

2ej  
175



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTUDIO HIDROLOGICO Y NIVEL DE ALTERACION CAUSADO  
POR ORGANOCORADOS EN LAS LAGUNAS MEOGAGAN Y  
CARMEN - MACHONA, TABASCO, MEXICO.**

**T E S I S**

Que Para obtener el Título de

**B I O L O G O**

P r e s e n t a

**RAUL SALAS GONZALEZ**

**MEXICO, D. F.**

**1986**



## **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 está 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.

## RESUMEN

Las lagunas costeras de Tabasco ( Mecoacán y Carmen-Machona ), son importantes centros de producción ostrícola y pueden estar en peligro debido a los asentamientos humanos, la agricultura y al desarrollo de la industria, entre la cual destaca la petrolera. Debido a esto, se realizó una evaluación hidrológica de las lagunas, cuyos parámetros tales como la temperatura, el pH, los nutrientes estudiados, en general mostraron condiciones adecuadas para el sostenimiento y desarrollo de sus comunidades, no obstante, el oxígeno disuelto presentó niveles de concentración bajos en general, como en enero y en algunas localidades en los otros muestreos, con valores inferiores a 4.0 mg/l, alcanzando el límite de concentración recomendable ( 4.0 mg/l ), únicamente en abril en Mecoacán y en septiembre en Carmen-Machona. Asimismo, los compuestos ajenos tales como los detergentes, presentaron niveles de concentración significativos, por arriba de 4.0 mg/l en Mecoacán y de 7.0 mg/l en Carmen - Machona, durante el estío. El carbono orgánico particulado señaló un máximo en enero de 812 mg/m<sup>3</sup> en Mecoacán y de 484 mg/m<sup>3</sup> en Carmen- Machona, que pueden deberse a la influencia continental de las actividades antropogénicas. En Carmen-Machona la concentración de plaguicidas organoclorados totales fue de 18.4 a 226.2 ppb y en Mecoacán varió de 42.3 a 475.4 ppb, los compuestos registrados fueron el dieldrin, el DDT y sus derivados y el BHC, quienes en el orden citado mostraron dispersión en ambos cuerpos lagunares, no obstante, las concentraciones más elevadas correspondieron al DDT total, que en Mecoacán osciló de 16.3 a 360.5 ppb y en Carmen-Machona fue de 9.2 a 129.9 ppb. Los valores de los compuestos registrados son significativos, teniendo una mayor influencia en la laguna Carmen-Machona.

## ANTECEDENTES

El Centro de Ecodesarrollo A.C., realiza un proyecto de investigación titulado " Evaluación de los impactos sobre el ambiente y la sociedad de desarrollo de la industria petrolera en el sureste de México " y dentro de las actividades de este trabajo, se incluye como subproyecto el estudio hidrológico y del nivel de alteración provocado por organoclorados en los sistemas costeros del estado de Tabasco, el cual estuvo a cargo del Dr. - Alfonso Vázquez Botello investigador titular del Instituto de -- Ciencias del Mar y Limnología - UNAM, quién dirigió conjuntamente con la Dra Guadalupe De la Lanza Espino investigadora titular del Instituto de Biología - UNAM, los diversos aspectos del presente estudio. El trabajo se realizó en el laboratorio de Química Marina y Contaminación del Instituto primeramente mencionado.

## CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	3
MATERIALES Y METODO	6
RESULTADO Y DISCUSION	11
CONCLUSIONES	37
LITERATURA	39

## INTRODUCCION

El desarrollo demográfico en México y la escasa e inadecuada planeación urbana han provocado que los cuerpos de agua sean utilizados como vertederos de aguas residuales, las cuales carecen - en general de tratamiento. Cotidianamente desechos domésticos, in dustriales y agrícolas son depositados en cuerpos de agua como las lagunas costeras ( Miles y Harris, 1971 ), asimismo considerables- cantidades de plaguicidas son introducidos al medio acuático inten cionadamente ( para controlar larvas de insectos y algas ), ( Rosa les et al, 1979; SSA, 1979 ), de tal forma que las descargas pue - den llegar a sobrepasar la capacidad autodepuradora de estos siste - mas, alterando tanto sus elementos bióticos como abióticos.

Los diversos cuerpos de agua de Tabasco y en general del Golfo de México: ríos, lagunas, estuarios y zonas costeras adyacentes, son gigantescas reservas naturales donde se acumulan numerosos con taminantes en el sedimento, disueltos en el agua o adheridos a par tículas en suspensión, provocando así la introducción y distribu - ción de sustancias tóxicas en al red alimenticia, que finalmente a fecta la riqueza pesquera de la región y la salud humana, sin em ba rgo las lagunas costeras son áreas de importancia económica por- la explotación comercial de algunas especies, como criaderos natu- rales de especies marinas, como sitios de recreación por lo cual, - es por demás importante realizar estudios para determinar el grado de deterioro a que están expuestas.

Las lagunas costeras de Tabasco son particularmente importan- tes, entre muchas de las razones ya mencionadas, por su gran pro - ductividad ostrícola ( Iracheta, 1978 ), no obstante, se encuen -- tran en peligro por efecto de la contaminación ( Botello, 1978 ; - Bravo et al, 1978 ), así Rosales ( 1979 ), encontró que de los ni-

veles de contaminación por plaguicidas organoclorados en estua -- rios del Golfo de México ( Tamaulipas, Veracruz, Tabasco Y Campeche ), los valores más significativos correspondían al sistema -- Carmen-Machona, en Mecoacán fueron menores. En 1981, Botello et al -- al, reportaron presencia de colonias de bacterias patógenas, como resultado de los desagües de los asentamientos en torno a estos -- sistemas.

Dado que estas lagunas costeras se hayan inmersas en la prin -- cipal zona agrícola del estado "La Chontalpa", es de suponerse -- que de los escurrimientos de sus campos, seguirán llegando a es -- tos ambientes acuáticos, lo mismo ocurrirá con los desechos indus -- triales y domésticos, cuyos centros crecerán y por ende sus acti -- vidades se presentarán día a día.

El presente trabajo es un estudio básico para evaluar la ca -- lidad del agua en las lagunas costeras de Mecoacán y Carmen-Macho -- na, basándose en la cuantificación de los parámetros fisicoquímicos y detergentes y en la presencia de plaguicidas organoclorados en sedimento, de acuerdo a las condiciones que prevalecieron du -- rante el estudio.

#### DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La laguna Mecoacán se localiza en la parte norte del estado -- de Tabasco, en el litoral del Golfo de México, en las coordenadas  $93^{\circ} 10'$  de latitud norte y  $18^{\circ} 28'$  de longitud oeste. Mide alrede -- dor de  $50 \text{ Km}^2$  repartidos en dos masas de agua irregulares que se -- conectan por un estrecho paso ( aproximadamente 300 m ), llamado -- "Boca Grande", cerca al cual se encuentran pequeñas islas. La co --

nexión con el océano es constante y tiene un ancho de 400 m, se le conoce con el nombre de "Dos Bocas".

Fluyen a la laguna tres ríos principales: Río Seco que desemboca al noroeste con unos 20 m; el Río Escarbado al este, también con una anchura aproximada de 20 m. Cerca de la laguna existen -- dos más pequeñas conectadas por medio de un canal y por el Río - Cuxcuchapa. La laguna es somera con una profundidad máxima de 8 m en los canales y mínima de 0.3 m, con un promedio de un metro. La población más cercana a la laguna Meccacán es Paraíso.

Las lagunas costeras Carmen-Machona se encuentran localiza -- das también en la parte norte del estado de Tabasco, entre los -- 18° 14' y los 18° 25' de latitud norte y en los 93° 33' y 93° 14' de longitud oeste, con una gran área aproximada de 186 Km<sup>2</sup> según Vidal y Rodríguez ( 1976 ).

El drenaje fluvial que llega hasta las lagunas comprende al Río San Felipe que desemboca en la laguna El Carmen y al Río Santa Ana que desemboca en la laguna La Machona. La comunicación con el mar es permanente en las bocas "Santa Ana" en El Carmen y la -- de "Panteones" en La Machona, esta última se creó artificialmente. El sistema lagunar presenta un par de lagunas asociadas de menor tamaño. La profundidad máxima es de 3.5 m y la mínima es de 0.3 m existiendo además numerosos bajos.

En términos generales dichas lagunas presentan condiciones -- salobres con salinidades que van de 12 a 20 o/oo, el oxígeno di -- suelto es bajo, la temperatura es homogénea sin estratificación -- vertical y la turbidez es alta, en su interior se desarrollan im-



portantes bancos ostrícolas de la especie Crassostrea virginica y existen algunas especies de peces comerciales como el robalo, mojarra, parvo, entre otros ( Castro-Aquirre, 1980 ). La zona en estudio esta situada en el flanco noroeste del delta del Río Mezcalapa y pertenece al municipio de Cárdenas correspondiendo a su vez a la región conocida como La Chontalpa, principal zona agrícola - del estado ( Secretaría de Agricultura, 1978; Memorias de Actividades Gob. de Tabasco, 1982 ).

#### CLIMA Y VEGETACION

Existen dos tipos de clima según la modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen realizado por García (1973).

El primero se refiere a la franja costera, "Caliente subhúmedo con lluvias de verano" y el segundo para la mayor parte de la cuenca de las lagunas "Caliente húmedo con lluvias de verano, con más del 10.2 % de la lluvia en la época invernal, pudiendo ser de 40 al 60 % entre octubre y marzo ( West et al., 1976, citado por Rodríguez, 1982 ). Esta modificación muy importante al clima, es ocasionada por el encuentro de masas de aire polar continental -- con aire tropical marítimo ( frentes ), que comunmente se conocen con el nombre de "Nortes", se ha observado actualmente una frecuencia mayor en la presencia de estos fenómenos meteorológicos. Los vientos dominantes proceden del noroeste, con velocidades de 0 a 3 m/seg. ( Gutiérrez et al., 1978 ). La vegetación que predomina en estos sistemas lagunares es el mangle ( rojo, negro y blanco ), así como la correspondiente a la de la zona de pantanos -- ( West, 1966 ), se debe mencionar que los cocotales y pastos del pantano, se han perdido en algunas zonas, quizás como consecuencia del impacto de las actividades humanas ( Medina, 1981 ).

## MATERIALES Y METODO

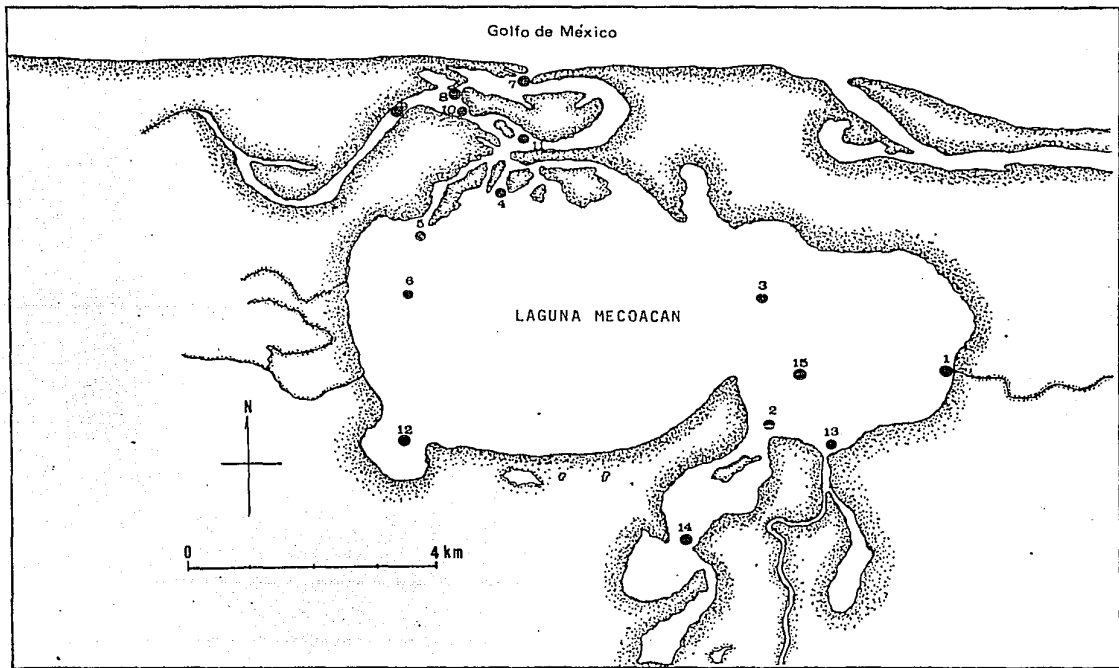
Se realizaron tres muestreos en las lagunas costeras de Meacoacán y Carmen-Machona, en los meses de enero, abril y septiembre de 1981, cubriéndose las dos estaciones climáticas que se presentan en la región (seca y lluviosa) y dentro de ésta última se muestreo en la época con influencia de Nortes.

En los primeros trabajos sobre impacto ambiental en estas lagunas Botello (1980), estableció una red fija de 27 estaciones, correspondiendo 15 a Meacoacán (figura 1) y 12 a Carmen-Machona (figura 2), las cuales se distribuyeron a todo lo largo de ellas incluyendo zonas con influencia continental, en las cuales se detectara la posible contaminación.

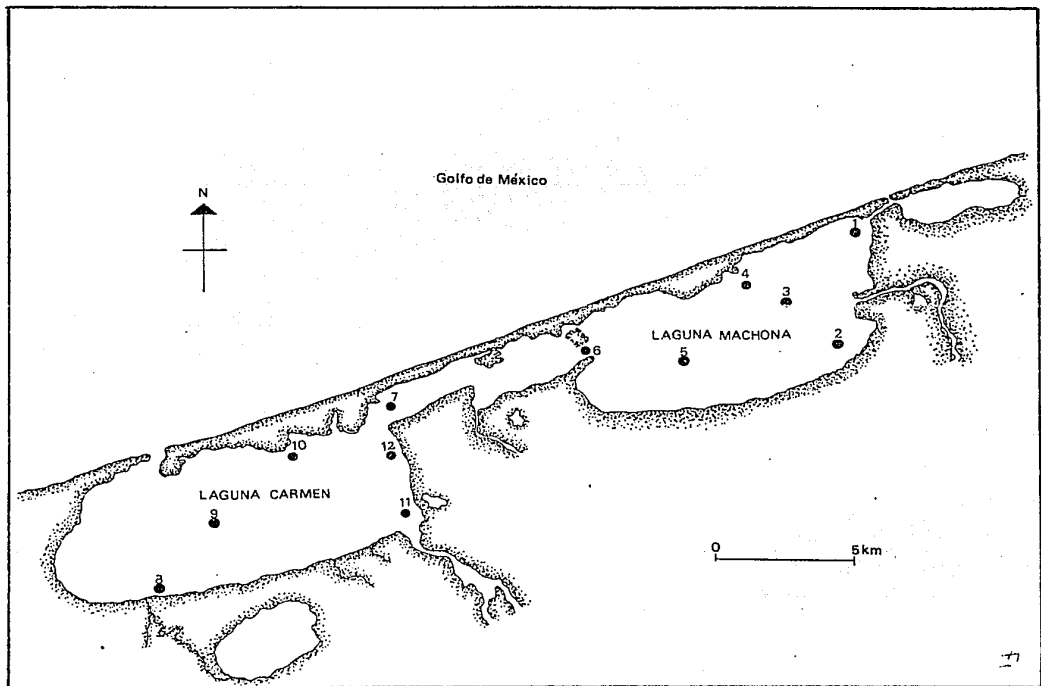
En cada una de las estaciones se colectó una muestra de agua superficial y de fondo, a excepción para detergentes y carbono orgánico particulado, que fue exclusivamente en superficie. De las muestras extraídas, se obtuvieron alícuotas para cada uno de los siguientes análisis: contenido de oxígeno disuelto, nutrientes -- (amonio y fosfatos), detergentes, carbono orgánico particulado, asimismo se tomaron muestras para determinar la demanda bioquímica de oxígeno y se determinó el pH. También en cada localidad se tomó una muestra de sedimento (300 gr), con una draga Van Veen de 1 l de capacidad, para la extracción de plaguicidas organoclorados, dada su acumulación en ellos.

Los métodos utilizados para el análisis de las muestras son los siguientes: la determinación del pH se realizó "in situ", con un potenciómetro marca Corning modelo 30.

**Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo,  
laguna Mecoacán, Tabasco, México.**



**Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo,  
laguna Carmen-Machona, Tabasco, México.**



Para la determinación del oxígeno disuelto, detergentes y -- demanda bioquímica de oxígeno, se utilizaron los métodos descritos por la Asociación Americana de Salud Pública ( APHA, 1976 ).

El análisis para determinar el contenido de fósforo ( en -- forma de ortofosfatos disueltos ), se realizó de acuerdo al método de Grienfield y Kalber ( 1955 ), modificado por Murphy y Riley ( 1962 ). A su vez el amonio se determinó con base en el método -- propuesto por Solorzano ( 1979 ).

La determinación del carbono orgánico particulado fué según Strickland y Parsons ( 1968 ), modificado por Wetzel ( 1979 ).

Finalmente el método utilizado para la extracción de plaguicidas organoclorados en sedimento fue el empleado por Rosales -- ( 1979 ), el análisis se realizó en un cromatógrafo de gases marca Varian modelo 2700.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua, en -- las lagunas Mecocacán y Carmen-Machona, se resúmen en las Tablas -- I y II respectivamente, en ellas se presentan los valores promedio, máximos y mínimos de dichas características, que en ambas lagunas y en cada uno de los muestreos en general manifestaron condiciones homogéneas horizontal y verticalmente, haciendo excepción de aquellas localidades que estuvieron bajo la influencia de aportes continentales, entre las cuales están en Mecocacán las estaciones 1, 9, 13 y 14 ( fig. 1 ) y en Carmen-Machona la 1, 7, 8- y 11 ( fig. 2 ). A su vez los resultados de la determinación de -- algunos compuestos organoclorados ( DDT y sus derivados, Dieldrin,

TABLA I. RESUMEN DE LOS VALORES DEL ANALISIS DEL AGUA  
EN LA LAGUNA MECOACAN, TABASCO, MEXICO 1981.

PARAMETRO	ENERO			ABRIL			SEPTIEMBRE		
	MAX.	MIN.	PROMEDIO	MAX.	MIN.	PROMEDIO	MAX.	MIN.	PROMEDIO
TEMPERATURA ( °C )	23.0	22.0	22.4	-	-	-	-	-	-
pH	7.5	6.5	6.9	7.1	5.9	6.6	6.9	6.3	6.6
OXIGENO DISUELTO mg/l	3.5	0.8	2.2	7.7	2.2	4.2	4.5	1.1	3.6
DBO <sub>5</sub> mg/l	3.6	0.2	1.9	9.3	3.7	6.3	3.1	0.6	1.9
AMONIO ug at/l	4.9	1.4	2.3	8.0	0.5	2.3	3.6	1.7	2.2
FOSFATOS ug at/l	3.9	1.4	2.1	3.3	0.3	1.7	2.9	1.9	2.3
C O P mg C/m <sup>2</sup>	1463.3	382.2	812.1	573.9	202.0	362.9	-	-	-
DETERGENTES mg/l	18.6	0.1	7.7	7.9	1.4	4.0	0.1	0.0	0.0



TABLA II. RESUMEN DE LOS VALORES DEL ANALISIS DEL AGUA EN LA LAGUNA CARMEN - MACHONA, TABASCO, MEXICO 1981.

PARAMETRO	ENERO			ABRIL			SEPTIEMBRE		
	MAX.	MIN.	PROMEDIO	MAX.	MIN.	PROMEDIO	MAX.	MIN.	PROMEDIO.
TEMPERATURA ( °C )	24.0	22.5	22.9	-	-	-	-	-	-
pH	7.1	6.3	6.7	7.0	6.6	6.8	6.9	6.2	6.6
OXIGENO DISUELTO mg/l	4.3	1.4	2.6	4.9	2.2	3.5	5.4	2.1	4.0
DBO <sub>5</sub> mg/l	5.9	0.5	2.9	5.1	0.8	2.4	3.5	0.8	1.9
AMONIO ug at/l	11.8	1.3	3.2	5.2	1.0	1.9	3.5	1.6	2.9
FOSFATOS ug at/l	3.6	1.1	2.2	5.9	0.3	2.4	2.9	1.2	2.1
COP mg C/m <sup>3</sup>	819.3	218.4	484.3	398.6	116.4	263.6	-	-	-
DETERGENTES mg/l	19.6	0.1	7.0	14.9	3.2	7.9	0.0	0.0	0.0

y BHC ) en el sedimento de dichas lagunas, aparecen en las Tablas III y IV.

#### TEMPERATURA

Este parámetro sólo fue determinado en enero, mostrando en ambas lagunas una gran homogeneidad vertical ( superficie y fondo ) y horizontalmente, variando los valores de 22 a 24°C.

En enero de 1980, Castro-Aguirre ( 1980 ), reportó temperaturas similares para dichos cuerpos de agua, las cuales se presentaron sobre los 24°C; en las lagunas adyacentes a Mecoacán, Hernández ( 1982 ), encontró en enero de 1981, valores que fueron de 24 a 26°C, considerando la información de estos autores, se puede esperar que en invierno se encuentren las más bajas temperaturas, - en primavera aumentan y en verano estarán las más altas temperaturas, llegando hasta a 30°C.

Debido a que estas lagunas se encuentran en una latitud con influencia tropical, la temperatura no resulta ser limitante para la actividad fitoplanctónica.

#### pH

En la laguna Mecoacán, el pH osciló entre 6.5 y 6.9 en promedio correspondientes a septiembre y a enero. En la laguna Carmen-Machona los valores promedio variaron de 6.5 a 6.8, el mayor en abril y el menor en septiembre. Los valores aquí presentados son menores a los observados por Botello ( 1978 ) en la laguna de Términos, con un valor promedio de 8.2, asimismo los valores del presente estudio son similares a los reportados por Ardisson ( 1980 )

en la laguna Chachalacas, Veracruz, que presenta fuertes descargas de desechos de ingenios azucareros, sus valores oscilaron entre 6.4 y 7.6.

Los valores del pH dependen de una serie de factores físicos, químicos y biológicos, siendo muy importantes es estos últimos, -- los procesos fotosintéticos y respiratorios de la biota ( Orr. -- 1947 ). A pesar de que los desechos de las actividades humanas -- son vertidos en estas lagunas la capacidad amortiguadora, puede -- transformar a muchos desechos de naturaleza ácida o alcalina en -- sustancias casi inocuas ( EPA, 1972 ); sin embargo, Sprague -- -- ( 1973 ) señala que en estudios de bioensayos variaciones mayores -- a 0.3 unidades de pH, puede traer efectos tóxicos de algunos compuestos como el amonio, de este modo se ha observado ( Hawkes, -- 1963; Gutiérrez, 1983 ), que el aumento en la concentración de -- sustancias de origen antropogénico, puede aumentar los valores del pH. Aun cuando en las pasadas décadas se le dió una excesiva importancia al pH, se debe hacer hincapié en que sus variaciones nos -- pueden indicar la presencia de fenómenos importantes en las lagunas ( Margalef, 1980 ).

De acuerdo a Mc Neely et al ( 1974 ), Camp ( 1976 ) y Johnston ( 1976 ), los valores normales de pH en este tipo de ambientes -- oscilan entre 6.5 y 8.5 unidades, por lo que los valores aquí presentados, caen dentro de una variación adecuada para el desarrollo de la biota.

#### OXIGENO DISUELTO

En la laguna Mecocacán, el oxígeno disuelto mostró una variación de 2.2 a 4.2 mg/l, en tanto en Carmen-Machona fue de 2.5 a 4.0 mg/l ( valores promedio ). En 1980 Castro-Aguirre ( 1980 ), --

en ambas lagunas registró valores promedio de 3.0 a 4.5 mg/l y de 3.6 a 5.5 mg/l respectivamente, Hernández ( 1982 ) en las lagunas-adyacentes a Mecoacán, en 1981 registró valores promedio de 3.8 a 8.6 mg/l, a su vez Ardisson ( 1980 ) en la laguna Chachalacas, observó valores promedio que oscilaron de 1.2 a 5.6 mg/l de oxígeno-disuelto, sin embargo este autor señala que hubo estaciones con un total agotamiento de este gas, debido a su consumo en el metabolismo de la materia, cuando se presentaron las descargas de los ingenios azucareros.

Mc Neely et al ( 1979 ), la EPA ( 1973 ) y Perkins ( 1976 ), han observado que en ambientes estuarinos, el nivel de concentración de oxígeno disuelto adecuado para la protección de los recursos bióticos, es por lo menos de 4 a 5 mg/l. De este modo estrictamente hablando, en Mecoacán sólo en abril ( 4.2 mg/l ) y en septiembre en Carmen-Machona ( 4.0 mg/l ), se observa que están sobre dichas concentraciones. En la menor parte de las localidades en septiembre en Mecoacán y en abril en Carmen-Machona se observan valores arriba de los 4 mg/l, a su vez en enero éstos nunca rebasaron dicho nivel de concentración en ninguna de las lagunas, lo cual es significativo, pues puede poner en peligro tales recursos, sobre todo si este comportamiento se llega a presentar constantemente, cabe señalar que Castro-Aguirre ( 1980 ), también encontró que los valores más bajos de oxígeno estuvieron en las localidades influenciadas por los efluentes continentales en estos cuerpos de agua.

Como ya se mencionó anteriormente, en enero se presentan las más bajas temperaturas, por lo que se podría suponer que se encontrarían los niveles más altos de oxígeno disuelto, sin embargo ocurre lo contrario en ambas lagunas, lo cual parece estar relacionado con un alto valor promedio de carbono orgánico particulado - -

( COP ), que en Mecoacán fue de  $812.0 \text{ mgC/m}^3$  y en Carmen-Machona fue de  $484.3 \text{ mgC/m}^3$ , de tal forma que es posible que el oxígeno se utilice para la degradación de materia orgánica, asimismo según Castro-Aguirre ( 1980 ), la comunidad fitoplanctónica en ambas lagunas y en esta época se comporta heterótrofamente, sobre todo en las zonas con influencia de aportes continentales, se debe mencionar que el citado autor, en general señala una mayor influencia continental en Mecoacán que en Carmen-Machona. Los valores promedio ( Tablas I y II ), muestran las condiciones imperantes durante el invierno en ambas lagunas, en algunas áreas fueron tan bajos y cercanos a  $1 \text{ mg/l}$ , lo que Johnson ( 1972 ) considera como transicionales a la anaerobiosis.

Por otro lado se ha observado, que los detergentes inhiben la solubilidad del oxígeno e impiden la reaeración ( Pesson, - - 1976 ), en ambas lagunas el valor de estos compuestos en invierno, fue superior a  $4.0 \text{ mg/l}$ , en Mecoacán incluso fue superior a  $7.0 \text{ mg/l}$ , se pueden considerar como altos según los valores aportados por la Secretaría de Agricultura ( 1976 ) para las lagunas costeras y que pudieran contribuir a las bajas concentraciones de este gas en las lagunas.

Los valores de materia orgánica que se observaron, más aquellos no detectados por el método empleado, puede llegar a interferir en la determinación del oxígeno disuelto ( Ardisson, 1980 ), de este modo, los valores observados pueden ser más altos a los reales, por lo cual la demanda bioquímica de oxígeno ( DBO ), al estar basada en la determinación de oxígeno disuelto, debe tomarse con las mismas reservas del caso.

En el muestreo de abril en Mecoacán, el valor promedio fue de  $4.2 \text{ mg/l}$ , coincidente con la época de mayor actividad fitoplanc

tónica ( Castro-Aguirre, 1980 ), elevándose la concentración de oxígeno disuelto. En septiembre, al iniciarse la época de lluvias el valor promedio de este gas volvió a descender, lo que hace suponer que la cantidad de materia orgánica era considerable, llevada a través de aportes fluviales, ya que en estaciones cercanas a los ríos se mostraron los menores valores de oxígeno como 1.5 mg/l. Esto debe ser sumado con lo que señala Castro-Aguirre ( 1980 ), que la comunidad fitoplanctónica tiene un gasto metabólico equivalente al de su producción y en algunas zonas es ligeramente positivo y que los vientos, corrientes y mareas, pueden estar contribuyendo con la aereación.

Por su parte en Carmen-Machona en abril, el valor promedio de oxígeno disuelto fue de 3.5 mg/l, lo cual parece ser que se debe a la actividad fitoplanctónica, ya que hay algunas áreas en la laguna, en donde se presenta un comportamiento autótrofo ( Castro-Aguirre, 1980 ), sin embargo posiblemente debido a la gran descarga de materia orgánica ocurrida en enero y su degradación consecuente, el nivel de concentración de oxígeno disuelto no fue más alto.

La variación de los valores del oxígeno disuelto en las lagunas, se encuentra gobernada por funciones biológicas como la fotosíntesis y la respiración, en este sentido se debe mencionar que el nivel de concentración del oxígeno en ambas lagunas, coincide con el comportamiento de la comunidad fitoplanctónica, de acuerdo a los estudios realizados por Castro-Aguirre ( 1980 ) en estas lagunas, en el que se estableció en que en enero en dichos cuerpos de agua se presenta un excesivo metabolismo, por lo que la concentración de oxígeno es baja, en abril en Mecocacán se observó el mayor comportamiento autótrofo de la comunidad fitoplanctónica, de tal forma que el nivel de concentración de ese gas au-

menta y en septiembre hay un cierto comportamiento autótrofo que pudo contribuir en la cantidad de oxígeno encontrado en la laguna. Por su parte en Carmen-Machona, en abril hay un mayor comportamiento, en relación a enero, particularmente en las localidades de La-Machona, observándose por lo tanto globalmente un aumento en la concentración de ese gas, finalmente en septiembre que es la época de mayor productividad neta, el nivel de concentración de oxígeno disuelto llegó a 4.0 mg/l. Asimismo las características fisicoquímicas del agua tales como la salinidad, la temperatura y la turbulencia, afectan de manera decisiva la solubilidad del oxígeno en la columna de agua o bien su desprendimiento en la interfase agua-atmósfera.

#### DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO ( $DBO_5$ )

Actualmente muchos estuarios reciben contaminantes industriales, domésticos y agrícolas, lo cual puede llevar a cambios en la productividad biológica y su demanda de oxígeno asociada ( Aston y Hewitt, 1977 ). En el estado de Tabasco, como producto del desarrollo socio-económico alcanzado, se han incrementado el número de industrias y el desarrollo de la agricultura, por lo cual se han visto afectados algunos cuerpos de agua como los ríos, lagunas y zonas costeras, debido al vertimiento de sus desechos sin control alguno.

En el mes de abril en Mecoaacán fue cuando existió una mayor demanda bioquímica de oxígeno y el valor promedio en Carmen-Machona de este mes no dista considerablemente del valor medio máximo de esta característica ( Tablas I y II ), debido posiblemente a la presencia de mayor concentración de material orgánico fotosintetizado, sobre todo en Mecoaacán. Es importante señalar que en general los valores medios tanto en Mecoaacán como en Carmen-Machona son bajos.

En el lago de Pátzcuaro, Mazari ( 1981 ) determinó valores - que van de 0 a 14.9 mg/l, este último es el único dato considerable, como consecuencia del vertimiento de una procesadora de pescado; a su vez De la Lanza ( 1985 ), en una laguna del pacífico-- reporta valores que van de 0.8 a 3.0 mg/l, ambas autoras consideran que son valores relativamente bajos y con poca materia degradable a la excepción de la localidad mencionada por Mazari. Por su parte Ardisson ( 1980 ), en una laguna de Veracruz registró valores que oscilaron de 1 a 200 mg/l de la DBO, cuyo incremento se presentaba en la época en que había actividad en los ingenios a zucareros en la región.

Es posible que exista un gran aporte de material orgánico en ambas lagunas, sin embargo los bajos valores de la-DBO, pueden deberse a su inmediato empleo por los organismos o bien porque haya una alta tasa de remineralización o un bajo contenido de materia orgánica degradable, procedente de la industria, como la petrolera y de otras actividades antropogénicas. Benefield y Clifford -- ( 1980 ), presentaron valores de DBO de 100 a 300 mg/l , como resultado de descargas de efluentes domésticos, por lo que en la degradación de la materia aportada se deben considerar los siguientes aspectos: la distinta calidad de la materia aportada, con la consecuente diferencia de tasas de descomposición, diferencias -- por procesos físicos y/o diversidad en el consumo de materiales-- degradados por la biota ( De la Lanza, 1985 ). Asimismo, están involucrados otros factores como la dilución de la materia orgánica, la tasa de aereación, la tasa de oxidación, la temperatura, así como las condiciones de la biota, la cual debe contar con un pH adecuado ( Hawkes, 1963 ).

AMONIO

En las Tablas I y II, se presentan los valores promedio del-



amonio en Mecoacán y en Carmen-Machona, los cuales no mostraron -- una gran variación a lo largo del estudio, variando de 2.2 a 2.3 -- ug at/l y de 1.9 a 3.2 ug at/l respectivamente.

Las bajas concentraciones de este nutrimento pueden ser debidas a bajos aportes de materiales que contengan compuestos nitrogenados, tanto autóctonos como alóctonos y/o bajas tasas de descomposición. En algunas áreas en ambas lagunas, fue notorio como el nivel de concentración del amonio disminuyó en algunas localidades -- incluso hasta 1 ug at/l, paralelamente a las épocas de mayor actividad autótrofa del fitoplancton, según lo observado por Castro -- Aguirre ( 1980 ), asimismo, hay una concentración ligeramente mayor del nutriente en la temporada invernal, que durante el estío.

En general el comportamiento del amonio en este estudio, fue similar al encontrado por el autor antes citado, a pesar de que -- los valores que reporta para 1980 son más altos, ya que en la laguna Mecoacán oscilaron de 5.1 a 12.0 ug at/l y en Carmen-Machona -- fueron de 5.5 a 65.0 ug at/l. Simental en la laguna Gullaquichi -- ( 1982 ), encontró valores entre 30 y 46 ug at/l; De la Lanza -- ( 1985 ), registró en la laguna Mezcaltitán concentraciones de 2.7 a 10.0 ug at/l los cuales considera como adecuados para el desarrollo de la biota. De esta manera, de acuerdo a lo descrito por Riley y Chester ( 1978 ) y Margalef ( 1980 ), para aguas costeras y productivas, se puede decir que la concentración de este nutriente en las lagunas se encuentra dentro del rango normal. Otros autores como Duedall et al ( 1975 ) y Garside ( 1976 ), en estuarios muy contaminados en Estados Unidos como el Hudson en New York, han encontrado valores que van de 5.0 a 1600.0 ug at/l con un promedio de -- 1089 ug at/l. Cabe señalar que al no haberse estudiado otras formas nitrogenadas como los nitritos y nitratos, se desconoce la cantidad de nitrógeno total que hay en las lagunas y que por sus valo-

res y características puedan indicar niveles significativos de materia orgánica que ingresa a dichos cuerpos de agua.

#### FOSFATOS

Tanto en la laguna de Mecoacán como en la de Carmen-Machona, las concentraciones en general se mantuvieron por arriba de 2.0 -- ug at/l en promedio ( Tablas I y II ), habiendo algunos valores bajos aislados debido a una condición regional, como en algunas estaciones de la laguna Mecoacán y Carmen-Machona en el muestreo de abril, con valores que variaron de 0.3 a 0.8 ug at/l. No fue observado un patrón estacional definido.

En 1980, Castro-Aguirre encontró valores similares y mayores a los del presente estudio, en Mecoacán fueron de 1.0 a 3.7 ug at/l y en Carmen-Machona oscilaron de 1.0 a 6.0 ug at/l, a su vez Hernández ( 1982 ) en la laguna Santa Ana y Simental ( 1982 ) en una laguna de Oaxaca, calcularon valores que variaron de 2.0 a 9.0 ug at/l, en tanto en estuarios de Estados Unidos de América, Astón ( 1977 ), ha observado valores de 0.9 a 1.3 ug at/l, en ambientes muy contaminados Garside ( 1976 ), ha encontrado hasta 177 y 140 ug at/l como valores promedio.

La utilización del fósforo inorgánico como nutriente es un elemento esencial; Reid ( 1968 ), Johnston ( 1976 ) y Shelton (1971), señalan que los valores de los fosfatos en el mar van de 1 a 5 -- ug at/l. De la Lanza ( 1985 ) en una laguna del pacífico, registró valores que van de 1.2 a 6.4 ug at/l, lo que considera como adecuados para un equilibrio ecológico de esa zona. Bajo estos criterios, los valores promedio observados en Mecoacán ( 1.6 a 2.3 ug at/l ) y los valores promedio observados en Carmen-Machona ( 2.1 a 2.4 -- ug at/l son los esperados para lagunas costeras. Sin embargo al ob-

servar los altos valores promedio de los detergentes, se puede suponer que la concentración del fósforo total será considerable, lo que puede traer efectos negativos en la productividad de las lagunas.

#### CARBONO ORGANICO PARTICULADO ( COP )

Este parámetro solo se determinó en enero y en abril en ambas lagunas, en el caso de Mecocacán, en el muestreo de enero, los valores oscilaron de 382.2 a 1463.3  $\text{mgC/m}^3$ , con un valor promedio de 812.0  $\text{mgC/m}^3$ . En las localidades al sureste de la laguna ( estaciones 2, 13, 14 y 15; fig. 1 ), se presentaron los valores más altos, de 633.4 a 1430.5  $\text{mgC/m}^3$ , lo cual es posible que se deba a que no solo se haya registrado la materia orgánica de la laguna, sino incluso la de la vegetación circundante como la de los manglares, que pudo aportar una significativa cantidad de materia orgánica a la laguna ( Mann, 1978; Arenas, 1981 ), incluso es posible que en las escurrientías se lleven materiales de desecho de las actividades humanas, lo cual según Riley y Chester ( 1976 ) se incrementan en las zonas costeras. Esto es muy probable pues en abril cuando dicha influencia continental descende, es notorio como el valor promedio del COP baja a 362.9  $\text{mgC/m}^3$ , de la misma manera en las estaciones antes mencionadas, se observan valores que van de 283.9 a 409.5  $\text{mgC/m}^3$ , encontrándose una mayor homogeneidad.

Por su parte en Carmen-Machona, el comportamiento del COP, fue similar al descrito anteriormente, sin embargo sus valores fueron menores ya que en enero variaron de 218.4 a 819.3  $\text{mgC/m}^3$  - con un valor promedio de 484.3  $\text{mgC/m}^3$  y en abril descendió a un valor promedio de 263.6  $\text{mgC/m}^3$ . Es posible que aunque en septiembre no se determinó este parámetro, sus niveles fueran altos, ya que se inicia la temporada de lluvias.

Condiciones ambientales tales como la temperatura, el pH y el oxígeno disuelto, deben ser propicias para el adecuado funcionamiento de los microorganismos en su papel degradador de la materia orgánica, de este modo a lo largo del estudio en ambas lagunas, se presentaron condiciones favorables de dichas características del agua, según lo recomendado por Benefield y Clifford ( 1980 ), con excepción en algunos casos del oxígeno disuelto, el cual fue utilizado para la actividad respiratoria que aumentó considerablemente en ambas lagunas, sobre todo en enero y en algunas localidades en septiembre en Mecoaacán y en abril en Carmen-Machona. Los valores promedio de COP en estas lagunas fueron altos, de tal manera que se requieren altas concentraciones de oxígeno.

Fenómenos como el descrito anteriormente, se han incrementado en ambientes costeros y en ocasiones el nivel de materia orgánica aportado es tan alto, que ha llevado a un total agotamiento del oxígeno ( Ardisson, 1980; FAO, 1972; Hawkes, 1963 ), esto resulta ser altamente riesgoso, pues puede alterar el equilibrio de estos ecosistemas acuáticos, lo cual se ha presentado a través de la ruptura en las comunidades bióticas ( Ruther y Dunstan, 1971; Dybern, 1972 ).

Aun cuando hay niveles altos de COP, no hay una acumulación excesiva de los nutrientes estudiados, posiblemente debido a que el origen orgánico sea diferente, con una mayor influencia antropogénica, lo cual parece coincidir con los bajos valores promedio de la DBO, quizás porque la materia degradable es aquella originada en las propias lagunas, en tanto aquella de origen ajeno a ellas, por su naturaleza, puede resultar difícilmente degradable ( Menzel y Goering, 1966 ) o es tanta que su degradación requiere de mucho tiempo, ya que puede provenir de la industria petrolera, de la agricultura, de las actividades domésticas y del ingenio a-

zucarero, lo cual contribuye a explicar los valores elevados del COP en el área de estudio, comparados a los reportados por Olsson ( 1980 ) y por Menzel y Vaccaro ( 1966 ) en ambientes similares en Estados Unidos de América, con valores promedio que oscilaron de 0.013 a 0.03 mgC/m<sup>3</sup>.

#### DETERGENTES

La presencia de detergentes es un factor practicamente constante en las aguas costeras, procedentes de la industria y del uso doméstico, de manera que a pesar de las recientes modificaciones en su composición química, siguen siendo compuestos persistentes debido al agente tensoactivo ( Bellan, 1980 ).

En las lagunas estudiadas los valores promedio presentan una amplia variación temporal ( Tablas I y II ), de 0.4 a 7.7 mg/l en Mecocacán y de 0.0 a 7.9 mg/l en Carmen-Machona. La Secretaria de Agricultura ( 1976 ) ha sugerido como recomendables, un máximo de 0.5 mg/l, de sustancias activas de azul de metileno ( detergentes ) en aguas estuarinas. En Mecocacán, sólo en el muestreo de septiembre se registró una menor concentración, posiblemente debido a su dilución como consecuencia de las lluvias, en tanto en enero por descargas continentales, el valor promedio llegó a 7.7 mg/l, encontrándose valores de hasta 17 y 18 mg/l. En forma análoga en Carmen-Machona en enero el valor promedio fue de 7.0 mg/l, notándose una gran influencia continental en este muestreo, dados los asentamientos humanos que existen en torno a estas lagunas y cerca de los cuerpos de agua, lo cual constituye casi el 40% de la población del estado ( Secretaria de Agricultura, 1978 ), en este mes se llegaron a registrar valores hasta de 13 y 15 mg/l.

Pesson ( 1976 ), señala que los detergentes inhiben la solu-

bilidad del oxígeno e impiden la aereación al formar una película en la superficie, la cual tiene un efecto mayor al actuar junto con residuos de la industria petrolera, esto es significativo, si se considera que en la zona hay actividades permanentes de dicha industria.

Por su parte Chambon ( 1976 ), ha observado que concentraciones de 50 mg/l de estos compuestos, inhiben el desarrollo de especies que influyen en la oxigenación, asimismo indica que desde 2.0 y 3.0 mg/l pueden presentarse problemas fisiológicos en peces.

Durante el proceso de degradación de los detergentes se liberan una gran cantidad de foafatos en el medio, los cuales resultan ser solubles en el agua, si bien es cierto que en la época de lluvias, por su efecto se diluyeron, en el estiaje sus concentraciones se elevaron significativamente, de tal forma que el uso continuo, permanente y progresivo de ellos, puede provocar concentraciones considerables de fosfatos que lleven a un incremento acelerado del proceso de eutroficación a estas lagunas.

#### PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS

Hoy en día considerables cantidades de plaguicidas organoclorados son introducidos al medio acuático intencionadamente ( para controlar larvas de insectos y algas ) o bien como consecuencia de escurrimientos de las zonas agrícolas, de descargas industriales y domésticos ( Miles y Harris, 1971 ), una vez ahí interactúan con los diversos componentes del sistema y dada la baja afinidad por el agua, muestran una tendencia a ser absorbidos por los sedimentos ( Ollofs et al, 1973 ).

En la laguna Mecocacán se analizaron 13 muestras de sedimento

( Tabla III ), de las cuales, aproximadamente el 70% presentaron dieldrin, observándose una amplia variación de sus valores, todos superiores a las 5 ppb, oscilando entre 10.4 y 157.2 ppb con un valor promedio de 52.9 ppb. Con respecto al DDT y sus derivados, se detectaron el metabolito TDE, los isómeros pp' y op' DDT, este último fue el compuesto más frecuente de ellos. El DDT total se detectó aproximadamente en el 50% de las localidades, sus concentraciones variaron de 16.3 a 360.5 ppb, con un valor promedio de 102.3 ppb. A la excepción de una localidad, todas presentaron una concentración superior a las 25 ppb. El BHC, sólo se detectó en dos estaciones ( la 6 y la 9 ), bajo los isómeros beta y gamma, sus valores fueron de 29.4 a 32.5 ppn y de 52.4 a 80.9 ppb respectivamente.

Por otro lado en la laguna Carmen-Machona de las 10 estaciones en que se realizó la determinación de plaguicidas organoclorados ( PO ) ( Tabla IV ), en el 100% de ellas se detectó dieldrin, del que se registró una amplia variación de 9.2 a 100.9 ppb, con un promedio de 89.5 ppb, asimismo es notorio que todas ellas presentaron valores superiores a las 5 ppb. El DDT y sus derivados se observaron en el 95% de las localidades, con una variación de DDT total de 9.2 a 129.9 ppb, su valor medio fue de 89.5 ppb, siendo el op' DDT el más frecuente, seguido por el pp'-DDT y el TDE.

En general en Mecocacán y en Carmen-Machona, la mayor dispersión la presentó el dieldrin seguido por el DDT, en cuanto al BHC fue mínima. Es importante señalar que las concentraciones en cada localidad así como globalmente de los compuestos encontrados en ambas lagunas son significativos. Una de las estaciones que presentó una gran concentración de PO fue la estación 9 de Mecocacán, quizás se deba a que esta influenciada por los drenes continentales, lo cual es similar para la estación 2 en la lagu-

TABLA III.

TIPOS Y VALORES DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS ( PO )  
 EN LA LAGUNA MECOACAN, TABASCO, MEXICO, ENERO 1981.  
 ( SEDIMENTO, PESO SECO -ppb )

ESTACION	DIELDRIN	TDE	OP'DDT	PP'DDT	DDT <sub>t</sub>	BHC (BETA)	BHC (GAMA)	POT
1	46.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	46.6
2	52.7	ND	T	ND	ND	ND	ND	52.7
3	10.4	ND	62.5	ND	62.5	ND	ND	72.9
4	157.2	ND	31.8	12.2	44.0	ND	ND	201.2
6	24.5	46.6	103.8	ND	150.4	32.5	80.9	288.3
7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
9	33.1	113.4	117.0	130.1	360.5	29.4	52.4	475.4
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
11	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
12	42.7	14.2	23.8	30.4	69.4	ND	ND	111.1
13	83.4	13.0	ND	ND	13.0	ND	ND	96.4
14	25.9	ND	ND	16.3	16.3	ND	ND	42.2

ND - NO DETECTADO  
 T - TRAZAS.



TABLA IV.

TIPOS Y VALORES DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS ( PO ) EN  
LA LAGUNA CARMEN - MACHONA, TABASCO, MEXICO, ENERO 1981.  
( SEDIMENTO, PESO SECO - ppb )

ESTACION	DIELDRIN	TDE	OP'DDT	PP'DDT	DDTt	BHC (BETA)	BHC (GAMA)	POT
1	53.1	28.2	37.7	46.3	112.2	T	ND	165.3
2	91.8	ND	58.6	71.3	129.9	ND	ND	221.7
4	9.2	4.1	5.1	ND	9.2	ND	ND	18.4
5	28.9	23.7	36.2	40.3	100.2	ND	ND	129.1
6	96.4	19.3	50.9	59.6	129.8	ND	ND	226.2
7	33.5	ND	68.9	ND	68.9	38.6	7.8	148.8
8	28.4	11.4	40.7	26.4	78.5	ND	ND	106.9
9	41.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41.5
11	52.3	12.9	20.3	29.9	63.1	ND	ND	115.4
12	100.9	ND	103.9	ND	103.9	ND	12.7	217.5

ND - NO DETECTADO

T - TRAZAS

na Carmen-Machona, los que en su análisis cromatográfico ( figuras 3 y 4 ), presentaron un nivel de concentración de PO totales de 475.4 y de 221.7 ppb respectivamente.

Entre otros autores que han reportado niveles de concentración de PO en sedimento del medio acuático, se tienen los siguientes: Rosales ( 1979 ), quién detectó concentraciones de DDT que variaron de 0.3 a 2.27 ppb y para el dieldrin señaló concentraciones que oscilaron entre 0.12 a 0.60 ppb en lagunas del Golfo de México, asimismo Miles ( 1971 ) en Ontario, Canadá, encontró valores para el DDT que van de 2.0 a 22.2 ppb y para el dieldrin de 0.3 a 4.5 ppb, los niveles de concentración de ambos trabajos se consideran bajos, si se analizan en relación a los niveles de concentración de DDT encontrados por West ( 1976 ), en la bahía de Nueva York, cuyos valores fueron de 0.05 a 120.0 ppb con un promedio de 60.0 ppb. Young et al ( 1972 ), registraron en Palos Verdes California, valores de DDT que variaron de 4.7 a 206.0 ppm con un valor medio de 65.83 ppm.

De la mayoría de las aguas contaminadas por plaguicidas, se observa que estos son absorbidos por materia particulada y hay la tendencia continua para que tal material se vaya al fondo de los ecosistemas acuáticos, por lo que una gran cantidad de residuos se presentan probablemente en los sedimentos, esto no quiere decir que necesariamente ahí se presenten las concentraciones más altas ( Edwards, 1977 ), lo cual esta en función de la cantidad de humus presente en la materia orgánica en el sedimento, lo que facilita la absorción de compuestos como el DDT, dieldrin y BHC ( Beall y Nash, 1969; Burns, 1969 y Weber, 1972 ), no obstante, al ser removidos los sedimentos contribuyen a la continua contaminación de los estuarios ( Rosales, 1979 ).

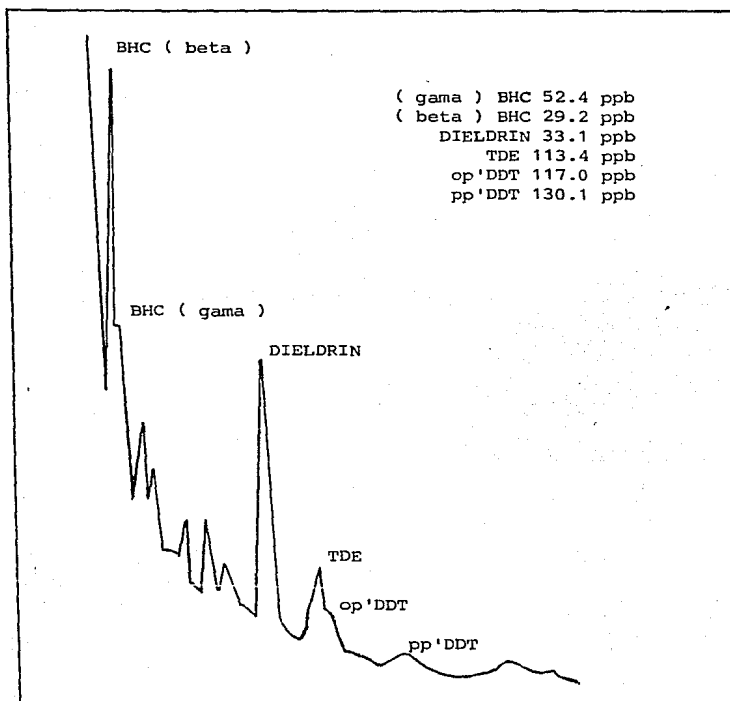


Figura 3. Cromatograma de la concentración de plaguicidas organoclorados totales en la estación 9 - de la laguna Mecocacán, Tabasco, México.

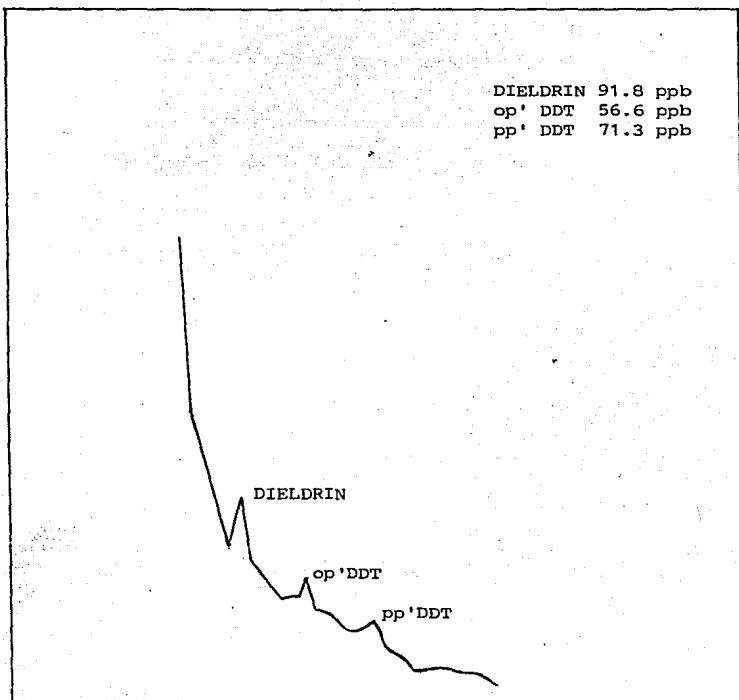


Figura 4. Cromatograma de la concentración de plaguicidas organoclorados totales en la estación 2 - de la laguna Carmen-Machona, Tabasco, México.

Es importante señalar que el área de estudio, se considera zona de captura ( Memorias de actividades Gob. de Tabasco, 1982 ) y que numerosas cooperativas pesqueras están en plena actividad, por lo que es indispensable que los organismos que ellos comercializan tengan niveles de concentración de PO, que se ajusten a los límites de calidad existentes. Si bien es cierto que los niveles de estos compuestos en sedimento son apreciables, no necesariamente todos los organismos del medio acuático van a absorber gran cantidad de ellos e incluso el nivel de tolerancia de muchos de ellos, está muy por arriba, tal concentración casi siempre no es fácilmente detectada, hasta que es letal, no obstante, hay otros desórdenes fisiológicos que ocurren a concentraciones subletales, como en el caso de la reproducción, de la alimentación y del crecimiento, en algunos casos se ha demostrado efectos considerables ( Rudd, 1968 ).

La Food and Drug Administration-USA ( Young et al, 1977 ) recomienda como nivel de tolerancia en alimentos del mar un máximo de 5 ppm de DDT. A través de estudios de laboratorio en rata, se ha observado que la dosis letal media ( LD<sub>50</sub> ) de dieldrin es de 45 ppm y de BHC es de 88 ppm, en tanto en el DDT es de 113 ppm ( Spencer, 1976 ), por lo que es de aponerse que sus niveles de tolerancia en alimentos no deben estar muy alejados al establecido para el DDT, más, si se considera su estabilidad en el medio, lo que provoca su gran persistencia. En el presente estudio no se ha alcanzado dicho nivel de concentración, sin embargo se debe mencionar que hace tres años en que se muestreo en forma aislada la laguna Carmen-Machona ( Rosales , 1979 ), el nivel de concentración del DDT a la fecha de este muestreo, aumentó 30 veces y el dieldrin aumentó 178 veces, aunque aquel no fué un trabajo muy específico en dicha laguna, aporta un dato que permite estimar la gran persistencia y acumulación que se presenta en el medio, lo que puede repercutir negativamente en la biota de ambas lagunas.

Es preciso no menospreciar el papel de los organismos bentónicos en la contaminación marina. El DDT y sus derivados, el lindano, como todos los compuestos organoclorados se acumulan en los detritos orgánicos vegetales contenidos en los fangos bentónicos en las zonas estuarinas ( Agree et al., 1963 ) y pueden persistir durante años, por lo que se debe considerar que los animales microfagos por su propia fisiología alimenticia, están particularmente expuestos a la contaminación de las aguas, como lo es el caso de algunos ostiones de la especie ( Crassostrea virginica ), que pueden concentrar hasta 70 000 veces el DDT presente en el medio ( Butler, 1965 ), esto es interesante, pues dicha especie se encuentra distribuída formando bancos en ambas lagunas.

Por lo anterior es importante hacer hincapié, en que el nivel de concentración en el caso del DDT es cercano a 1 ppm y para el dieldrin de 0.5 ppm, pero la capacidad acumuladora de los organismos como la del ostión, puede hacer que actualmente estén acumulando niveles de concentración arriba de los límites recomendables.

Diversas investigaciones ecotoxicológicas demuestran que los insecticidas del grupo del DDT son actualmente responsables de una significativa contaminación en los peces marinos y se estima que la concentración media de toda la fauna ictiológica marina está comprendida entre 0.1 y 2 ppm para el DDT y TDE, en consecuencia la Food and Drug Administration-USA ha retirado y destruído en California, lotes de peces con concentración de 10 ppm ( Jones, 1971 ). Young et al. ( 1977 ), señalan que en Palos Verdes, California a tres años de que cesaron los aportes de DDT en el medio acuático, se presentó un descenso notable en el nivel de concentración de DDT en el sedimento, sin embargo esto no fue similar en el caso de los peces estudiados, en los cuales no hubo un descenso significativo en la concentración de dicho plaguicida.

Estudios realizados sobre la contaminación en el Mar del Norte por el dieldrin y sus efectos sobre la biomasa, demostraron una considerable concentración en la cadena alimenticia, mientras que este compuesto no era detectable en el agua de mar, se detectaban 0.001 ppm en el fitoplancton, 0.015 a 0.020 ppm en el zooplancton, 0.030 ppm en los crustáceos y peces micrófagos, 0.010 a 0.020 ppm en los peces depredadores e incluso en gaviotas y de 1 a 2 ppm en otras aves ictiofagas ( Robinson, 1974 ).

Un plaguicida puede permanecer en el sedimento por largo tiempo, cuando las aguas son tranquilas, dependiendo del tipo de compuestos. De este modo, Hill y Mc Carty ( 1967 ), Guenzi y Beard ( 1967 ) y Castro y Yoshida ( 1971 ), señalan que las condiciones anaeróbicas usualmente presentes en los sedimentos, favorece la degradación de muchos insecticidas organoclorados particularmente del DDT y del BHC. Por otro lado también se ha observado que la biodegradación en el mar se encuentra limitada por la disponibilidad de nutrientes y por la falta de sustratos para el desarrollo de las colonias bacterianas ( NAS, 1975; Goldberg, 1976 ), así como por la presencia de oxígeno disuelto. Patil et al ( 1979 ) señalan que estos factores no son limitantes en las lagunas costeras, por lo que han detectado la degradación del DDT por medio de microorganismos o reacciones fotoquímicas ( sin embargo su metabolito TDE, es aun más tóxico que el compuesto original ). De acuerdo a lo anterior el oxígeno disuelto en algunas localidades durante el estudio puede ser un factor limitante, para la función adecuada de los microorganismos, así también se ha observado que la reducción de este gas, incrementa la toxicidad del DDT, en peces dulceacuícolas ( Livingston, 1976 ).

De acuerdo a los niveles de concentración de plaguicidas organoclorados totales observados en ambas lagunas, se ve que hay una influencia continental notable, debido a las actividades humanas,

tales como la agricultura de la zona más importante del estado de Tabasco como lo es La Chontalpa, sobre todo en la laguna Carmen--Machona, así como por el programa de erradicación del paludismo,--llevado a cabo por la Secretaría de Salubridad, como ya se mencionó anteriormente, la materia orgánica parece facilitar la absor -ción de los insecticidas en el sedimento, dicho comportamiento es similarmente producido por los residuos del petróleo ( Hartung y-Gwendolyn, 1970 ).

Finalmente se debe tener presente, según señala Henderson --( 1978 ), que la toxicidad de los desechos complejos, no pueden -atribuirse a un componente simple, aun cuando se conociera su mi-nimo nivel letal, ya que después de mezclado, muchas veces produ-ce efectos diferentes de aquellos que presentaron sus componentes individuales.



## CONCLUSIONES

En relación a los parámetros como la temperatura y el pH, -- sus valores fueron similares para este tipo de ambientes costeros, lo que puede permitir un adecuado funcionamiento de la biota, de las lagunas estudiadas.

Los nutrientes estudiados ( Amonio y Fosfatos ), no reflejan el enriquecimiento que se presenta en ambas lagunas lo cuál es -- evidente al observar los altos valores del COP, ya que el rango -- de valores de los nutrimentos son aparentemente propicios para -- las actividades fitoplantónicas.

Al desconocer el nivel de concentración de nitritos, nitra-- tos y fosforo total, no se tiene una estimación de la concentra-- ción total de los nutrientes ( nitrógeno y fósforo ) en las lagu-- nas, es probable que estas formas muestren realmente la cantidad-- de desechos vertidos en estos ecosistemas.

La baja concentración del oxígeno disuelto a lo largo del es-- tudio, excepto en la época de mayor productividad neta en ambas -- lagunas, donde apenas llega al mínimo nivel recomendable para es-- te tipo de ambientes, por lo cuál es evidente que hay una gran -- contaminación orgánica en los sistemas lagunares que pone en peli-- gro la calidad del agua ( EPA, 1972 ), para la protección de sus-- recursos bióticos.

La alta cantidad del COP, por los residuos de la industria -- como la petrolera, el ingenio azucarero y por la agricultura prin-- cipalmente, se mantiene elevados, de tal forma que no hay una to-- tal degradación de dicha materia aún cuando en su metabolismo los niveles de oxígeno disuelto descienden considerablemente, particu-- larmente en las localidades influenciadas por el continente.

El nivel de concentración de los detergentes, manifiestan -- una contaminación urbana, desechos de sus actividades tanto domés ticas como industriales, al parecer solo el efecto de las lluvias los diluye, sin embargo su uso permanente y progresivo, puede repercutir en las condiciones hidrológicas de las lagunas, pues en su degradación se disuelven nutrientes que las lleve a un acelera do proceso de eutroficación .

Los plaguicidas organoclorados en los sedimentos en ambas la gunas presentan una concentración significativa, el dieldrin y el DDT y sus derivados, mismos que presentaron los niveles más altos, así como una mayor distribución en dichos cuerpos de agua, marcan una mayor influencia en la laguna Carmen-Machona, coincidiendo -- con un estudio preliminar en las lagunas del Golfo de México.

La laguna Carmen-Machona está ubicada al oeste de la laguna-Mecoacán, por lo tanto es posible que exista una mayor influencia de los campos agrícolas de la Chontalpa y de las poblaciones ale-dañas, que puedan influir a su vez en la concentración de los pla guicidas organoclorados, ya que éstas han estado sometidas a los programas antipalúdicos, sin embargo dado el sistema fluvial que-presenta, quizá no permite una mayor acumulación de éstos compue tos, toda vez que origina corrientes y se incorpora a la dinámica de la laguna. Por otra parte la morfología de la laguna Mecoacán es posible que determine los altos registros de organoclorados, - al causar algunos confinamientos.

Se sugiere realizar un estudio hidrológico más amplio y de--terminar la concentración de PO en organismos de la cadena alimen ticia, mientras tanto se deben tomar precaución con los organis--mos comerciales, quizás colocándolos en depósitos de depuración - antes de su distribución al mercado.

LITERATURA CITADA

- Agree F., Beroza M. y Bowman M. ( 1963 ). Codistillation of DDT - with water. J. Agr. Food Chem. 11: 278-280.
- American Public Health Association ( 1975 ) Standard Methods for the examination of water and wastewater, 14th ed. APHA Inc. USA.
- Ardissón H.P.L. ( 1980 ). Evaluación de las alteraciones provocadas por los desechos de ingenios azucareros en la laguna Chalacacas, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, UNAM.
- Arenas F.V. ( 1979 ). Balance anual del carbono orgánico, nitrógeno y fósforo en el sistema lagunar Huizache- Caimanero, Sinaloa México. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, UNAM. 114 p.
- Aston S.R. ( 1977 ). Est. Coastal Mar. Sc. 5: 243- 245.
- \_\_\_\_\_ and Hewitt C.M. ( 1975 ). Phosphorus and carbon distributions in a polluted coastal environments. Est. Coastal Mar - Sc. 5 ( 2 ): 243-255.
- Beall M.R. y Nash R.G. ( 1969 ). Crops seeding uptake of DDT, Dieldrin, Endrin and Heptachlor from soils. Agron. J. 61(4):571-575
- Bellan G. en: La pollution des eaux marines ( 1980 ). Omega, 34-55 p.
- Benefield D. and Clifford W. ( 1980 ). Biological process design - for wastewater treatment. Prentice-Hall. USA.
- Botello A.V. ( 1978 ). Presencia de hidrocarburos fósiles en sistemas costeros y estuarinos del Golfo de México. Tesis Doctoral.- Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM., 155 p.
- \_\_\_\_\_ ( 1978 ). Variación de los parámetros hidrológicos en las épocas de sequía y lluvias ( Mayo y Noviembre de 1974 ), en la laguna de Términos, Campeche, México. An Centro Cienc del Mar y Limnol Univ Nal Autón México. 5 ( 1 ): 159-178.
- \_\_\_\_\_ ( 1981 ). Determinación de hidrocarburos fósiles en las lagunas Mecocacán y Carmen-Machona, Tabasco, México. en CECO DES: 46-57 p.
- Bravo H., Salazar A., A.V. Botello y E.F. Mandelli. ( 1978 ). Poly aromatic hydrocarbons in oysters from coastal lagoons along the eastern coast of Gulf of Mexico. Bull. Env. Toxicol. 19(2 ): 171

- Burns K.A. ( 1976 ). Compar. Biochem. Physiol., 53: 443-446.
- Butler P.A. ( 1965 ). Comercial fishing investigations in the effects of pesticides on fishes and Wildlife. US circular, 226:67-77
- Camp. T. y R. Meserve. ( 1974 ). Water and its impurities. Hutchin-  
son USA. 384 p.
- Castro-Aguirre J.L. ( 1980 ). Estudio hidrológico de productividad de los niveles de la concentración por hidrocarburos y metales pesados en los sedimentos y algunos elementos bióticos de las lagunas litorales del estado de Tabasco " Centro de Ecodesarrollo ( CECODES ), A. C. Informe no publicado, 346 p.
- Chambon A. En: la pollution des eaux continentales incidence sur la biocenoses aquatiques. ( 1976 ). Gautier-Villars Ed. Paris.
- Castro T. y Yoshida T. ( 1971 ). Degradation of organochlorine pesticides in flooded soils in the Philippines. J. Agr. Food Chem. 19 ( 6 ): 1168 - 1170.
- De la Lanza E.G. ( 1985 ). Calidad ambiental de La Laguna de Mécaltitán, Nayarit, México, durante el estiaje. En Prensa. Laboratorio de Química y Productividad Acuáticas. Instituto de -- Biología. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Duedall W. and Bowman S. ( 1975 ). Sewage sludge and ammonia concentrations in the New York Bight. Estuar. and Coastal. Mar. Sc. 4 ( 3 ): 457-464.
- Dybern B. ( 1972 ). In: "Marine Pollution and Sea Life ". ( M. Ruivo, ed ). p 15 Fishing News ( Books ) Ltd. London England.
- Edwards C.A. ( 1977 ). Pesticides in Aquatic environment nature -- and origin of pollution by pesticides. Ed. Plenum Press. U.S.A. 11 - 39.
- F.A.O., ( 1972). Marine Pollution and sea life ( M. Ruivo ). Fishing- News, ( Books ) Ltd. London England.
- García E. ( 1973 ). Modificación al sistema de clasificación climática de Köeppen. Inst. de Geografía. UNAM. México. 246 p.
- Garside M. ( 1976 ). Estuar. and Coastal Mar. Sc. 4 ( 2 ); 281 - 285.
- Goldberg E.D. ( 1976 ). The health of the oceans. the U.N.E.S.C.O. Press. Paris. 172 p.

- Guenzi W. D. and Beard W. E. ( 1967 ). Anaerobic biodegradation of DDT in soil. Science 156 ( 3778 ): 1116 - 1117
- Gutiérrez L.E. ( 1983 ). Características toxicológicas de algunos efluentes industriales, mediante bioensayos y estudios de renovación. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM.
- Gutiérrez M. et al, ( 1978 ). Fisiografía y sedimentos recientes de las lagunas Carmen y Machona, Tabasco, México. Resúmenes del VI Congreso Nacional de Oceanografía. Ensenada, Baja California Norte.
- Hartung R. and Gwendolyn W. ( 1970 ). Concentration of by sedimented polluting oils. Environm. Sc Tech. 4 ( 5 ): - 407 - 410.
- Hawkes H.A. ( 1963 ). The ecology of wastewater treatment. Pergamon Press. U.S.A.
- Henderson C. and Tarzwell C.M. ( 1957 ). Bioassay for control of industrial effluent. Sewage Ind. Wastes 29: 1002 - 1017.
- Hernández L. M. ( 1981 ). Estudio hidrológico del Río González y Lagunas adyacentes, Tabasco, México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, UNAM.
- Hill D. W. and Mc. Carty P.C. ( 1967 ). Anaerobic degradation of selected hydrology pesticides. J. Water pollution Fed. 39: - - 1259 - 1277.
- Iracheta J. ( 1972 ). Ostricultura en el estado de Tabasco. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, UNAM.
- Jhonson A.A. ( 1970 ). Water Pollution. Gordon and Breach Ac.Pub., NY. U.S.A. 211 p.
- Jones E.P. ( 1971 ). DDT Stopped, Suit dropped. Science 173 ( 1971 ) 38
- Livingston R.J. Dynamics of organochlorine pesticides in estuarine systems. Effects on estuarine biota. En: Estuarine Processes. -- Vol. I Ed. Ac. Press Ny. ( 1976 ): 507 - 522.
- Margalof R. ( 1980 ). Ecología. Omega, España. 951 p.
- Mann T. ( 1978 ). Ecology of coastal Waters. Oxford, England. 322 p.
- Mazari H. M. ( 1981 ). Evaluación de la calidad del agua desde el-

punto de vista bacteriológico y fisicoquímico en el lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias --- UNAM.

Mc. Neely N. R., Neimains P. Y. y Dewar L. ( 1979 ). Water quality-source book, a guide to water quality parameters. Inland Water - wells. Qual. branch. Ottawa, Canadá. 89 p.

Medina C. A. ( 1981 ). La contaminación mató a La Machona. Excel-sior, México, D.F. Septiembre 28.p. 1 y 9.

Memorias de las labores del Gobierno de Tabasco, 1977 - 1982. Gobierno de Tabasco, México., 1982.

Menzel D.W. y Göering D. ( 1966 ). Limnol. Ocenog. 11,333.

\_\_\_\_\_ y Vaccaro R.F. ( 1964 ). The measurement of dissolved organic and particulate carbon in sea water. Limnol. Oceanog. 9,-138.

Miles J.R.W. y Harris C.R. ( 1971 ). Pesticides in water. organoclorine insecticide in streams draining agricultural, Urban - Agricultural and Resort Areas of Ontario, Canada.

Murphy S. and Riley J.L. ( 1962 ). Anal Chim. Acta., 27, 31

NAS ( 1975 ). Petroleum in the marine environment. National Academy of Science. Workshop in inputs. Photos and the effects of in the marine environment. Washington D.C., 107 p.

Olausson E. ( 1980 ) Chemistry and Biochemistry of estuaries. J. -- Wiley. U.S.A. 452 p.

Oloffs P.D., Albrighu L.J. y Szeto S.Y. ( 1973 ). Factors affecting the behavior of five chlorinated hydrocarbons in two natural waters and sediments. Canada J. Microbiol. 18: 1393 - 1398.

Orr A.P. ( 1947 ). The dissolved gases in sea water. En: Proc. R. Soc. Edinb. 63, 3: 121 - 151.

Patil K.C., Matsmura F. y Bosh C.M. ( 1972 ) Metabolic transformation of DDT, Aldrin and endrin by marine microorganisms. Environ. Sci. Technol. ( 6 ): 1061 - 1073.

Perkins E.J. ( 1976 ) The evaluation of biological response by toxicity and water quality assessments. In: Marine Pollution. Ac. Press. London 505 - 585. p.

- Pesson P. ( 1976 ). La Pollution des eaux continentales incidence sur la biocenoses aquatiques. Gautier - Villars, Ed. Paris.
- Reid W. ( 1976 ). Ecology of inland waters and estuaries. Wood -- N.Y., 485.p.
- Riley J.P. and Chester R. ( 1979 ). Introduction to marine Chemistry. Ac. Press. G.B. London 465 p.
- Risebroug R.W. ( 1971 ). Chlorinated hydrocarbons, in wood. Impigment of man in the ocean. Wiley. 259 - 286.
- Robinson R.F. ( 1974 ). Accumulation des pesticides dans les Chaînes trophiques. Eléments d'Ecologie Appliquées. Ecosciencia 152 y sigs.
- Rodriguez E.P. ( 1982 ). Impacto en las Lagunas costeras Carmen - Pajonal Machona, Tabasco, México, a partir de la abertura de una boca artificial. Tesis de Licenciatura. Escuela de Geografía. UNAM. 109 p.
- Rosales M.T.L. ( 1979 ). Sobre la disposición de compuestos organoclorados en el medio marino: Trabajo presentado en la primera reunión nacional sobre la zona económica exclusiva. La -- Paz, Baja California, México, del 12 al 14 de Agosto de 1976.
- \_\_\_\_\_, A.V. Botello y E.F. Mandelli. ( 1979 ). PCBs and organochlorine insecticides in oysters from coastal lagoons of the Gulf of México. Bull. Environm. Contam. Toxicol. 21 -- 652 - 656.
- \_\_\_\_\_, y Alvarez R. ( 1979 ). Niveles actuales de hidrocarburos organoclorados en sedimentos de las Lagunas costeras del Golfo de México. An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nat. Autón. México. 6 ( 2 ): 1 - 6 .
- Rudd R. ( 1964 ). Pesticides and the living landscape. Biosc. 11, - ( 381 ): 19-20.
- Ryther J. and Dunstan M. ( 1971 ). Nitrogen, Phosphorus and Eutrophication in the coastal marine environment. Science. 171 - -- ( 3976 ): 1008 - 1013.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. ( 1976 ). Legislación relativa al agua y su contaminación, SARH, México. 143 p.
- \_\_\_\_\_. ( 1978 ). Agenda-técnica agrícola Tabasco; Cultivos de Inv. Ver., Chapingo, Mé-

- xico. 114 p.
- Secretaría de Salubridad y Asistencia. ( 1979 ). Breve reseña ---  
Histórica de la lucha antipalúdica en México. CNEP. Depto. de  
Prensa SSA, México D.F.
- Shelton R.G. ( 1973 ). In North sea science. Golberg Ed. Mit Press  
Cambridge 500 p.
- Simental V. L. ( 1982 ). Análisis cualitativo del macrobentos y se-  
dimentos de la playa La Escondida e Hidrología de la Laguna --  
Gullaquichi, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias, --  
UNAM.
- Solorzano L., ( 1969 ). Determination of ammonia in natural waters  
by the phenolhypochlorite method. Limnol. Oceanog. 14: 799 - -  
801.
- Spencer L. ( 1976 ). Aguideline of pesticides used in crops. Cana-  
da 476 p.
- Sprague ( 1973 ). The ABC's of pollutant bioassay using fish in:-  
Biological methods for the Assesment of water Quality ( Edited-  
by Carins J. ) Am. Soc. for testing and Materials. Philadel---  
phia, P.A. 6 - 30.
- U.S.A. Enviroment Protection Agency. ( 1972 ). Water Quality crite-  
ria. Ecological Research Series. Washington D.C. 594 p.
- Vidal Z.R. y Rodríguez R. ( 1975 ). División municipal de las en-  
tidades federativas 1970. ( carta base municipal ). Instituto-  
de Geografía, UNAM.
- Weber J.B. ( 1972 ). Interaction of organic pesticides with parti-  
culate matter aquatic and soil systems. In: Gulf R.F. ( Ed. )  
advances in chemistry Series 111: 55 - 120.
- West. R.C. ( 1966 ). the natural vegetation of the Tabascan lowlan-  
ds México. Revista Geograf. Rio de Janeiro, Brazil. 64: 107 --  
122.
- Wetzel L. ( 1975 ). Limnology. Saunders Co. U.S.A., 743 p.
- West R.H. y Atwood D. ( 1976 ). PCB's and DDT's sediments and sewage  
sludge. NY in : NOAA, Environ Res Laboratories. International R.
- Young D.R. y T.Heesen ( 1977 ) Mar. Poll. Bull. 8 (11): 254-257.