La Bahía Gonzaga esta separada de la Bahía Willard hacia el Oeste por un espigón de arena, extendiéndose en marea baja hacia la Isla Willard, en marea alta a una profundidad de 4 metros de agua se unen las bahías, Gonzaga y Willard, el rango de mareas es de 4 a 5 metros. Bahía Gonzaga es una depresion abierta en un profundo valle expuesto a los vientos. El piso de esta es arenoso con muchas barras de arena abajo de la línea de marea, mientras que la Bahía willard es fangosa y arcilloso, con una gran extensión de fango en marea baja.

El archipiélago de seis islas (conocidas como Islas Encantadas) se extiende hacia el Oeste de bahía Gonzaga, alrededor de estas islas existen corrientes veloces, sin embargo la corriente principal del golfo de California corre hacia el Sur. Estos factores crean un "Malstrom" el cual posiblemente esta influenciando una mezcla de aguas dentro de las bahías Gonzaga y Willard.

La batimetría de Bahía Willard, B. C. es de pendiente suave y un solo canal principal (110). En general se aprecia que Bahía Willard es un cuerpo semicerrado, con una boca que comunica con las aguas del Golfo de California. Dentro de la bahía existe la Isla San Luis Gonzaga y mas hacia el Sur, se encuentra el estero de San Luis Gonzaga, el cual presenta pastos. Su población es aproximadamente de 50 personas.

aumentando ligeramente en Verano.

El acceso terrestre a esta bahía es dificultoso, sin embargo la carretera San Felipe-Bahía de los Angeles que conecta a San Luis Gonzaga, pronto estará concluida, por lo que el turismo en general, utiliza avionetas, aterrizando en Alfonsinas. No existe transporte marítimo. Y existe solamente comunicación por radio.

Posee suelo árido y seco tipo desértico, su clima es extremoso, con elevadas temperaturas en verano, escasa precipitación pluvial, no se cuenta con ríos de caudal constante y solo existen arroyos que corren en determinadas épocas del año, principalmente cuando hay lluvias de consideración. Por lo que las reservas acuíferas, son limitantes para cualquier actividad. Se cuenta con un pozo de agua salobre. El agua potable se trae de San Felipe B.C.

La flora y fauna es en términos generales propia y peculiar de las zonas áridas y desérticas. Cabe mencionar a las Xerofitas, las que se denominan como cirios y que llegan a alcanzar una altura de 15 metros. La fauna terrestre que comprende diversos tipos de felinos, caninos, rumiantes, roedores, reptiles, aves, insectos. Y la acuática es rica en diversas especies de moluscos y peces, los cuales no son debidamente explotados.

2.2.- Metodología.

Después de un reconocimiento previo a la zona de estudio, se fijaron tres estaciones de muestreo (fig. 1) en base a las características del área, considerando: asentamientos humanos, área de cultivo del ostión, así como la boca de la bahía en estudio.

Se realizaron tres muestreos: en los meses de Agosto y Noviembre de 1985 y Febrero de 1986. Las muestras de agua de mar se colectaron en marea baja, excepto para el mes de Agosto en el cual se realizó el muestreo en forma alternada, marea baja y marea alta.

Se tomaron muestras superficiales de agua con frascos de vidrio (250 ml), previamente esterilizados y cubiertos del cuello y tapa con papel aluminio. Se muestreó durante cinco días consecutivos hasta obtener 10 muestras por duplicado de cada estación. Siendo inmediatamente transportadas al laboratorio para su análisis inmediato, cuando esto no fue posible, las muestras fueron refrigeradas a 4 grados centígrados por un periodo no mayor de 24 horas.

Para la detección de bacterias patógenas, se tomaron

para cada estacion muestras superficiales de un litro de agua en frascos de vidrio previamente esterilizados, dichas muestras se almacenaron a 4 grados centigrados para su posterior análisis.

Paralelamente a los análisis bacteriológicos, se determinaron las variables de importancia ecológica, tales como:

- Temperatura (se determino por medio de un termómetro de inversión).
- Potencial de Hidrogeno (pH). (se utilizo un potenciómetro Photo Volt 126A).
- Salinidad (se utilizo un salinómetro de inducción Beckman).

Cabe hacer mencion, que este trabajo se realizo con estudios hidrológicos simultaneos, realizados por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas, para determinar la fertilización y parámetros indicativos de la presencia de materia orgánica de la bahía en estudio, obteniéndose así la mayoría de variables las cuales serán utilizados para la interpretación y discusión de resultados.

2.3.- Método de análisis de bacterias indicadoras.

La cuantificación del grupo coliforme, fue determinada de acuerdo a American Public Health Association, (1975), utilizando el método del número más probable (NMP), con serie de cinco tubos con diluciones de 10, 1 y 0.1 ml.

Este método, se basa en la propiedad que tiene el grupo coliforme a fermentar la lactosa con formación de gas en un lapso de 24 a 48 horas a 37 grados centígrados.

El análisis consistió, en pruebas presuntivas y en las confirmativas.

En la prueba presuntiva el medio de cultivo usado fue, caldo lactosado en tubos de fermentación, las diluciones se hicieron en solución amortiguadora estéril de fosfatos. Incubándose a 37 grados centígrados, considerándose prueba positiva, si hay enturbiamiento y desprendimiento de gas en un período de 24 a 48 horas.

En la prueba confirmativa, se aplicó a todos los tubos que resultaron positivos en la prueba presuntiva, sembrándose en caldo verde bilis brillante al 2 % y a 37 grados centígrados durante 24 a 48 horas, para los coliformes totales.

Para los coliformes fecales se resembro en caldo EC, incubándose en un baño de agua a 44,5 grados centígrados durante 24 horas.

2.4.- Método de análisis de bacterias patógenas e identificación.

El aislamiento de bacterias patógenas, se hizo de acuerdo a DIFCO (1978) y American Public Health Association, (1975).

Se filtró un litro de agua de mar usando filtros de membrana de $\phi = 0,45$ micras los filtros se introdujeron en tubos de ensaye conteniendo medios de enriquecimiento: usándose caldo Haina para *Shigella* sp. y caldo Selenito para *Salmonella* sp. incubándose a 37 grados centígrados de 24 a 48 horas posteriormente, de estos tubos de ensaye se hizo un rayado en placa en los siguientes medios primarios: Agar entérico Hektoen, SS Agar, Agar verde brillante y Agar bismuto sulfito.

Las colonias sospechosas se purificaron en agar de MacConKey, incubándose a 37 grados centígrados de 24 a 48 horas; Identificándose posteriormente por el método de identificación Minitek para enterobacterias del grupo II, el

cual se basa en el establecimiento de métodos bioquímicos para la diferenciación de microorganismos de acuerdo a su metabolismo, en 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. Algunos ejemplos son: la fermentación de los carbohidratos, la descarboxilación de aminoácidos, la diaminación de fenilalanina, la producción de H_2S , indol, ureasa y acetilmetilcarbinol.

2.5.- Procesamiento y análisis de datos.

Los valores de bacterias coliformes obtenidos, se les aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para establecer su bondad de ajuste a la distribución normal a un nivel de significancia de 0.05 % según Sokal y Rohlf (1980).

Los datos no se ajustan a una distribución normal. Por lo que se aplicó una prueba no paramétrica de análisis de varianzas, a un nivel de significancia de 0.05 % (Prueba de Kruskal-Wallis), según Sokal y Rohlf (1980), con la finalidad de poder detectar diferencias significativas, entre las tres estaciones de muestreo y entre los meses.

Los análisis de correlación para el grupo coliforme y los parámetros físico-químicos, se hicieron por el método estadístico no paramétrico según Thomas et al (1976).

Para discernir si las concentraciones bacterianas encontradas, son mayores que el valor establecido como límite de acuerdo a la legislación mexicana, S.A.R.H. (1979b), se aplicó la prueba estadística de hipótesis simple empleando las distribuciones, normal y de student según Sokal y Rohlf (1980). A un nivel de significancia de 0.05%.

RESULTADOS

Los resultados son presentados respecto a la mediana, ya que los datos no se ajustan a la distribución normal y esta variable de tendencia central, es la apropiada para el análisis de varianza no paramétrico.

En la tabla I, se concentra la estadística general por estaciones de muestreo; observándose un patrón de distribución de mayor a menor para los coliformes totales, presentándose las mayores concentraciones en A y las menores en B y C. Respecto a los coliformes fecales se encontró que son iguales las tres estaciones. Además para todas las estaciones, tanto para coliformes totales y fecales, existe un rango de consideración, observándose mas acentuado para las primeras.

En cuanto a la variación temporal (tabla II), se observa que para coliformes totales y fecales, las mayores concentraciones se presentan en Verano y las menores en Otoño e Invierno. Los menores rangos se presentan en Otoño. El promedio general espacio-tiempo para coliformes totales y fecales es de 96 y 12 bacterias, sobre 100 ml respectivamente. Así mismo no se detectó la presencia de

TABLA I - DISTRIBUCION PROMEDIO DE BACTERIAS COLIFORMES (NMP/ 100 ml)
Y PATOGENOS EN AGUA DE MAR PARA BAHIA WILLARD, B.C.
DE AGOSTO 1985 A FEBRERO 1986 .

ESTACION	AGUA DE MAR						
	COLIFORMES TOTALES			COLIFORMES FECALES			PATOGENOS
	$\bar{X}$	RANGO	MEDIANA	$\bar{X}$	RANGO	MEDIANA	Salmonella sp. Shigella sp.
A	100	< 2 - 1600	3	9	< 2 - 150	2	AUSENCIA
B	143	< 2 - 1600	2	5	< 2 - 22	2	AUSENCIA
C	44	< 2 - 810	2	23	< 2 - 467	2	AUSENCIA

$\bar{X} = 96$

$\bar{X} = 12$

TABLA II - CONCENTRACION PROMEDIO ESTACIONAL DE BACTERIAS COLIFORMES
(NMP/100 ml) Y PATOGENOS EN AGUA DE MAR PARA BAHIA WILLARD,
B. C. DE AGOSTO 1985 A FEBRERO 1986 .

ESTACION	A G U A D E M A R								
	COLIFORMES TOTALES				COLIFORMES FECALES				
	$\bar{x}$	RANGO	MEDIANA	Nº DE DATOS	$\bar{x}$	RANGO	MEDIANA	Nº DE DATOS	PATOGENOS
VERANO	259	< 2 - 1600	20	30	23	< 2 - 467	3	30	AUSENCIA
OTOÑO	3	< 2 - 15	2	30	2	< 2 - 8	2	30	AUSENCIA
INVIERNO	25	< 2 - 220	2	30	11	< 2 - 150	2	30	AUSENCIA

$\bar{x} = 96$

$\bar{x} = 12$

autógenos (tabla I y II).

La tabla III resume el resultado de la prueba estadística del comportamiento espacio-temporal para ambas coliformes. No se encuentran diferencias significativas entre las tres estaciones, pero respecto al tiempo el Verano resulto diferente de Otono e Invierno y estos últimos no son diferentes entre si.

Se obtuvo el coeficiente de correlación entre los coliformes totales y fecales, encontrándose un alto grado de relación, únicamente en la estación de muestreo (C) y en Invierno (tabla IV).

En cuanto a la distribución de factores físico-químicos, la tabla V muestra la tendencia general para los promedios de temperatura, pH y salinidad, presentándose los mayores valores para la estación C, los intermedios para B y los menores para la estación A. Excepto para la temperatura, ya que la estación C presentó la mas baja temperatura.

Respecto al comportamiento temporal, en la tabla VI se observa en general, que los mayores valores para casi todos los parámetros, se presentan durante el Verano, los intermedios para Otono y los menores para el Invierno. La única excepcion fue el pH, ya que el valor intermedio se

TABLA III - ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMETRICO DE KRUSKALL-WALLIS
(95 %) ENTRE LUGARES DE MUESTREO Y ESTACIONES DEL AÑO
PARA COLIFORMES, EN BAHIA WILLARD, B.C. DE AGOSTO 1985 A
FEBRERO 1986.

ESTACIONES	A G U A D E M A R	
	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES
A - B	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
B - C	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
A - C	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA
VERANO - OTOÑO	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA
VERANO - INVIERNO	SIGNIFICATIVA	SIGNIFICATIVA
INVIERNO - OTOÑO	NO SIGNIFICATIVA	NO SIGNIFICATIVA

TABLA IV - COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE
BACTERIAS COLIFORMES TOTALES Y
FECALES EN BAHIA WILLARD, B.C. DE
AGOSTO 1985 A FEBRERO 1986.

ESTACION	COEFICIENTE DE CORRELACION
A	. 4 4
B	. 3 0
C	. 9 9
VERANO	. 2 2
OTOÑO	. 2 9
INVIERNO	. 8 8

TABLA V - DISTRIBUCION PROMEDIO DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN AGUA DE MAR,
EN LA BAHIA WILLARD, B.C., DE AGOSTO 1985 A FEBRERO 1986.

ESTACION	AGUA DE MAR					
	TEMPERATURA °C		pH		SALINIDAD PPM	
	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO
A	23.62	17.0 - 32.4	7.86	7.0 - 8.5	35.64	34.45 - 36.36
B	23.73	17.0 - 34.0	7.95	7.5 - 8.5	35.77	35.24 - 36.69
C	22.78	17.0 - 34.0	7.99	7.5 - 8.5	35.78	35.09 - 36.11

$\bar{X} = 23.40$

$\bar{X} = 7.93$

$\bar{X} = 35.73$

TABLA VI - CONCENTRACION ESTACIONAL PROMEDIO DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS
EN AGUA DE MAR EN BAHIA WILLARD, B. C. DE AGOSTO 1985 A
FEBRERO 1986.

ESTACION	AGUA DE MAR					
	TEMPERATURA °C		pH		SALINIDAD P P M	
	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO
VERANO	31.76	31.0 - 34.0	8.24	7.8 - 8.5	35.82	35.50 - 36.05
OTOÑO	20.24	17.0 - 23.0	7.59	7.0 - 7.9	35.87	35.48 - 36.69
INVIERNO	18.21	17.0 - 19.6	7.95	7.7 - 8.4	35.51	35.09 - 36.19

$\bar{X} = 23.40$

$\bar{X} = 7.93$

$\bar{X} = 35.73$

presentó en Invierno en lugar de Otoño. El promedio general espacio-tiempo para temperatura, pH y salinidad es de 23.40 C, 7.93 y 35.73 o/oo, respectivamente.

Se obtuvo el grado de correlación entre el grupo coliforme y factores físico-químicos. No se detectó ninguna correlación fuerte, solamente en verano se obtuvo una moderada correlación entre el potencial Hidrógeno y los coliformes totales (Tabla VII).

Se determinó el grado de calidad sanitaria para las aguas de cultivo de moluscos para consumo directo y aguas de usos recreativos con contacto primario, haciendo comparaciones de las concentraciones de bacterias indicadoras obtenidas contra los límites establecidos por la Legislación Mexicana. (S.A.R.H., 1979b) y State Water Resources control board (1983) que señalan las siguientes normas de calidad bacteriológica para el agua de mar:

- Aguas para cultivo de moluscos: la mediana de las muestras no debe exceder de 70 bacterias Coliformes totales en 100 ml y no más del 10 % del total de las muestras, en un periodo mensual, deberá exceder de 230 bacterias Coliformes totales en 100 ml.

- Aguas para recreación con contacto primario: no más

TABLA VII - COEFICIENTE DE CORRELACION ENTRE BACTERIAS COLIFORMES Y
PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN BAHIA WILLARD, B.C. DE AGOSTO
1985 A FEBRERO 1986.

ESTACIONES	COLIFORMES TOTALES			COLIFORMES FECALES		
	T °C	p H	S‰	T °C	p H	S‰
A	0.35	0.004	0.05	-0.09	0.003	-0.11
B	0.43	0.06	0.19	0.41	0.08	0.26
C	-0.10	0.013	0.19	-0.11	0.15	0.21
VERANO	-0.14	0.61	0.20	0.06	-0.03	0.38
OTOÑO	-0.16	0.04	-0.04	0.35	-0.23	0.03
INVIERNO	0.38	0.29	0.20	0.12	-0.25	0.09

del 20 % del total de las muestras-mes (5 muestras por lo menos) deberá exceder de 1.000 bacterias coliformes en 100 ml; ni ninguna muestra simple tomada durante un período verificativo de 48 horas, debe exceder de 10.000 bacterias coliformes en 100 ml.

Se observó (tabla VIII) que para usos de acuacultura, las aguas de Bahía Willard gozan de buena calidad bacteriológica, en cuanto a las medianas, ya que estas se encuentran muy por debajo de los límites establecidos. En cuanto a los porcentajes, se observó que solamente la estación A y B para Verano exceden los límites establecidos. El área de cultivo (estación C), no sobrepasa los límites

TABLA VIII - PORCENTAJES DE MUESTRAS POR ESTACION QUE EXCEDIERON LOS MAXIMOS PERMISIBLES DE ACUERDO A LA LEGISLACION MEXICANA PARA CULTIVO DE MOLUSCOS Y USOS RECREATIVOS EN AGUA DE MAR EN BAHIA WILLARD, B. C.

E S T A C I O N	COLIFORMES TOTALES								
	AGUAS PARA CULTIVO						USOS RECREATIVOS		
	VERANO		OTOÑO		INVIERNO		VERANO	OTOÑO	INVIERNO
	%	MEDIANA	%	MEDIANA	%	MEDIANA	%	%	%
A	30	15	0	2	0	3	10	0	0
B	30	17	0	2	0	2	20	0	0
C	10	13	0	2	0	5	0	0	0

DISCUSION

Las concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales, tuvieron un mayor grado de fluctuación, respecto a la distribución temporal que en la espacial. Debido posiblemente a un aporte significativo de bacterias Coliformes y materia orgánica, condiciones climáticas y mareas, propicias para la inhibición y desarrollo de bacterias.

En la estación C, se encontraron las más bajas concentraciones de coliformes totales, debido a que es el área mas protegida de la bahía. Sin embargo fue donde se encontró la mas alta concentración de coliformes fecales, debido a la presencia de aves marinas, ya que estas se concentraban en esta porción de la bahía y posiblemente al mayor tiempo de residencia en las aguas en este punto.

No se detectó la presencia de patógenos entéricos *Salmonella* sp y *Shidella* sp; en vista de las bajas concentraciones de coliformes encontrados.

Las mayores concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales, se encontraron en Verano debido a varios factores interrelacionados: como son temperatura, presencia

de aves, materia orgánica y mareas, por lo cual solamente fueron detectadas diferencias significativas entre, Verano-Otono y Verano-Invierno.

En Verano se registraron las temperaturas mas altas, 32.4 grados centígrados en el agua de mar y 45.0 grados centígrados en el medio ambiente, lo que pudo influir en un mayor crecimiento de bacterias coliformes, por su cercanía al óptimo de temperatura, que para este grupo son 37.0 grados centígrados. Guinea (1979) y S.A.R.H. (1979a); mencionan que incrementos de temperatura aceleran el crecimiento bacteriano, permitiendo así mayores concentraciones de bacterias patógenas para el hombre.

Un factor importante para el aumento de bacterias coliformes en Agosto fueron las aves acuáticas, ya que su población se incrementó por la reproducción de las endémicas y migratorias (Gordonio Fernandez, 1986*), aportando estos material fecal al cuerpo de agua.

Anderson et. al. (1976), señalan que el Golfo de California, contiene uno de los grupos mas extensos y ricos de aves subtropicales de Norteamérica y citan algunos grupos endémicos.

* Comunicacion personal.

- *Endomychura craveri*
- *Sula leucocaster*
- *Larus occidentalis*
- *Larus heermanni*
- *Thalasseus eleoans*

Bero y Anderson (1972), afirman que en presencia de grandes concentraciones de aves marinas, el medio ambiente sufre una fuerte contaminación, por material fecal y bacterias patógenas (*Salmonellas* sp. y *Edwardsiella tarda*). Presnell y Miescher (1971), mencionan que las fuentes de contaminación por bacterias coliformes y *Salmonellas* en zonas productoras de moluscos bivalvos, son las excretas de aves marinas y mamíferos.

En concordancia con las altas concentraciones bacterianas, los valores mas altos de seston orgánico y D.Q.O. se detectaron en Agosto, por efecto del pescado en descomposición, 5.65 mg/lt y 4.27 mg/lt respectivamente, (Tabla IX).

Rivera-Quarte (1984), en un estudio realizado en la Bahía de Todos Santos, B.C., encontró valores de D.Q.O. de 4 mg/lt, debido a desechos de pescado provenientes de plantas pesqueras, señalando a este parámetro como indicativo de la contaminación por materia orgánica presente en el agua.

TABLA IX - CONCENTRACION PROMEDIO DE PARAMETROS QUIMICOS DE AGOSTO
1985 A FEBRERO 1986, EN LA BAHIA WILLARD.

ESTACIONES DEL AÑO	AGUA DE MAR							
	D. Q. O. (mg / l)		O. D. (ml / l)		SESTON ORGANICO(mg/l)		SESTON TOTAL (mg/l)	
	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO
VERANO	5.65	0.705 12.15	4.35	3.87 4.86	4.27	0.967 10.09	6.36	1.86 12.83
OTOÑO	1.07	0.582 1.76	4.79	4.05 5.64	1.78	0.285 4.57	3.43	0.84 6.96
INVIERNO	0.56	0.266 0.999	5.68	4.88 6.60	2.0	0.772 4.29	3.85	1.54 6.27

DATOS PROPORCIONADOS POR EL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS

Lo que comparativamente con esta bahía, es sinónimo de una considerable contaminación orgánica. Este material es rico en proteínas, grasas, carbohidratos, materiales orgánicos disueltos y suspendidos (Cham et al. 1981), funcionando como un caldo nutritivo para el crecimiento bacteriano.

Sin embargo es importante mencionar que las altas concentraciones de bacterias encontradas no son representativas de esta época. Ya que el 24 de Agosto, un barco sardinero, arrojó sus desechos de pescado en aguas de la bahía, reflejándose en un incremento bacteriano para las mareas 6, 7 y 8 (anexo 1), correspondientes al 24 de Agosto (24:00 hr), 25 de Agosto (6:00 hr) y 25 de Agosto (12:00 hr) respectivamente.

Además, teniendo en cuenta que este muestreo se caracterizó por presentar mareas muertas, lo que pudo haber influido para encontrar mayores concentraciones de bacterias, debido a un menor efecto de dilución y dispersión (Greenberg, 1956).

Stirn, (1970) y Odum (1979), mencionan que la materia orgánica en el medio ambiente marino sirve como fuente de energía, ya que es utilizada como alimento por los

organismos heterótrofos, especialmente bacterias, siendo las bacterias coliformes únicamente decaadoras de Carbohidratos (Guinea 1979), Nishikawa (1978), señala que la materia orgánica en descomposición, es un medio ideal para la propagación de microorganismos aerobios y anaerobios, incluyendo algunos patógenos para el hombre.

En cuanto a la concentración de oxígeno disuelto, no hubo un decremento significativo en Verano, con respecto a otras estaciones del año (Tabla IX), como se hubiese esperado. Tal vez, debido a que el balance de oxígeno se establece entre las actividades consumidoras (descomposición de la materia orgánica presente en el agua, respiración de los organismos acuáticos) y las aportaciones (reaireación y fotosíntesis). (Pesson 1979).

Con respecto al amonio y nutrientes (tabla X), No se encontró relación con la densidad de coliformes, no obstante el incremento de temperatura que aceleró las reacciones de descomposición de la materia orgánica, sin embargo no es decaada rápidamente a nitritos y nitratos, para ser detectada a los dos días de la introducción de los desechos de pescado. Pesson, (1979), menciona que la temperatura acelera la velocidad de descomposición de materia orgánica, señalando además que en fase aerobia el nitrógeno orgánico contenido en las aguas residuales se transforma en nitrógeno

TABLA X - CONCENTRACION PROMEDIO DE PARAMETROS QUIMICOS DE MAYO
1985 A FEBRERO 1986, EN LA BAHIA WILLARD.

ESTACIONES DEL AÑO	AGUA DE MAR					
	AMONIO ($\mu\text{gat/l}$)		NITRITOS ($\mu\text{gat/l}$)		NITRATOS ($\mu\text{gat/l}$)	
	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO	$\bar{X}$	RANGO
PRIMAVERA	1.59	0.17 8.77	0.05	0 0.22	0.53	0 5.23
VERANO	0.51	0.32 0.95	0.02	0 0.10	6.33	0 82.10
OTOÑO	0.68	0.35 1.27	0.34	0.22 0.50	7.01	4.68 26.96
INVIERNO	1.32	0.38 3.02	0.33	0.04 0.64	8.88	0.16 58.03

amoniacal, nitroso y nítrico. Con arreglo a la figura 2.

Por otro lado, Deuser, et al (1977) mencionan que las deficiencias de nitratos y/o nitritos en el agua de mar, se deben a que estos son convertidos en otras formas de nitrógeno, ejemplo, amoníaco, óxido nítrico molecular y que el amonio es captado por el fitoplancton y vegetales superiores, los cuales toman nitrógeno directamente del amonio (Sverdrup, 1970).

Para Otono, se detectaron las concentraciones más bajas de bacterias coliformes, por no existir aportes significativos de materia fecal. Este muestreo se caracterizó por mareas vivas y por vientos del Oeste mencionados por Dushne y Sohon (1968). Lo que pudo haber removido los sedimentos del fondo. Van Donsel, et al (1971) mencionan que la resuspensión de sedimentos libera los coliformes a la columna de agua. Por lo que no se esperaba encontrar valores tan bajos.

Maeyer y Darteville (1980), mencionan que los sedimentos arenosos contienen menos materia orgánica (1%) que los sedimentos del tipo lodoso o arcilloso, (40 a 90%), presentando el área de estudio este último tipo de sedimento (Dushne et al, 1968).

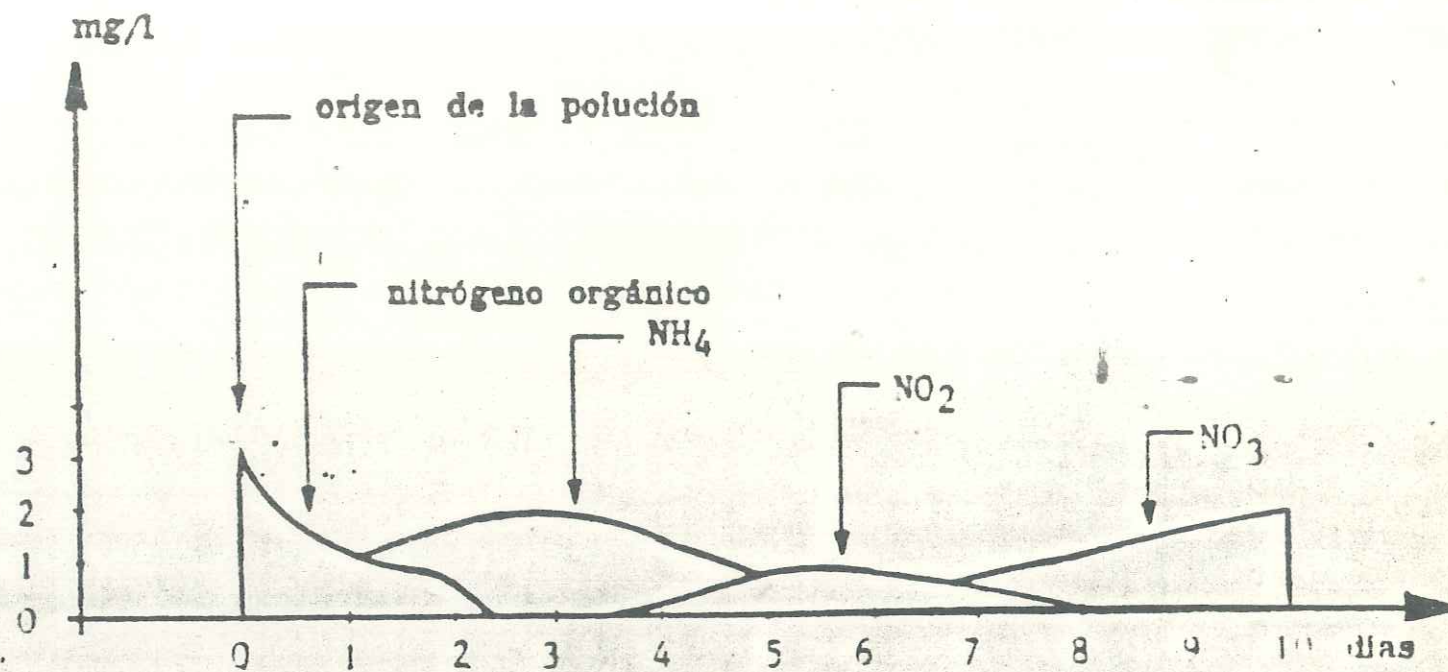


FIG. 2.- EVOLUCION de los compuestos nitrogenados aguas abajo de una contaminación organica (según Bartsch e INGram, 1967).

* Tomado de P. Pesson (LA Contaminación de las aguas Continentales).

Gerba y Macleod, (1976) encontraron que las células de *E. coli*, son capaces de utilizar los nutrientes presentes en los sedimentos. Kittenberg, et al (1958) señalan que las bacterias crecen y se reproducen libres de predadores en sedimentos. Sin embargo, los resultados obtenidos en Otoño, indican que posiblemente, los sedimentos están casi exentos de contaminación fecal, o bien que las condiciones físico-químicas, no permiten el crecimiento y sobrevivencia de bacterias, además en marea viva, la bahía tiene un alto intercambio con el golfo, existiendo gran dilución por turbulencia.

En concordancia con los datos bacteriológicos los parámetros químicos no indican contaminación (tabla IX y X),

El muestreo de Invierno se caracterizó por mareas muertas y temperaturas bajas, no existiendo aportes significativos de material fecal, por lo cual se detectaron bajas concentraciones de bacterias coliformes.

En general, se apreció que el grupo coliforme total se encontró en mayor abundancia que el coliforme fecal. Esto se debe, a que los coliformes totales se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza mientras que los coliformes fecales solamente se encuentran en los tractos intestinales de animales de sangre caliente. (S.A.R.H., 1979). Y por lo

existir fuentes potenciales de contaminación fecal, encontrándose solamente un factor de correlación fuerte entre ambos en la estación C y en Invierno. Como se mencionó anterioremente, solo en la estación (C) el aporte de coliformes fecales fue significativo, correlacionándose fuertemente con el aporte de los coliformes totales y para Invierno, hubo poca afluencia de ambos coliformes, correlacionándose de esta manera también.

En cuanto a los factores físico-químicos, se observó un mayor grado de fluctuación en la distribución temporal, que en la distribución espacial, debido posiblemente a las mareas y condiciones climáticas.

Los factores de correlación, entre el grupo coliforme y los parámetros físico-químicos, evidencian que estos no son determinantes en la sobrevivencia de los coliformes. Cabe aclarar, que el tipo de metodología empleada (No se hizo experimentos de sobrevivencia) no permite que la estadística marque claramente la influencia de los parámetros físico-químicos, sobre el desarrollo bacteriano.

Peró existen ciertas tendencias en los datos, observándose por ejemplo que para Verano, existen altas concentraciones de bacterias y altas temperaturas.

Orozco y Gutiérrez (1982), mencionan que 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 autores, realizaron un estudio de contaminación fecal en el puerto de Ensenada, B. C., y observaron que las características que midieron (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y potencial hidrogeno), parecen no influir en la densidad de bacterias coliformes totales y fecales en dicha zona. Lo cual concuerda con lo obtenido en este estudio.

En el presente trabajo, en general y en base a la legislación mexicana (S.A.R.H., 1979b) y State water resources control board (1983) tabla VIII. Se observó que las aguas de Bahía Willard gozan de buena calidad bacteriológica en cuanto a usos recreativos y cultivos de moluscos bivalvos. Excepto cuando existen aportes de materia orgánica por las embarcaciones. Sin embargo, aun bajo la influencia de este hecho fortuito, el test de hipótesis simple empleando las distribuciones normal y de student a un nivel de significancia de 0.05%, dicha prueba nos senalo, que no existen evidencias para concluir que la zona esta contaminada.

Los resultados obtenidos en este estudio, muestran que

la Bahía Willard, no se encuentra expuesta a una contaminación aguda ni constante, sino mas bien a una contaminación de tipo natural y por períodos cortos de tiempo, esto puede ser debido, a la poca población existente y a la utilización de fosas sépticas, esto contribuye a disminuir su peligro como fuente de contaminación. Pero existen agentes como el viento que puede transportar partículas de tierra y detritus contaminados.

Sin embargo, cuando el acceso terrestre a esta bahía ya no sea limitante, es posible considerar un aumento de la población, por consiguiente si no se utilizan métodos adecuados para el tratamiento y control de las aguas residuales, podría ocasionar problemas al ecosistema marino, así como detectar concentraciones elevadas de coliformes que pueden llegar a repercutir en la salud de bañistas y consumidores de moluscos bivalvos.

CONCLUSIONES

A).- Las mas altas concentraciones promedio de coliformes totales, se presentaron en la estación ubicada frente a la Isla (B). Y las menores en la estación localizada en el área de cultivo (C).

B).- Se presentó una mayor concentración de bacterias coliformes en el agua de mar en verano y condiciones de marea muerta, lo cual, como se discutió no es representativo para esta época.

C).- Los altos valores de Coliformes obtenidos para Verano, se deben a contaminación natural (excrementos de animales de sangre caliente) y descargas ocasionales de barcos pesqueros, principalmente en este estudio.

D).- No se encontró correlación entre las bacterias Coliformes y los parámetros físico-químicos, aunque se observaron tendencias.

E).- Los parámetros químicos indicativos de materia orgánica para Verano, arrojan proporciones de contaminación, en relación con los bacteriológicos.

F).- En general la Bahía Willard, es apta bacteriológicamente para el cultivo de moluscos y para usos recreativos. De acuerdo a los límites establecidos por la legislación Mexicana, S.A.R.H. (1979b) y State water resources control board (1983).

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios bacteriológicos directamente a la carne de los moluscos bivalvos, ya que dichos organismos son filtroalimentadores, tienen la capacidad de alojar y concentrar microorganismos patógenos presentes en el agua de mar.

- Llevar a cabo estudios bacteriológicos en sedimentos, los cuales, debido a que contienen material orgánico, alojan microorganismos patógenos, que pueden ser resuspendidos a la columna de agua.

- Efectuar estudios bacteriológicos en el agua de mar especialmente en los meses de Verano, para determinar si el hecho de haber encontrado valores altos de coliformes en Verano fue fortuito, por el conjunto de factores que se interrelacionaron (la descarga del barco sardinero, la presencia de las aves, las altas temperaturas, etc.).

- Debido a la nueva carretera en proceso, es posible un incremento en la población, por lo que se recomienda se tomen las medidas necesarias, para preveer una posible contaminación de las aguas de esta bahía en un futuro.

LITERATURA CITADA

American Public Health Association. (1975). Standar Methods for Examination Water and Waste Water, 14 th ed. American Public. Health Assoc. Washington. D. C. 913-917.

Anderson. A. W. y E. J. Mendoza. (1976). Seabirds in the gulf of California. Natural resources Journal. Symposium on the Gulf of California. Vol.16 No. 3. pp.483-513.

Attrie, P. y J. Aubert. (1980). Etude de la contamination Experimentale D'Huitres par des Bacteriophages. Rev. Int. Ocean. Med. (L 1 X) pp 71.

Barrow, G. I. (1981). Microbial pollution of coasts and estuaries: The Public Health Implications. Wat. Poll. Contr. Fed., 80 (2) 221-230.

Pandinelli, M. y A. Ruchi. (1969). Isolation of human enteroviruses from mussels. *Appl. Microbiol.* 18 (3) : 531-532.

Bero, R. W. y A. W. Anderson. (1972). *Salmonellae* and *Edwardsiella tarda* in gull feces: a source of contamination in fish processing plants. *Applied Microbiology* Vol. 24, No.3 pp. 501-503.

Cabelli, V. J. y W. P. Heffernan (1970) Accumulation of *Escherichia coli* by the northern gull. *Appl. Microbiol.* 19 : 239-244.

Comission for Western Australia (1961). Typhoid traced to bathing at a polluted beach. *Annual Rep. Publ. Works* N. Y. 92 : 182. USA.

Cham, M. A; T. P. O'Connor; P. Killo Park (1981) Ocean dumping of seafood wastes in the United States. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 12, No. 7. pp:247.

Deuser, W. G., E. H. Ross; Z. J. Mlodzinska (1977). Evidence for and rate of Denitrification in the Arabian Sea. p 431-445.

DIFCO. (1978). Manual de Bacteriología (Recuperación de técnicas). Difco. Lab., Inc. Madrid Esp. p : 395.

Dushne, H. y G. G. SpKon. (1968). A Checklist of Intertidal Mollusks for bahia Willard y South Western portion of bahia San Luis Gonzaga. State of B. C. Mexico, Veliger, 10(3): 233-246. UCSD (5) UNAM (E).

El-Sharkawi, Fahmy (1978) Thyphoid Epidemiology " Alexandria Case study" The relation between the State of Pollution on Alexandria swimming beaches and the occurrence of thyphoid among bathers. Coastal Pollution control Who Training Course Danina Denmark Volume III. pp 777-790.

F.A.O., (1984). Year Book of fishery statistics. Catches and landing, 1982. Yearb. fish satatist. (54): 393p.

Fernández, E. A. (1973). Algunas observaciones sobre la contaminación de las aguas costeras en la ciudad de Cumana. Bol. Inst. Oceanograf. Univ. Oriente, 12(1):100. 23-32.

Gallaicher, T. P. y Spino, D. F. (1968) "The significance of numbers of Coliform bacteria as an indicator of enteric pathogens". Water Res., (2), 169-175.

Gerba, C. P. y Macleod, J. S. (1976). Effect of sediments on the survival of *Escherichia coli* in marine waters. Appl. Environ. Microbiol., 32, 114-120.

Greenberg A. E. (1956) Survival of enteric organisms. Publ. Health Rept. (U. S.) 71, 77-86.

Guinea J. S. (1979). Análisis microbiológico de las aguas. Aspectos aplicados. Ed. Omega, S. A. Barcelona España. ps.240.

Gutiérrez-Galindo E. A. y G. Flores Muñoz (1985). La contaminación marina en Baja California. Boletín IIO, 110.

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.

Heikel Thomas and Gerba Charles P. (1981). Uptake and survival of enteric viruses in the Blue Crab *Callinectes sapidus*. Applied. and environmental Microbiology, Vol. 41 No. 7 pp.:207-211.

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. B. Colwell. 1981. Bacteria associated with false-positive most probable numbers coliforms test results for shell fish and estuaries. Applied. and Environmental Microbiology. 41(1): 35-45.

Kabler, P. W., (1968). Microbial considerations in drinking water. J. A. W. W. A., 60, 1173.

Maeyer-Claemboel S. y m. et Z. Dartevelle, (1980), La pollution fecale en Mer Du Nord au Large D'osten de (Belgique), Rev. Int. Oceanogr. Med. Tome 11X no. 47-53.

Mac Donald, A. (1967) Infections, disease and Human ecology, impact"; (17), 3, pp.1245.

MacKowiak, P. A., C. J. Caraway y B. J. Portney, (1976), Oyster associated hepatitis: Lessons from Louisiana Experience, Am. J. Epidemiol, 103: 131-191.

Mc Cambridge J., Mcmeekin T. A. (1977), Protozoa predation of Escherichia coli in estuarine waters, Water Research (13): 659-663.

Metcalf, T. G. y W. C. Stiles, (1965), The accumulation of the Enteric viruses by the oyster Crassostrea virginica, Journal, Infect. Dis. 115: 69-76.

Mitchell, R. (1968). Factors affecting the decline of non marine microorganisms in sea waters. Water Research, Vol. 2 pp. 635-643.

Morris Mearns, R. L. y Kim, J. (1976). Viruses and bacteria in coastal waters and shell-fish. South. Calif. Coastal water. Res. PROJ. ANNU. Rep., pp. 97-103.

Nishikawa, K., (1978). Informe sobre la contaminación marina en la Bahía de Todos Santos y Darsena del Puerto de Ensenada, Baja California. Sin publicar! 15 pp.

Odum, E. P., (1979). Ecología! El vínculo entre las Ciencias Naturales y las Sociales. 2a. impresión. Cia. Ed. Continental! México, D. F.! 275 pp.

Oliver, C. B. (1969)! Indices microbiológicos de la polución. Doc. Inv. Hidrol., No. 7, pp.137-168.

Orrego-Borbón, M.V. y E. A. Gutiérrez Galindo (1982)

Contaminación fecal costera en la zona del puerto de Ensenada, Baja Calif. Ciencias Marinas 9 (1): 27-34.

Organización de las Naciones Unidas. (1971). Report of the second session of the inter-governmental working group on marine pollution A/Conf. 48 IWGMP. 11/5.

Peterson, M. E., B. J. Yokes y D. M. Lim. (1970). Recovery of selected pathogens from Naples Bay, Florida, and associated water ways. Estuaries 7(2): 133-138.

Fresnell, 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.

Pesson, P. (1979). La contaminación de las aguas continentales. Ed. Mudi-prensa Madrid España. 335.pp.

Ramía, Samia (1985). Reviews of infectious diseases. March-

Abril 1985 Vol. 7, No. 2; pp. 180-188

Rittenberg, S. C., Mittlever, T. & Ivler, D. (1958),
Coliform bacteria in sediments around three marine
sewage outfalls. Limnol. Oceanograph., 3, 101-108.

Rivera-Duarte, I. (1984), "Comportamiento de los
contaminantes derivados de la industria pesquera
en la región de el Sauzal, Bahía de Todos Santos,
Baja California", tesis para obtener la
licenciatura en Oceanología, Escuela Superior de
Ciencias Marinas, U. A. B. C., Ensenada, B. C.,
México; 81 pp.

Rodríguez S. H. y Jarero R. (1981), Niveles de
contaminación bacteriana en dos sistemas fluvio-
lacunares, asociados a la laguna de Terminos
Campeche. Anales del Instituto de Ciencias del Mar
y Limnología, Univ. Nac. Aut. de México, Vol. 8,
No. 1 pp. 63-67.

Robles-Valderrama, Sigona T., Cardoso F. (1979a),
Saneamiento de moluscos bivalvos, Sub-secretaría de
planeación, Dirección general de protección y

ordenación ecológica SARH, México, pp 180.

Robles-Valderrama, S. T., Cardoso F. (1979 b) Procedimientos de certificación de áreas de cultivo para la explotación y exportación de moluscos bivalvos Subsecretaría de planeación, Dirección general de protección y ordenación ecológica SARH, México D.F. p. 307.

Romero -Jarero, J. y H. Rodríguez, (1982). Niveles actuales de contaminación Coliforme en el sistema lagunar del Carmen-Macho, Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Univ. Nac. Aut. de México Vol. 9, No. 1, pp: 121-126.

Roser N. M. y Marshall K. C., (1978). Biological control agents of sewage bacteria in marine habitats, Aust. J. Mar. Fresh water Res. (29): 235-343.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H., 1979a) Dirección General de protección y ordenación ecológica, Procedimientos para la certificación de

Áreas de cultivo para la explotación y exportación de moluscos bivalvos, 2a ed. México D. F. pp 193.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H., 1979b). Reglamento para la prevención y control de la contaminación de las aguas en México, 43 pp.

Shovel, H. I. (1978). Studies of bacterial and viral contamination of the marine environment, Rev. Int. Oceanograph. Med. 50: 43-50.

State Water Resources Control Board (1983) Water quality Control Plan Ocean Water of California Edo. of Calif. USA, pp 48.

Stirn, J., (1970). Further contributions to the study of the bioproductivity in polluted marine ecosystems, Rev. Intern. Oceanograph. Med.: XVIII-XIX: 21-27.

Sokal, R.R y F. J. Rohlf, (1980) Biometria, H. Blum Ed, Madrid España, pp 832.

Southern California Coastal Research Project, (1973), the ecology of the Southern California Bight: Implications for water quality management. X. Public Health and Aesthetics, SCCWRP TR 104, pp. 361-409.

Sverdrup, H. V., M. W. Johnson / R. H. Fleming, (1970), The Oceans, Printed in the United States of America, pp. 1087.

Thomas, R. A., E. L. Jorner y B. F. Ryan, (1976), Minitab student handbook Duxbury press; Boston, Massachusetts. 341 pp.

Thompson, W. K. y C. L. Trucker, (1972), Incidence of *Vibrio parahaemolyticus* in shellfish from eight Canadian Atlantic sampling areas S. J.

Vaccaro, R. F., M. P. Briggs, C. L. Carey y B. H. Ketchum, (1950), Viability of *Escherichia coli* in sea water.

Amer. J. Pub. Health. 40:1257-1226.

Van Donsel, D. J. y E. E. Geldreich. (1971). Relatioshio of
Salmonella to faecal coliform in bottom sediments.
Water Res., 5:1079-1085.

Zobell, C. E. (1941). The ocurrence of Coliform bacteria in
oceanic waters. J. Bacteriology. 42:284.

ANEXO I - PARAMETROS BACTERIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS

EN BAHIA WILLARD, B.C. AGOSTO DE 1985 .

ESTACION	Nº MAREA ALTA / BAJA	COLIF. TOTALES NMP/100ml	COLIF. FECALES NMP/100ml	T °C	pH	S ‰	FECHA Y HORA DE COLECTA
A	1 MB	2	2	32.0	8.25	35.74	23-8; 16:00 hrs
	2 MA	13	2	31.0	8.35	35.50	23-8; 23:30 hrs
	3 MB	2	2	31.1	8.5	35.75	24-8; 7:15 hrs
	4 MA	6	3	32.4	8.2	35.72	24-8; 12:00 hrs
	5 MB	23	23	31.5	8.0	35.72	24-8; 18:00 hrs
	6 MA	816	14	31.0	8.0	35.72	24-8; 24:00 hrs
	7 MB	1600	12	31.0	7.8	35.72	25-8; 6:00 hrs
	8 MA	256	7	32.4	8.0	35.72	25-8; 12:00 hrs
	9 MB	6	2	32.0	8.05	35.75	25-8; 18:00 hrs
	10 MA	17	2	31.0	8.25	35.70	25-8; 24:00 hrs
B	1 MB	15	4	31.4	8.4	35.78	23-8; 16:00 hrs
	2 MA	8	5	31.3	8.5	35.83	23-8; 23:30 hrs
	3 MB	2	2	31.0	8.5	35.79	24-8; 7:15 hrs
	4 MA	18	13	34.0	8.25	35.84	24-8; 12:00 hrs
	5 MB	19	19	32.0	8.35	35.78	24-8; 18:00 hrs
	6 MA	810	3	31.5	8.25	35.96	24-8; 24:00 hrs
	7 MB	1600	22	31.7	7.9	35.95	25-8; 6:00 hrs
	8 MA	1600	5	32.0	8.05	35.87	25-8; 12:00 hrs
	9 MB	2	2	32.0	8.35	35.78	25-8; 18:00 hrs
	10 MA	7	2	32.0	8.45	35.78	25-8; 24:00 hrs
C	1 MB	4	2	31.2	8.2	35.81	23-8; 16:00 hrs
	2 MA	2	2	30.5	8.4	35.86	23-8; 23:30 hrs
	3 MB	2	2	34.0	8.5	35.90	24-8; 7:15 hrs
	4 MA	2	2	32.0	8.25	35.82	24-8; 12:00 hrs
	5 MB	28	28	—	8.5	35.99	24-8; 18:00 hrs
	6 MA	810	467	—	8.25	36.05	24-8; 24:00 hrs
	7 MB	39	21	—	7.95	35.83	25-8; 6:00 hrs
	8 MA	41	2	31.8	8.05	35.87	25-8; 12:00 hrs
	9 MB	2	2	32.5	8.4	35.97	25-8; 18:00 hrs
	10 MA	21	2	31.1	8.5	36.03	25-8; 24:00 hrs

ANEXO 2- PARAMETROS BACTERIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS

EN BAHIA WILLARD, B.C. NOVIEMBRE DE 1985.

ESTA CION	Nº MAREA ALTA / BAJA	COLIF. TOTALES NMP/100 ml	COLIF. FECALES NMP/100 ml	T °C	p H	S ‰	FECHA Y HORA DE COLECIA
A	1 MB	2	2	20.0	7.4	36.36	8-11; 19:00 hrs
	2 MB	6	3	23.0	7.0	35.86	9-11; 17:00 hrs
	3 MB	2	2	20.0	7.5	35.69	10-11; 9:00 hrs
	4 MB	3	3	22.0	7.4	35.73	10-11; 18:00 hrs
	5 MB	2	2	—	7.5	35.55	11-11; 7:00 hrs
	6 MB	2	2	20.0	7.6	35.48	11-11; 19:00 hrs
	7 MB	2	2	20.8	7.7	35.49	12-11; 8:00 hrs
	8 MB	2	2	20.0	7.8	36.07	12-11; 19:00 hrs
	9 MB	2	2	19.0	7.8	35.62	13-11; 8:00 hrs
	10 MB	5	2	20.8	7.6	35.80	14-11; 8:00 hrs
B	1 MB	2	2	20.0	7.5	36.69	8-11; 19:00 hrs
	2 MB	8	8	22.0	7.5	35.94	9-11; 17:00 hrs
	3 MB	2	2	21.0	7.5	35.79	10-11; 9:00 hrs
	4 MB	2	2	20.0	7.5	36.21	10-11; 18:00 hrs
	5 MB	2	2	—	7.5	35.72	11-11; 7:00 hrs
	6 MB	2	2	19.8	7.6	35.67	11-11; 19:00 hrs
	7 MB	2	2	19.8	7.7	35.59	12-11; 8:00 hrs
	8 MB	2	2	21.0	7.8	35.75	12-11; 19:00 hrs
	9 MB	2	2	18.0	7.8	35.79	13-11; 8:00 hrs
	10 MB	12	2	18.8	7.6	35.77	14-11; 8:00 hrs
C	1 MB	2	2	21.0	7.5	36.02	8-11; 19:00 hrs
	2 MB	2	2	23.0	7.5	35.97	9-11; 17:00 hrs
	3 MB	2	2	21.0	7.5	36.03	10-11; 9:00 hrs
	4 MB	2	2	21.0	7.5	35.98	10-11; 18:00 hrs
	5 MB	6	2	—	7.5	35.87	11-11; 7:00 hrs
	6 MB	2	2	20.2	7.7	35.79	11-11; 19:00 hrs
	7 MB	2	2	19.4	7.7	35.80	12-11; 8:00 hrs
	8 MB	2	2	20.0	7.9	36.03	12-11; 19:00 hrs
	9 MB	2	2	17.0	7.9	36.11	13-11; 8:00 hrs
	10 MB	15	2	18.0	7.8	35.87	14-11; 8:00 hrs

ANEXO 3- PARAMETROS BACTERIOLOGICOS Y FISICOQUIMICOS
EN BAHIA WILLARD, B.C. FEBRERO DE 1986.

ESTACION	Nº MAREA ALTA/BAJA	COLIF. TOTALES NMP/100ml	COLIF. FECALES NMP/100ml	T °C	p H	S ‰	FECHA Y HORA DE COLECTA
A	1 MB	2	2	18.0	8.25	35.42	14-2 ; 21:00 hrs
	2 MB	2	2	19.0	8.0	34.45	15-2 ; 11:00 hrs
	3 MB	5	2	18.0	7.9	35.27	15-2 ; 20:00 hrs
	4 MB	2	2	17.5	7.8	35.34	16-2 ; 6:00 hrs
	5 MB	2	2	—	7.9	35.50	16-2 ; 18:00 hrs
	6 MB	5	2	17.0	8.0	35.42	17-2 ; 6:00 hrs
	7 MB	15	2	18.4	7.9	35.91	17-2 ; 14:00 hrs
	8 MB	3	2	17.5	7.8	35.54	18-2 ; 6:00 hrs
	9 MB	195	150	18.0	7.7	35.43	18-2 ; 18:00 hrs
	10 MB	2	2	17.0	7.7	36.19	19-2 ; 6:00 hrs
B	1 MB	2	2	19.0	8.35	35.45	14-2 ; 21:00 hrs
	2 MB	2	2	19.0	8.2	35.50	15-2 ; 11:00 hrs
	3 MB	2	2	18.5	7.9	35.53	15-2 ; 20:00 hrs
	4 MB	2	2	17.0	7.8	35.56	16-2 ; 6:00 hrs
	5 MB	2	2	—	8.1	35.52	16-2 ; 18:00 hrs
	6 MB	10	2	18.0	8.0	35.55	17-2 ; 6:00 hrs
	7 MB	128	2	19.0	7.9	35.77	17-2 ; 14:00 hrs
	8 MB	2	2	17.8	7.9	35.24	18-2 ; 6:00 hrs
	9 MB	30	17	18.9	7.7	36.08	18-2 ; 18:00 hrs
	10 MB	2	2	18.1	7.8	35.62	19-2 ; 6:00 hrs
C	1 MB	2	2	19.0	8.4	35.09	14-2 ; 21:00 hrs
	2 MB	3	2	18.0	8.3	35.53	15-2 ; 11:00 hrs
	3 MB	56	4	19.0	7.9	35.57	15-2 ; 20:00 hrs
	4 MB	2	2	17.5	7.9	35.54	16-2 ; 6:00 hrs
	5 MB	3	2	—	8.1	35.53	16-2 ; 18:00 hrs
	6 MB	2	2	18.0	8.0	35.55	17-2 ; 6:00 hrs
	7 MB	15	2	18.4	7.9	35.57	17-2 ; 14:00 hrs
	8 MB	31	2	17.8	7.9	35.52	18-2 ; 6:00 hrs
	9 MB	220	113	19.6	7.8	35.77	18-2 ; 18:00 hrs
	10 MB	2	2	18.7	7.8	35.26	19-2 ; 6:00 hrs