

00361

6
2ej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**EVALUACION MICROBIOLÓGICA DE LOS
SISTEMAS LAGUNARES CHANTUTO-PANZACOLA
Y CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.**

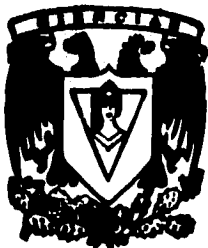
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

BIOL. NERY DEL CARMEN BECERRA TAPIA



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
RESUMEN	1
SUMMARY.....	2
I. INTRODUCCION.....	3
1.1. Antecedentes.....	7
1.2. Objetivos.....	9
II. AREA DE ESTUDIO.....	10
II.2. Sistema Chantuto-Panzacola.....	11
II.2.1. Factores físicos.....	12
II.2.2. Factores fisico-químicos.....	13
II.2.3. Factores bióticos.....	14
II.3. Sistema Carretas-Pereyra.....	17
II.3.1. Factores físicos.....	18
II.3.2. Factores fisico-químicos.....	20
II.3.3. Factores bióticos.....	20
II.4. Producción pesquera	22
III. MATERIAL Y METODOS.....	25

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1. Sistema Chantuto-Panzacola..... 30

IV.1.1. Coliformes totales en columna agua..... 30

IV.1.2. Coliformes totales en sedimentos 31

IV.1.3 Coliformes fecales en columna de agua y sedimentos..... 32

IV.1.4. Bacterias patógenas en columna de agua..... 34

IV.1.5. Bacterias patógenas en sedimentos..... 37

IV.1.4. Bacterias heterótrofas en columna de agua y sedimentos.....40

IV. Sistema Carretas-Pereyra

IV.2.1. Coliformes totales en columna de agua y sedimentos..... 43

IV.2.2. Coliformes fecales en columna de agua y sedimentos..... 45

IV.2.3. Bacterias patógenas en columna de agua.....48

IV.2.4. Bacterias patógenas en sedimentos.....49

IV.2.5. Bacterias heterótrofas en columna de agua y sedimentos..... 51

V. CONCLUSIONES..... 55

VI. SUGERENCIAS..... 58

VI. BIBLIOGRAFIA..... 60

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Alfonso Vázquez Botello, con admiración y respeto por su dirección y asesoría en el desarrollo de este trabajo ya que con su apoyo fue posible la realización de esta Tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico a través de la implementación del proyecto "Impactos biológicos y sociales de la contaminación por plaguicidas en sistemas lagunares críticos de la costa de Chiapas" clave: 1377T.

A los sinodales M. en C. Alfredo Echegaray Alemán, Dr. Ramiro Román Contreras, Dr. Alejandro Toledo Ocampo, M. en C. Irma Wong Chang, M. en C. Alicia de la Luz Durán González y Dra. María de Jesús Ferrara Guerrero, que con sus críticas constructivas y paciencia, orientaron la realización de esta tesis.

Al Dr. Alejandro Toledo Ocampo, por brindarme la oportunidad de participar en la diagnosis de aspectos relacionados con el manejo y usos de Zonas Costeras Mexicanas.

A la M. en C. Irma Wong del Laboratorio de Microbiología Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología por las facilidades otorgadas en el procesamiento de los análisis microbiológicos.

A la Biól. Susana Villanueva que en los momentos más difíciles del proyecto, siempre conté con su apoyo en la orientación e impresión de gráficas.

A mis compañeras del Laboratorio de Contaminación Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología: M. en C. Guadalupe Ponce, Biól. Aurora González y Biól. Lucía Rueda por la oportunidad de compartir amistad y trabajo.

Al Sr. Romeo Flores Chamlati, responsable de la oficina de Pesca de Acapetahua, Chiapas, por todo el apoyo logístico para la obtención de las muestras.

Al Lic. Lenin Pérez Pérez, por la revisión crítica al trabajo escrito.

A los compañeros integrantes de las Cooperativas "La Palma" y "Barra Zacapulco", por su valiosa cooperación en los interminables recorridos de los sistemas lagunares.

Al Instituto de Historia Natural de Escuintla, Chiapas y en especial a la Biól. Beatriz Burguete por su invaluable apoyo en la colecta del material de trabajo que conforman la base de esta tesis.

Al Colegio de Ciencias y Humanidades (Azeapotzalco) de la UNAM, por la confianza que depositan en los Académicos en la superación profesional.

DEDICATORIA

A mis padres: Francisca y Cipriano, por ser ejemplo de honestidad, trabajo y por ser los mejores padres

A mi Abuelita Nedelia, por su fortaleza y sus sabias palabras que me han enseñado el amor por la vida.

A mis hermanos: Arturo Darinel, Bersy, Francisco y Juan de Dios por la solidaridad y el amor que ha existido entre nosotros.

RESUMEN

En este estudio se presentan los resultados de una evaluación microbiológica cualitativa y cuantitativa en agua y sedimentos en los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra, Chiapas, Mexico, teniendo como objetivo determinar las concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales así como de las patógenas y heterótrofas, a lo largo de un ciclo anual (junio-noviembre 1992 y febrero-junio 1993).

En Chantuto-Panzacola las bacterias coliformes totales en agua varían desde no detectable (ND) hasta 24×10^3 bact/100ml; y en los sedimentos se registraron hasta 24×10^4 bact/100g durante noviembre. Las concentraciones de coliformes fecales en agua fueron de 24×10^3 bact/100ml y en sedimentos 24×10^4 bact/100g.

También fueron identificados algunos géneros de bacterias patógenas tales como *Shigella sp.*, *Salmonella sp.*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.* y *Enterobacter aerogenes*, encontrándose un porcentaje mayor en agua que en los sedimentos.

En el sistema Carretas-Pereyra, las bacterias coliformes totales en agua y sedimentos presentaron concentraciones desde no detectables hasta 24×10^3 bact/100g. Las coliformes fecales en agua presentaron un rango desde no detectables hasta 8.8×10^4 bact/100ml, mientras que en sedimentos se cuantificaron hasta 24×10^3 bact/100g. Durante las épocas muestreadas, los niveles de microorganismos se incrementaron notablemente durante junio y noviembre de 1992 y disminuyeron durante el estiaje. Los géneros de bacterias patógenas identificados fueron *Shigella sp.*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter aerogenes* y *Citrobacter sp.*, principalmente.

En *Pemecus vannamei* (camarón) del sistema Chantuto-Panzacola solamente se presentó *Protens sp.* durante junio de 1992, mientras que en Carretas-Pereyra se logró detectar a *Escherichia coli*, *Protens sp.*, *Arizona sp.* y *Citrobacter sp.*

SUMMARY

Results on presence, abundance and variability of microorganisms total and faecal coliforms, heterotrophic and pathogenic bacteria in water and sediments from Chantuto-Panzacola and Carretas-Pereyra coastal lagoons in Chiapas, México are presented herein, during 1992-1993.

From Chantuto-Panzacola lagoon, the levels of total coliforms ranged from no detected (ND) up to 24×10^3 bact/100ml and for sediments were detected 24×10^4 bact/100g during rainy season (november). On the other hand, the highest concentration for faecal coliforms in water were 24×10^3 bact/100ml and 24×10^4 bact/100g in sediments .

Regarding the presence of pathogenic bacteria the following were identified: *Shigella sp.*, *Salmonella sp.*, *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.* and *Enterobacter aerogenes*, being present more frequently in water than in sediments.

In Carretas-Pereyra lagoon the concentration for total coliforms in water and sediments ranged from ND to 24×10^3 bact/100g. In contrast, the faecal coliforms levels were low compared with Chantuto-Panzacola system.

It is noticeable that the levels of microorganisms are higher in the rainy season (june-november 1992), being lower in the dry season. The principal genus of pathogenic bacteria identified for this lagoon were *Shigella sp.*, *Klebsiella sp.*, *Enterobacter aerogenes* y *Citrobacter sp.*

Finally, in the shrimp *Penaeus vannamei* from Chantuto-Panzacola was identified *Protens sp.* whereas the shrimps from Carretas-Pereyra showed the genus *Escherichia coli*, *Protens sp.*, *Arizona sp.* y *Citrobacter sp.*

I. INTRODUCCION.

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

Dentro de esta zona se encuentran las lagunas costeras, que son consideradas áreas de gran productividad pesquera y de suma importancia ecológica, debido a que están conectadas de manera permanente o temporal con el mar y con el continente, a través de los sistemas fluviales, existiendo un aporte regular de materiales disueltos y en suspensión; igualmente, son afectados por las mareas, que ejercen influencia sobre la circulación estuarina, encontrándose gradientes de salinidad muy marcados debido a la mezcla de aguas dulces y marítimas.

El suministro de materiales disueltos o particulados en estos ecosistemas depende en gran parte de los aportes continentales como los ríos, considerados como el principal origen de los nutrientes, ya que la intensidad del acarreo fluvial provoca una "dilución" junto al que aportan las lluvias, sobre todo en aquellas lagunas tropicales en donde la época de precipitaciones pluviales es prolongada.

Todos los materiales que son vertidos a los ríos y por consiguiente a los sistemas lagunares, además de arrastrar gran cantidad de partículas en suspensión, también aportan microorganismos patógenos de los cuales algunos de éstos producen infecciones al hombre, tales como: cólera, tifoidea, shigelosis, salmonelosis entre otras. Varios de estos microorganismos no sobreviven mucho tiempo en el agua salina, sin embargo, la combinación de ciertos factores como el alto contenido de materia orgánica, y el azolve de sedimentos así como las elevadas temperaturas, les permite sobrevivir por períodos relativamente largos (Yáñez y Zárate, 1992).

Bajo estas condiciones, los microorganismos pueden llegar a ser fuentes potenciales de infecciones severas en forma directa, sobre todo, cuando el agua es utilizada para fines recreacionales o indirectamente, cuando están presentes en otros organismos que son consumidos por el hombre como son los peces, crustáceos y moluscos. En los ecosistemas acuáticos, incluyendo las lagunas costeras, los efectos tóxicos de los contaminantes en organismos varían desde alteraciones enzimáticas y conductuales hasta intoxicaciones subclínicas e incluso la muerte (Bárceñas, 1992).

Los nutrientes inorgánicos y la materia orgánica en dichas lagunas son recirculados por las mareas y los vientos, manteniendo así, esporádicamente, gran cantidad de alimentos que no pueden consumirse, por eso constituyen áreas donde se pueden aplicar técnicas de maricultura con organismos potencialmente útiles, que permiten elevar el nivel de producción del ecosistema.

Los estudios relacionados con el flujo total de energía en ambientes costeros y oceánicos, han demostrado que los microorganismos juegan un papel importante en el manejo de la energía disponible. Pomeroy (1980) indica que alrededor de la mitad de la producción primaria total de los océanos es procesada por microorganismos, y es probable que la intervención de estos organismos en diferentes procesos, sea aún más importantes en el área costera que en el océano abierto.

Una de las principales fuentes de contaminación en el medio marino la constituyen las aguas domésticas, debido fundamentalmente al acarreo de heces fecales, lo que ocasiona la introducción de bacterias patógenas en los ambientes costeros, con su consecuente distribución en la superficie del agua y en el fondo de estos ecosistemas.

Algunos autores indican que la salinidad es el factor que más afecta la viabilidad de las bacterias entéricas, (Geldrich, 1975; Gebra y McLeod, 1976; Matson, 1978), no obstante, que la membrana celular les confiere cierta resistencia a los cambios en la presión osmótica, los cambios drásticos pueden provocar su muerte (Atlas, 1990).

Algunas bacterias como las de la fiebre tifoidea, presentan una sorprendente capacidad de sobrevivencia, en condiciones adversas y permanecen viables en el agua de mar entre 2 y 12 semanas (Rodríguez y Romero, 1981). Durante el tiempo que sobreviven los patógenos permanecen virulentos, de aquí que las regiones costeras contaminadas con aguas negras, puedan ser peligrosas fuentes de infecciones.

Los peces y otros organismos marinos que viven en aguas costeras contaminadas, poseen una microflora microbiana que depende de las aguas en que habitan, ya que independientemente de los hábitos alimenticios (plantónicos, detritívoros, carnívoro o herbívoro), ingieren bacterias en su alimento, encontrando un gran número de ellas en su tracto digestivo, en los cuales se han identificado algunas como: *Escherichia*, *Salmonella*, *Streptococo*, *Staphylococcus*, *Clostridium* y *Vibrio* (Izquierdo-Vicuña, 1981).

Por lo que, un gran número de enfermedades virales, bacterianas o parasitarias, llegan al hombre a través del agua u organismos que ingiere, siendo la fuente principal de estos microorganismos patógenos los drenes de aguas residuales, las excretas del hombre y de otros mamíferos que contaminan los diversos cuerpos de agua.

En aguas marinas que han sido contaminadas, son frecuentes los patógenos intestinales del tipo de *Salmonella typhi* y *S. paratyphi* A y B, causantes de la fiebre tifoidea, paratifoidea y gastroenteritis (Salazar, 1993). Las infecciones causadas por estas bacterias pueden ser transmitidas no sólo por el consumo de agua, sino también por la ingestión de pescados y mariscos provenientes de aguas contaminadas.

Muchas enfermedades gastrointestinales importantes, se asocian a la contaminación de las aguas por desechos humanos, en lugares donde la pobreza y la desnutrición son comunes; estas infecciones, ocupan lugares preponderantes como causa de mortalidad infantil, siendo los niños el grupo de la población más afectado (Rodríguez y Botello, 1987).

En México el desarrollo y expansión de los centros urbanos plantea problemas serios de infraestructura, por lo tanto es necesario prever y resguardar las condiciones sanitarias y ambientales de tal manera que no sean afectados los sistemas acuáticos circundantes.

Actualmente, las lagunas costeras del estado de Chiapas son áreas que están en peligro de ser contaminadas por microorganismos patógenos debido a la descarga de ríos que arrastran productos de desecho como heces fecales, así como residuos de algunos fertilizantes y plaguicidas utilizados en las actividades agrícolas de la región.

II ANTECEDENTES

En el País existen algunos sistemas costeros que quizá debido al difícil acceso de los mismos, no han sido evaluados en su totalidad, permaneciendo de alguna manera desconocidos; tal es el caso de los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra en el estado de Chiapas.

Los primeros estudios realizados en las lagunas litorales en el estado de Chiapas fueron reportados por Ocampo y Emilsson (1976); Sandoval y Peña (1978), así como los de tipo social hechos por Ortiz (1984) y Voorhies (1984). Sin embargo, fue hasta 1986 que Tena-Villa, reportó un estudio sobre la Reglamentación Pesquera de algunos sistemas lagunarios del litoral chiapaneco.

La SEPESCA (1990), publicó un estudio denominado "Evaluación Técnica, Social y Económica del Sistema Artesanal de Camarón en la Costa de Chiapas", y en 1991 la Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología del Estado de Chiapas, realizó estudios enfocados a implementar granjas camarónicas en los sistemas Carretas-Pereyra y Mar muerto.

Con la finalidad de iniciar un proyecto que permitiera conocer los sistemas lagunarios, el Centro de Ecodesarrollo, A.C. (CECODES, 1992), con la colaboración de varias Instituciones llevó a cabo el proyecto "Planificación y manejo de los recursos costeros de la Cuenca Mexicana Pacífico" de los cuales se reportan datos sociales, económicos, fisicoquímicos y algunos parámetros biológicos.

A raíz de estos estudios, se han determinado algunos aspectos hidrológicos, como análisis de nutrimentos y productividad primaria realizados por Contreras (1992); García y Castañeda (1992); cabe mencionar que existen reportes con respecto al

fitoplancton y vegetación, elaborados por Contreras y Castañeda (1992); Avelino y López (1992); Ramírez y Segura (1992); y sobre la vegetación de manglar se cuenta con los estudios de Ramírez y Segura (1992), de neoton se encuentra el trabajo de Tovilla y Castro (1981); Toledo (1994), realizó un trabajo en el que se relacionan los factores sociales, económicos y políticos con el deterioro las Costas de los estados de Chiapas y Oaxaca.

Dentro del complejo lagunar Chantuto-Panzacola, se encuentra el área denominada "La Encrucijada", que cuenta con 2500 hectáreas, las cuales desde 1990 han sido declaradas zona de reserva por el Instituto de Historia Natural del Gobierno del Estado de Chiapas y a partir de 1995 fué declarada Reserva de la Biosfera por la SEMARNAP, por considerarla un reservorio importante de especies vegetales y animales.

La actividad pesquera más importante de estos sistemas es la captura del camarón; sin embargo, a últimas fechas la producción de dichos organismos ha disminuido considerablemente, debido a lo que los pescadores llaman "embarbascamiento" del camarón y lo atribuyen a la "contaminación del agua". Este fenómeno, consiste en la muerte masiva de peneidos en etapa juvenil, en áreas donde han sido bloqueados o desviados los aportes fluviales y por ende, la materia orgánica tiende a incrementarse, de tal forma que estos sitios se convierten en áreas eutrofizadas, sobre todo en época de lluvias, provocando que los peneidos queden atrapados en el fondo.

Con base en lo anterior, se consideró importante realizar un estudio sobre la comunidad bacteriana, que habita en dichos ecosistemas acuáticos debido a que estos organismos juegan un papel fundamental dentro de cualquier cadena trófica, y son los responsables de la descomposición de la materia orgánica particulada, que proviene de restos de plantas y animales, participando en la incorporación hacia los sedimentos

marinos y columna de agua a través de procesos aerobios o la descomposición por organismos anaerobios.

Para llevar a cabo dicha investigación se plantearon los siguientes objetivos:

1.2. OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL:

Realizar una evaluación de la calidad del agua desde el punto de vista microbiológico, de los sistemas Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra, Chiapas, México, para determinar la presencia y niveles de bacterias coliformes totales y fecales, así como de ciertos grupos de bacterias patógenas en agua, sedimentos y organismos peneidos (camarón).

OBJETIVOS PARTICULARES:

- Determinar la presencia microbiana, principalmente en aquellas áreas que están próximas a poblaciones ribereñas.
- Efectuar un análisis cualitativo y cuantitativo de las bacterias coliformes totales y fecales, mediante la técnica del número más probable (NMP) presentes en agua y en los sedimentos superficiales.
- Identificar grupos bacterianos patógenos en agua, sedimentos y el intestino de organismos (camarones).
- Evaluar las fluctuaciones de la actividad microbiana en las diferentes estaciones del año.

II. AREA DE ESTUDIO.

II.1. LOS SISTEMAS LAGUNARIOS DE LA COSTA DE CHIAPAS.

La costa chiapaneca se encuentra ubicada frente a una de las áreas que oceanográficamente se consideran de las más ricas, ya que alcanzan tasas de productividad primaria, mayores a los 200gC/m²/año (SEPESCA,1990). Esta característica la comparte con la porción norte del estado de Baja California, siendo estas dos regiones litorales del País, las únicas con dicha peculiaridad (Russel, 1970 en Contreras, 1988).

Chiapas es una de las entidades con mayor potencial de recursos acuáticos del País, distribuidos en 260 Km. de litoral, 88 Km² de mar patrimonial, 76,000 hectáreas de estanques naturales y artificiales, 12,000 Km² de plataforma continental y 100,000 hectáreas de aguas continentales propicias para la acuicultura (SEPESCA, 1990).

Los estudios realizados por la Secretaría de Pesca y el Gobierno del estado de Chiapas (1993), con relación a los aspectos generales del lugar, indican que existe alrededor de 40,000 hectáreas de terrenos salitrosos, susceptibles al cultivo intensivo del camarón.

Hay que mencionar que de las cuatro granjas camaronícolas que se construyeron en las costas chiapanecas, únicamente se encuentran en producción 46.7 hectáreas, ya que Acuacultura de Pijijiapan con (73 has.) El Fortín (65 has.) y Acuacultura de Tonalá con (11 has.), no se encuentran en operación.

II.2. SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA.

El sistema lagunar Chantuto-Panzacola se localiza en el Municipio de Acapetahua en la costa sur chiapaneca, ubicado por las coordenadas 92° y 50' de longitud oeste y 15° 10' de latitud norte (Figuras 1 y 2).

El complejo cuenta con una superficie total de 3,160 hectáreas (Ortiz, 1984) y está compuesto principalmente por cinco cuerpos lagunares y un estero que se extiende a lo largo de la costa. Los primeros comprenden de norte a sur a la laguna de Chantuto, Campón, Teculapa, Cerritos y Panzacola; el estero es conocido como El Hueyate, es angosto y alargado, y es localizado paralelo a la costa .

Chantuto-Panzacola es el sistema más grande de Chiapas, y se encuentra en comunicación con el mar a través de la "Barra la Arenera". Existen evidencias de antiguas bocas que estuvieron abiertas; estas comunicaciones son conocidas como la "Barra de Zacapulco", frente al poblado que recibe el mismo nombre y la "Barra de San Juan" ubicada aproximadamente a 2.5 Km. al sureste de la barra actual (SEPESCA, 1990).

La laguna de Chantuto, se encuentra más aislada de la boca de acceso con el mar en comparación con las demás; y se une a éste por medio de canales y "esterillos". En ésta desembocan los ríos San Nicolás (pacayal), Ulapa, Cacaluta, Doña María, Cintalapa y Vado Ancho, que se originan en la Sierra Madre de Chiapas. Los escurrimientos del Cintalapa y Vado Ancho son los que de alguna manera, controlan la existencia de la barra por sus drenes hacia la laguna.

El río Cintalapa nace en la Sierra Madre de Chiapas y forma a su paso por lo menos 10 afluentes, luego de pasar por los poblados de Escuintla y Acacoyagua, sus ramales desembocan en las lagunas de Chantuto y el Campón. El Vado ancho tiene su origen en la Sierra Soconusco a una altitud de 2800 m.s.n.m. en el Municipio de Motozintla

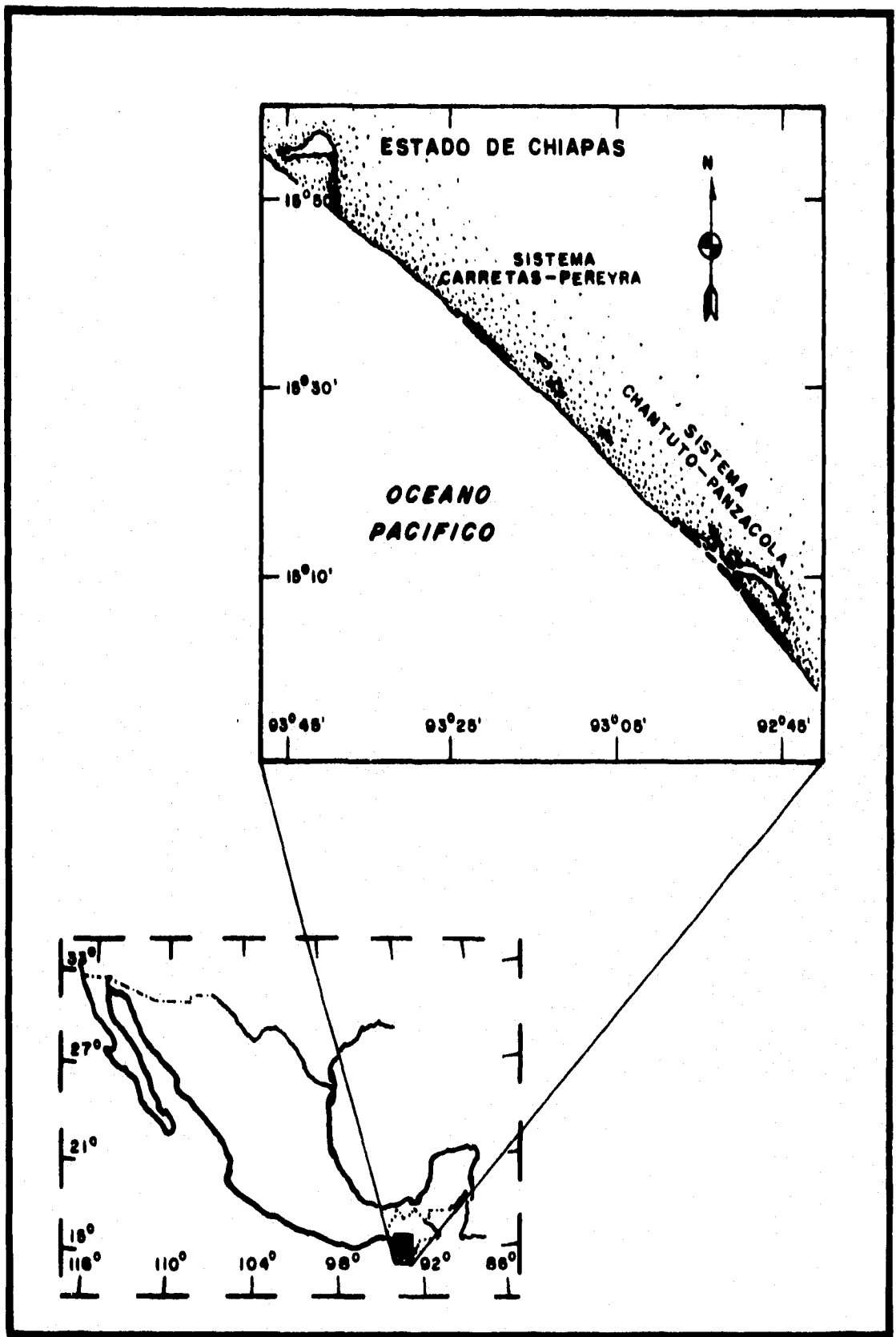


FIGURA I. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.

pasando por el Municipio El Triunfo y continúa en dirección SE hacia la población de Villa de Comaltitlán para desembocar finalmente, en la laguna de Cerritos y Panzacola (CECODES,1992).

II.2.1. FACTORES FISICOS.

El sistema lagunar tiene una profundidad que oscila desde unos cuantos centímetros hasta los siete metros, sobre todo en las áreas cercanas a la boca y hacia la isla La Palma. Existen grandes zonas de azolvamiento en las lagunas Teculapa, Campón y Cerritos y disminuye hasta 0.50m. La profundidad promedio es alrededor de 2.9m (SEPESCA,1990).

Los sedimentos por lo general son tipo arcillo-arenoso de grano fino, y en las áreas cercanas a la boca predominan los sedimentos arenosos. Existen algunos afloramientos de moluscos fosilizados y abundante material orgánico en diferentes grados de descomposición (Voorhies *et al*,1991).

Las mareas son de tipo semidiurno y se registran dos pleamares y dos bajamares en un ciclo de 24 horas (SEPESCA,1990).

Las velocidades máximas de las corrientes, determinadas durante la marea viva es de 125.78 cm/seg y la mínima de 9.17 cm/seg. Durante el reflujo los valores máximos son de 117.65 cm/seg y los mínimos hasta de 83.88 cm/seg. (CECODES, 1992). En época de estiaje las velocidades máximas alcanzadas en flujo y reflujo son semejantes, debido a que no existe un aporte apreciable de agua dulce hacia el sistema, lo que crea condiciones de entrada y salida de agua relativamente estables. Estas velocidades son insuficientes para mantener estable el canal de la barra (Acosta, 1989).

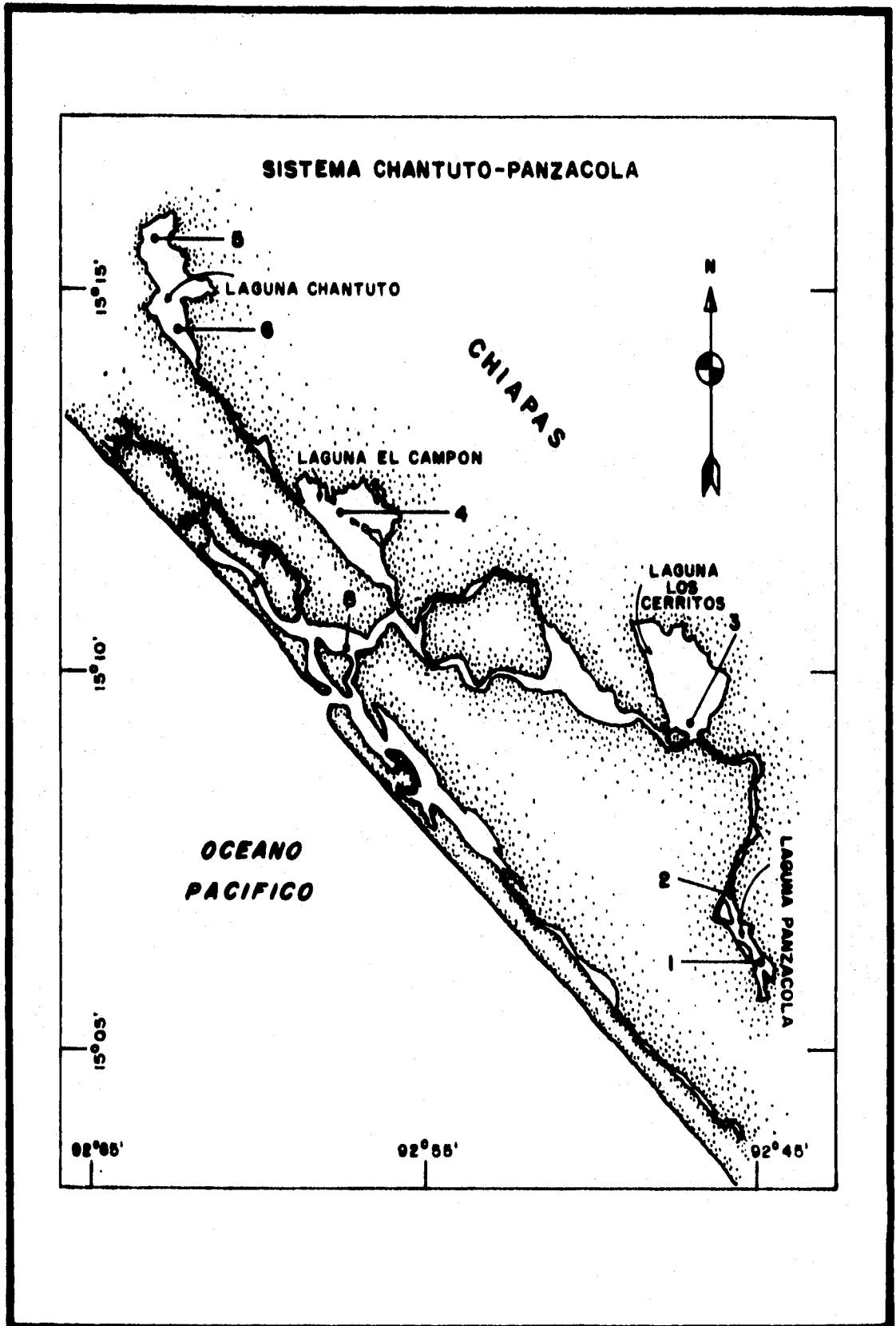


FIGURA 2. UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

Los meses de mayor precipitación ocurren desde el mes de mayo hasta octubre y en algunas ocasiones se prolongan hasta noviembre; el periodo de estiaje se manifiesta a finales de noviembre hasta abril, siendo marzo el mes crítico (Datos proporcionados por la Estación hidrométrica de Escuintla).

Los vientos dominantes proceden principalmente del NE en todo el año, presentando velocidades nulas hasta 5.6 m/s. Los vientos que registran mayores velocidades durante los meses de febrero, marzo y abril, son principalmente los del oeste.

II.2.2 FACTORES FISICO-QUIMICOS

El régimen de salinidad que presenta el sistema es muy marcado e influenciado por las estaciones del año, ya que durante los meses de precipitación pluvial la aportación de agua dulce es alta encontrándose valores de 0.62 ‰ en julio y en noviembre, y en febrero hasta de 34.64 ‰. Estos registros se localizan en áreas cercanas a la boca del sistema (Contreras, 1992), sin embargo se han registrado valores halinos en los meses de agosto y octubre (SEPESCA, 1990).

Los valores de temperatura registrados en este estudio oscilan desde 26°C a 34°C, este último dato se registró durante el mes de junio, lo cual concuerda con lo reportado por Contreras (1992) presentándose las variantes más extremas en la laguna de Chantuto. Durante el muestreo, se observó que los valores dependían de la hora del día, así el valor más alto se obtuvo a las doce horas y el más bajo a las ocho de la mañana. Contreras (1992) ha registrado temperatura ambiental de 22.5°C. en agua superficial 25.7°C y 24°C en fondo.

Las concentraciones de oxígeno mínimas y máximas reportadas en el sistema son de 0.122ml/l en abril y hasta 7.82ml/l en mayo. En Panzacola y en Chantuto varían entre 0.56 ml/l en mayo y 5.8ml/l en junio. Estas variaciones espacio-temporales, se encuentran en función del gran aporte de materia orgánica y compuestos fosfatados que existe durante la época de lluvias, los cuales son importantes en el ciclo biológico de los organismos autótrofos como en caso del fitoplancton, entre otros, ya que de éstos depende en forma directa la concentración de oxígeno en el ambiente (CECODES, 1992).

La concentración de nutrimentos del sistema en relación al nitrógeno total, varían desde 4.41 a 59.87mg/at/l encontrándose en la época de lluvias (mayo), las concentraciones más altas en la laguna El Campón y la Boca Barra. De igual manera, las formas fosfatadas se incrementan durante los meses de septiembre y abril principalmente (Contreras, 1992).

Los meses de mayor precipitación ocurren desde el mes de mayo hasta Octubre y en algunas ocasiones se prolongan hasta noviembre; el período de estiaje se manifiesta a finales de noviembre hasta abril, siendo marzo el mes crítico (Estación hidrométrica de Escuintla).

II.2.3. FACTORES BIOTICOS

La vegetación predominante son los manglares, con las especies de mangle rojo (*Rhizophorae mangle*), mangle negro (*Avicenia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el botoncillo (*Conocarpus erectus*), distribuidos principalmente hacia la zona de Campón y Chantuto, alcanzando hasta 35 metros de altura (CECODES, 1992; Contreras y Castañeda, 1992).

Estos manglares son considerados como uno de los más densos, con mayor extensión, mayor área basal y los más altos en México, inclusive el más diverso con respecto a las especies estrictas de manglar, debido a la presencia de *Rhizophora harrisonii* (Ramirez y Segura, 1992). De igual manera se pueden encontrar especies de la familia Hipocrotaceae (*Acrosticum aureum*), Bombacaceae (*Pachira acuática*) y otras de menor abundancia como las especies *Cocoloba*, *Barbadensis*, *Ipomea pescaprea*, *Prosopis juliflora* y *Sabal mexicana*.

Las lagunas Campón y Teculapa son las más cercanas a la boca de comunicación con el mar, mientras que la de Cerritos se encuentra más alejada de ésta por lo que se ve más influenciada por los aportes continentales y fluviales y, durante la época de lluvias, su estructura florística se ve transformada por la presencia de una gran variedad de plantas de origen dulceacuícola, que se prolonga hasta la laguna de Panzacola y canales adyacentes.

Las especies registradas en estas zonas residen principalmente en las plantas emergentes y sumergidas como *Nymphaea blanda*, *Azolla sp.*, *Neptunia sp.* y *Eichornia crassipes*. Este panorama es más evidente durante los meses de Julio a Octubre, además de la vegetación circundante como zapotonales, tulares, popales, palmares, sabana costera y en algunos sitios selvas medianas subperenifolias y bajas caducifolias (Contreras 1993).

Entre la fauna acuática las especies que se explotan en el área son principalmente el camarón blanco (*Penaeus vannamei*), camarón azul (*Penaeus stylirostris*); entre los peces se incluyen principalmente especies como *Lutjanus griseus* (pargo), *Centropomus nigrescens* (robalo), *Mugil cephalus* (lisa), *Mugil curema* (lebrancha), *Cichlasoma sp.* (mojarra), *Lepisosteus tropicus* (pez armado), este último es considerado como fósil viviente y se localiza en aquellos sitios cercanos a la desembocadura de los ríos.

En la zona de pantanos denominada El Hueyate que forma parte como zona de acolchamiento de la reserva ecológica "La Encrucijada" o "Manglar Zapotón", habitan el *Cocodylus acutus* (lagarto real) y *Cocodylus Chiapasus* (pululo-caimán); el primero se encuentra en peligro de extinción por lo que es muy escaso, mientras que el segundo es más abundante y habitan principalmente cerca de los ríos Vado Ancho y Cintalapa.

De las especies más susceptibles a explotación se encuentran los quelonios de hábitats marinos como son: *Dermochelys coriacea* (tortuga laúd), *Chelonia mydas* (parlama) y *Eretmochelys imbricata* (carey); entre las especies dulceacuícolas se reportan a *Staurotypus salvinii* (cruzalluchi), *Rhinoclemys pulcherrima* (tortuga sabanera), *Pseudemys grayi* (tortuga negra) y *Kinosternon scorpioide* (casquito) (IHN, 1991). Estos últimos organismos han sido objeto de una explotación desmedida, debido a que sus hábitats son cercanos al continente y su captura no sólo es por parte de los pescadores, sino también por los habitantes de los poblados ribereños, al grado de provocar pequeños incendios de tulares y popales para facilitar su captura, poniendo en peligro de extinción a las especies antes mencionadas, así como la alteración del ecosistema en general.

Chantuto-Panzacola también es un refugio natural de aves migratorias con trayectoria hacia América del Sur, procedentes del Canadá y del Norte de Estados Unidos, entre las cuales encontramos especies como *Anas dirocors* (cerceta azul), *Anas cyanoptera* (cerceta canela), *Butoroides virenses* (garza verde) y *Trigrisoma lineatum* (garzón rayado), *Fulica americana* (gallareta) que migra hacia el Ecuador y permanece en la zona los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Dentro de las aves residentes se registra el *Pandion haliaetus* (águila pescadora), *Mycteria americana* (cigüeñón), *Jacana espinosa* (combatiente), *Eudecimos albus* (ibis blanco) entre otras, ya que el registro del IHN (1991) es de 142 especies.

Para llegar al sistema Chantuto-Panzacola existen dos vías: 1) por la carretera costera entrando por la población de Acacoyagua vía el Ejido Matamoros hasta el embarcadero Las Garzas o Río Arriba y 2) por Escuintla vía Acapetahua con acceso al embarcadero "Las Lauras" cercano a la laguna de Cerritos; o bien al embarcadero Las Garzas próximo a la Isla "La Palma".

II.3. SISTEMA CARRETAS-PEREYRA.

El sistema lagunar-estuarino de Carretas-Pereyra se localiza en el municipio de Pijijiapan a 1500 metros del estero de Santiago entre las coordenadas $93^{\circ} 06'$ y $93^{\circ} 15'$ latitud norte y los $15^{\circ} 23'$ y $15^{\circ} 32'$ de longitud oeste, teniendo como poblaciones importantes adyacentes a los municipios de Pijijiapan, Tonalá, Mapastepec y Valdivia (Figuras 1 y 3).

Su extensión es difícil de determinar, ya que la Secretaría de Desarrollo Rural y Ecología del Estado (SDRE, 1993) señala 3,696 hectáreas; CECODES (1992) 3,200 hectáreas y otro dato reportado como anónimo en Contreras y Castañeda (1990) menciona una área de 4,100 hectáreas. Esto se debe principalmente a que en el sistema existen zonas inundables, esteros y pantanos que en alguna época del año se encuentran secos. El problema se hace más complejo porque las lagunas se extienden a lo largo de toda la costa que cuenta con un cordón litoral de muchas bocas en su mayor parte inestables.

El sistema está conformado por varios cuerpos acuáticos someros, que llevan el nombre de Carretas, Pereyra, Bobo y Buenavista (Fig.3) y un cordón estuarino conocido como "El Palmarcito". En total abarca un frente de 1.2 km. además de la totalidad del Canal de Pijijiapan hasta su unión con el estero de Tolomita (SEPESCA, 1990).

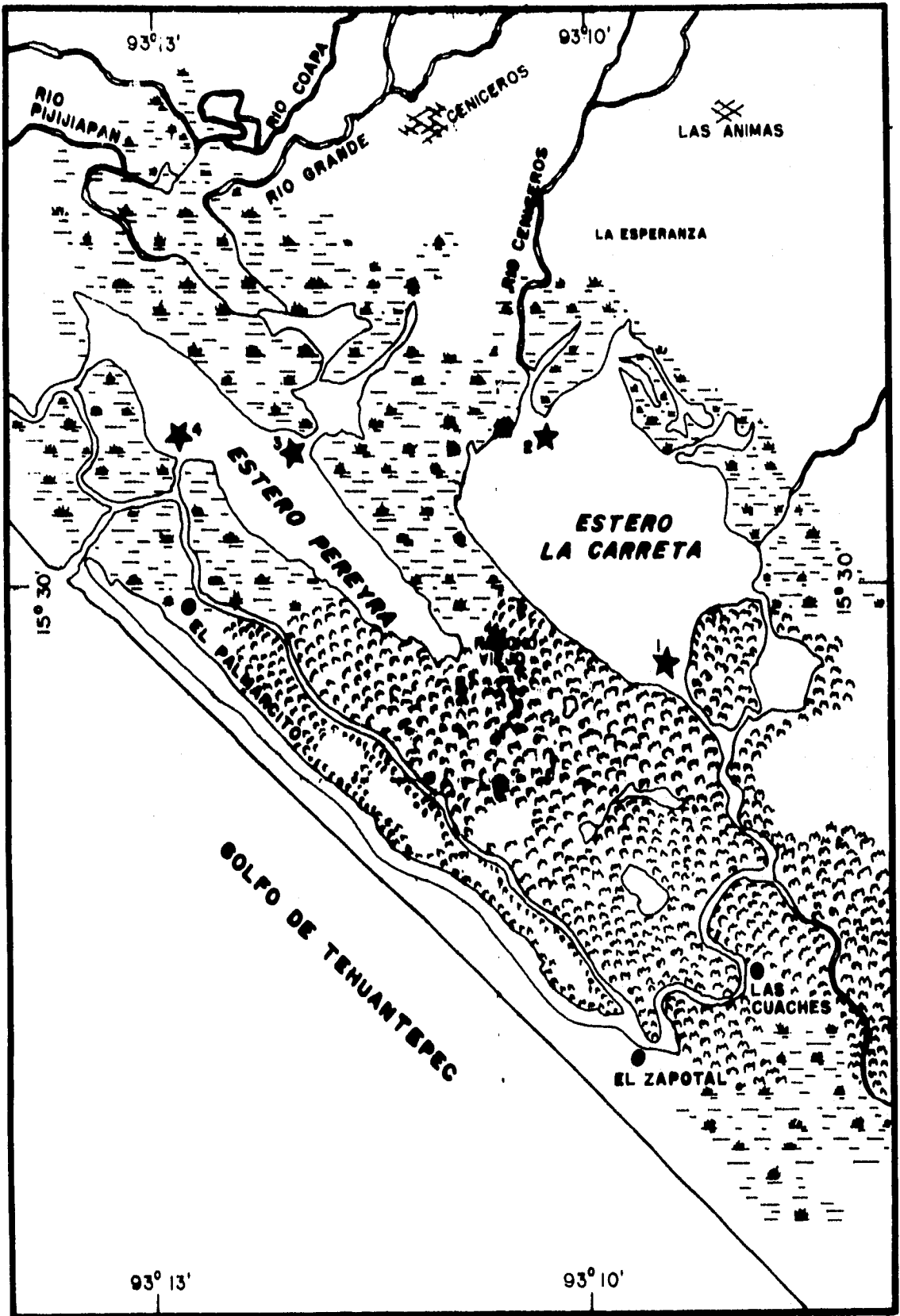


FIGURA 3. UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

A este complejo lagunar desembocan de Norte a Sur cinco ríos principales: Pijijiapan, Echegaray, Margaritas, Bobo y Progreso en los cuales, se observan corrientes intermitentes a excepción del río Pijijiapan que es permanente y desemboca en el estero de Santiago (SEPESCA, 1990; Contreras, 1992).

El acceso a estos sistemas se realiza por dos vías, el primero sobre la carretera costera entrando por Pijijiapan vía Tapachulita-Palo Blanco, llegando hasta "Topón" que se localiza en las márgenes del estero Tolomita conocido como "Embarcadero" y a partir de allí se llega a "Palmarcito", Carretas y Pereyra; la segunda vía de acceso se localiza por la misma carretera en el desvío "Valdivia"- Buenavista-Las Cuaches y el Zapotal.

II.3.1. FACTORES FISICOS.

En el año de 1977, el sistema contaba con una boca artificial que se le denominó "Boca de Pijijiapan", la cual se abrió frente a la laguna de Pereyra, muy cerca de "El Palmarcito", y se cerró por los acarreo litorales; en 1978 fue reabierta por los socios de las cooperativas y en 1979 la Secretaría de Pesca la protegió con dos escaleras paralelas entre sí. Sin embargo, en 1992 los socios de las cooperativas pidieron que se cerrara debido a que durante la época de lluvias sufrieron constantes inundaciones en el área de "El Palmarcito" permaneciendo así hasta la fecha.

La profundidad del sistema depende de la estación del año y varía desde 0.40m hasta 7.2m; las profundidades más altas se han encontrado en los canales de intercomunicación entre las lagunas que conforman el complejo. De manera general las profundidades son menores que las del sistema Chantuto-Panzacola.

Los sedimentos de estas lagunas son arcillosos o limosos, formando depósitos arcillo-arenosos de grano fino (INEGI,1981), además se ha observado que existe mucho material orgánico tanto de la vegetación circundante como de moluscos.

Los vientos que predominan son principalmente del NE presentando velocidades extremas de 1.6 m/seg., durante los meses de febrero, marzo y abril se presentan vientos provenientes del oeste que registran mayores velocidades.

La marea es de tipo mixta, en la cual existe una variación entre las alturas de dos crestas y/o entre las alturas de dos valles en un día lunar de 24.84 horas (INSUDECO,1987 en CECODES, 1992).

Las corrientes en el sistema presentan un reflujó de 0.62 m/seg. (estación estero de Tolomita).Las velocidades registradas tanto de flujo como de reflujó son superiores en la mayoría de los casos en la barra de Tolomita comparada con el canal de Pijijapan, y en la boca del mismo nombre han llegado a encontrarse hasta 0.22 m/seg (CECODES,1992).

Los patrones de precipitación y evaporación están definidos principalmente por las condiciones climáticas, al igual que Chantuto-Panzacola, la precipitación media anual se presenta de mayo a septiembre, disminuyendo apreciablemente hasta octubre.

Durante los meses de enero y hasta abril la evaporación es más alta, siendo marzo el más crítico con un valor medio de 192.8 mm (CECODES,1992).

Los valores de temperatura en el complejo lagunar presentan valores máximos registrados de 34°C en el mes de febrero y los mínimos de 29°C registrados en Junio, lo que coincide con los reportados por SARH,(1979) y CECODES (1992).

II.3.2. FACTORES FISICO-QUIMICOS.

Los gradientes de salinidad en las lagunas Carretas-Pereyra, presenta grandes fluctuaciones que van de 0.0‰ a 30‰ registrados durante los meses de Junio y noviembre de 1992, sobre todo en el área correspondiente a Carretas. Estos datos están relacionados con la influencia del aporte fluvial, como en el caso de Carretas, comparado con la laguna Pereyra, prácticamente no tiene ninguna influencia durante la época de secas.

Contreras (1993), cataloga a este sistema como eurihalino y su comportamiento hidrológico es prácticamente dulceacuícola durante la mitad del año y el resto estuarina (García y Castañeda, 1992).

Los estudios realizados a nivel químico de algunos parámetros en estas lagunas, señalan que existe una relación inversa en cuanto a la forma reducida del nitrógeno (N), el amonio (NH₃) y las formas oxidadas de nitritos y nitratos; lo que significa que existe una mayor concentración de fósforo que de nitrógeno alcanzando valores de 37:1 de P:N, además de ser un sistema saturado de oxígeno (SEPESCA, 1990 y Contreras *et al.*, 1992).

II.3.3. FACTORES BIOTICOS

La vegetación de esta zona se caracteriza al igual que Chantuto-Panzacola por los bosques de manglares, palmares y tulares, registrándose especies como *Rhizophorae mangle* (mangle rojo) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) (IHN,1991). La zona más densa de manglar, se ubica principalmente hacia los alrededores de Carretas y el cordón estuarino que une a los dos cuerpos lagunares. Comparando la altura que alcanzan los manglares del complejo Chantuto-Panzacola (40m) con los de Carretas-Pereyra, estos últimos son densos y más bajos. Esta característica se encuentra

relacionada con lo reportado con Castillo (1991), en el cual la salinidad juega un papel importante; encontrando en los sitios de menor salinidad a especies de mayor altura tal como se observa en Chantuto-Panzacola, mientras que en los sitios de mayor salinidad se localizan especies más pequeñas.

Las zonas de manglares se encuentran moderadamente perturbadas, ya que la abundancia no está dada por el manglar *Avicennia germinans*, que prevalece en sitios con altas salinidades de climas más secos y elevados. Además de manglares se observan especies de la familia Acanthaceae y Gramineae (como los pastos rameado y talado) y Verbenaceae.

Las principales especies acuáticas de mayor explotación son el camarón blanco (*Penaeus vannamei*), camarón cristalino (*Penaeus brevirostris*), camarón azul (*Penaeus stylirostris*) y camarón café (*Penaeus californiensis*). En relación a las especies de escama se encuentran la lisa (*Mugil cephalus*), mojarra (*Cichlasoma sp*), robalo (*Centropomus nigrescens*) y bagre (*Bagre marinus*).

En Carretas-Pereyra, las especies de chelonios registrados por CECODES (1992) son: *Chelonia mydas* (parlama), *Dermochelys coriacea* (tortuga laud) y *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey). Entre los reptiles se encuentran el *Cocodylus chiapasus* (pululo-caimán) que es el más abundante y *Cocodylus acutus* (cocodrilo de río) con escasos ejemplares.

La fauna de estos ecosistemas se encuentra representada por una gran variedad de aves que incluye a 67 especies (CECODES, 1992) y las que se presentan temporalmente son: *Phalacrocorax olivaceus* (cormoranes), *Anhinga anhinga* (pato ahuja), *Casmerodius albus* y *Egreta tula* (garza rizada) donde *Phalacrocorax olivaceus* (pato de coche) determina el porcentaje de mayor abundancia, seguido por el *Pelecanus erythrorhynchus* (pelicano) principalmente.

La importancia de este sistema lagunar no sólo se debe a la gran cantidad de especies que anidan en ella, sino que allí se encuentran aves que están consideradas en peligro de extinción; en este caso se encuentran el *Pandion aliaetus* (águila pescadora), *Ratinga canicularis* (la cotorra común) y *Mycteria americana* (cigüeñón). Entre los mamíferos en peligro de desaparecer se encuentra *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Mazana americanus* (cabrito), *Felis pardilis* (ocelote), *Agouti paca* (tepezcuintle), *Nasua nasua* (coati) y varias especies más (IHN, 1991)

II.4. PRODUCCION PESQUERA

La producción pesquera se ubica fundamentalmente en la captura de camarón y escama incluyendo en esta última la captura de robalo, lisa, pargo y mojarra tanto en Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra.

La infraestructura para la pesca de alta mar, así como para la acuicultura intensiva de camarón, se encuentran poco desarrolladas, por lo que los volúmenes más importantes de camarón que se comercializan en el estado se obtienen principalmente de los sistemas lagunarios. La captura de estos organismos equivale alrededor de cinco mil toneladas anuales de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en tallas que van desde la 80 over hasta 35/40, encontrándose en menor proporción la captura de *Penaeus stylirostris* (IHN, 1993).

En las costas del estado se localizan, además de las especies antes mencionadas a *Penaeus brevisrostris* y *Penaeus californiensis*, las cuales sostienen la pesquería de altura (SEPESCA, 1990; IHN, 1992).

Cabe señalar que la captura de estos crustáceos en alta mar es muy precaria, debido a que no cuentan con la infraestructura adecuada para su explotación, ya que las comunidades pesqueras de Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra sólo cuentan con

lanchas de fibra de vidrio con motor fuera de borda, por lo que la explotación del recurso se ha restringido a los sistemas lagunarios.

La producción camaronesa de las cooperativas se apoya principalmente en los cultivos artesanales que se realizan con la construcción de tapos o encierros, buscando aquellos sitios que por su profundidad, tamaño y distancia permitan encerrar a los organismos en una área determinada, en la cual se controla la entrada y salida del camarón en cantidades suficientes que garanticen una producción que haga rentable la inversión requerida (Tena-Villa, 1986).

La construcción de tapos consiste en colocar una barrera fija hecha a base de troncos de mangle y rodeando a estos una malla de nylon de 3/4 pulgadas de luz de malla.

Los tapos funcionan de tal manera que tienen espacio suficiente para que durante la época de "arribazón" de crías de camarón, las poslarvas y juveniles puedan penetrar a la parte alta de encierro, una vez que pasaron las arribazones más importantes se cierra la barrera hasta que el camarón alcance una talla aceptable desde el punto de vista comercial. Cuando el camarón empieza a emigrar hacia el mar buscando lugares más profundos hasta la trampa del tapo, se delimitan las zonas de atarrayeo determinadas por las sociedades cooperativas.

La expansión de la camaricultura en la costa de Chiapas empieza a tener impulso, ya que la productividad de los esteros constituye principalmente una fuente de alimentos marinos y comercialización; así pues, en años recientes se han puesto en marcha los programas de construcción de granjas camaronícolas, las cuales algunas se han quedado en las obras de dragado.

Los manglares que bordean estos complejos lagunares son igualmente los más extensos y conservados de México, y de seguir incrementándose las actividades de

acuacultura, ganadería y agricultura sin ningún control ecológico, su sobrevivencia se verá afectada (Toledo, 1994).

Las lagunas costeras poseen condiciones ambientales específicas que varían de una región a otra, ya que dependen en gran medida de la mezcla de agua dulce y marina y los gradientes de salinidad presentes las hace ricas y fértiles en nutrientes, logrando a través del flujo de las mareas, una distribución vertical de los mismos y circulando con rapidez entre organismos, agua y sedimentos.

Esta zona de la costa chiapaneca presenta una amplia región de humedales destacando los manglares de Chantuto-Panzacola que cuenta con 40,000 has. junto con los marismas de Los Patos y Sólo Dios con 11,300 has., además de la zona pantanosa de las Pampas y del Maragato-La Cantileña con 32,000 has. formando el sistema de humedales más amplio del Pacífico Sur (Toledo *et al*, 1993).

Los pantanos, los manglares y los esteros son las áreas más valiosas del litoral por la alta productividad de nutrientes que en ellas se genera permitiendo que exista una gran biodiversidad nativa, así como aquellos organismos migratorios que encuentran hábitats que les permiten transitar en ellos. Asimismo, estos lugares son de vital importancia porque mantienen pesquerías productivas a lo largo de la costa, protegiéndola de los procesos de erosión y de los huracanes, principalmente.

La destrucción de los bosques de mangle se ha ido incrementando paulatinamente, siendo causa principal de la decadencia en las pesquerías en muchas partes del mundo, por tanto, desde el punto de vista económico y ecológico es un grave error propiciar la colonización y destrucción de los mismos.

III. METODOLOGIA

Los muestreos se realizaron durante los meses de junio y noviembre de 1992; febrero y junio de 1993 en los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra, empleando una red de estaciones que se muestran en las figuras 2 y 3, cubriendo una red de ocho puntos dentro del sistema lagunar Chantuto-Panzacola; y cuatro para el sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas. Las muestras para los diferentes análisis bacteriológicos, fueron colectadas utilizando material previamente esterilizado y guardados en refrigeración hasta su análisis en el laboratorio.

a) Toma de muestras

El agua se colectó en forma manual, utilizando frascos de vidrio con una capacidad de 250ml llena al 70% de su capacidad. Los sedimentos fueron tomados con una draga Van-Veen, de la cual se extrajeron 10cm cúbicos de sedimentos con una jeringa despuntada, colocándose de inmediato en botellas de dilución con 90ml de solución isotónica (medio mineral). Los camarones fueron capturados con una atarraya y fueron congelados hasta el momento de su análisis. Las muestras fueron procesadas durante las primeras seis horas después de su colecta.

b) Determinación y cuantificación de bacterias coliformes

La presencia de bacterias coliformes en agua y sedimentos se determinó por la técnica de tubos múltiples o NMP (Número Más Probable), que es un método estandarizado y especificado por la American Public Health Association (APHA,1980). En esta técnica se emplearon medios de cultivo como Caldo Lauril Sulfato y Caldo Verde Bilis Brillante, indicados para la cuantificación de bacterias coliformes totales y coliformes fecales respectivamente. Se efectuaron réplicas de siete tubos por muestra para cada uno de los medios de cultivo específicos, los cuales fueron inoculados con diluciones decimales que van desde 1:10, 1:100 y 1:1000 en el caso de las muestras de agua superficial, mientras que para los sedimentos superficiales las diluciones fueron de 1:100, 1:1000 y 1:10000. Los tubos

de fermentación ya sembrados se incubaron a 35°C durante 48 horas y los tubos que resultaron positivos (con formación de gas en las campanas Durham) se resembraron en Caldo Verde Bilis Brillante y se incubaron durante 48 horas a 44.5°C para la prueba confirmativa de coliformes fecales (Figura 3a).

c) Análisis de bacterias patógenas

Para el análisis de bacterias patógenas é identificación del género *Vibrio*, tanto para las muestras de agua como de sedimentos, se sembró 0.1ml de la muestra original en placas, utilizando como medio de aislamiento agar de TCBS, para la identificación de las colonias tipo, de acuerdo a sus características morfológicas. En el caso de los camarones se extrajo el intestino de cinco de ellos, los cuales fueron resuspendidos en 2ml de una solución isotónica y se sembró directamente sobre caja. También se hicieron pruebas con otros medios específicos como son el de Agar de Hierro y Triple Azúcar (TSI), Caldo de lisina descarboxilasa, medio Voguel-Proskauer, Medio Mio y el de Sacarosa y Manosa, para determinar enterobacterias.

d) Determinación del género *Salmonella*

Para la identificación y aislamiento del género *Salmonella* se sembraron 10ml de la muestra original de agua y sedimento (o la de menor dilución) en tubos de enriquecimiento conteniendo Caldo de Tetrionato y se incubaron durante 48 horas a 35°C, para posteriormente resembrar 0.1ml de este medio en placas que contenían medio de Agar Sulfito Bismuto como prueba confirmativa. Para aislar las colonias tipo y obtener un mejor resultado se utilizaron otros medios de aislamiento como son: Agar para *Shigella* y *Salmonella*, Agar de Hierro y Triple Azúcar (TSI), Verde Bilis Brillante (VBB), Agar de Eosina y Azul de Metileno (EMB) y Estafilococo 110. La identificación de las colonias se hizo con base a las características señaladas en el Manual de Bioxón (1993). Las pruebas bioquímicas de identificación se realizaron según las técnicas de Mc Faddin (1984).

e) Población bacteriana heterótrofa

Para la cuantificación de bacterias heterótrofas se tomó la muestra original de agua y se hicieron diluciones de 1:10 hasta 1:1000 de cada una de ellas. De la muestra original, así como de las diluciones elegidas se sembraron por triplicado alícuotas de 0.1ml en cajas de Petri que contenían medio peptonado de ZoBell. Para los sedimentos se tomó una alícuota de 0.1ml de las diluciones elegidas que fueron de 10^3 y 10^4 de acuerdo a los criterios establecidos en el área de muestreo. Las alícuotas se sembraron por triplicado en placas con medio peptonado ZoBell 20% (Oppenheimer y ZoBell, 1952), específico para bacterias marinas heterótrofas. Tanto las placas de las muestras de agua como la de los sedimentos, se incubaron a temperatura ambiente (30-35°C) durante 48 horas.

Las lecturas de unidades formadoras de colonias (UFC) en placas, se realizaron a 24 y 48 horas después de haber hecho la siembra, obteniéndose con ello la cuantificación de bacterias heterótrofas o enumeración por el método de cuantificación indirecta (Bianchi y Bianchi, 1972; Young, 1979; Carballo, 1985).

Hasta la fecha, los métodos para detectar un buen grado de certeza sobre la presencia de estos microorganismos en agua y sedimentos no están bien establecidos, sin embargo, la técnica del Número Más Probable para el grupo de las bacterias coliformes, es empleado como un método razonable, porque nos da indicios sobre las condiciones sanitarias del agua y ha sido utilizado como indicador biológico por más de 75 años.

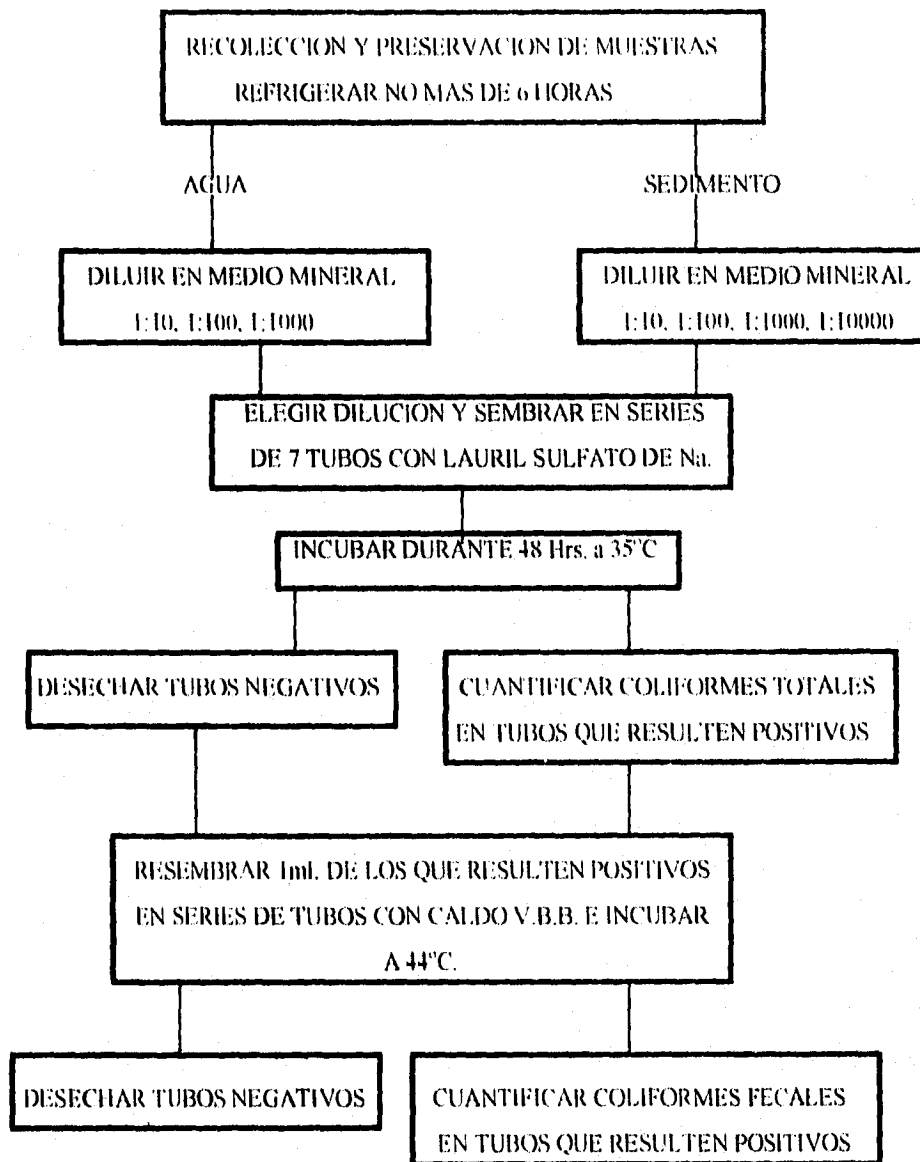


FIGURA 3a. METODOLOGIA UTILIZADA PARA LA CUANTIFICACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN MUESTRAS DE AGUA Y SEDIMENTO.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1. SISTEMA CHANTUTO-PANZACOLA.

Los resultados obtenidos del análisis bacteriológico del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, con respecto a la presencia de bacterias coliformes totales y fecales en muestras de agua y sedimentos, se presentan en las tablas 1 y 2; figuras 4 a la 7. En ellas se puede observar que en algunas estaciones de este sistema (3,4,7 y 8) rebasan los límites establecidos por la Norma de Calidad del agua, la cual establece 70CT y 14 CF para aguas de contacto primario y actividad pesquera (APHA,1980; SEDUE 1988).

IV.1.1. COLIFORMES TOTALES EN AGUA.

El análisis microbiológico de agua, en términos de calidad sanitaria, a partir de la cuantificación de bacterias coliformes totales y bacterias coliformes fecales, mostró cuantitativamente una abundancia significativa en las estaciones 3, 4, 5, 7 y 8 principalmente (Tablas 1 y 2, figuras 4 y 5), notando que durante el mes de junio de 1992, varían de 1.5×10^3 hasta 15×10^3 bact/100ml, mientras que para coliformes fecales los valores van de 8.8×10^2 a 15×10^3 bact/100ml (tabla 2).

Los puntos de muestreo anteriormente indicados (Figura 1), como es el caso de las estaciones 3 y 4, son afectados por los arrastres fluviales, los cuales aportan grandes cantidades de sólidos suspendidos, incluyendo microorganismos (Rodríguez y Botello,1987 y Zárate,1992) a través de los ríos que desembocan a estos sitios, ya que este muestreo corresponde al inicio de la época de lluvias en el área de estudio.

TABLA 1. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES, PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHIANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO. Bact/100ml.

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	ND	ND	2.1×10^3	ND	ND	ND	2.2×10^2	ND
2	ND	2.2×10^3	24×10^3	ND	ND	ND	ND	ND
3	ND	24×10^3	24×10^3	ND	ND	2.2×10^3	15×10^2	2.2×10^3
4	1.5×10^3	8.8×10^3	24×10^3	8.8×10^3	5×10^2	8.8×10^3	ND	8.8×10^3
5	5×10^3	2.2×10^3	8.8×10^2	5×10^3	8.8×10^2	ND	5×10^2	ND
6	ND	2.2×10^3	2.1×10^3	5×10^3	8.8×10^2	ND	ND	ND
7	15×10^3	20×10^3	24×10^3	38×10^3	ND	ND	5×10^2	5×10^3
8	15×10^3	8.8×10^3	24×10^3	24×10^4	8.8×10^2	ND	ND	15×10^3

ND= NO DETECTABLE

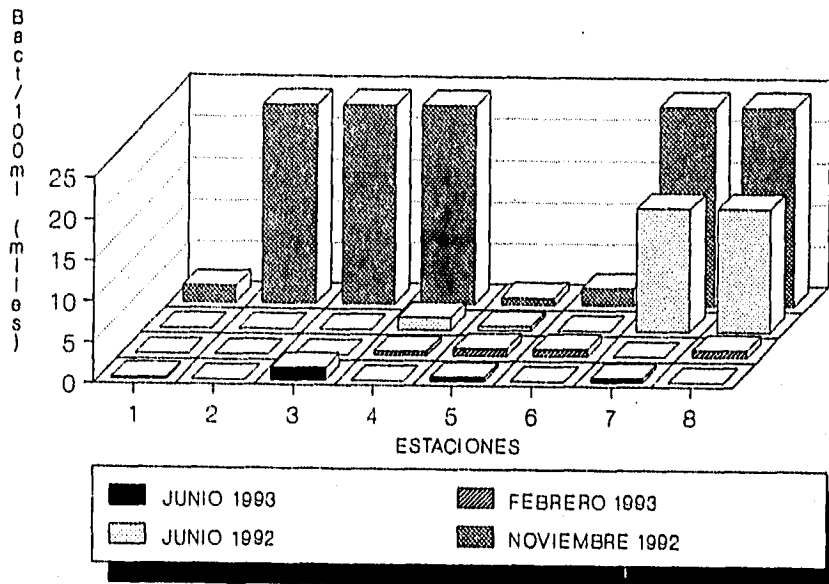


FIGURA 4. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEX.

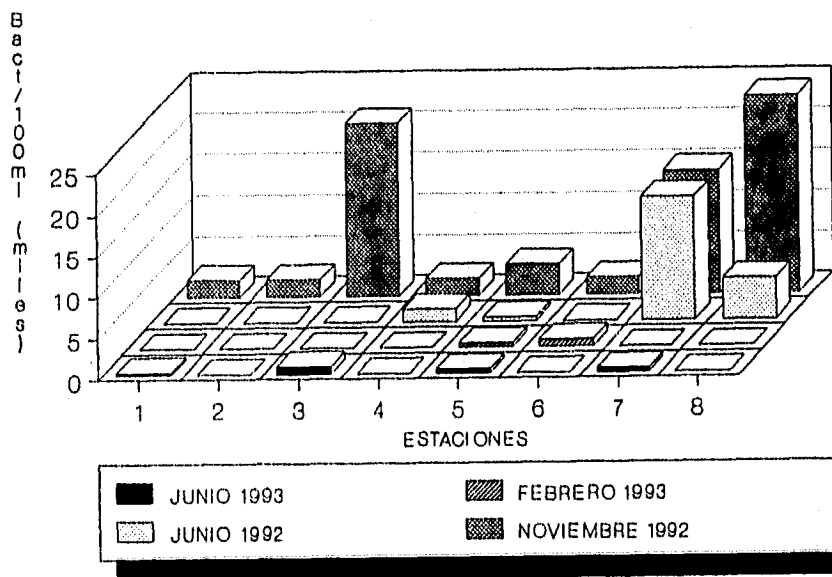


FIGURA 5. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN AGUA DEL SISTEMA CHANTUTO PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

Sin embargo, las figuras 4 a 7 muestran que las estaciones 7 y 8 son sitios que presentan las mayores concentraciones de coliformes totales y fecales, (15×10^3 a 24×10^4 bact/100ml) lo que concuerda con la existencia de asentamientos humanos en el área de estudio. Estas poblaciones carecen de las condiciones sanitarias adecuadas como es el caso de la "Barra de Zacapulco" (Estación 7) e Isla "La Palma" (estación 8), en donde las descargas de aguas negras sin tratamiento se vierten de manera directa a la laguna y por consiguiente la fuente de contaminación por microorganismos patógenos está siendo generada por los desechos urbanos (Jawetz *et al.*, 1987; Saliot *et al.*, 1982; Botello y Rodríguez, 1987).

Durante noviembre se observó que las estaciones 3, 7 y 8 son los puntos de muestreo más afectados (Figuras 4-7; tabla I), ya que las concentraciones de microorganismos patógenos aumentan considerablemente, variando desde 8.8×10^2 hasta 24×10^3 bact/100ml.

Otras áreas de muestreo no fueron ajenas a este fenómeno, lo que se debe fundamentalmente a la época del año, en la cual, la estructura física de la laguna cambia drásticamente a consecuencia de los intensos aportes pluviales y fluviales.

Los escurrimientos de la zona costera hacia los ríos que desembocan al complejo lagunar, indica que la existencia de estos microorganismos se localiza en aguas epicontinentales (ríos), estableciéndose en otros sistemas acuáticos (Shehata y Marr, 1971; Hendricks, 1971), como en este caso, ya que las variaciones de las condiciones ambientales en esta época del año, tal como una baja en la salinidad y temperatura, así como también los grandes aportes de materia orgánica, favorecen en gran medida el establecimiento de muchos microorganismos (Tabla 3 y 4).

Durante febrero de 1993, empieza a disminuir la presencia de microorganismos, debido en gran parte a que existe una relación estacional muy marcada dentro del sistema

lagunar, ya que en la época de estiaje la evaporación es más elevada, sobre todo de febrero a abril, lo cual provoca cambios en la salinidad y temperatura en ambos ecosistemas, CECODES, 1992).

Durante junio de 1993, que corresponde a la época de lluvias, los niveles de coliformes totales se incrementan nuevamente de manera considerable, en las estaciones 3 y 4, debido a que su localización se encuentra cercana a los aportes continentales (figura 2) y por lo tanto son los primeros en recibir los aportes fluviales de zonas aledañas lo que trae consigo, una gran cantidad de sólidos suspendidos (Evans *et al.*, 1968; Geldrich, 1975; Saliot *et al.*, 1982; Botello y Rodríguez, 1987; Yañez y Zárate, 1992).

IV.1.2. COLIFORMES TOTALES EN SEDIMENTOS

En las muestras de sedimentos analizadas se observa de manera general (Figuras 6 y 7; tabla 1), que las concentraciones son un poco más elevadas que en agua, exceptuando las estaciones 7 y 8, en donde sus sedimentos presentan un aumento considerable durante junio y noviembre de 1992. Esto se debe a que las poblaciones microbianas se encuentran más concentradas en los sedimentos en donde la materia orgánica es mucho más alta, debido a que penetra a través de la columna de agua depositándose en éstos (Wood, 1965).

Cabe mencionar que no se realizó ningún muestreo durante casi cuatro meses, sobre todo en el mes de agosto, lo cual hubiera permitido encontrar quizá las concentraciones más elevadas de microorganismos dado que es la época de mayor intensidad pluvial; no obstante, durante el muestreo de febrero, las concentraciones disminuyen notablemente (Tabla 1), exceptuando las estaciones 3 y 4 que son los únicos sitios donde se detecta la presencia de estos microorganismos, y lo cual ocurre por los aportes constantes de agua dulce hacia estos lugares, tal es el caso de la

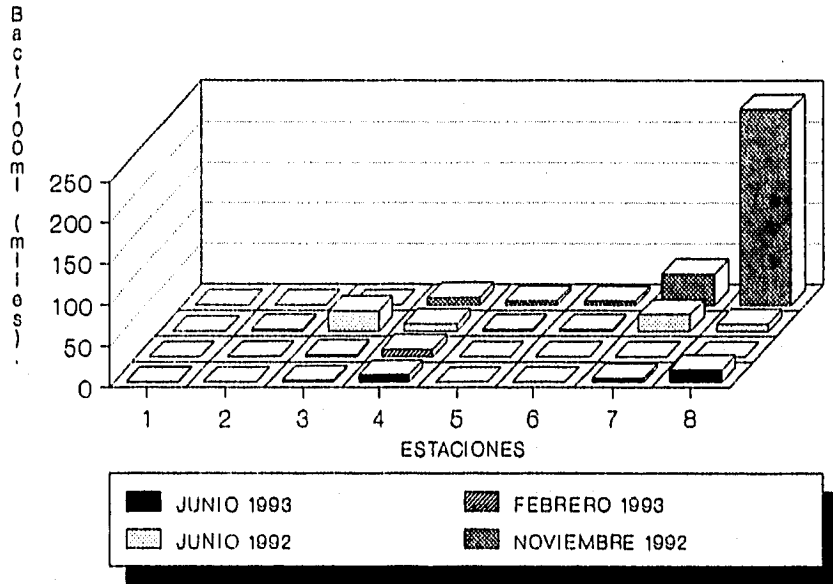


FIGURA 6. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIS.

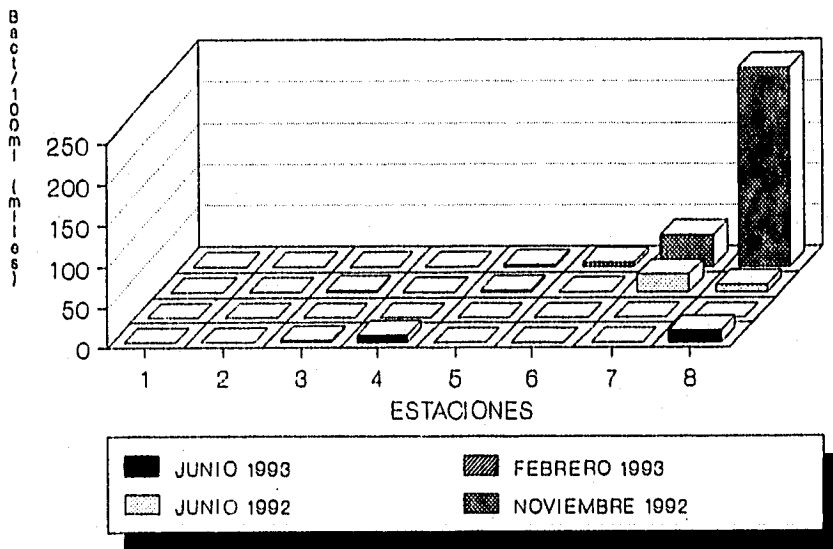


FIGURA 7. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES FCALES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIS.

estación 4 (laguna el Campón), a la cual desemboca uno de los ramales del río Cintalapa; de manera que los efectos que el agua dulce provoca en estas áreas, permite que algunas poblaciones microbianas soporten los cambios drásticos de salinidad y temperatura, provocando que los microorganismos se acumulen por más tiempo en el material sedimentario (Geldrich, 1975 ; Vanderzant *et al.*, 1973; Saliot, 1982).

Durante el muestreo de junio de 1993, la presencia de bacterias coliformes totales empiezan a incrementarse tanto en agua como en sedimentos, notando que dentro del sistema lagunar existe una relación estacional muy marcada.

IV.1.3. COLIFORMES FECALES EN COLUMNA DE AGUA

Las concentraciones de bacterias coliformes fecales, registradas durante un ciclo anual (junio 1992-junio 1993), se presentan en la tabla 2 y figuras 5 y 7. Estas se encuentran muy relacionadas con los coliformes totales , sobre todo durante noviembre, en donde su presencia es más notoria en agua, exceptuando nuevamente la estación 7 y 8 en donde hay una acumulación más evidente en los sedimentos, lo que indica aporte constante de desechos hacia estos sitios.

La presencia de coliformes fecales en ambientes marinos va a estar en relación directa con los cambios de salinidad y temperatura (Geldrich, 1975 ; Gebra y Mc Leod, 1976; Goyal *et al.*, 1978.) ; sobre todo por los efectos de dilución, mismos que contribuyen a la disminución de bacterias coliformes en aguas marinas (Erkembrecher, 1981), volviéndose a incrementar después de un aporte significativo de agua dulce como ocurre en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola.

En la tabla 2 y figura 7, se observa que durante noviembre, en algunos sitios del área de estudio, los análisis en sedimentos revelan la ausencia de microorganismos

**TABLA 2. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES
FECALES, PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA
LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.
Bact/100ml.**

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	ND	ND	2.1×10^3	ND	ND	ND	ND	ND
2	ND	2.2×10^3	24×10^3	ND	ND	ND	ND	ND
3	ND	24×10^3	21×10^3	ND	ND	ND	8.8×10^2	2.2×10^3
4	1.5×10^3	ND	2.1×10^3	ND	ND	ND	ND	8.8×10^3
5	5×10^3	2.2×10^3	3.8×10^3	2.2×10^3	5×10^2	ND	5×10^2	ND
6	ND	ND	2.1×10^3	5×10^3	8.8×10^2	ND	ND	ND
7	15×10^3	2.2×10^3	1.5×10^3	38×10^3	ND	ND	5×10^2	2.2×10^3
8	15×10^3	5×10^3	24×10^3	24×10^4	ND	ND	ND	15×10^3

ND= NO DETECTABLE

(estaciones 1 a 4), mientras que en las muestras de agua (figura 5) es más evidente la presencia de los mismos, ya que se localizaron en todas las estaciones muestreadas del sistema lagunar.

Es evidente que la presencia de este tipo de poblaciones microbianas son indicadores de contaminación fecal y se asume que su origen se localiza en aguas dulces como los ríos, de tal manera que pueden establecerse en ecosistemas como las lagunas costeras (Shehata y Marr 1971; Hendricks, 1972).

La ausencia de microorganismos de origen fecal durante febrero en agua y sedimentos es muy notoria, exceptuando las estaciones 5 y 6 (Tabla 2, figuras 5 y 7), mismas que son cuantitativamente bajas pero significativas ya que variaron de 5×10^2 a 8.8×10^2 bact/100ml en agua y, en sedimentos de 2.2×10^3 y 8.8×10^3 bact/100g. Estas muestras fueron colectadas durante la época más cálida en la laguna y donde la temperatura promedio del agua es de 32°C y la profundidad disminuye (Tabla 3). Lo anterior determina que los valores de salinidad varíen en forma considerable dentro del sistema ($10\text{-}22$ ‰).

La laguna de Chantuto, a la cual corresponden las estaciones 5 y 6, es uno de los puntos estratégicos de producción camarónica dentro del sistema, y durante la época de lluvias presentan procesos de eutrofización, debido a la depositación del detritus de los manglares, así como al escurrimiento de otros compuestos resultado de los fertilizantes que son utilizados en las plantaciones de plátano y pastizales.

Otro problema, que puede dar origen a tal contaminación es que debido a este tipo de actividades, se han desviado los cauces de algunos ramales de los ríos que desembocan a este sitio, provocando azolvamiento, a lo que los pescadores han dado por llamar "embarbascamiento" y ellos argumentan que este fenómeno se empezó a observar hace apenas tres o cuatro años.

TABLA 3. DATOS METEROLOGICOS.

SISTEMA CHANTUTO-PANZACOLA

ESTACION	JUNIO 1992			NOVIEMBRE 1992			FEBRERO 1993			JUNIO 1993		
	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)
1	33	3	1.60	32	8	1.00	32	13	0.60	31	5	0.80
2	33	6	2.00	32	0	1.00	32.5	13	1.00	31	5	1.00
3	30	0	3.50	30	0	2.00	32.5	12	1.30	29	4	1.00
4	31	8	2.50	30	2	2.50	33	20	0.60	29	12	1.10
5	31	3.5	1.30	29	0	1.00	35	9	0.80	30	15	0.80
6	30	6	0.80	29	0	1.00	35	9	0.80	30	15	0.60
7	30	12	1.20	29	3	1.00	33	22	1.20	30	15	0.60
8	30	8	3.80	31	2	3.50	33	22	3.60	29	10	1.20

SISTEMA CARRETAS-PEREYRA

ESTACION	JUNIO 1992			NOVIEMBRE 1992			FEBRERO 1993			JUNIO 1993		
	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)	T ^o C	S ^o /oo	Prof.(m)
1	32	6	1.45	32	0	0.80	33	12	1.00	32	10	0.60
2	31	6	1.00	29	0	0.80	34	12	0.80	32	8	0.80
3	31	4	1.20	30	0	1.00	34	15	0.80	34	12	0.80
4	32	2	0.80	32	0	1.60	34	15	1.00	32	10	1.10

**TABLA 4. CONCENTRACION DE MATERIA ORGANICA EN
SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LOS SISTEMAS LAGUNARES
CHANTUTO-PANZACOLA Y CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS,
MEXICO. (%).**

SISTEMA CHANTUTO-PANZACOLA

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	2.30	5.94	5.87	6.87
2	ND	ND	8.06	9.3
3	ND	ND	3.09	3.06
4	7.19	ND	1.29	4.86
5	ND	7.71	7.17	8.58
6	ND	5.52	6.24	5.37
7	ND	0.99	0.73	1.13
8	ND	0.99	0.93	0.66

SISTEMA CARRETAS-PEREYRA

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	6.11	12.24	14.58	12.66
2	ND	ND	6.26	7.87
3	17.10	2.31	1.71	2.26
4	ND	2.79	2.46	1.90

Es necesario señalar que la laguna Chantuto, es uno de los sitios más alejados de la influencia marina y de alguna manera la hace propicia para el establecimiento de peneidos, lo cual provoca que en ciertas épocas del año sea propicio para la acumulación de microorganismos patógenos, ya que se encuentran alejados de la acción bactericida natural del agua marina (Vacaro, 1950), existiendo así la posibilidad de que algunas especies logren sobrevivir por más tiempo en los sedimentos (Hendricks, 1972), Esto va a depender en gran medida de la concentración de materia orgánica en suspensión presente en agua y en los mismos sedimentos (Matson, 1978; Bianchi, 1982).

De alguna manera el sistema presenta un proceso natural de autodepuración, ya que los resultados de los estudios microbiológicos así lo determinan; sin embargo, de seguir obstruyendo o desviando los ramales fluviales, puede provocar que la laguna se vea eutroficada de manera severa, lo que repercutirá en las poblaciones biológicas que habitan dicho ecosistema.

Durante junio de 1993, estos valores empiezan a incrementarse, notando que existe una relación directa tanto de bacterias coliformes totales como fecales en agua y en los sedimentos, corroborando así la relación estacional que prevalece en el sistema, ya que la influencia climática de lluvias y secas, es una de las principales condicionantes en el comportamiento hidrológico lagunar-estuarino (Botello *et al.*, 1982; Contreras, 1993.)

IV.1.4. BACTERIAS PATOGENAS EN AGUA SUPERFICIAL.

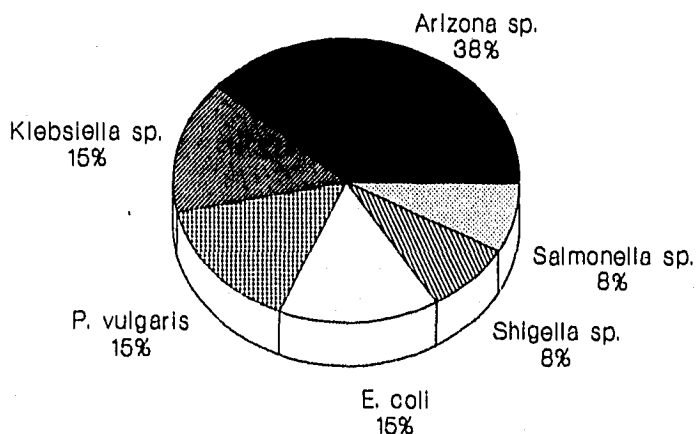
En la tabla 5 y figura 8, se localizan los listados obtenidos de la identificación de bacterias patógenas en la columna de agua, que corresponden a junio y noviembre de 1992. Durante esta época se logró identificar un mayor número de géneros de bacterias entéricas, sobre todo *Shigella sp.*, *S. typhi*, *S. paratyphi* y *Escherichia coli*. El

TABLA 5. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	<i>Arizona sp., Citrobacter sp., Klebsiella sp.</i>	<i>Arizona sp., Citrobacter sp., Staphylococcus sp.</i>	ND	<i>Proteus sp., Arizona sp.</i>
2	<i>Arizona sp., Citrobacter sp.</i>	<i>Sh. shonnei, Salmonella sp., Klebsiella sp.</i>	ND	<i>Arizona sp.</i>
3	<i>Arizona sp., Citrobacter sp.</i>	<i>Shigella sp., Salmonella sp., Edwardsiella sp., Escherichia coli.</i>	ND	<i>Arizona sp., Salmonella typhi, Staphylococcus sp.</i>
4	<i>Arizona sp., Citrobacter sp., Proteus sp.</i>	<i>Shigella sp., Salmonella sp., Proteus vulgaris, Escherichia coli., Staphylococcus sp.</i>	<i>Escherichia coli., Proteus sp.</i>	<i>Proteus sp., Enterobacter aerogenes.</i>
5	ND	<i>Salmonella Typhi, Shigella sp.</i>	<i>Proteus sp.</i>	<i>Proteus sp., Enterobacter aerogenes.</i>
6	ND	<i>Proteus vulgaris, Klebsiella sp., Citrobacter sp.</i>	<i>Enterobacter sp.</i>	ND
7	<i>Shigella sp., Escherichia coli., Proteus sp., Salmonella sp.</i>	<i>Escherichia coli, Salmonella typhi, Salmonella paratyphi, Enterobacter sp., Serratia sp.</i>	ND	<i>Proteus sp.</i>
8	<i>Shigella sp., Salmonella sp., Escherichia coli, Proteus vulgaris, Arizona sp., Klebsiella sp.</i>	<i>Salmonella typhi, S. paratyphi, Shigella sp., Arizona sp., Citrobacter sp.</i>	<i>Proteus vulgaris, Shigella sp.</i>	<i>Shigella sp.</i>

ND= NO DETECTABLE

JUNIO 1992



NOVIEMBRE 1992

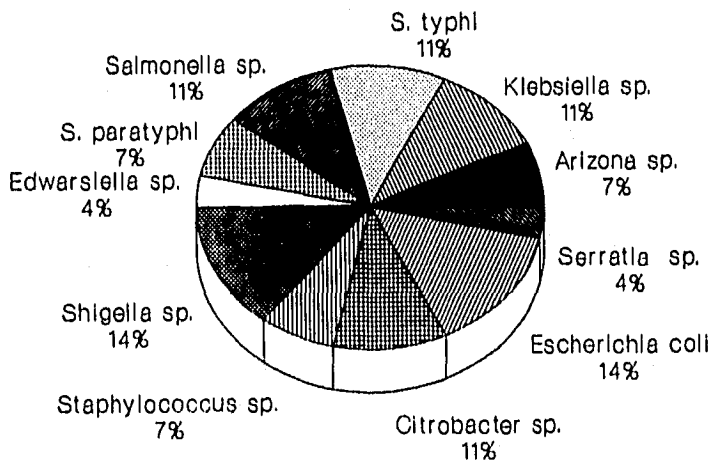
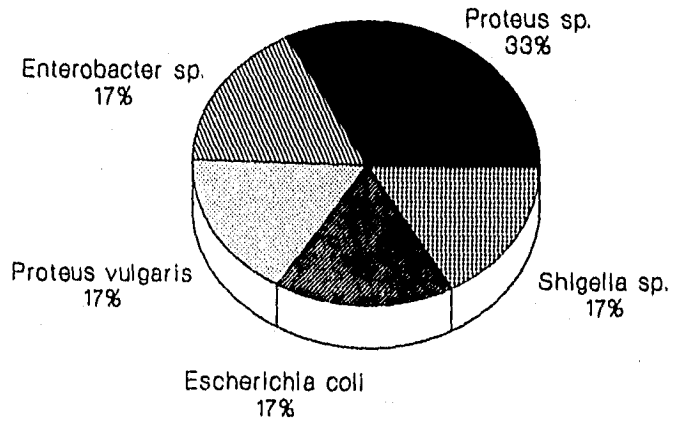


FIGURA 8. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

FEBRERO 1993



JUNIO 1993

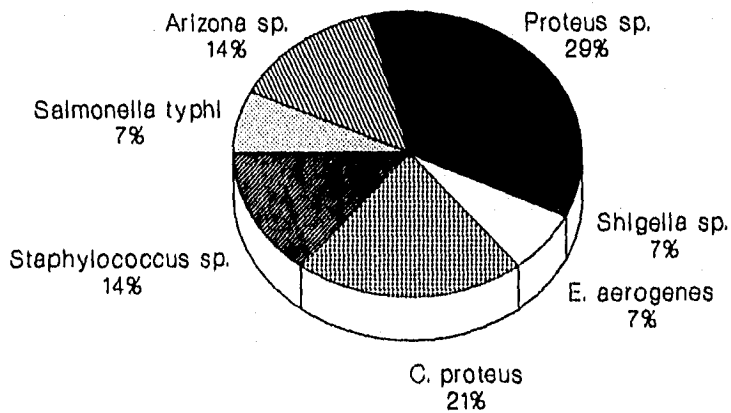


FIGURA 9. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

muestreo de noviembre es muy representativo, ya que éste corresponde al final de la época de lluvias y los efectos de dilución, contribuyen a que la temperatura y salinidad del sistema disminuyan y permitan el establecimiento de estos microorganismos.

Así, el número de bacterias coliformes fecales y por tanto las patógenas, se incrementan después de un significativo flujo de agua dulce a los sistemas estuarinos. El aumento es debido en gran parte a que durante la época de lluvias ocurren grandes descargas de materia orgánica y permite que algunas bacterias patógenas como *Shigella*, *Salmonella* y *Escherichia coli* se puedan establecer en los ecosistemas costeros, ya que éstas son el resultado de las descargas de aguas negras sin tratamiento, que se vierten hacia los ríos y lagunas (Rodríguez y Botello, 1987).

Dentro del grupo de bacterias coliformes que se encontraron en el sistema estudiado, se identificaron los géneros *Klebsiella-Enterobacter-Serratia*, las cuales son de importancia en la salud pública debido a las infecciones que provocan en el hombre, sobre todo en los sistemas respiratorio y urinario (Jawetz *et al.*, 1987, Tabla 7).

Las bacterias patógenas en la columna de agua empiezan a disminuir durante febrero; incluso en algunas estaciones no fueron detectadas exceptuando las estaciones 4, 5, 6 y 8 (Tabla 5, figura 9). El hecho de que durante esta época el registro de éstos microorganismos se haya reducido se debe en parte a los cambios fisicoquímicos del ambiente, siendo evidente que la influencia marina ejerce acción bactericida en la laguna, ya que febrero corresponde a la época más cálida (estiaje) de la zona costera chiapaneca, y por lo tanto, la evaporación provoca cambios drásticos en la temperatura del agua y en la salinidad, a la vez que el aporte fluvial disminuye considerablemente.

En noviembre de 1992, se observó la presencia de un mayor número de organismos patógenos (Tabla 5). La presencia de algunas bacterias entéricas como *Escherichia coli* y *Shigella sp.* en algunos puntos del sistema lagunar, indica que existen perturbaciones ambientales, por lo que se puede inferir que algunas de estas

aportaciones son autóctonas; tal es el caso de las estaciones 7 y 8 que corresponden a los asentamientos humanos más importantes del área que son la "Barra de Zacapulco" e Isla "La Palma" respectivamente, las cuales carecen de las condiciones sanitarias mínimas ya que, todos los desechos como la basura y aguas negras se vierten al sistema de manera directa y constante, propiciando así la presencia de bacterias patógenas durante todo el año. Sin embargo, en las demás estaciones su presencia parece ser alóctona, por ser áreas que reciben de manera continua aportes fluviales.

Los microorganismos de origen intestinal como *Salmonella*, *Shigella* y *Escherichia coli* sobreviven por periodos prolongados (Evans *et al.*, 1968; McCoy, 1981 y Geldrich, 1975), pero no se multiplican fácilmente debido a que son parásitos altamente especializados, sin embargo, sobreviven en forma libre cuando existe en el medio concentraciones elevadas de nutrientes y temperaturas de alrededor de 37°C (McCoy, 1971).

El género *Shigella* es identificado comúnmente como la principal causa de diarreas agudas en niños (Libes, 1992), y *Salmonella* como la causa de gastroenteritis que es acompañada de diarrea, fiebre y vómito, pero *Salmonella typhi* es considerado como el más virulento del género del cual se conocen aproximadamente 200 tipos inmunológicos (serotipos) conocidos por ser patógenos al hombre y a muchos animales (Geldrich, 1975; Jawetz *et al.*, 1987; Rodríguez y Botello, 1978). Estos efectos se ven reflejados en los sistemas lagunares estudiados de forma estacional, es decir, cuando los aportes continentales son altos.

Así en la evaluación de la contaminación del agua por agentes microbianos, es importante considerar algunos aspectos de contaminación química, ya que algunos de éstos tienden a remover compuestos orgánicos favoreciendo el reciclamiento de nutrientes (McCoy, 1981). Tal es el caso de los sistemas costeros en el estado de Chiapas, en donde los ríos se han convertido en reservorios de basura, aguas negras, residuos de plaguicidas utilizados en la agricultura y ganadería, mismos que durante la

época de lluvias son arrastrados hacia los diversos sistemas lagunares, incluso se pudo observar que los plásticos que son utilizados en las plantaciones de plátano llegan al sistema Chantuto-Panzacola, quedando atrapados en las raíces de los manglares por largos periodos de tiempo.

En las muestras de sedimentos analizados para la identificación de bacterias patógenas, existe una diferencia muy marcada con respecto a los resultados obtenidos en agua durante los muestreos realizados en Junio, sobre todo en el número de géneros identificados; y como se puede apreciar en las tablas 5 y 6 éstos son más abundantes en agua que en sedimentos.

IV.1.5. BACTERIAS PATOGENAS EN SEDIMENTOS.

Durante el muestreo de junio de 1992, correspondiente al primer análisis de sedimentos, se observó que en todas las estaciones se encuentran presentes por lo menos uno de los géneros reportados en la columna de agua. Aún cuando en agua fueron identificados un número mayor de géneros que en los sedimentos, existen algunos de ellos que permanecen tanto en agua como en sedimentos (Figuras 10 y 11) tal es el caso de los géneros *Salmonella sp.*, *S. paratyphi*, *Escherichia coli*, *Proteus sp.*, *Arizona sp.* y *Citrobacter sp.*, principalmente.

Sin embargo, durante el muestreo de noviembre, en las estaciones 1, 2, 3 y 4 no se logró detectar a géneros patógenos (Tabla 6), lo cual concuerda con lo reportado para coliformes fecales en sedimentos (Tabla 2). Esto puede explicarse de acuerdo a la ubicación de las estaciones, que se encuentran cercanas a las desembocaduras de los aportes fluviales, provocando la remoción de los sedimentos debido a la fuerza que ejercen los ríos dentro del sistema, y por consiguiente, los nutrientes y materia orgánica, propician que algunos microorganismos sobrevivan más tiempo en agua (Figura 10).

TABLA 6. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHIANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	<i>Salmonella sp.</i>	ND	<i>Proteus sp.</i>	<i>Enterobacter aerogenes.</i>
2	<i>Citrobacter sp. Salmonella paratyphi.</i>	ND	ND	ND
3	<i>Escherichia coli.</i>	ND	<i>Enterobacter aerogenes.</i>	<i>Salmonella typhi, Escherichia coli.</i>
4	<i>Staphylococcus sp.</i>	ND	ND	<i>Staphylococcus sp. Enterobacter aerogenes, Klebsiella sp.</i>
5	<i>Citrobacter sp., Arizona sp.</i>	<i>Salmonella Typhi, Arizona sp., Citrobacter sp.</i>	ND	ND
6	<i>Proteus sp., Sh. sonnei.</i>	<i>Salmonella sp. Proteus sp.</i>	ND	ND
7	<i>Proteus sp.</i>	<i>Escherichia coli., Salmonella sp., Serratia sp. Sh. sonnei</i>	ND	<i>Salmonella sp. Shigella sp. Arizona sp.</i>
8	<i>Salmonella typhi, Proteus sp., Arizona sp., Citrobacter sp.</i>	<i>Sh. sonnei, Proteus sp.</i>	ND.	<i>Enterobacter aerogenes, Klebsiella sp., Proteus sp.</i>
ORGANISMOS Camarón:(<i>Penaeus vannamei</i>)	<i>Proteus sp.</i>	No hubo colecta	ND	ND

ND= NO DETECTABLE

TABLA 7. BACTERIAS PATOGENAS Y TIPOS DE ENFERMEDADES QUE PROVOCAN

<i>Escherichia coli</i>	Diarreas e infecciones en tejido de pulmón, riñón y bilis.
<i>Salmonella sp.</i>	Provoca gastroenteritis, fiebre, náuseas y vómito (tifoidea). <i>Salmonella paratyphi</i> provoca irritación en membranas y mucosa intestinal (paratifoidea).
<i>Shigella sp.</i>	Diarrea, dolor abdominal (calambres), fiebre, espasmos rectales, coagulación intravascular, deshidratación y acidosis. Se encuentra en heces, alimentos y se transmite a través de moscas y de persona a persona.
Grupo <i>Proteus</i>	Provoca infecciones gastrointestinales solo cuando sale del hábitat normal como son agua suelo y basura, encontrándose generalmente en heces fecales.
<i>Klebsiella sp.</i>	Inflamación del aparato respiratorio.

En noviembre todavía existe precipitación pluvial, lo que permite encontrar valores de salinidad hasta de 0.20 ‰ y temperatura de 20°C en agua, logrando condiciones muy particulares para la sobrevivencia de algunos microorganismos. Esto se refleja en mayor proporción en agua por el número de géneros identificados, mientras que en sedimentos éstos son más bajos.

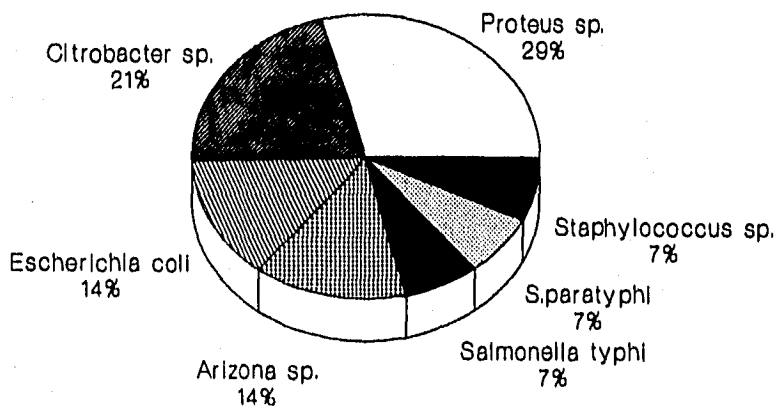
Las variaciones estacionales son muy marcadas en el sistema; durante el mes de febrero (Figura 11) logran permanecer en sedimentos únicamente dos géneros en las estaciones 1 y 3, los cuales fueron *Enterobacter aerogenes* y *Proteus sp.*, este último es indicador de contaminación fecal (IMTA, 1991).

Frecuentemente los microorganismos patógenos, se acumulan más en sedimentos que en agua (Kampelmacher, 1970 y Vanderzant *et al.*, 1973), sobre todo en zonas donde el aporte de desechos orgánicos y heces son constantes, tal es el caso de las estaciones 7 y 8 ("La Barra" y "La Palma"), que corresponden a los asentamientos humanos más importantes del área; sin embargo, estos patógenos no fueron detectados en sedimentos, pero en la estación 8, se logró identificar en agua a *Proteus vulgaris* y *Shigella sp.*, poniendo en riesgo la salud de los que utilizan el agua con fines recreativos y actividades pesqueras.

Es importante señalar que en época de secas los niveles de salinidad y temperatura aumentan drásticamente, incluso se ha considerado como uno de los sistemas más cálidos del sistema costero mexicano (Contreras, 1993). Durante este tiempo las condiciones bactericidas del agua de mar (Wood, 1965; McCoy, 1981) se reflejan en la disminución de coliformes y a la vez de organismos patógenos; considerando que los cambios físicos y químicos son tan drásticos que sólo *Escherichia coli*, *Proteus sp.* y *Enterobacter sp.* lograron sobrevivir bajo estas condiciones.

La relación que existe entre *Escherichia coli* y el género *Salmonella*, pueden indicar la infección aguda en humanos (Shehata y Marr, 1971; Hendricks, 1972; y Libes, 1992) y

JUNIO 1992



NOVIEMBRE 1992

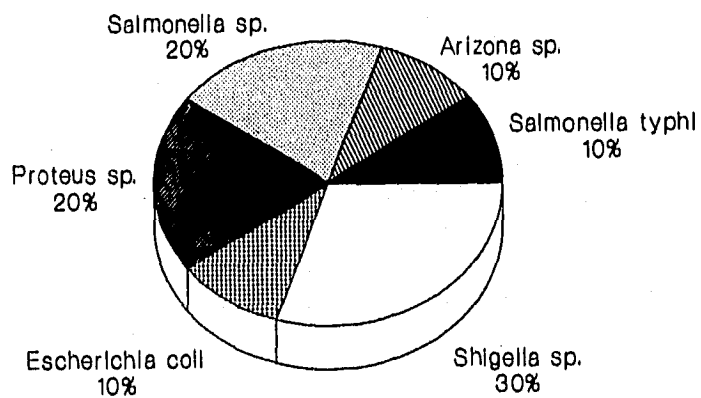
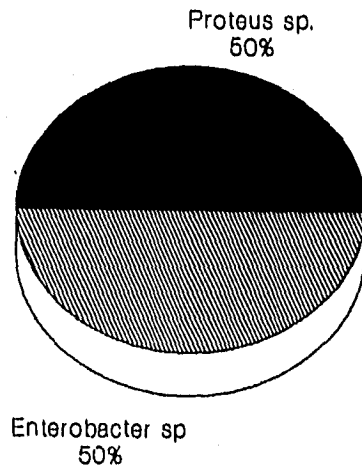


FIGURA 10. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

FEBRERO 1993



JUNIO 1993

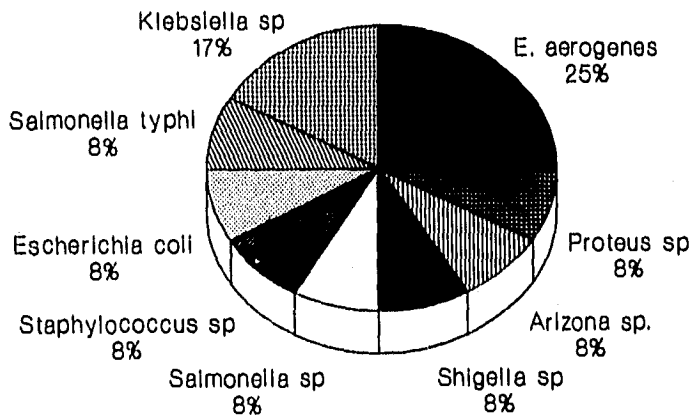


FIGURA 11. BACTERIAS PATOGENAS EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS, MEXICO.

además sobreviven de 3 a 4 semanas aproximadamente (Mc Coy, 1981), las cuales después de las descargas de basura hacia los ríos, son arrastrados a gran velocidad durante la época de lluvias hacia las lagunas costeras, es por eso que en junio de 1993 se vuelve a elevar el nivel de bacterias.

También se pudo observar que durante la época de secas el arrastre fluvial es más lento; no obstante, la presencia de *Escherichia coli* en sedimentos va a depender no sólo por la cantidad de materia orgánica (Vaccaro, 1950 y Matson, 1978), sino que además soporta cambios drásticos de temperatura, salinidad, exposición a la luz, así como la disponibilidad de nutrimentos (Wood, 1965 y Fujioka et al., 1981) ya que su presencia dentro del sistema así lo demuestra.

La mayoría de los estudios microbiológicos realizados en ambientes costeros, coinciden en señalar que las concentraciones más altas de microorganismos se localizan en los sedimentos (Geldrich, 1975; Goyal et al., 1978; Gebra y McLeod, 1976; Mc Coy, 1981; Rodríguez y Botello, 1987; Pica, 1988) y las menores en agua superficial; sin embargo, en algunas épocas del año en estos sistemas se localizan concentraciones más altas en agua, lo cual va a depender en gran medida de los procesos hidrodinámicos como aportes fluviales, pluviales y corrientes, los cuales juegan un papel importante en los ambientes costeros.

En el análisis realizado en intestino de camarón (*Penaeus vannamei*) para la identificación de bacterias patógenas, en el resultado obtenido en junio de 1992 coincide con lo reportado en sedimentos (Tabla 6). En ellos se observa la presencia del grupo *Proteus sp.* También se realizaron pruebas para la identificación de los géneros *Vibrio sp.*, *Salmonella sp.* y *Shigella sp.* y los resultados fueron negativos.

Es necesario hacer énfasis en este tipo de estudios, ya que los organismos marinos y estuarinos son importantes como recursos pesqueros y económicos, por tanto, la conservación de sus hábitats y de sus poblaciones son esenciales para el

mantenimiento, balance y productividad de los ecosistemas, ya que muchos lugares han sido cerrados debido al riesgo que representan para la salud humana.

En este estudio se sintetizan los resultados que fueron obtenidos durante un ciclo anual, y en el cual es evidente el proceso de autopurificación del sistema de manera natural.

IV.1.6. BACTERIAS HETEROTROFAS EN AGUA Y SEDIMENTOS.

Respecto a la abundancia de efectivos bacterianos heterótrofos, la cuantificación de sus niveles oscila entre 2×10^3 hasta 7×10^4 bact/ml en agua superficial, mientras que en sedimentos se obtuvieron valores desde 2×10^4 hasta 8×10^5 bact/g (Tabla 8). Estas concentraciones se encuentran relacionadas con las reportadas en los análisis de materia orgánica en el área (Tabla 3), notando que durante febrero (época de secas) se cuantificaron los valores más altos, ya que su presencia se encuentra condicionada a la disponibilidad de materia orgánica (Alexander, 1971; Campbell, 1977; Bianchi, 1982; Sepers, 1984 y Castellvi, 1984).

Los diferentes grupos de bacterias en los ecosistemas marinos tienen diferentes funciones (Henricci, 1939; ZoBell, 1946); sin embargo, las bacterias heterótrofas requieren de sustancias orgánicas para su crecimiento y así obtener energía para realizar sus actividades metabólicas (ZoBell, 1946; Oppenheimer y ZoBell, 1952 y Oppenheimer *et al.*, 1977).

Con respecto a la cuantificación de bacterias heterótrofas en el sistema, se puede decir que existe una relación directa tanto en agua como en sedimentos, ya que durante el ciclo muestreado siempre estuvieron presentes.

TABLA 8. BACTERIAS HETEROTROFAS PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CHANTUTO-PANZACOLA. CHIAPAS, MEXICO. Bact/ml.

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	2.2×10^3	2.2×10^4	20×10^2	6×10^4	12×10^3	6×10^3	4×10^3	6×10^4
2	2×10^3	10×10^4	3×10^3	4×10^4	ND	15×10^4	5×10^3	4×10^4
3	5×10^3	5×10^3	4×10^3	11×10^4	70×10^3	64×10^4	12×10^3	7×10^4
4	4×10^3	48×10^3	23×10^2	20×10^5	13×10^4	33×10^4	12×10^3	3×10^4
5	4×10^4	4×10^3	4×10^3	30×10^4	29×10^3	5×10^4	9×10^3	10×10^4
6	7×10^3	6×10^5	4×10^2	10×10^4	40×10^3	22×10^4	4×10^3	7×10^4
7	4×10^5	10×10^5	7×10^2	7×10^4	4×10^3	6×10^4	7×10^3	7×10^4
8	3×10^4	3×10^4	5×10^2	5×10^4	60×10^3	80×10^4	12×10^3	6×10^4

ND= NO DETECTABLE

Las concentraciones más altas fueron localizadas en los sedimentos, como puede observarse en la tabla 8. Durante el mes de junio (época de lluvias) es notorio que las concentraciones en agua, así como en los sedimentos de las estaciones 3, 5, 6, 7 y 8 es muy homogénea, lo cual indica la introducción de materia orgánica alóctona como son sólidos y materiales en suspensión que se vierten a través de los ríos que desembocan en la laguna. Conforme los aportes orgánicos se incrementan, el número de microorganismos heterótrofos aumenta, como ocurre durante noviembre que corresponde al final de la época de lluvias. Por lo tanto, se puede inferir que existe un gran de materia orgánica particulada, ya que las bacterias heterótrofas además de descomponer la materia orgánica concentran el detritus para los consumidores primarios y son una fuente directa de alimento de muchos organismos (Davies, 1986).

Durante febrero de 1993, la cuantificación de bacterias heterótrofas fue la más alta en todo el ciclo muestreado (Tabla 8). Estos valores se deben en gran parte a que los microorganismos utilizan una gran gama de compuestos orgánicos, principalmente las fuentes de carbono (Wood, 1965; Lizárraga, 1984 y Carballo, 1985) de donde obtienen sus nutrimentos, sin embargo, pueden utilizar otras fuentes alimenticias a través de compuestos nitrogenados. La mayor cantidad de estos compuestos se encuentra en forma de urea que son aportados por plantas, peces y descargas residuales a través de los ríos (Campbell, 1987; Carlucci y Henrichs, 1985).

Esto indica que dentro del sistema existe un aporte considerable de material orgánico el cual se encuentra disponible y que no sólo es la descarga residual a través de los ríos la que provee de nutrimentos al sistema lagunar, sino también las grandes extensiones de manglar que prevalecen en el sistema, representan un aporte importante de detritus.

Las evaluaciones de biomasa de las halófitas, señalan que el mayor aporte se presenta en otoño con 509.24 gC/mes y el menor en primavera, de los cuales *Rhizophora mangle* contribuye con casi el 90% del total. El mayor aporte se relaciona de manera

significativa con la época de lluvias (Avelino y López, 1993), lo cual coincide con la cuantificación de microorganismos heterótrofos. Esto se debe a que las bacterias heterótrofas presentes en la columna de agua y en los sedimentos superficiales, juegan un papel importante en los procesos de mineralización de la materia orgánica (Campbell, 1987; Reinheimer, 1984; Carlucci 1985 y Davies, 1986).

Estas variaciones pueden estar asociadas con la materia orgánica particulada, ya que una proporción significativa de poblaciones microbiológicas son removidas durante su trayectoria hacia los sedimentos provocando una mayor dispersión de los mismos (Wiebe y Pomeroy, 1972).

Así, las condiciones eurihalinas de la zona de estudio explica las diferentes concentraciones de efectivos heterótrofos encontrados durante el ciclo anual. En este aspecto las bacterias heterótrofas son más resistentes a los cambios fisicoquímicos que se presentan en estos ecosistemas, mientras que las bacterias patógenas son más susceptibles a dichos cambios.

IV.2. SISTEMA CARRETAS-PEREYRA

IV.2.1. COLIFORMES TOTALES EN COLUMNA DE AGUA Y SEDIMENTOS.

Los resultados de la tabla 9 muestran las concentraciones de bacterias coliformes totales por 100ml de agua y sedimentos superficiales, indicando que durante junio de 1992 en el estero Carretas,(estaciones 1 y 2) y el estero Pereyra (estaciones 3 y 4; figura 3), las concentraciones de coliformes totales en los análisis de agua son similares en los puntos muestreados, sin embargo, en los sedimentos algunos niveles son más altos en dos sitios específicos que corresponden a las estaciones 1 y 2, (Figuras 12 y 14).

Durante junio de 1992, la estación 4 tiende a ser muy significativa, ya que en los sedimentos se logró detectar la concentración más elevada de 20×10^3 bact/100g mientras que en la estación 2 no se logró ningún registro de los mismos.

Es importante señalar que la ubicación de la estación 1, que es muy cercana a la desembocadura del río Coapa o Grande, el cual arrastra hacia el sistema de manera intermitente una gran cantidad de nutrientes, principalmente durante la época de lluvias. Estos puntos por estar alejados de la influencia mareal casi siempre se mantiene en condiciones oligohalinas.

A finales de noviembre, termina el período de lluvias y la cuantificación de coliformes totales, tanto en agua como en sedimentos, las concentraciones más elevadas se presentaron en las estaciones 2 y 4; (Tabla 9, figuras 12 y 13), que varían de 8.8×10^2 hasta 24×10^4 bact/100g. Estos resultados son más evidentes en esta época del año debido a que prevalecen las condiciones dulceacuícolas dentro del sistema con temperatura promedio de 29°C y salinidades de 0 a $2 \text{ }^\circ\text{/oo}$ lo que permite que

TABLA 9. BACTERIAS COLIFORMES TOTALES PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO. Bact/ml.

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	2×10^2	5×10^3	8.8×10^2	ND	5×10^2	ND	2.2×10^2	ND
2	ND	ND	8.8×10^2	24×10^4	5×10^2	ND	ND	ND
3	2×10^3	ND	2.2×10^2	2.2×10^3	ND	ND	ND	ND
4	2.2×10^3	20×10^3	24×10^3	15×10^3	8.8×10^2	ND	ND	5×10^3

ND= NO DETECTABLE

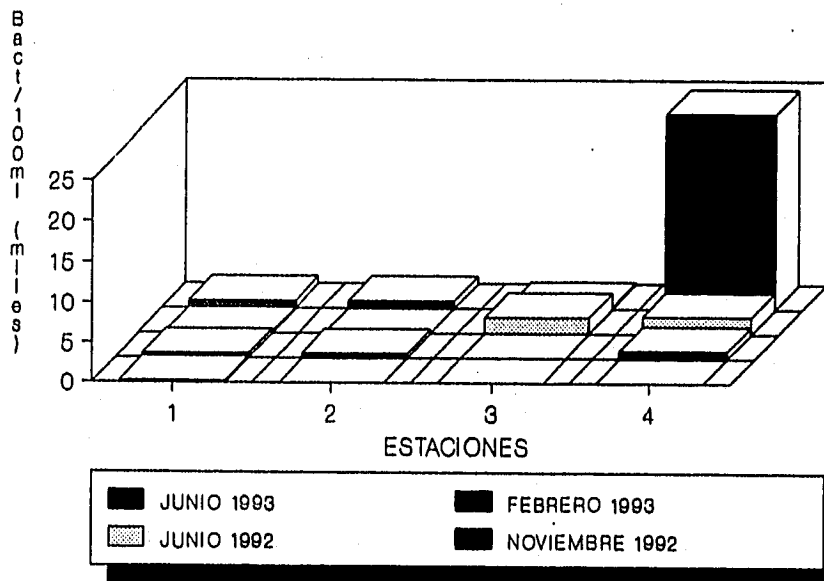


FIGURA 12. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

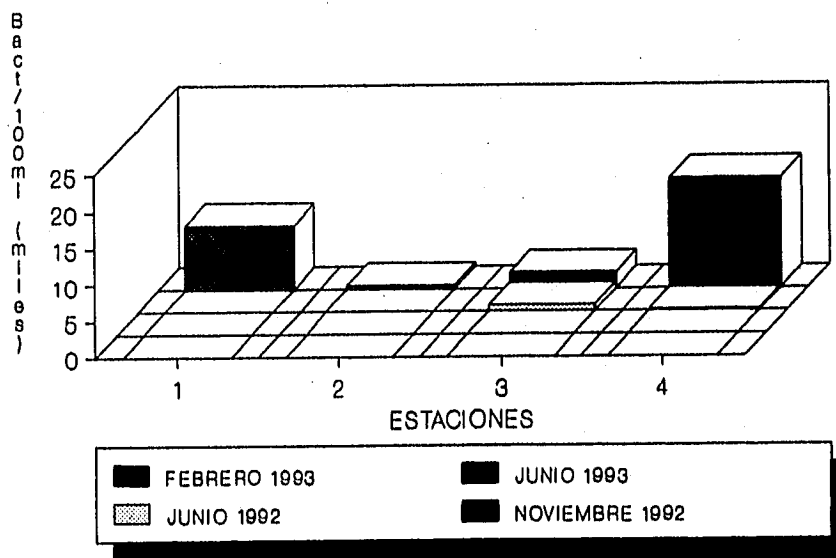


FIGURA 13. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEX.

las poblaciones microbianas encuentren las condiciones propicias para su establecimiento.

Este comportamiento es muy similar al obtenido en el sistema Chantuto-Panzacola en la misma época. Si tomamos en cuenta que los meses de mayor precipitación pluvial en el sistema son los de agosto y septiembre, período en el cual existe un gran aporte de terrígenos que arrastran grandes cantidades de materia orgánica así como de nutrimentos a través de los ríos Pijijiapan y Echegaray. Lo dicho se corrobora con la presencia de microorganismos que dependen en gran medida de la presencia de nutrientes, así como de la tasa de sedimentación de los ecosistemas costeros (Grimes, 1975; Gebra y McLeod, 1976).

El sistema se caracteriza porque es somero llegando a alcanzar hasta 0.50m de profundidad, exceptuando los canales de intercomunicación entre las lagunas que conforman el complejo llegando a localizar profundidades hasta de 7.5m en el mes de noviembre (S.R.H., 1976), situación que provoca la remoción de los sedimentos superficiales, por lo que no existe una diferencia marcada entre las concentraciones de coliformes totales en agua y sedimentos, exceptuando las estaciones 2 y 4.

La estación 2 está ubicada cerca de la desembocadura de los ríos, convirtiéndose en una trampa tanto de nutrimentos como de microorganismos, que son aportes alóctonos provenientes del continente. La estación 4, que se encuentra muy cercana a la comunicación con el mar también recibe aporte de nutrimentos. Cabe mencionar que la boca "Pijijiapan" ubicada frente a la laguna Pereyra ha estado en cambio permanente, debido a que en un principio se había abierto de manera artificial; después se cerró como resultado de los cambios que habían provocado el acarreo litoral y azolvamiento de las lagunas, lo que cual se vio reflejado en la disminución de las cosechas de camarón (comunicación personal de las cooperativas del lugar).

Durante febrero las condiciones ambientales son más severas que en cualquier otra época del año, alterando de manera considerable los parámetros promedio de salinidad ($24^{\circ}/\text{oo}$) y temperatura (34°C), esto trae consigo que algunos microorganismos detectados hayan permanecido en agua y no en los sedimentos, mientras que en junio de 1993, que corresponde básicamente al inicio de la época de lluvias (mayo a octubre) las estaciones 1 y 4 vuelven a ser perturbadas por la presencia de coliformes. Esto hace suponer que las estaciones antes mencionadas sean las más afectadas por los aportes continentales ya que la fuerza que ejerce el río Pijijiapan sobre el estero Pereyra es considerable; y aunado a ello las actividades de la ranchería "El Palmario" provoca que en alguna época del año la laguna tienda a ser eutroficada.

IV.2.2. BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN AGUA Y SEDIMENTO.

El análisis microbiológico en términos de calidad sanitaria, a partir de la evaluación de coliformes fecales en agua y sedimentos, demuestra que los niveles alcanzados en estas áreas sean de 2.2×10^2 a 8.8×10^2 bact/100ml coliformes fecales en agua y 15×10^3 para sedimentos en junio de 1992. Durante noviembre del mismo año, las concentraciones oscilan de 2.2×10^2 a 5×10^3 y de 2.2×10^3 hasta 24×10^3 bact/100ml en agua y sedimentos respectivamente, mientras que durante febrero y Junio de 1993 no fueron detectados (Tabla 10).

Las poblaciones de bacterias coliformes, siguen una marcada tendencia a reducir su número conforme la influencia marina es mayor, respondiendo al efecto bactericida del agua de mar (Hendricks, 1972; McCoy, 1981; Erkembrecher, 1981; Rodríguez, 1986; Pica, 1988 y Riley, 1989). Los resultados obtenidos siguen el mismo patrón de comportamiento, dado que sólo fueron detectados durante el inicio de la época de lluvias en la Costa de Chiapaneca que corresponde a mediados de mayo.

TABLA 10. BACTERIAS COLIFORMES FECALES PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO. Bact/100ml.

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	ND	ND	8.8×10^2	ND	ND	ND	ND	ND
2	ND	ND	5×10^2	24×10^3	ND	ND	ND	ND
3	8.8×10^2	ND	2.2×10^2	2.2×10^3	ND	ND	ND	ND
4	2.2×10^2	15×10^3	3.8×10^3	15×10^3	8.8×10^2	ND	ND	5×10^3

ND= NO DETECTABLE

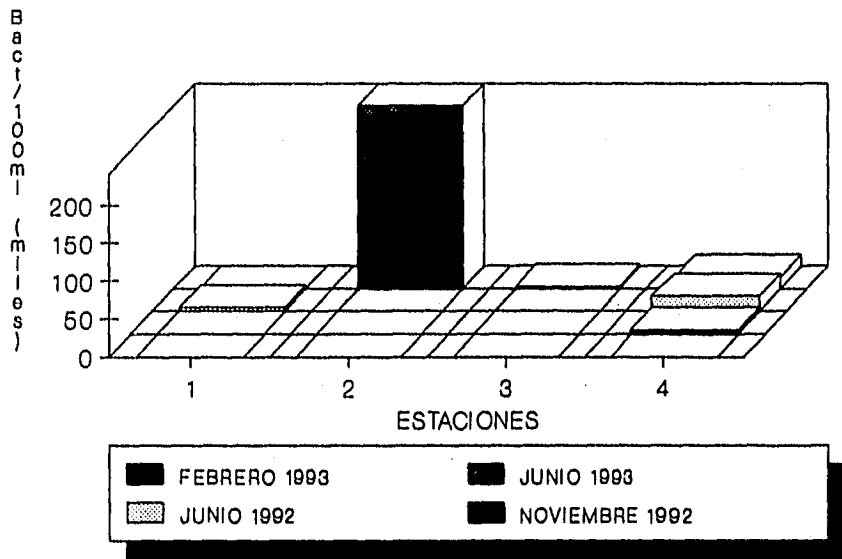


FIGURA 14. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES TOTALES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS,PEREYRA, CHIS.

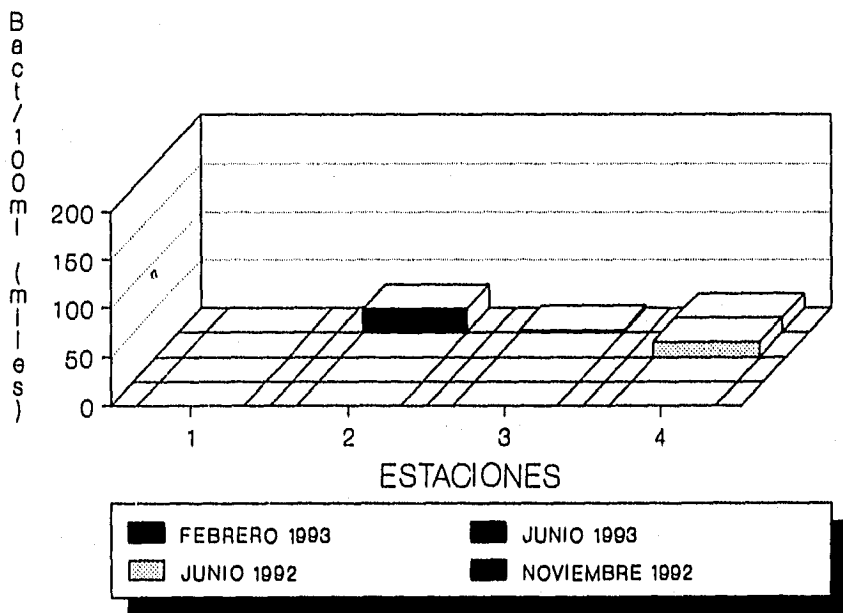


FIGURA 15. CONCENTRACION DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIS.

En el muestreo de febrero en el estero Carretas, no fueron detectados microorganismos fecales en agua ni en sedimentos (Tabla 10; figuras 13 y 15), reflejo de que durante estos meses el aporte de desechos es menor en comparación al mes de noviembre donde los efectos de dilución al parecer son propicios para que los organismos sobrevivan más tiempo, ya que además de los escurrimientos pluviales y fluviales, arrastran grandes cantidades de microorganismos patógenos como son virus y bacterias (Evans *et al.*, 1968; Geldrich, 1975 y Mc Coy, 1981). Estos aportes en cierta época del año llegan a contaminar los cuerpos de agua, rebasando incluso los límites establecidos por la norma de calidad la cual establece 70 coliformes totales y 14 coliformes fecales para aguas de contacto primario y actividad pesquera (APHA, 1980).

Los valores más altos de coliformes fecales en agua durante los muestreos realizados, fueron observadas en las estaciones 1 y 4 y para los sedimentos las estaciones 2 y 4 (Figuras 13 y 15).

Estos resultados se relacionan básicamente con la ubicación de las estaciones, ya que la 1 es influenciada por el flujo de terrígenos y la 4 muy cerca también del aporte continental y a la vez cercana al flujo marino, lo cual indica que la fuerza fluvial ejercida hacia el sistema es mayor que la aportación marina en esta época del año (figura 3).

Respecto a los sedimentos, el aumento de microorganismos está relacionado a procesos de sedimentación del material orgánico, al cual se encuentran adheridos los microorganismos (Vacaro *et al.*, 1950; Grimes, 1975 y Matson, 1978), dichos procesos son más evidentes en aquellos sitios como son los canales de comunicación, un ejemplo es el caso de la estación 2, ubicada en la zona de transición en donde se unen los esteros de Pereyra y Carretas fisiográficamente más estrecho (Figura 2).

Esta característica la hace propicia como una excelente trampa del material orgánico asimilable de nutrimentos para la vegetación circundante, y microorganismos que habitan el ecosistema. La estación 4 en el estero Pereyra tiene el mismo comportamiento por tener las mismas características fisiográficas.

Es importante señalar que estas características del sistema, provoca cierto comportamiento hidrológico particular debido a lo estrecho del lugar, por lo que cualquier perturbación de tipo mecánico (apertura o cierre de bocas y dragado) puede provocar impactos severos en la flora y fauna acuática, principalmente en sistemas costeros altamente productivos, como es el caso del sistema Carretas-Pereyra.

En junio de 1993 (Tabla 10) es notable la ausencia de bacterias fecales (Figuras 13 y 15), reflejo del efecto bactericida de la influencia marina, resultado de algunos factores como son alto contenido de sales, procesos de remoción y sedimentación, así como las altas temperaturas registradas durante febrero y principios de junio que fueron hasta de 34°C (Tabla 3).

La ausencia de microorganismos se debe fundamentalmente a que los aportes continentales disminuyen aumentando la temperatura, salinidad, evaporación y azolve de sedimentos. Asimismo se ha demostrado que la luz solar tiene efectos bactericidas en ambientes marinos disminuyendo incluso hasta en un 50% a la población bacteriana (Fujioka *et al.*, 1981).

Es evidente que los factores mencionados, así como la poca profundidad de la laguna, provocan un mayor turbidez, existiendo una relación directa agua-sedimento, considerando en este sistema a la luz solar como principal bactericida, lo cual va a depender en gran medida la hora en que sea tomada la muestra. Esto no sucede en Chantuto-Panzacola, debido a que no es tan somero y el tipo de sedimentos es más heterogéneo.

Las poblaciones de coliformes fecales dentro del sistema Carretas-Pereyra reflejan un origen continental, ya que su mayor concentración fue detectada al final de la estación de lluvias debido a las actividades humanas, así como las heces de aves y otros mamíferos.

IV.2.3. BACTERIAS PATOGENAS EN LA COLUMNA DE AGUA.

En las tablas 11 y 12 y figuras 16 a 19, se concentran los resultados obtenidos en la identificación de algunas bacterias patógenas a nivel de colonias tipo en agua y sedimento.

Durante el muestreo de junio de 1992, se observó el crecimiento de colonias tipo de *Shigella sp* en la estación 1, mientras que en los sitios 2,3 y 4 sólo se logró identificar al género *Proteus* (Tabla 11). Es notorio que el aporte es de origen continental, ya que en junio inician los escurrimientos hacia los sistemas lagunares; comprobándose lo antes mencionado en noviembre, identificando a seis géneros *Salmonella paratyphi*, *Proteus sp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.*, *Staphylococcus sp.* y *Enterobacter aerogenes* (Figura 16). Este tipo de bacterias patógenas generalmente se encuentran presentes en humanos, por ejemplo *Salmonella*, así como el grupo de los coliformes, que son los causantes de las enfermedades gastrointestinales más frecuentes en las costas de México.

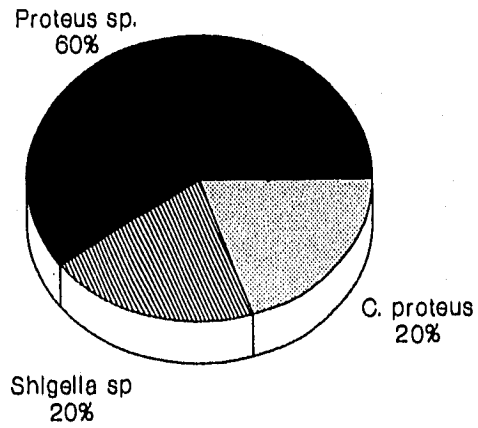
Por lo anterior, es importante considerar el riesgo que existe al consumir crudos a peces, camarón y bivalvos, fundamentalmente en esta época del año, ya que pueden ocasionar problemas en la salud humana (Tabla 7).

Las investigaciones en relación a las bacterias como organismos indicadores de perturbaciones ambientales no han sido estudiadas de forma integral, ya que se debe tomar en consideración la entrada de materiales alóctonos acarreados por los

TABLA 11. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	<i>Shigella sp.</i>	<i>Escherichia coli,</i> <i>Salmonella</i> <i>paratyphi,</i> <i>Proteus sp.</i>	<i>Citrobacter sp.,</i> <i>Proteus sp.</i>	<i>Arizona sp.,</i> <i>Citrobacter sp.</i>
2	<i>Proteus sp.</i>	<i>Enterobacter</i> <i>aerogenes,</i> <i>Proteus sp.</i>	<i>Escherichia coli.,</i> <i>Klebsiella sp.</i>	<i>Enterobacter</i> <i>aerogenes</i>
3	<i>Proteus sp.</i>	<i>Proteus sp.,</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i>	<i>Enterobacter</i> <i>aerogenes,</i> <i>Escherichia coli.</i>	<i>Enterobacter</i> <i>aerogenes</i>
4	<i>Proteus sp.</i>	<i>Proteus sp.</i> <i>Escherichia coli,</i> <i>Enterobacter aero--</i> <i>genes.</i>	<i>Klebsiella sp.</i> <i>Citrobacter sp.</i>	<i>Proteus sp.</i>

JUNIO 1992



NOVIEMBRE 1992

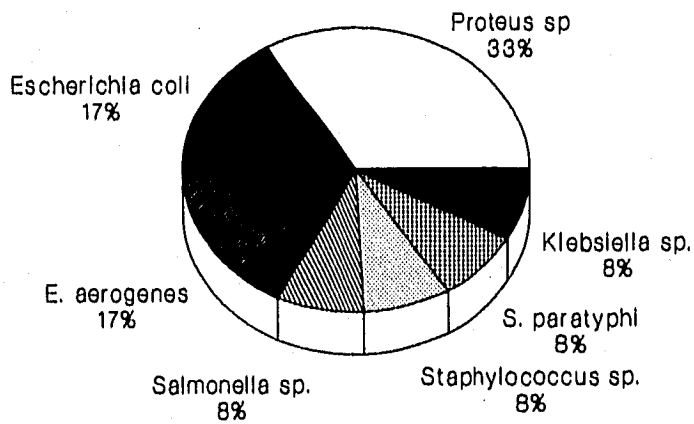
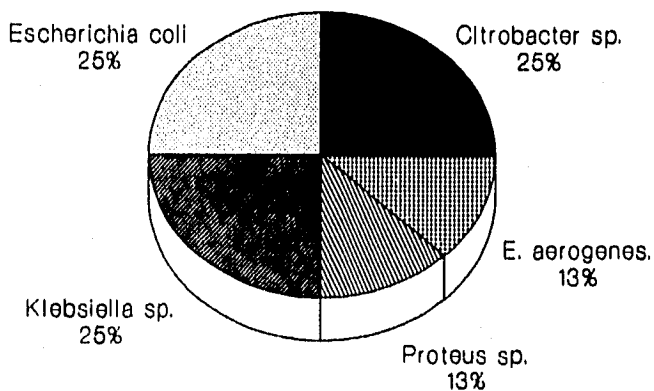


FIGURA 16. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

FEBRERO 1993



JUNIO 1993

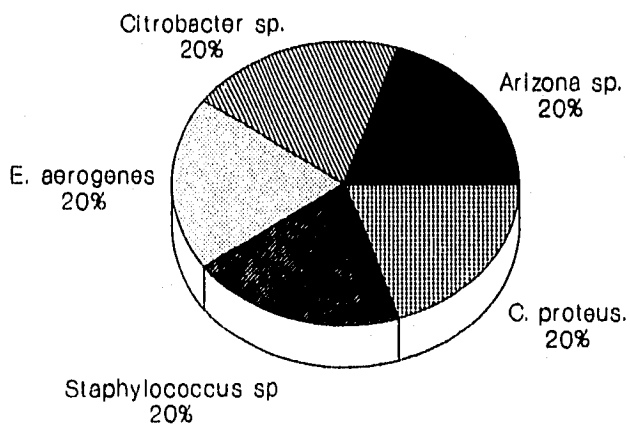


FIGURA 17. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

ríos hasta los ambientes marinos (Singleton *et al.*, 1977 y McCoy, 1981) ya que éstos pueden ser el primer componente de la biota que pudiera reflejar las perturbaciones ambientales y de esa manera confirmar la trayectoria de patógenos primordialmente.

Es importante considerar el tiempo de la mezcla de aguas en los sistemas lagunares durante la temporada de lluvias, porque los resultados indican un buen aporte de nutrientes y microorganismos que durante el estiaje (febrero) disminuyen logrando sobrevivir *Escherichia coli*, que es un indicador de contaminación fecal, así como *Enterobacter aerogenes* y *Klebsiella sp.* (figura 17), debido a que pueden soportar cambios drásticos de temperatura y salinidad (Shehata y Marr, 1971 y Hendricks, 1972).

La población microbiana se incrementa con el arrastre de las descargas fluviales, observándose un aumento en el número de géneros en la época de lluvias (Figura 17).

IV.2.4. BACTERIAS PATOGENAS EN SEDIMENTOS

En los sedimentos, se observó un comportamiento irregular si comparamos los resultados obtenidos en agua, ya que de manera general, fueron identificados pocos géneros e incluso en algunas zonas este tipo de microorganismos patógenos no fueron detectados (Tabla 12).

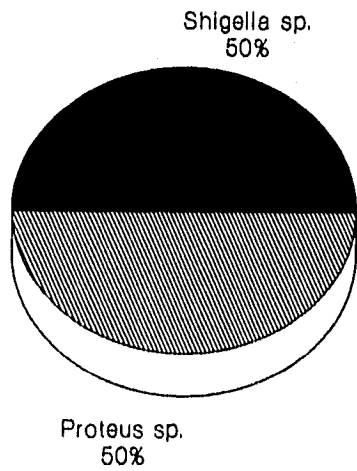
Los géneros *Shigella sp* y el género *Proteus* identificados en junio (Figura 18), también se encontraron presentes en las muestras de agua en las estaciones 1 y 3 (Tablas 11 y 12). En noviembre, no se reportaron bacterias entéricas en las estaciones 1 y 4, pero en los demás sitios de muestreo se identificaron a *Escherichia coli*, *Salmonella sp.* y *Klebsiella sp.* y el resultado se relaciona básicamente por la

TABLA 12. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

ESTACION	JUNIO 1992	NOVIEMBRE 1992	FEBRERO 1993	JUNIO 1993
1	<i>Shigella sp.</i>	ND	ND	ND
2	ND	<i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Arizona sp.</i> <i>Salmonella sp.</i> <i>Citrobacter sp.</i>	<i>Klebsiella sp.</i> <i>Serratia sp.</i> <i>Proteus sp.</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i> , <i>Klebsiella sp.</i>
3	<i>Proteus sp.</i>	<i>Escherichia coli</i> <i>Proteus sp.</i> , <i>Klebsiella sp.</i>	<i>Proteus sp.</i>	<i>Escherichia coli.</i>
4	ND	ND	ND	<i>Enterobacter sp.</i> <i>klebsiella sp.</i>
ORGANISMOS Camarón:(<i>Penaeus vannamei</i>)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus sp.</i>	No hubo colecta	<i>Escherichia coli</i> <i>Arizona sp.</i> <i>Citrobacter sp.</i> <i>Enterococos sp.</i>	ND

ND= NO DETECTABLE

JUNIO 1992



NOVIEMBRE 1992

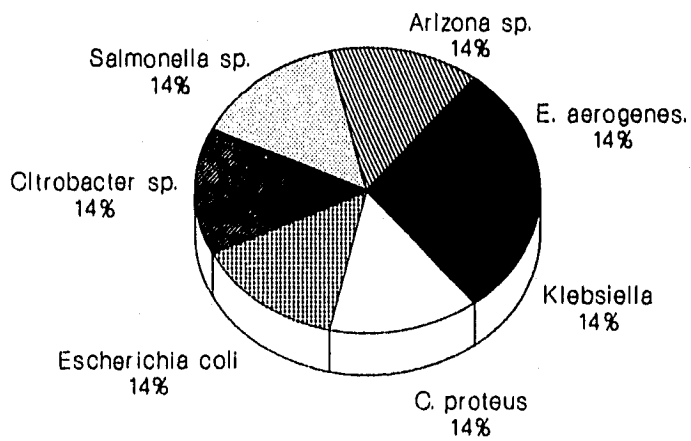


FIGURA 18. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

concentración de nutrimentos que se encuentran en los sedimentos, además de la presencia de otros organismos competidores (Hendricks, 1971; Ogawua, 1973 y Gebra y McLeod, 1976).

Lo anterior nos permite concluir que los canales de intercomunicación entre los esteros Carretas-Pereyra (Estaciones 2 y 3, figura 2) son puntos donde se concentran estos microorganismos después de un gran aporte de material orgánico y de nutrientes. Contreras (1993), señala que en dichos sistemas la cantidad de nutrimentos, proviene en su totalidad del aporte terrígeno, manteniendo productividades significativas durante todo el ciclo anual.

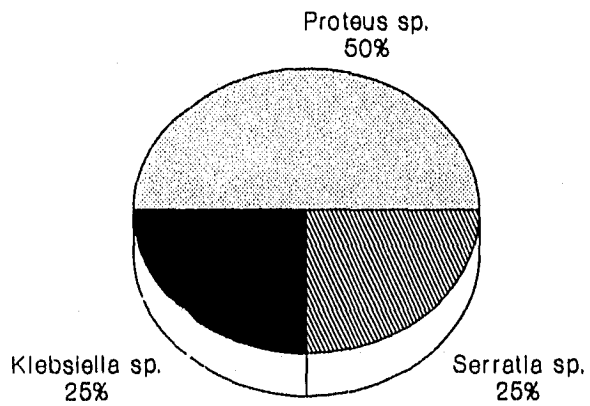
Las estaciones 2 y 3 durante el mes de febrero son las únicas que indican la presencia de *Klebsiella sp.*, *Serratia sp.* y *Proteus sp.* (Tabla 12, figura 19), las cuales también fueron identificadas en noviembre.

La presencia de *Escherichia coli* es considerada como un buen indicador de la calidad de agua y algunos géneros como *Klebsiella* que es termotolerante y abunda en épocas de calor (Hood *et al.*, 1983), lo cual es importante señalar, dado que los géneros antes mencionados así como de *Enterobacter aerogenes* son indicadores específicos de contaminación fecal (Wallace *et al.*, 1975).

En el análisis de intestino en camarones (*Penaeus vannamei*) se detectó al género *Proteus sp.* en junio de 1992 y en febrero de 1993 a *Citrobacter sp.* y *Enterococcus sp.* Comparado con el sistema Chantuto-Panzacola los peneidos de estos sistemas presentaron organismos patógenos, ya que los crustáceos interactúan con los sedimentos y los géneros reportados en los mismos guardan estrecha relación con los identificados en organismos.

Sin embargo, hace falta realizar un monitoreo con una periodicidad adecuada de acuerdo a los ciclos de vida de estos organismos a fin de poder interpretar mejor los

FEBRERO 1993



JUNIO 1993

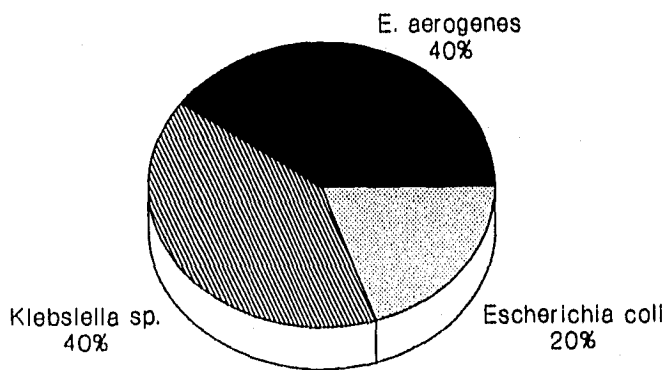


FIGURA 19. BACTERIAS PATOGENAS PRESENTES EN SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO.

resultados ya que los esteros de Carretas-Pereyra es una de las áreas más explotadas en relación a la captura de camarón.

Lo somero del sistema Carretas-Pereyra, así como la gran cantidad de aves migratorias, la ganadería y las actividades agrícolas de esta zona de la costa de Chiapas, la hace ser un sistema mucho más frágil en comparación con Chantuto-Panzacola, porque su sistema de autodepuración es menor, tomando en cuenta lo somero de estas lagunas y el azolvamiento que presentan dificulta a la depuración del sistema, por lo que es necesario tomar medidas que permitan mantener su equilibrio, ya que de no hacerlo puede repercutir drásticamente en la calidad del sistema y como consecuencia en la producción camaronícola, que es la actividad pesquera más importante de la región, y algunos sitios presentan ya signos de eutroficación.

En los sistemas acuáticos costeros, pueden encontrarse diversos tipos de bacterias, de las cuales algunas pueden ser autóctonas o nativas y por lo tanto pueden ser benéficas, ya que su presencia va a depender en gran medida del proceso de autopurificación que se origina principalmente durante la época de secas, y otras que son alóctonas y tienen su origen en las excretas de humanos y animales de sangre caliente (animales domésticos, silvestres y aves) que pueden contaminar de forma severa estas lagunas.

IV.2.5. BACTERIAS HETEROTROFAS EN AGUA Y SEDIMENTOS.

El estudio de la distribución cuantitativa de bacterias heterótrofas en agua y sedimentos por el método de ZoBell (1950), se encuentran registradas en la tabla 13, durante un ciclo anual.

Estas bacterias fueron más abundantes en los sedimentos que en agua superficial, así durante junio las estaciones 2 y 4 se localizan niveles desde 8×10^3 y 11×10^3 bact/ml en agua; y en sedimentos, oscilan de 5×10^4 hasta 20×10^4 bact/ml mientras que en noviembre, varían de 3×10^3 a 13×10^3 en agua; y 6×10^4 a 68×10^4 bact/g en sedimentos, observando también que en estos últimos se detectan los valores más altos.

Los resultados obtenidos en febrero tienden a disminuir en algunas partes del sistema, tal es el caso de las estaciones 1 y 3, mientras que en los puntos 2 y 4 se nota un pequeño incremento a los encontrados en junio y noviembre con concentraciones de 20×10^3 en agua y 46×10^4 bact/g en sedimentos (Tabla 13).

El comportamiento dentro del sistema se encuentra relacionado con lo reportado por Contreras *et al.* (1992), en donde se reporta que la cantidad de nutrimentos se mantiene durante todo el ciclo anual con una mayor concentración de fósforo, limitante en la fisiología bacteriana, pero la carencia del mismo puede retrasar sus funciones (Campbell, 1977).

Estos resultados están relacionados con la disponibilidad de compuestos orgánicos, ya que los microorganismos heterotróficos como lo son la mayoría de las bacterias, utilizan una gran gama de compuestos orgánicos, para su crecimiento como son los nitratos, fosfatos, amonio y materia orgánica; esta última es la principal fuente de carbono que al ser oxidada obtiene energía para su metabolismo (Wood, 1965; Carballo 1985 y Lizárraga *et al.*, 1982).

Las poblaciones bacterianas heterótrofas pueden intervenir en diferentes procesos de degradación y reciclaje de la materia orgánica. Asimismo Bensoussan y Bianchi (1983), reportan que en las zonas costeras en sistemas con poca profundidad, los microorganismos degradan una gran cantidad de compuestos orgánicos complejos,

TABLA 13. BACTERIAS HETEROTROFAS PRESENTES EN AGUA Y SEDIMENTOS DEL SISTEMA LAGUNAR CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS, MEXICO. Bact/ml.

ESTACION	JUNIO 1992		NOVIEMBRE 1992		FEBRERO 1993		JUNIO 1993	
	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO	AGUA	SEDIMENTO
1	8×10^3	5×10^3	13×10^3	18×10^4	30×10^3	15×10^3	6×10^3	8×10^4
2	11×10^3	8×10^4	3×10^3	25×10^4	20×10^3	15×10^3	8×10^3	12×10^4
3	2×10^3	20×10^4	4×10^3	6×10^4	18×10^3	27×10^4	12×10^3	6×10^4
4	2×10^3	20×10^4	47×10^3	68×10^4	20×10^3	46×10^4	11×10^3	10×10^4

tal es el caso de las lagunas en estudio sobre todo la laguna de Carretas, que se encuentra más alejada en su conexión con el mar y la más cercana a los aportes continentales, en la cual existe un azolvamiento considerable, sumando a esto los aportes de detritus por los manglares circundantes. Esta área se puede considerar en peligro de eutroficación.

El alto contenido de bacterias heterótrofas en ambientes costeros, ha sido asociado con las mareas de agua de baja salinidad (<20 ‰) cerca de los ríos tributarios, pero también llegan a ser localizadas a >24 ‰, los cuales están sujetos a los parámetros meteorológicos, hidrográficos y estacionales que afectan cualquier comunidad acuática (Zubkoff y Wainner, 1977).

El estudio de las poblaciones heterótrofas puede utilizarse como indicador para determinar si un sistema es oligotrófico o eutrófico dependiendo del análisis cuantitativo y cualitativo, sin embargo, este proceso se encuentra sujeto a estudios más profundos.

Las actividades humanas en la zona costera en épocas anteriores no causó daños perceptibles a los ecosistemas acuáticos; pero a través de los años ha habido una modificación significativa debido al incremento de los asentamientos humanos, la expansión de operaciones industriales y comerciales a gran escala son otros modificadores del medio. Tal es el caso de las costas del Golfo de México, que han sido afectadas fuertemente por la contaminación microbiológica, lo que modificó la calidad sanitaria del agua, sedimentos y organismos.

En las tablas 14 y 15; figuras 20 y 21, podemos observar las concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales tanto en agua como en sedimentos de áreas costeras del Golfo de México.

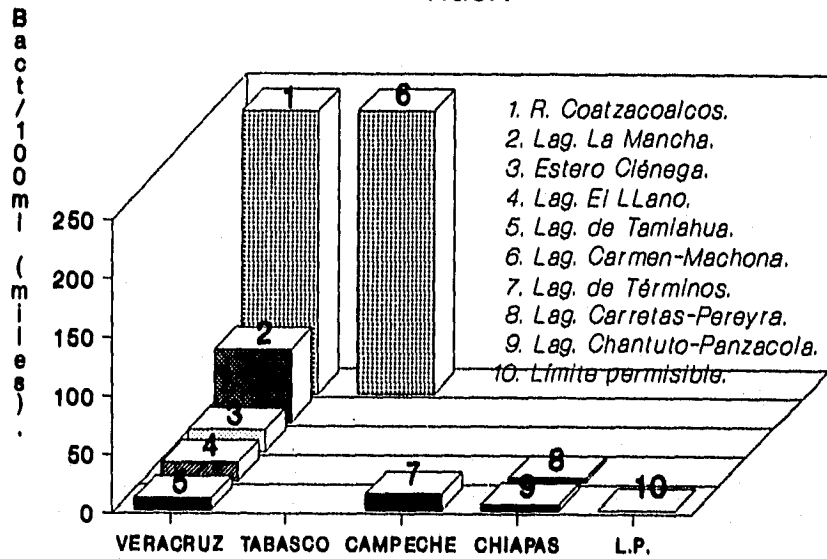
TABLA 14. CONCENTRACION DE GRUPOS BACTERIANOS DE COLIFORMES TOTALES (CT) Y FECALES (CF) EN AGUA DEL GOLFO DE MEXICO (NMP/100ml.)

LOCALIDAD	AÑO	CT	CF	REFERENCIA
VERACRUZ				
LAGUNA TAMIAHUA	1987	10X10 ³	10X10 ³	Barrera <i>et al.</i> , 1989
ESTERO CIENEGA	1988	18X10 ³	10X10 ³	Martínez y Barrera, 1989
ESTERO LA LAJA	1989	10X10 ³	10X10 ³	Maciel <i>et al.</i> , 1990
ESTERO CUCARAS	1989	1.8X10 ³	1.8X10 ³	Maciel <i>et al.</i> , 1990
RIO COATZACOALCOS	1982	240X10 ³	240X10 ³	Rodríguez y Botello, 1987
LAGUNA LA MANCHA	1993	61X10 ³	5X10 ³	Becerra y González, 1994
LAGUNA EL LLANO	1993	16X10 ³	5.3X10 ³	Becerra y González, 1994
TABASCO				
LAGUNA CARMEN-MACHONA	1979	240X10 ³	240X10 ³	Botello y Rodríguez, 1988
CAMPECHE				
LAGUNA DE TERMINOS	1985	14X10 ³	5X10 ³	Rodríguez y Botello, 1988
CHIAPAS				
LAG. CHANTUTO-PANZACOLA	1993	5X10 ³	4.4X10 ³	ESTE ESTUDIO
LAG. CARRETAS-PEREYRA	1993	3.1X10 ³	9X10 ³	ESTE ESTUDIO

**TABLA 15. CONCENTRACION DE GRUPOS BACTERIANOS
INDICADORES DE COLIFORMES TOTALES (CT) Y FECALES (CF) EN
SEDIMENTOS DEL GOLFO DE MEXICO (NMP/100ml.)**

LOCALIDAD	AÑO	CT	CF	REFERENCIA
VERACRUZ				
LAGUNA TAMIAHUA	1987	90X10 ³	90X10 ³	Barrera <i>et al.</i> , 1989
ESTERO CIENEGA	1989	540X10 ³	190X10 ³	Martínez y Barrera, 1989
ESTERO LA LAJA	1989	100X10 ³	100X10 ³	Maciel <i>et al.</i> , 1990
ESTERO CUCHARAS	1989	19X10 ³	19X10 ³	Maciel <i>et al.</i> , 1990
RIO COATZACOALCOS	1982	240X10 ³	88X10 ³	Rodríguez y Botello, 1987
LAGUNA LA MANCHA	1993	20X10 ³	12X10 ³	Becerra y González, 1994
LAGUNA EL LLANO	1993	20X10 ³	5X10 ³	Becerra y González, 1994
TABASCO				
LAGUNA CARMEN-MACHONA	1979	240X10 ³	150X10 ³	Botello y Rodríguez, 1988
CAMPECHE				
LAGUNA DE TERMINOS	1985	24X10 ³	3.8X10 ³	Rodríguez y Botello, 1988
CHIAPAS				
LAG. CHANTUTO-PANZACOLA	1993	13X10 ³	5.4X10 ³	ESTE ESTUDIO
LAG. CARRETAS-PEREYRA	1993	18X10 ³	4X10 ²	ESTE ESTUDIO

AGUA



SEDIMENTOS

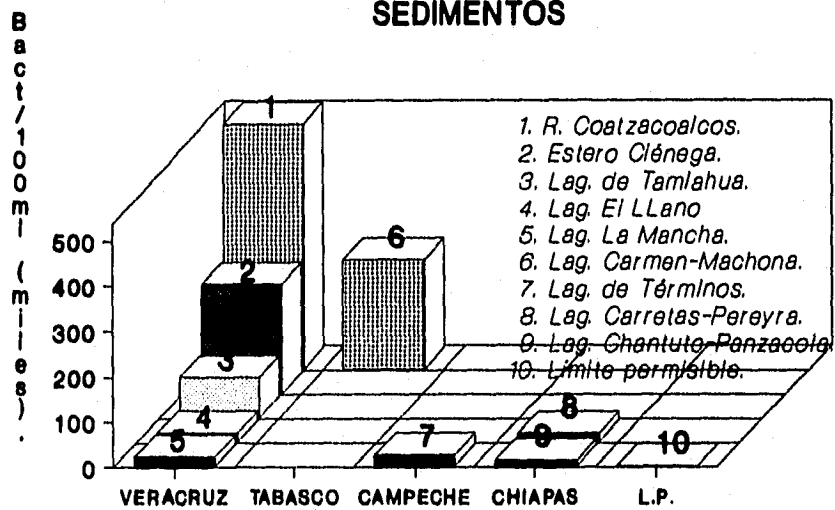
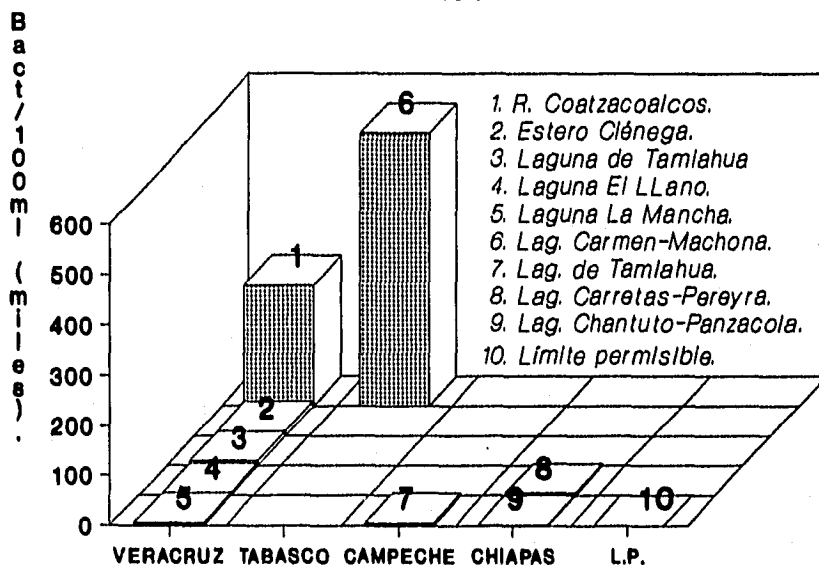


FIGURA 20. VALORES PROMEDIO DE COLIFORMES TOTALES EN AGUA Y SEDIMENTO EN LAGUNAS DEL GOLFO DE MEXICO Y PACIFICO SUR.

AGUA



SEDIMENTO

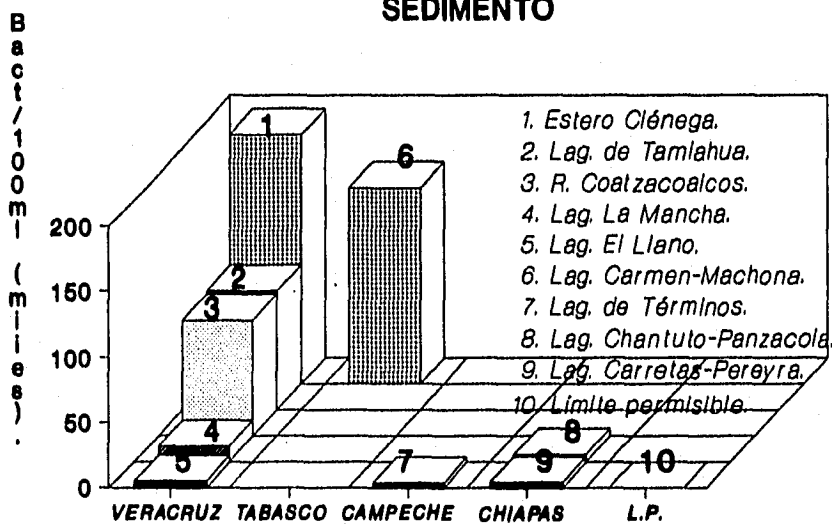


FIGURA 21. VALORES PROMEDIO DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES EN AGUA Y SEDIMENTO DEL GOLFO DE MEXICO Y PACIFICO SUR,MEX.

Estas lagunas costeras así como el río Coatzacoalcos, han sido objeto de estudio de manera regular, por representar uno de los potenciales pesqueros más importantes de nuestro País, resultando ser áreas críticas por presentar una acentuada contaminación de tipo microbiológico (Romero y Rodríguez, 1986; Rodríguez y Botello, 1987; Barrera *et al.*, 1987; Pica, 1988 y Botello *et al.*, 1995). Es notable observar como las concentraciones reportadas a través del tiempo lejos de disminuir van en aumento.

Los resultados señalados en las tablas 14 y 15 indican que estos ecosistemas reciben desechos que incluyen tanto aguas domésticas como de origen industrial, generado por el acelerado crecimiento demográfico e industrial que descargan sus residuos a los ríos y lagunas sin ningún tratamiento previo, por lo que diversas especies de peces y crustáceos de consumo local y nacional se han visto afectadas por algunas bacterias, deteriorando la calidad de los recursos que se extraen de estas zonas.

Los sistemas costeros de Chiapas como Chantuto-Panzacola y Carretas Pereyra, comparados con algunas Lagunas costeras del Golfo de México (Figuras 20 y 21), resultan ser lagunas muy poco afectadas por la presencia de microorganismos en la mayoría de los sitios estudiados, no obstante, existen algunos puntos que comienzan a verse afectados, como lo son las estaciones 7 y 8 que corresponden a la "Barra de Zacapulco y "La Palma" respectivamente, debido al aporte constante de materia orgánica rica en microorganismos fecales; así como los sitios cercanos a las desembocaduras de los ríos.

Sin embargo existe un proceso de autodepuración estacional dentro de los sistemas, por lo que en algunas épocas del año presentan una alteración mínima (estiaje) y sólo durante la época de lluvias éstos se ven afectados por los arrastres fluviales y pluviales.

V. CONCLUSIONES

- 1. Los registros de bacterias coliformes totales son más abundantes en los sedimentos, ya que debido a su heterogeneidad (limos y arena) presentan condiciones adecuadas para su establecimiento; sin embargo, en relación con las bacterias coliformes fecales, existe un pequeño incremento en su cantidad en el agua, principalmente en noviembre, que es cuando las concentraciones se elevan debido a los aportes continentales que arrastran heces fecales, bacterias patógenas y virus hasta las lagunas costeras.**
- 2. En el sistema Chantuto-Panzacola, las estaciones que se ubican en la "Barra de Zacapulco (7) y "La Palma" (8) y que corresponden a los asentamientos humanos más grandes del área en estudio, son los puntos que presentan las mayores concentraciones de coliformes totales y fecales.**
- 3. El sistema Carretas-Pereyra, es más homogéneo, en lo que se refiere a las concentraciones de bacterias coliformes totales así como de bacterias fecales durante el ciclo anual; sin embargo, en las estaciones 2 y 4, presentan concentraciones elevadas tanto en agua como en sedimentos, ello debido a la fisiografía que presentan estos sitios, lo que lo hace receptor de nutrimentos, así como de microorganismos y esto lo convierte en un peligro latente para la diseminación de bacterias dentro del sistema, ya que son los sitios de comunicación de una laguna con otra.**
- 4. Es evidente que los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra en el estado de Chiapas, muestra un comportamiento estacional muy marcado, mismo que se ve reflejado en los análisis microbiológicos en agua, sedimentos y organismos.**

5. Los niveles de contaminación bacteriana reportados en esta investigación son mínimos comparados con otros sistemas lagunares del país; ya que las concentraciones más elevadas se detectaron durante la época de lluvias, mientras que en la de secas la concentración disminuye considerablemente, lo cual infiere que los aportes de microorganismos hacia los sistemas acuáticos son de origen continental, y que la canalización de aguas negras y desechos diversos carecen de un tratamiento previo, propiciando así la transmisión de enfermedades gastrointestinales serias, que provocan a corto plazo problemas severos en las condiciones sanitarias y ambientales.

6. La presencia de microorganismos como *Salmonella*, *Shigella*, *Klebsiella* y *Escherichia coli* afectan principalmente la salud humana, debido a que son patógenos contaminantes del agua y organismos que se encuentran en estos hábitats; siendo los principales focos de contaminación las heces fecales del hombre y otros mamíferos. Estos patógenos son fundamentalmente el reflejo de las actividades ganadera y agrícola, que se encuentran en zonas muy cercanas a las lagunas en cuestión, ya que todos sus desechos son vertidos directamente a los ríos y estos a su vez a las lagunas.

7. En ambos sistemas se observa que existe una autodepuración de forma estacional, notando que en el sistema de Carretas-Pereyra el proceso es más lento, debido a lo somero y al azolvamiento del sistema, convirtiéndolo así, en un buen receptor de contaminantes; por lo tanto, si no se controlan los vertimientos de desechos de las poblaciones cercanas, así como la apertura y cierre de bocas y la desviación de los ramales de los ríos para efectos del desarrollo agrícola, puede ponerse en peligro el potencial ecológico y pesquero (camaronícola principalmente) de la región.

8. Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra son de los pocos sistemas que presenta condiciones adecuadas para el desarrollo de la vida acuática costera, por lo que

es necesario tomar medidas que permitan mantener su equilibrio biológico, ya que cualquier alteración mecánica, física, química o biológica puede repercutir drásticamente en la calidad del agua; y por consecuencia, provocar un descenso en la producción camaronícola, con su consecuente impacto ecológico (actualmente algunos sitios ya presentan signos de eutroficación).

VI. SUGERENCIAS.

- Es importante resguardar las condiciones sanitarias ambientales, sobre todo en las zonas aledañas implementando programas por parte de las autoridades municipales para el tratamiento previo de las aguas negras que se vierten directamente a los ríos.
- Establecer una red de monitoreo que permita evaluar la presencia y cuantificación de microorganismos patógenos sobre todo en la "Barra de Zacapulco" así como "La Palma", sitios de interés turístico y pesquero.
- Controlar y planificarse el desarrollo y expansión de los asentamientos urbanos, cercanos a los sistemas lagunares, así como también de las actividades ganaderas y agrícolas,
- Realizar estudios en relación al uso y manejo de plaguicidas utilizados en la agricultura, para determinar la cantidad de ellos que se vierten a las lagunas y que pueden alterar la dinámica de los procesos geoquímicos.
- Respecto a los proyectos relacionados con la construcción de granjas camaronícolas, deberán establecerse normas adecuadas que permitan un uso y manejo de los recursos costeros, porque de otra manera a corto plazo los sistemas pasarán a ser poco productivos o incluso desaparecer, como ha ocurrido en otras lagunas costeras del país.
- Dado que los sistemas lagunares de la Costa de Chiapas, son áreas poco impactadas, ya que cuentan con una flora y fauna acuática diversa, sería importante y necesario ampliar de ser posible la reserva ecológica "La Encrucijada", para evitar que a largo plazo sean consideradas áreas críticas.

- Para mejorar la calidad del agua utilizada en condiciones sanitarias adecuadas se requiere de una labor de extensión de los servicios competentes, destinada a divulgar entre la población usuaria los conocimientos básicos, necesarios sobre instalación de pozos y tratamiento del agua, para su uso en la alimentación y la higiene.

VI. BIBLIOGRAFIA

Acosta, C.J.R., 1989. Evaluación Técnica, Social y económica del sistema de cultivo artesanal de camarón en la Costa de Chiapas. Secretaría de Pesca. México. 125 pp.

Alexander, M., 1971. Microbial Ecology. Edit. John Wiley and Sons. U.S.A. 511 pp.

APHA., 1980. Standard Methods. For the Examination of water and waste water, U.S.A. Washington, D.C. 1145 pp.

Atlas, R. M., 1990. Microbiología. Fundamentos y Aplicaciones. Edit. Continental. México. 887 pp.

Avelino, G. y J. F. López, 1992. Evaluación de la Biomasa anual de manglar de Chantuto-Panzacola, Chiapas. Res. III. *Reunión Nal. Alejandro Villalobos*. México. Pag. 22. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Bárceñas, C., 1992. Los modelos de simulación en la ecotoxicología de zonas costeras. *Jaina*, 3 (2):11. México.

Barrera, E., R. Cardoso., J. Díaz y V. Rosas, 1987. Resultados preliminares del contenido de bacterias indicadoras de contaminación de coliformes totales y fecales y estreptococos fecales en agua y sedimento de la laguna de Tamiahua a lo largo de un ciclo anual. II Jornadas Divisional. UAM-I 23-25 de sept. Res. 38.

Becerra, T. N. y A. González, 1994. Estudio Geoquímico y Diagnóstico Ambiental de las lagunas de los alrededores de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, Veracruz. Convenio: Comisión Federal de Electricidad, Veracruz e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM. Responsable Dr. Alfonso Vázquez Botello. Universidad Nacional Autónoma de México.

Bensoussan, M. y A. Bianchi., 1983. Distribution et activité catbolique potentialle des conmmunautés bactériennes des eaux et sediments profonds prelevés sur diverses marges continentales. *Geochimil organique des sédiments marins. D'Oregon a Misedor*, Ed. C.N.R.S., Paris, p 39-72.

Bianchi, A. y Bianchi, M., 1972. La Numération des Populations Bactériennes du Milieu Marin. *Tethys* 3(4). Marsielle. France. 697-704pp.

Bianchi, M., 1982. Dynamique Des Communautés Bactériennes des eaux marines enrichies en azote minéral ou organique: expériences á court terme. *Actas du Colloque International No. 331. Sur la bacteriologie Marine*, Marsella, France. Pags. 61-69.

Bioxon., 1993. Manual Bioxón. Medios de cultivo y reactivos de diagnóstico, Edit. M.R., México, 87 pp.

Blake, P.A., R.Weaver y Hollis,D.G.,1980. Diseases of human (other than cholera) caused by vibrios. *Ann. Rev. Microbiol.* 34, 341-367.

Botello, A.V., S.H. Rodríguez., J.Goñi., S.Castro, G. Salas., L.Celis y J.Valle, 1982. Niveles actuales de compuestos organoclorados y desechos lagunares costeros del Estado de Tabasco. Informe presentado a la Secretaría de Pesca del Estado de Tabasco.

Botello, A. V.,1990. Impacto ambiental de los hidrocarburos organoclorados y de microorganismos patógenos específicos en Lagunas Costeras del Golfo de México. Informe final presentado a OEA/CONACYT. 132-158 pp.

Botello, A.V., S. Villanueva., G. Ponce., L. Rueda., I. Wong, y G. Barrera, 1995. La Contaminación en las zonas costeras de México. En: Agua, Salud y Derechos Humanos. Coordinador: Iván Restrepo. Comisión Nacional de Derechos Humanos. México. 53-122 pp.

Campbell,R.,1977. Basic Microbiology. Blackwell Scientific Publications, Vol. 5. 148 pp.

Campbell,R.,1987. Ecología Microbiana. Edit. Limusa. México. 518 pp.

Carballo, C. R., 1985. Caracterización de bacterias heterótrofas en los aportes de la laguna de Términos, Campeche. Tesis. Fac.Química. U.N.A.M. 145 pp.

Carlucci, A., Craven, D. B. and Henrichs, S. M., 1985. Surface-Film. microheterotrophs: amino acids metabolism and solar radiation effects on their activities. *Marine Biology*, 85: 13-22.

Castellvi, J., 1984. Relation entre autotrophie et hétérotrophie. *Actas du Colloque international no. 331 sur la Bacteriologie Marine, Marsella, France 17-19 mai. 1982*, 121-124 p.

CECODES, A.C., 1992. Planificación y manejo de los recursos costeros de la Cuenca Mexicana del Pacífico. Area piloto Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. Informe presentado a PEMEX.

Contreras, E. y O. Castañeda, 1992. Contribución del Nanofitoplancton en la cantidad de clorofila *a* de dos sistemas lagunares del Estado de Chiapas, México. *Invest. Marinas. CICIMAR*. 7 (2): 61-73 pp.

Contreras, E. F; A. García y O. Castañeda, 1992. Hidrología, nutrientes y productividad primaria en el sistema Carretas- Pereyra, Chis. México. *Universidad y Ciencia* 9 (17): 43-52.

Contreras, F., 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. Edit. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 415 pp.

Davies, C.J., 1986. Botánica Marina. Edit. Limusa, S.A. de C.V. México, D. F. 673 pp.

Eldrige, P.M., 1993. Biological and hidrodinamic regulation of the microbial food web in a periodically mixed estuary. *Limnology Oceanography*. 38 (8): 1666:1679 pp.

Erkembrecher, C., 1981. Sediment Bacterial indicators in a urban shellfish subestuary of the lower Chesapeake Bay. *Appl. Environ. Microb.*, 42: 484-492 pp.

Evans, F.L., E. E. Geldrich., S. R. Weibel and G.G. Robecl, 1968. Treatment of Urban stormwater runoff. *J. Water Pollut. Control Fed.* 40, 162-170.

Fujioka, S.R., H. Harlam., E. Hashimoto y H. Reginald. 1981. Effect of Sunligth on survival of indicator bacteria in seawater. *Applied Environmental Microbiology*.17: 551-558 pp.

Gaarder, T. y Sparck, R. 1931. Biochemical and biological Investigation of the variaciones in the productivity of the West Norwegian oysters pools. Conceil Perm. Intern. *L'explorer de la mer. Rapp et Proc. Verb.* 75: 47-58.

García, N.A. y O. Castañeda L., 1992. Estudios básicos ecológicos en dos lagunas costeras del Estado de Chiapas, México. *Res. IX Congr. Nal. Oceanogr.* 110.

Gebra, C. P. y McLeod, 1976. Effect of Sediments on the survival of *Escherichia coli* in marine waters. *Appl. Environ. Microbiol.* 32, 114-120 p.

Geldrich, E.E., 1975. Microbiological criteria concepts for coastal bathing waters. *Ocean Management*, 3, 225-248.

Goyal, M., P. Charles., L. Melnick, 1978. Prevalence of human enteric viruses in coastal canal communities. *Jour. Wat. Poll. Contr. Fed.* 56: 2247-2256.

Grimes, D.J., 1975. Realease of Sediment-bound faecal coliforms by dredging. *Appl. Environ. Microbiol.* 29, 109-111 pp.

Hendricks, C. W., 1971. Enteric bacterial metabolism of stream sediment eluates. *Can. Jour. Microbiol.* 17: 551-558.

Hendricks, Ch., 1972. Enteric Bacterial growth rates in: River Water. *Appl. Microbiol.*, 24: No.2, 168-174 pp.

Henricci, A.T., 1939. Distribution of bacterias in lakes, *Amer. Ass. Adv. Sci.*, 10, 39-64.

Hastback, W. G., 1981. Short incubation of Presuntive Media for Detection of fecal coliforms in Shellfish. *Applied and Environ. Microbiol.* Vol. 42, No. 6 1125-1127.

Hood, A. M; E. Nessand y N. Blake,1983. Relationship among Fecal Coliforms *Escherichia coli* and *Salmonella sp.* in Shellfish. *Applied Environ. Microbiol.* Jan. 1983 American Society for Microbiology. 122-126.

IMTA.,1991. Adiestramiento para la prevención y Control de las enfermedades gastrointestinales en el sector agua. Determinación de coliformes fecales. Comisión Nacional del agua. Manual No. 7.

IMTA.,1992. Identificación y Cuantificación de *Vibrio cholera*. Manual No. 7. 2a. edic. Comisión Nacional del agua. México,56 pp.

INEGI., 1981. Carta Topográfica 1:50000 (La Palma).

Instituto de Historia Natural, 1991. Reserva Ecológica "La Encrucijada": Plan operativo 1991-1992. Chiapas, México.

Izquierdo-Vicuña, F., 1981. Estudio Monográfico acerca de la Microbiología Marina. Monografía. Tesis. Facultad de Química. UNAM. México. 255pp.

Jawetz, E., J. Melnick, J. and Adelberg, E.,1987. Review medical Microbiology. 13a. Edic. Lange Medical Publications. Los Altos, California. 550 pp.

Johannes, R. E.,1968. Nutrient regeneration in lakes and oceans. In: *Advances in Microbiology of the sea* (Eds. M.R. Droop and E. J.Ferguson Wood) Vol. I. Academic Press London and New York, 203-213

Kampelmacher, E. and N. Jansen,1970. Salmonella its presence in and removal from a water system. *J. Water Pollut. Control Fed.*50, 13-20.

Le Petit, J. y M.H. N Guyen, 1976. Besoins in Phosphore des bacteriés metabolisant les hydrocarburensen mer. *Can. J. Microbiol.* 22: 1364-1373p.

Libes, S. M., 1992. Marine Biogeochemistry. The fate of pollutantes in the coastal Ocean. John Wiley and Sons. U:S:A. Cap. 30.

Lizárraga-Partida, M., S.H. Rodríguez y J.J. Romero, 1982. Effects of the Ixtoc-I blowout on heterotrophic activity in sea water based on glucosa assimilation. *Limnol. Oceanogr.* 11, 596-607.

Lizárraga-Partida, M. L., 1984. Distribution quantitative des bactéries hétérotrophes dans une lagune côtière tropicale. *Actas du Colloque international no. 331 sur la Bacteriologie Marine*, Marsella, France 17-19 mai. 1982., 101-106 pp.

McCoy, J.H., 1981. Sewage Pollution of natural waters. *Microbiological Pollution*. Public Health Laboratory. Hull Royal Intermary, Kingston-upon-Hull. England. 33-50 pp.

Mc Faddin, J.F., 1984. Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica. Edit. Médica Panamericana, S.A. 301 pp. México.

Martinez, F.M. y G. Barrera, 1990. Influencia de las mareas en la calidad bacteriológica del estero la Ciénega, Tamiahua, Ver. VI Curso Simposio Internacional sobre Biología de la contaminación. ENEPI-UNAM, México. 9-13 Julio Res. 2. p.18.

Matson, E. H., 1978. Pollution indicators and other microorganisms in river sediment. *J. Water Pollut. Control Fed.* 50, 13-20.

Nishio, T., Y. Koike, y Hattori, A., 1982. Denitrification, Nitrate reduction and oxygen consumption in coastal and estuarine sediments. *Appl. Environ. Microbiol. Mar.*, 43:3, 648-653.

Ocampo, R. E. y I. Emilsson, 1976. Investigaciones sobre el tipo hidrológico de las lagunas litorales La Joya Buenavista. *An. Inst. Geofísica. U.N.A.M.* 20: 21-36.

Ogawua, K., 1973. Distribution of coliforms bacteria in the coastal water. *Jour. Oceanogr. Soc. Jpn.* 29: 203-208.

Oppenheimer, C. H. y C. E. ZoBell, 1952. The growth and viability of sixty-three species of marine bacteria as influenced by hydrostatic pressure. *Journal of Marine Research* 11: 10-18.

Oppenheimer, C.H., W. Gunkel and Gassman, 1977. Microorganisms and hydrocarbons in the North Sea during July- August 1975. Proceedings of the 1977 Oil spill Conference. Washington, D.C. American Petroleum Institute.

Ortiz, H.A., 1984. La acuacultura en el Estado de Chiapas; análisis y perspectivas. Fac. Economía. U.N.A.M. 171 pp.

Ortiz, H. A., 1984. Los pescadores de la Isla "La Palma" en Acapetahua, Chiapas. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores de Antropología Social. Cuadernos de la casa Chata. Vol. 6. 115 pp.

Pica, G. Y., 1988. Determinación de niveles de contaminación fecal en la laguna de Términos, Campeche, mediante la cuantificación de bacterias coliformes y coprostanol (dos métodos comparativos). Fac. de Ciencias. Biología. U.N.A.M. 57 pp.

Pomeroy, L. R., 1980. Microbial roles in aquatic foods weeb. In: *Aquatic Microbial Ecology*. R.R.Univ. Maryland Sea Grant, College Park, Maryland. 85-109 p.

Ramírez, G. P. y D. Segura, 1992. Ordenación de la vegetación de manglar de la Laguna Panzacola, Chiapas, México. *Res. III Reunión Alejandro Villalobos*. 9. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Rheinheimer, G., 1984. Interrelationships between bacteria and phytoplankton in a marine area. *Actas du Colloque International no. 331 sur la Bacteriologie Marine*, Marsella, France 17-19 mai. 1982, 115-119 pp.

Riley, J.P., 1989. *Chemical Oceanography*. Vol. 9. Academic Press, London.

Rodríguez, S. H. y J. Romero, 1981. Niveles de contaminación bacteriana en dos sistemas fluviolagunares asociados a la Laguna de Términos, Campeche, México. *Ann. Inst. Ciencias del Mar y Limnol.* Universidad Nacional Autónoma de México. 8, 63- 67.

Rodríguez, S. H., 1986. Bacterias coliformes en el procesamiento de ostiones (*Crassostrea virginica*) en Tabasco, México. *Nota Científica Ann. Inst. Ciencias del Mar y Limnol.* Univ. Nal. Autón. México, 13, (1): 445-448.

Rodríguez, H. y Botello, A., 1987. Contaminación enterobacteriana en la red de agua potable y en algunos sistemas acuáticos del sureste de México. *Contaminación Ambiental*; 3,37-53.

Romero, J.J. y S.H.Rodríguez, 1986. Niveles actuales de contaminación coliforme en el sistema lagunar del Carmen-Machona, Tabasco, México. *Ann. Inst. Ciencias del Mar y Limnol.* Universidad Nacional Autónoma de México. 9, 121-125.

Salazar-Ruiz, A. R., 1993. Estudio Comparativo de la Contaminación Bacteriana Patógena en peces de importancia comercial del Caribe Mexicano. Tesis. Facultad de Ciencias. UNAM. 116pp.

Saliot, A., C. Andrei., D. Jullien., Lorre A., J.Marty, 1982. Dégradation bactérienne de la matière organique dans les eaux de mer: approche par les marqueurs biogéochimiques. *Actas du Colloque International No. 331 sur la Bactériologie Marine*, Marsella, France. 51-56.

Sandoval, E.T. y I. Peña, 1978. Contribución al conocimiento de las condiciones abióticas y bióticas generales de algunos sistemas lagunarios de la costa de Chiapas. *Res. VI Congreso Nal. Oceanografía*. 92.

SARH., 1976. Atlas del Agua de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, 1988. Normas Técnicas Ecológicas para el vertimiento de las aguas residuales en cuerpos de agua. *Diario Oficial de la Federación. Gaceta Ecológica 1(2): 2-54*

Sepers, A. B., 1984. The regulation of the activity of heterotrophic bacteria. *Acta du Colloque International no. 331 sur la Bactériologie Marine*, Marsella, France 17-19 mai. 1982., 121-124p.

SEPESCA., 1990. Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas. (Aspectos generales). 219 pp. México.

Shehata, T.E. and A. G. Marr, 1971. Effect of nutrients concentration on the grow of *Escherichia coli*. *Jour. of Bacteriology*.107: 210-216.

Singlenton, F., J. Deming., R. Peele., B. Cavari., B. Gunn y R. Colwell, 1977. Microbial communities in surface waters at he Puerto Rico, Dumpsite. *Ocean. Mar. Vol. IV*. 200-216 pp.

Tanner, A. C. y R.A. Herbert,1984. Heterotrophic Microbial Activity in maritime Antarctic Sediments. *Acta du Colloque international no. 331 sur la Bacteriologie Marine*. Marsella, France 17-19 mai, 1982., 30-32 pp.

Tena-Villa, F., 1986. Reglamentación del Régimen Pesquero de los sistemas lagunares la Joya Buenavista y Mar muerto del Estado de Chiapas, México. Secretaría de Pesca.

Toledo, A., A. V. Botello., F. Contreras., M. Herzig., S. Castillo y G. Binqüist. 1993. La zona Costera del Pacífico Sur: Un Ecosistema amenazado. En: *Boletín Humedales Costeros de México*. Vol.1. No.3. Diciembre 1993. México. 8-16pp.

Toledo, A.,1994. Riqueza y Pobreza en la Costa de Chiapas y Oaxaca. Centro de Ecología y Desarrollo. México.492pp.

Tovilla, H. C. y J. L. Castro, 1981. Aspecto de la biología del robalo *Centropomus robalito* (Jord. y Gilb.) en el área lagunar de Zacapulco, Chiapas, México. *VII Simp. Latinoamer. Oceanogr. Biol.*547-572.

Vaccaro, R.F.,1950. Viability of *Escherichia coli* in sea water *Am. Jour. Publ. Health* 40: 1257-1265.

Vanderzant, C., C. Thompsom Jr. y S. Ray, 1973. Microbial flora and level *Vibrio parahemolyticus* of oysters (*Crassostrea virginica*), water and sediment from Galveston Bay. *Jour Milk Found Technol.* 36: 447-452.

Voorhies, B.,1984. Proyecto Soconusco. Informe de trabajo de campo.Department of Anthropology. University Santa Bárbara, California. U.S.A.

Voorhies, B; G.H. Michaels, G. and G.H. Riser,1991. Ancient Shrimp Fishery. *National Geographic Research & Exploitation*: 7 (1): 20-35.

Wallace, H; D. Cecile y R. Clyde, 1975. Evaluation of a medium for the rapid Recovery of *Escherichia coli* from Shellfish. *Appl. Microbiol.* 130-131.

Wiebe, W. J. and Pomeroy, L.R., 1972. Microorganisms and their association with aggregates and detritus in the sea: a microscopic study. *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.*,29, Suppl., 325- 352.

Wood, E.J.F., 1965. Marine Microbial Ecology. Studies in the microbial Ecology of the Australian región, Nova Hedwegia, 7. 1-2,3.

Yañez, A., 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. Edit. A.G.T., México. 189 pp.

Yañez, A. y J. Zárate, 1992. Implicaciones ecológicas y de impacto ambiental, En: *Bol.Jaina*:3 (2).Abr-Jun. Edit. del Sureste, México, Pag. 12.

Young, M., 1979. A modified spread plate technique for the determinations of concentrations of viable heterotrophic bacteria. Methodology for biomass Determinations and microbial activities in sediments. *Am. Soc. for Testing and Material.* 40-45 pp.

ZoBell, C. E., 1932. Factors influencing the reaction of nitrate and nitrite by bacteria in semi-solid media. *J. Bacteriol.*, 24: 273-278.

Zubbkoff y Wainner, E.,1977. Heterotrophic Potential Assay as an Indicator of environmental quality. Department of Environ. Physiology. Virginia. Inst. of *Marine Science.* 425-437pp.

ESTE LIBRO PERTENECE
AL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SALINARIAS DEL ESTADO DE CALIFORNIA