



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ZARAGOZA"

"ESTUDIO PRELIMINAR DE ALGUNOS ASPECTOS
BIOLOGICOS Y DE CONTAMINACION PARA LAS
ESPECIES *Mugil curema* VALENCIENNES,
Cathorops melanopus (GÜNTHER) y *Brevoortia*
patronus GOODE (PISCES TELEOSTEI) EN LA
LAGUNA DE PUEBLO VIEJO, VERACRUZ"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

P R E S E N T A N :

PATRICIA	SANTA	CARDENAS	LUNA
LETICIA	MEÑEZ	BERNAL	
IRMA	RAMIREZ	CRUZ	



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1990



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.

CONTENIDO

pág.

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
ANTECEDENTES	7
OBJETIVOS	11
AREA DE ESTUDIO	12
METODOLOGIA	16
De Campo	16
De Laboratorio	19
De Gabinete	20
RESULTADOS	22
Parámetros físicos y químicos en el agua	22
Contaminantes en el agua	31
Abundancia, Distribución y Frecuencia de los organismos .	40
Concentración de metales pesados en los organismos	40
Relación de las diferentes categorías de talla con la concentración de metales pesados en los organismos	46
Relación de parámetros físicos y químicos con los metales pesados en el agua	55
Relación de parámetros físicos y químicos con la abundancia de los organismos	55
Relación de metales pesados en el agua con la abundancia de los organismos	57
DISCUSION	59
Parámetros físicos y químicos en el agua	59
Contaminantes en el agua	66
Abundancia, Distribución y Frecuencia de los organismos .	71
Concentración de metales pesados en los organismos	72
Relación de las diferentes categorías de talla con la concentración de metales pesados en los organismos	75
Relación de parámetros físicos y químicos con los metales pesados en el agua	76
Relación de parámetros físicos y químicos con la abundancia de los organismos	79
Relación de metales pesados en el agua con la abundancia de los organismos	84
CONCLUSIONES	91
SUGERENCIAS	95
APENDICES	98
LITERATURA CITADA	102

RESUMEN

En la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, resulta de gran interés evaluar algunos aspectos que manifiesten el estado sanitario actual del sistema, tanto del agua como de los organismos que lo habitan, debido a que en su alrededor existe un enorme desarrollo urbano-industrial.

En el presente trabajo, que comprendió muestreos mensuales desde diciembre de 1987 hasta diciembre de 1988, se determinaron para el agua parámetros como la transparencia, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, DBO, DQO, alcalinidad, amonio, sulfatos, detergentes, grasas y aceites, cobre, zinc, cadmio y plomo; además se contempló el estudio de tres especies icticas de importancia ecológica y comercial: *Mugil curema*, *Cathorops melanopus* y *Brevoortia patronus*.

Los resultados demostraron que los parámetros determinados para el agua son muy variables espacial y temporalmente, debido a que la laguna tiene una dinámica hidrológica, acentuadamente variable, que cambia en ciclos muy cortos de tiempo. Con el análisis multivariado, se encontró que factores como la transparencia, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, cobre, zinc, cadmio y plomo, determinan el comportamiento heterogéneo del sistema.

En general, los rangos en que oscilaron la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, DBO, alcalinidad, amonio y sulfatos, fueron adecuados para el desarrollo normal de los organismos acuáticos, ya que no rebasaron los límites permisibles. Sin embargo, los niveles de DQO evidenciaron la presencia de material orgánico e inorgánico químicamente degradables, que indican un estado considerable de deterioro, al que contribuyen los niveles obtenidos de detergentes, que rebasaron algunas veces el límite

permisible y los metales pesados al superar en un gran porcentaje el límite de tolerancia en forma constante.

Con respecto a la concentración de los metales pesados en los organismos, la especie que presentó mayor cantidad de éstos fue *B. patronus* y en menor cantidad *C. melanopus* y *M. curema*. La acumulación de estos contaminantes estuvo en función de las diferentes categorías de talla, por lo que generalmente las tallas menores presentaron mayores concentraciones de metales pesados. En cuanto a la concentración en los diferentes tejidos (branquias, gónadas, hígado y músculo), ésta varía de especie a especie, dadas las características biológicas de cada una de ellas.

Los factores que determinaron la abundancia de los organismos fueron, principalmente, temperatura, salinidad y oxígeno; sin tener influencia aparente sobre este parámetro ecológico, las concentraciones de metales pesados que rebasaron los límites permisibles en un amplio margen, confirmando el evidente deterioro ambiental de la laguna. No obstante, tales niveles aún no provocan daños físicos visibles en los organismos, pero las concentraciones acumuladas en sus diferentes tejidos, pueden ocasionar efectos tóxicos en la población humana, si estos organismos forman parte de su dieta cotidiana.

Las características hidrológicas, fisiográficas y condiciones meteorológicas del sistema lagunar causan que su dinámica hidrológica sea muy inestable, lo cual implica un importante intercambio gaseoso, que facilita la recuperación del sistema, disminuyendo la tasa de alteración ambiental global.

INTRODUCCION

Por la importancia que en la actualidad tiene incrementar y diversificar las fuentes de alimento, los recursos pesqueros litorales han sido considerados como productos idóneos que satisfacen un significativo porcentaje de la demanda de alimentos del país; por tal motivo, los ambientes donde se generan tales recursos, deberán mantener el máximo posible de condiciones favorables, no sólo para su óptima explotación, sino además como norma de protección para la salud de los consumidores.

Como parte del litoral, las lagunas costeras son importantes ecológica y económicamente, ya que son cuerpos acuáticos que están influenciados por agua de mar y agua dulce, donde la mezcla de estas dos masas de agua con características diferentes, causa fenómenos peculiares en su comportamiento físico, químico y biológico. Además, reciben un gran subsidio de energía, manifestándose como sistemas potencialmente productivos (Contreras, 1985).

En general, la pesca mexicana es prácticamente de régimen litoral; el 25% de la captura nacional se produce en sistemas costeros o en sus áreas de influencia (Cárdenas, 1969). No obstante, muchas de ellas se encuentran en estados precarios de explotación, otras irracionalmente explotadas, pero todas en estado potencial de contaminación por los impactos del hombre en el ambiente natural (Yáñez-Arancibia, 1975). Aún, cuando éstos cuerpos acuáticos son lugares aptos para el establecimiento natural de una biota muy diversa, son usados como receptáculos de una considerable cantidad de materiales y contaminantes acarreados por los ríos y otras fuentes, como el transporte atmosférico y la precipitación pluvial (SARH, 1982a).

Tal es el caso de la Laguna de Pueblo Viejo en Veracruz, que ha sido afectada últimamente por este problema, ocasionando

descensos críticos en su producción pesquera (Contreras, 1985).

El problema de la contaminación en las lagunas costeras se ha hecho más evidente por el establecimiento de núcleos industriales y urbanos en sus alrededores, que vierten sus desechos sin previo tratamiento (INGGO, 1980); a pesar de la transferencia de los contaminantes por las corrientes, sólo una pequeña fracción abandona la zona lagunar, quedando muchos de ellos almacenados en los sedimentos (Odum, 1970) o adsorbidos en macropartículas suspendidas (Valdés, 1971), alterando el equilibrio del sistema y creando perturbaciones en sus componentes bióticos y abióticos.

Entre los principales contaminantes que afectan a los sistemas costeros se encuentran: las aguas residuales, domésticas e industriales, que incluyen detergentes, sustancias químicas, materiales radioactivos, metales pesados y desechos sólidos. Estos elementos y específicamente la presencia de metales pesados -definidos por Mandelli en 1977, como elementos que en su forma elemental tienen un peso específico mayor de 5-, como son el cobre, plomo, cadmio y zinc, pueden provocar alteraciones no sólo en la calidad del agua, sino también sobre los organismos, al producirse efectos que pueden traducirse en alteraciones fisiológicas y/o morfológicas y en acumulación de residuos tóxicos en diferentes niveles tróficos, algunos de los cuales serán productos comestibles como es el caso de los peces (Mitrovic, 1972). Desde el punto de vista económico, tales alteraciones, hacen perder a las especies acuáticas su valor comercial, al verse disminuida su calidad en sabor y tamaño. El color es también un factor importante al respecto, cuando en sus tejidos se adhieren sustancias tóxicas como son los detergentes, hidrocarburos, plaguicidas y metales pesados que le proporcionan a los organismos colores diferentes a los naturales (Halstead, 1972).

Según Kobelkowsky, et al. (1987), entre las especies icticas más importantes ecológica y económicamente en la Laguna de Pueblo

Viejo, Veracruz, se encuentran:

Mugil curema Valenciennes (Pisces: Mugilidae) conocida en la zona de estudio como "lebrancha", es una especie eurihalina, que debido a los movimientos migratorios asociados a la reproducción de la especie -entre la costa y las lagunas-, ha sido definida como habitante temporal del componente estuarino, ya que presenta una fase en el estuario y otra en el mar en su ciclo biológico (Castro-Aguirre, 1978). Su espectro trófico señala que es una especie detritívora vegetal correspondiendo a un consumidor primario (Yáñez-Arancibia, 1978). Tradicionalmente se ha pescado, utilizándose como recurso alimenticio, aprovechándose también las gónadas de las hembras (CECODES, 1981). Además es una de las especies más abundantes de la pesca ribereña (Pesca, 1989).

Cathorops melanopus (Günther), sinónimo de *Arius melanopus* (Pisces: Ariidae) conocida en la zona de estudio como "bagre", es una especie eurihalina, que se encuentra más frecuentemente en aguas dulces y salobres durante las etapas juveniles, prefiriendo los adultos aguas de mayor salinidad; ha sido clasificada como habitante permanente del componente estuarino, aunque invaden el medio marino y el continental (Castro-Aguirre, 1978). Su espectro trófico es muy amplio, por lo que se le define como un consumidor secundario (Lara y Yáñez-Arancibia, 1983). Representa un recurso potencial a corto plazo, si bien aún no se especifica de qué forma (Lara, 1980), es utilizada como carnada para la captura de especies económicamente más importantes (González, 1983); por su abundancia y no explotación, también representa un problema por su papel depredador de especies comerciales (Méndez-Salcerro, et al., 1982), por lo que se ha considerado necesario el estudio de su biología, con el propósito de explotar o controlar su población racionalmente (Salgado-Ugarte, 1985).

Brevoortia patronus Goode (Pisces: Clupeidae) conocida en la zona de estudio como "lacha", es eurihalina y también realiza

migraciones entre la costa y las lagunas, asociadas a su reproducción; fue determinada como habitante temporal del componente marino, pudiendo invadir aguas de baja salinidad y aún completamente dulces (Castro-Aguirre, 1978). Su alimentación se inclina exclusivamente a pequeñas partículas que forman parte del plancton (Hernández, 1977; INIBP, 1963). Aunque no es comestible, económicamente puede ser una especie de valor potencial, ya que su riqueza en aceites se aprovecha en otros países (Ramírez, 1963), también se utiliza como carnada cuando su captura es accidental (Reséndez, 1970).

Por lo anteriormente expuesto es necesario efectuar estudios de algunos aspectos que manifiesten el estado sanitario actual, tanto del agua como de los productos pesqueros de estos cuerpos acuáticos tan productivos (especialmente la Laguna de Pueblo Viejo, por la información poco integrada que se tiene de ella sobre condiciones biológicas y de contaminación), con la tendencia a ser considerados en la proposición de medidas correctivas a largo plazo que aseguren una buena calidad del agua y organismos, favoreciendo el aprovechamiento óptimo y racional de los recursos, con el objetivo de que su producción sea adecuada y satisfaga las necesidades alimenticias del país.

ANTECEDENTES

Debido a la vulnerabilidad que presentan los ambientes estuarinos a los contaminantes de diversos tipos y características, se han efectuado una gran cantidad de estudios al respecto, como los realizados por Leatherland y Burton (1974), quienes determinaron que la conducta geoquímica de un elemento es considerablemente modificada por la contaminación, creando de esta forma efectos negativos en los sistemas naturales; Demayo, et al. (1978), por otra parte, concluyó que para determinar niveles seguros de varios elementos en aguas naturales se debe conocer la forma química y física de los mismos, su toxicidad individual, sus efectos aditivos, sinérgicos y/o antagónicos, sus posibles reacciones químicas y bioquímicas y su toxicidad en relación a su estado físico; Lion y Leckie (1982), encontraron que los eventos físicos influyen sobre la especiación química de los metales; Blevins y Pancorbo (1985), sugirieron que la disponibilidad biológica y la toxicidad de los metales pesados dependen de muchos factores, principalmente, las formas físicas y químicas del metal.

En cuanto a las concentraciones de los metales pesados en peces estuarinos hay una gran cantidad de trabajos, como los realizados por Eisler (1971); Cross, et al. (1973); Eustace (1974); Geldiay y Uysal (1975); Roth y Hornung (1977); Walsh, et al. (1977); Jamal y Al-Saad (1988), quienes entre otros aspectos concluyen que la absorción de los metales pesados está en función de los hábitos alimenticios, posición en la trama trófica, edad, y especie del organismo, por lo que las características biológicas y ecológicas de las poblaciones se relacionan directamente con el grado de afección causado por la presencia de ciertos niveles o cantidades de elementos contaminantes.

Otro tipo de estudios se han encaminado al conocimiento de los efectos de metales sobre los peces, mediante bioensayos,

determinándose cambios en la conducta de migración, mortandad, inhibición de crecimiento, deterioro de los mecanismos de defensa, cambios en el metabolismo y reproducción, daños patológicos (óseos, musculares y epidérmicos), inhibición de sistemas enzimáticos y división celular anormal, entre otros. De esta forma, se ha demostrado que existe un amplio rango de efectos, desde moleculares y fisiológicos hasta niveles ecológicos, biológicos y de comportamiento, por los siguientes autores: Mount y Taft (1962); Brown, et al. (1968); Bryan (1971); Down y Hurst (1972); Chung (1978); Mc Farlane y Franzin (1980); Muramoto (1981); Brower, et al. (1982); Blevins y Pancorbo (1985) y Maher (1985).

Los trabajos realizados en México sobre contaminación en lagunas costeras, han sido enfocados en su mayoría al Golfo de México debido a que la zona se encuentra sometida, principalmente, a los efectos de industrialización. Ochoa-Solano, et al. (1973); CIFSA (1974); Hicks (1976); Trefry y Presley (1976); Botello, et al. (1979); INGGO (1980); SARH (1982a); Alvarez (1983); Pérez-Zapata, et al. (1984); Villanueva (1987); Botello y Villanueva (1987); Villanueva, et al. (1988) y Botello y Villanueva (1988), entre otros, se han avocado al estudio de los sistemas más afectados por la contaminación, concluyendo que las concentraciones de los metales pesados en el agua y sedimento se han incrementado gradualmente a través del tiempo por el desmedido desarrollo industrial. En cuanto a las concentraciones de los metales en los organismos, se ha determinado que existe variabilidad en los órganos de las diferentes especies estudiadas, presentándose algunas veces altas cantidades con ciertos metales y bajas con otros en una determinada especie. También concluyen que los principales contribuyentes al grado de contaminación por metales pesados, son los desechos urbanos e industriales que son vertidos directa o indirectamente a los cuerpos de agua, repercutiendo sobre la biota, así como en la producción de los sistemas lagunares.

El Río Pánuco, que influye directamente en las condiciones ecológicas, hidrológicas y sanitarias de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, ha sido objeto de estudio en las últimas dos décadas, por la afectación que el acelerado desarrollo urbano e industrial ha tenido sobre él. Algunos reportes como los de SRH (1971); SITA (1972); INTUAL (1973); Instituto de Ingeniería (1974) y López (1983), han determinado que aproximadamente el 85% de las aguas residuales vertidas a este cuerpo de agua, no reciben un tratamiento previo, lo cual conduce a una inevitable disminución de la calidad de sus aguas, limitando así su uso, y alterando en cierto grado las condiciones naturales del ecosistema.

En la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, García (1967, 1972, 1974 y 1976), realizó estudios sobre la dinámica ostrícola en relación a los factores ambientales, encontrando que los parámetros hidrológicos influyen grandemente en la reproducción y fijación de los ostiones; Cruz (1970), De la Lanza y Cantú (1986) y García (1987), observaron en sus estudios que los parámetros hidrológicos juegan un papel importante en la productividad de la laguna. Kobelkowsky, et al. (1987), describe la composición ictiofaunística del sistema, encontrando que *M. curema*, *C. melanopus* y *B. patronus* fueron de las especies más abundantes. Kobelkowsky (1989), describió la anatomía y morfología interna relacionada, principalmente, a la alimentación de algunas de las especies del sistema lagunar. En cuanto a investigaciones referentes a la contaminación, se tiene que Sauza (1982), al determinar la eficiencia de la producción primaria concluye que la laguna está siendo sometida a una contaminación sistemática, por aportes del Río Pánuco y descargas domésticas de Villa Cuahutémoc, considerando los niveles de nutrientes y de los parámetros físicos, químicos y biológicos que encontró. SARH (1975) y Cuevas y Ventura (1989), coincidieron en que uno de los problemas más fuertes que tiene la laguna es la presencia elevada de coliformes fecales, las cuales fueron aportadas por el Río Pánuco, principalmente. Ortega (1988), concluyó que el sistema presenta altas concentraciones de grasas y

aceites. Terán (1989), infirió que algunos parámetros físicos y químicos entran en rangos compatibles con la vida acuática, sin embargo, Robledo (1987), quien realizó la evaluación de la calidad del agua, encontró que el Cr, Pb y Ni, rebasaron los límites permisibles establecidos por la Environmental Protection Agency (EPA) en 1971, y que la fuente de contaminación fue el Río Pánuco.

Es evidente que la contaminación es un producto de la actividad humana, es un proceso acumulativo, de desarrollo lento o rápido, que representa en la actualidad un fenómeno de gran preocupación e interés, particularmente en una zona con las características ecológicas, socioeconómicas y culturales tan especiales como lo es la Cuenca Baja del Pánuco y en especial, la zona estuarino-fluvio-lagunar de Tampico-Pueblo Viejo.

OBJETIVO GENERAL

Determinar el grado de deterioro ambiental de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, mediante la evaluación de algunos parámetros hidrológicos, contaminantes orgánicos e inorgánicos y aspectos biológicos (ecológicos y biométricos) de tres especies icticas de importancia ecológica y económica.

OBJETIVOS PARTICULARES

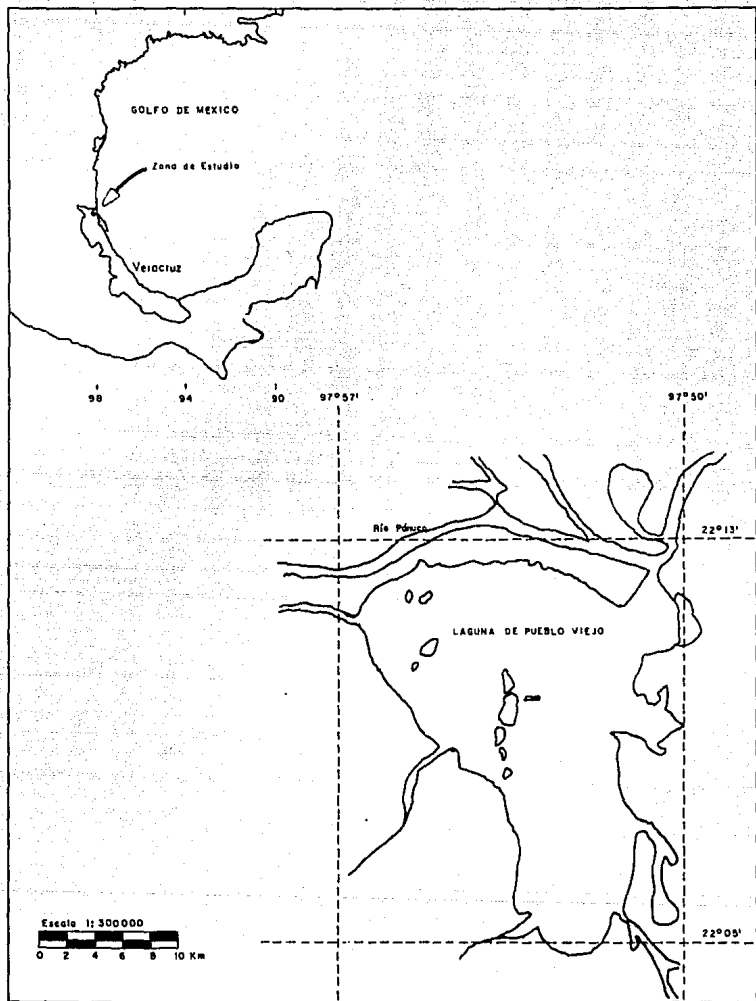
- Determinar la variación anual de los siguientes parámetros físicos y químicos: profundidad, transparencia, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), alcalinidad total, alcalinidad a la fenolftaleína, amonio, y sulfatos del agua.
- Determinar la variación anual de los siguientes contaminantes: detergentes, grasas y aceites, y metales pesados (cobre, zinc, cadmio y plomo) del agua.
- Determinar la concentración de cobre, cadmio, plomo y zinc en branquias, gónadas, hígado y músculo de las tres especies icticas.
- Analizar preliminarmente la relación entre:
 - a) Las diferentes categorías de talla con la concentración de metales pesados presentes en los organismos.
 - b) Los factores físicos y químicos con la concentración de metales pesados presentes en el agua.
 - c) Los factores físicos y químicos con la abundancia de los organismos.
 - d) La concentración de metales pesados en el agua con la abundancia de las tres especies.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Pueblo Viejo se localiza al Norte del Estado de Veracruz (mapa 1), en el Municipio de Villa Cuauhtémoc, entre los 22°05' y 22°13' de latitud Norte y 97°50' y 97°57' de longitud Oeste (PDUPVV, 1982). Tiene como límites; hacia el Norte el Río Pánuco, con el que se comunica mediante un canal situado en su parte Noreste; al Este con Ciudad Cuauhtémoc y Tampico Alto; y al Oeste con Pedernales, Estado de Veracruz. Esta laguna se encuentra en un sistema alimentado por el Río Pánuco y tributarios; entre los cuerpos acuáticos que se destacan son las lagunas de Chairrel, Carpintero, y el Mango en el Norte, al Oeste están las lagunas de Mata de los Tinojos y Paso de Piedra.

El cuerpo acuático tiene una superficie aproximada de 9,100 Ha; su eje mayor, es paralelo a la costa y mide aproximadamente 15 Km de largo por 9.5 Km de ancho; en su interior, existen islas de tamaño pequeño, sobresaliendo entre ellas una isleta con 1 Km de largo y 0.2 Km de ancho. La profundidad mayor es de 1.5 m y es característica de la zona central Norte-Sur. (Contreras, 1985).

La Laguna de Pueblo Viejo forma parte de la Planicie Costera del Golfo de México que incluye la parte de las cadenas frontales de la Sierra Madre Oriental y está dentro de una cuenca geomórfica sedimentaria formada en el Terciario Superior como consecuencia de la orogenia que dió lugar a la Sierra Madre Oriental. Específicamente la laguna se asienta en la subunidad "cubetas de decantación" correspondiente a la única unidad geomórfica existente en el área llamada "Llanura Aluvial" (Sauza, 1982). Se sitúa en la parte oriental de la cuenca Tampico-Misantla, que tiene como límites geológicos: por el Norte, el extremo sur de la Cuenca de Burgos y la Sierra de San Carlos; por el Este, la línea de costa; por el Sur, el macizo granítico de Teziutlán y; por el Oeste, los pliegues del Geosinclinal Mexicano, que constituyen el frente de la



Mapa 1. Localización de la zona de estudio

Sierra Madre Oriental (López-Ramos, 1983).

Por su origen, Lankford (1977), clasifica al cuerpo de agua como una depresión de delta con barreras, perteneciente a la sedimentación terrígena diferencial. Se compone básicamente de sedimentos arcillo-limosos, combinados en mayor proporción con carbonatos, sodio y residuos de material orgánico. Su suelo está formado por el aporte de sedimentos finos o por intemperismo que origina alteraciones en los componentes mineralógicos (PDUPVV, 1982). La pendiente del terreno, de la laguna a la línea de costa es de aproximadamente de 0.2 % (Sauza, 1982). En la parte sur de Tamaulipas y norte de Veracruz, están formados afloramientos de calizas, areniscas, lutitas, conglomerados y margas (SSA, 1982).

El clima es de tipo Aw_1 (e) (García, 1988), que corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano, presentando una sequía corta en agosto con un incremento excesivo en la temperatura; se considera extremo por su alta oscilación anual de temperaturas medias mensuales, entre 7 y 14 °C. Se observa una precipitación media anual de 630 a 4412 mm y una temperatura media anual de 16.2 a 24.6 °C (Contreras, 1985). Los fenómenos meteorológicos que se presentan en la laguna son la penetración de los vientos alisios entre junio y julio, a partir de septiembre se generan ciclones hasta el mes de noviembre cuando se inician los "nortes", los cuales terminan en la primavera. De ahí que el comportamiento de la laguna muestre tres épocas: de "nortes", que abarca los meses de noviembre a marzo (PDUPVV, 1982); de secas, de marzo a junio y de lluvias, de junio a noviembre (INTUAL, 1973).

Los ríos más importantes que desembocan en la laguna son La Tapada, Pedernales, La Cuásima, La Puerca, y Tamacuil, siendo éste último el más importante por su longitud. Una de las corrientes más importantes que condiciona en gran parte las características hidrológicas de la laguna es el Río Pánuco (INTUAL, 1973).

Con base en el sistema de Reid y Wood (1976), la laguna se puede clasificar, según sus características, de Mixo-mesohalina a Mixo-polihalina, con una salinidad anual mínima de 11.9 o/oo y una máxima de 27.3 o/oo (Contreras, 1985).

La vegetación de la zona corresponde a la selva baja; sin embargo, ésta ha sido eliminada de la zona en gran porcentaje, predominando en la actualidad los matorrales y pastos. En las zonas inundadas permanentemente, habitan comunidades hidrófilas dominando *Conocarpus erectus* (mangle blanco) según Rzedowsky, 1981 (Contreras, 1985). La vegetación está estructurada por matorrales pastizales y algunas hierbas. Al grupo pasto-matorral pertenecen especies de tendencia halófila y xerófila, las cuales se desarrollan tanto en áreas perturbadas como en la llanura aluvial, en el margen del Río Pánuco sobre el cordón litoral y rodeando a la laguna. Las áreas marginales interiores, principalmente las situadas hacia la zona oriental de la laguna y cercanas a la comunicación con el Río Pánuco, están pobladas por asociaciones de vegetación sumergida, de las cuales la especie dominante es *Ruppia maritima* (INTUAL, 1973).

Dentro de la fauna representativa de la laguna se encuentran el ostión (*Crassostrea virginica*), camarón (*Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus*), jaiba (*Callinectes sapidus*) y lisa (*Mugil curema*), que además son importantes por su explotación. Otros organismos encontrados en la laguna son: pez aguja, bagre, charal, chucumite, dorado, globo, guapota, gurrión, gurrubata, lacha, lenguado, machete, mojarra blanca, pez sapo, palometa, robalo blanco, ronco, sargo y viejito (Contreras, 1985).

METODOLOGIA

DE CAMPO:

La colecta del material biológico en la laguna, se llevó a cabo en las 9 estaciones de muestreo consideradas en el trabajo realizado por Kobelkowsky, et al. en 1987 (inédito), tomando en cuenta para tal elección la existencia de las diferentes facies ecológicas (lagunar, estuarina y dulceacuícola), presentes en el sistema; de las cuales, sólo en las primeras 5 se determinaron aspectos abióticos en el agua.

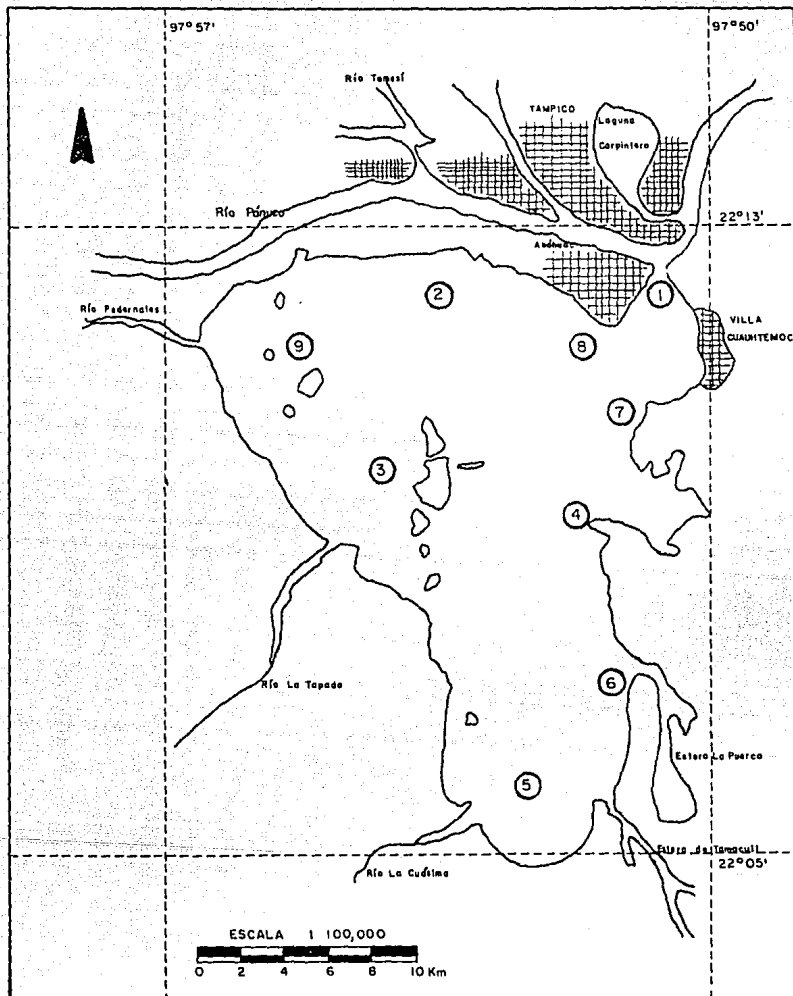
Las 5 estaciones de muestreo fueron situadas conforme al alejamiento de la boca lagunar en el interior del sistema, así la última estación presentó la menor influencia marina (mapa 2).

Se efectuaron salidas mensuales de muestreo al área de estudio, de diciembre de 1987 a diciembre de 1988 (excepto en febrero y abril).

Se utilizaron embarcaciones de madera o fibra de vidrio con 7 metros de eslora y motor de 40 HP., fuera de borda.

En todas las estaciones de muestreo se registró la fecha y hora de colecta, algunos datos meteorológicos como: porcentaje de nubosidad, dirección del viento y temperatura ambiental (termómetro con rango de -10 a 100 °C y precisión ± 1 °C); se midió también la transparencia (disco de Secchi, expresada en centímetros) y profundidad (sondaleza, expresada en centímetros).

La colecta de muestras de agua se realizó con la ayuda de una botella Van-Dorn de 2 litros de capacidad, midiendo tanto de superficie como de fondo, temperatura (termómetro de cubeta, rango -10 a 100 °C y precisión de ± 1 °C) y salinidad (refractómetro American Optical, rango 0 a 160 o/oo).



Mapa 2. Localización de las estaciones de muestreo

Se determinó *in situ* el oxígeno disuelto conforme al método de Winkler con la modificación del azida de sodio (Strickland y Parsons, 1977; Contreras, 1980), y alcalinidad por el método de indicadores (Contreras, 1980).

Se envasó y preservó a las muestras para su posterior determinación de parámetros químicos y metales pesados en el laboratorio, de la siguiente manera:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno. Se colocó la muestra en frasco ámbar esmerilado con capacidad de 300 ml (SARH, 1982b).
- Demanda Química de Oxígeno. Se colocó la muestra en botella de polietileno de 250 ml, preservando con 1 ml de ácido sulfúrico (SARH, 1982b).
- Amonio. Se colocó la muestra en botellas de polietileno de 250 ml, preservando con 2 ml de fenol (Strickland y Parsons, 1977).
- Sulfatos. Se colocó la muestra en botellas de polietileno de 250 ml, preservando con 2 ml de formaldehído (Contreras, 1980).
- Detergentes. Se colocó la muestra en botellas de polietileno de 250 ml, sin preservador (SARH, 1982b).
- Grasas y Aceites. Se colocó la muestra en frasco esmerilado transparente de 300 ml, preservando con 2 ml de ácido clorhídrico (SARH, 1982b).
- Metales pesados. Se colocó la muestra en botellas de polietileno de 1000 ml, preservando con 3 ml de ácido nítrico y posterior congelamiento (Beaty, 1979; Witheside, 1979; APHA, et al., 1980).

La colecta del material biológico se realizó mediante el uso de una red agallera de monofilamento de 3 cm de luz de malla y longitud de 100 metros aproximadamente. La duración de cada muestreo fue alrededor de 30 minutos.

Los ejemplares, etiquetados, se colocaron en bolsas de polietileno dentro de hielo seco para su transportación.

DE LABORATORIO:

Las muestras de agua fueron procesadas para determinación de: Demanda Bioquímica de Oxígeno por el método directo de incubación a 20 °C (SARH, 1982b).

Demanda Química de Oxígeno por el método volumétrico, usando dicromato de potasio como agente oxidante (SARH, 1982b).

Amonio por el método del fenato (Strickland y Parsons, 1977).

Sulfatos por el método turbidimétrico (Contreras, 1980).

Detergentes por el método de sustancias activas al azul de metileno (SARH, 1982b).

Grasas y aceites flotantes por el método de extracción con Soxhlet (SARH, 1982b).

Metales pesados totales por el método de espectrofotometría de absorción atómica de flama, usando un espectrofotómetro de absorción atómica de flama, Pye Unicam LTD 192 (Beaty, 1979; Whiteside, 1979; APHA, et al., 1980).

Para el material biológico se siguió el siguiente procesamiento:

Se determinaron taxonómicamente las tres especies en estudio de acuerdo con las claves de Castro-Aguirre (1978).

De la muestra total se tomó una submuestra que consistió de 4 organismos (dados los requerimientos de la técnica para determinar metales pesados) por cada categoría de talla cualitativamente establecida, cuyos rangos fueron: para *Mugil curema* la talla grande de 19 a 24 cm, la talla mediana de 14 a 19 cm y la talla chica de 9 a 14 cm; para *Cathorops melanopus* la talla grande de 18 a 22 cm, la talla mediana de 14 a 18 cm y la talla chica de 10 a 14 cm; *Brevoortia patronus* la talla grande de 17 a 22 cm, la talla mediana de 12 a 17 cm y la talla chica de 7 a 12 cm.

De los ejemplares seleccionados se obtuvieron datos biométricos como: longitud total, longitud patrón (ictiómetro de 30 cm y precisión ± 0.1 cm), altura (Vernier Scala y precisión ± 0.001 cm), peso total, y peso eviscerado (Balanza semianalítica

ORHAUS, GT 480 con precisión $\pm 0.001g$).

Posteriormente se procedió a extraer y pesar las branquias, gónadas, hígado y músculo de cada talla y especie para la determinación de metales pesados por el método de espectrofotometría de absorción atómica de flama, mediante acenización húmeda (Beaty, 1979; Whiteside, 1979; SIDA/FAO, 1983).

DE GABINETE

Los datos de los parámetros determinados en el agua (físicos, químicos y contaminantes), fueron explorados inicialmente mediante gráficas, relacionándolos con el tiempo y las estaciones de muestreo, para posteriormente someterse a dos tratamientos estadísticos diferentes: uno individual y otro multivariado.

En el primero, se trataron los datos de cada uno de los parámetros mensualmente, empleando un análisis de contraste de significación, de comparación de medias para muestras pequeñas, utilizando el estadígrafo de prueba "t-Student" (Sokal y Rohlf, 1979), para comparar medias entre los valores de superficie y fondo. El promedio de éstos, fueron incluidos posteriormente a un análisis de varianza de un factor (Steel y Torrie, 1985), para comparar medias entre las estaciones de muestreo. El promedio de éstas, fueron graficadas para obtener el comportamiento anual.

Los análisis multivariados, tienen por objetivo el de simplificar y ordenar un conjunto complejo de datos, que son analizados simultáneamente (Zavala, 1984). El método utilizado, en este caso, fue el Análisis de Componentes Principales (ACP), que describe la variación encontrada en la muestra (Rohlf, 1971). Dicho método es una ordenación indirecta, que consiste en la transformación de las variables originales, para obtener un nuevo conjunto de variables no correlacionadas entre sí, llamadas componentes principales, que no son más que combinaciones lineales de las variables originales (Gauch, 1982). Seguido a este análisis

se obtuvo un modelo de regresión múltiple paso a paso, el cual explicó la influencia de las variables originales en la variación de los primeros componentes del ACP (Zavala, 1986), que acumularon hasta el 80% de la varianza total de las matrices originales.

La abundancia de las especies en estudio, para cada una de las estaciones, así como para todo el sistema lagunar, se evaluó contabilizando el número de individuos por especie.

El patrón de distribución se obtuvo, considerando las áreas más importantes en relación a la abundancia y frecuencia, y ésta última se determinó por el porcentaje de aparición de los individuos de cada especie en el sistema lagunar para los diferentes meses de colecta.

Las tallas de las tres especies fueron establecidas cualitativamente, considerando el límite inferior y superior en los valores de longitud patrón de la muestra total.

Se calcularon promedios de las concentraciones para los diferentes metales por órgano en cada una de las especies.

Para determinar la relación de las diferentes tallas con los metales, se promedió la longitud patrón y el peso eviscerado por cada categoría de talla, además se sumó los promedios de las concentraciones de los cuatro órganos por cada uno de los metales.

Para conocer el tipo de relaciones existentes entre los factores físicos y químicos, los contaminantes y los parámetros poblacionales, se llevó a cabo un análisis de correlación múltiple (Sokal y Rohlf, 1979).

Los cálculos se realizaron utilizando el paquete estadístico graficador Statgraphics versión 2.1 para PC IBM compatible (Statgraphics Inc., 1986).

RESULTADOS

De los 11 muestreos realizados, en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, en el período comprendido de diciembre de 1987 a diciembre de 1988 (con excepción de febrero y abril), se obtuvieron los siguientes resultados para las 5 estaciones de muestreo establecidas.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS EN EL AGUA.

En cuanto a los 17 parámetros determinados para el agua, con el análisis de contraste de significación de comparación de medias, para muestras pequeñas -utilizando el estadígrafo de prueba "t-Student" (apéndice 1)- se comprobó estadísticamente que no hubo diferencias significativas en la laguna entre la superficie y el fondo, y por ello se promediaron dichos valores para cada mes y cada estación (tabla 1). También el análisis de varianza de un factor (apéndice 2), señaló que no existían diferencias significativas entre las estaciones de colecta, por lo que se promediaron los valores de éstas, obteniéndose así un valor por mes de cada uno de los 17 parámetros (tabla 2), que describen el siguiente comportamiento anual, al cual algunas veces fueron adicionados los resultados más notables de la exploración gráfica.

La profundidad de la laguna (gráfica 1), disminuyó paulatinamente de diciembre de 1987 a marzo, alcanzando en este mes la mínima profundidad de 73 cm, después ascendió gradualmente de marzo a junio -mes en que se obtuvo uno de los valores más altos- después descendió en julio, y volvió a aumentar hasta obtener el mayor promedio en agosto (136 cm); de ahí, comenzó a disminuir irregularmente hasta noviembre, pareciendo empezar a elevarse en diciembre. En general podría decirse que las mayores profundidades ocurrieron en la época de lluvias y que fue irregular en la época de "nortes".

Tabla I. Valores promedio de superficie y fondo de los parámetros físicos y químicos registrados para las 5 estaciones de muestreo, en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987- Diciembre 1988.

ESTACION	PROFUNDIDAD cm	TRANSPARENCIA cm	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	OXIGENO ppm	D B O ppm	D Q O ppm	ALCALINIDAD TOTAL ppm	ALCALINIDAD A LA FENOLF. ppm	AMONIO ppm	SULFATOS ppm	DETERGENTES ppm	GRASAS Y ACEITES ppm	COBRE ppm	ZINC ppm	CADMIO ppm	PLOMO ppm
DICIEMBRE	1	—	23.0	21.5	3.18	1.03	969	—	0	0.047	0.9	0.004	—	0.030	0.195	0.854	0.095
	2	100	—	25.2	16.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	100	95	24.5	16.5	3.56	0.65	855	—	0.349	9.2	0.282	0.273	0.020	0.003	0.063	0.173
	4	120	30	21.0	13.5	3.74	1.87	855	—	0.068	12.6	0.234	—	0.009	0.003	0.052	0.224
	5	70	25	21.0	10.0	3.74	1.03	711	—	0.057	10.4	0.543	0.834	0.032	0.003	0.046	0.081
ENERO	1	80	80	17.0	17.0	4.24	1.87	1178	45	2.5	0.028	39.6	—	0.040	0.121	0.136	3.977
	2	109	59	16.2	19.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	109	12	16.7	20.0	4.24	1.90	741	45	10.0	0.027	4.9	0.200	—	0.215	120.031	2.786
	4	110	110	17.0	15.5	3.82	1.71	969	40	2.5	0.040	85.4	0.126	—	0.122	73.372	4.495
	5	90	60	16.2	16.0	4.24	1.89	1406	40	10.0	0.063	7.4	0.301	0.040	0.324	95.510	4.301
MARZO	1	60	24.5	22.5	3.98	0.00	1117	44	12.5	0.065	207.7	0.095	0.236	0.186	87.829	4.689	4.547
	2	110	45	27.7	20.0	5.43	0.25	1293	35	15.0	0.060	235.2	0.083	—	0.141	58.269	3.494
	3	80	50	28.0	20.0	6.10	1.52	2175	34	11.2	0.045	375.1	0.381	2.266	0.246	68.329	3.801
	4	100	30	27.5	20.0	7.55	3.77	2038	39	16.2	0.040	192.0	0.047	0.300	0.091	62.315	4.391
	5	75	25	28.0	21.0	6.78	2.63	460	50	17.5	0.064	299.9	0.150	1.924	0.266	74.387	3.750
MAYO	1	120	40	28.0	23.2	3.56	1.10	1820	25	0	0.139	321.9	0.381	0.131	0.036	23.816	2.125
	2	110	40	29.7	24.5	5.19	0.95	1500	45	17.5	0.089	237.1	0.145	0.244	0.106	21.836	2.500
	3	110	40	29.7	21.0	4.88	1.48	2680	45	10.0	0.145	205.1	0.072	0.232	0.141	66.989	1.375
	4	130	45	29.0	23.5	4.52	1.33	1640	39	10.0	0.108	349.7	0.462	0.516	0.027	40.643	2.875
	5	80	15	29.5	24.0	4.39	1.61	2040	48	15.0	0.108	278.8	0.078	0.205	0.042	34.704	2.375
JUNIO	1	150	40	31.0	6.0	5.77	3.22	763	37	4.0	0.081	31.6	0.185	0.170	0.036	11.338	1.250
	2	120	95	30.5	12.5	6.02	1.27	743	36	4.0	0.100	284.0	0.180	—	0.042	23.816	1.375
	3	145	50	31.7	7.5	7.80	2.88	984	38	3.0	0.069	8.1	0.219	0.083	0.042	17.877	1.250
	4	160	70	32.0	15.0	5.94	1.87	2208	36	4.0	0.078	20.9	0.160	0.099	0.062	59.449	1.625
	5	100	70	30.0	16.0	5.26	2.20	562	42	2.0	0.114	15.2	0.241	0.387	0.053	116.859	1.375
JULIO	1	130	40	29.0	6.5	3.39	—	440	40	5.0	0.027	86.1	0.088	0.036	0.124	43.612	3.250
	2	100	40	31.0	10.0	0.85	—	820	42	10.0	0.049	116.9	0.103	—	0.018	30.744	0.625
	3	100	50	32.0	9.0	1.69	—	980	40	10.0	0.066	214.1	0.281	0.041	0.213	48.561	6.000
	4	120	60	30.0	9.5	5.51	1.10	2180	50	10.0	0.055	143.3	0.474	0.052	0.054	44.602	3.375
	5	80	40	24.0	11.0	1.86	—	1140	40	10.0	0.059	94.8	0.575	0.327	0.106	34.704	1.125

Continuación...

ESTACION	PROFUNDIDAD	TRANSPARENCIA	TEMPERATURA	SALINIDAD	OXIGENO	D B O	D Q O	ALCALINIDAD	ALCALINIDAD	AMONIO	SULFATOS	DETERGENTES	GRASAS Y	COBRE	ZINC	CADMIUM	PLOMO	
	cm	cm	°C	‰	ppm	ppm	ppm	TOTAL	A LA FENOLF.	ppm	ppm	ppm	ACEITES	ppm	ppm	ppm	ppm	
AGOSTO	1	110	20	29.0	0	4.41		250	52	0	0.057	2.8	0	0.007	0.033	27.775	1.500	0.944
	2	150	70	33.0	3.5	6.78	1.87	360	40	4.0	0.126	32.4	0.472	0.026	0.097	30.744	1.375	1.166
	3	150	30	31.2	2.0	10.35	4.75	580	42	4.0	0.087	17.6	0.249	0.071	0.047	34.704	1.625	1.092
	4	160	80	33.0	4.0	3.90	0	360	42	4.0	0.057	64.1	0.370	0.034	0.027	42.622	1.625	1.315
	5	110	45	31.7	4.5	5.51	2.21	720	36	4.0	0.027	65.2	0.370	0.006	0.106	34.704	2.370	1.463
SEPTIEMBRE	1	120	30	—	1.0	8.48	3.90	460	50	0	—	11.2	0.230	1.580	0.062	26.785	1.500	0.795
	2	140	20	31.0	1.5	6.27	2.20	1226	42	5.0	—	39.6	0.474	0.034	0.016	27.775	1.625	0.795
	3	140	30	—	0.5	9.41	5.00	400	42	5.0	—	50.2	0.898	0.025	0.097	32.724	0.875	1.389
	4	140	35	30.5	0.5	7.97	4.24	240	42	5.0	—	6.5	0.589	0.010	0.009	32.724	1.625	1.315
	5	80	25	30.2	0	4.41	1.19	220	45	0	—	43.0	0.390	0.080	0.001	38.660	1.250	0.869
OCTUBRE	1	150	60	27.2	9.0	4.75	0.76	360	170	9.0	0.059	230.9	1.164	0.716	0.077	7.978	1.625	0.647
	2	130	70	29.7	5.0	7.29	2.29	240	160	13.0	0.123	96.7	0.660	—	0.009	50.541	1.125	0.795
	3	140	60	29.5	7.5	6.27	2.12	600	166	10.0	0.121	193.6	0.403	—	0.022	42.622	2.500	1.537
	4	140	75	29.0	6.5	6.61	1.70	540	168	12.0	0.070	152.8	1.172	0.464	0.028	29.755	1.500	0.424
	5	80	40	28.7	3.0	5.17	1.87	140	166	10.0	0.059	67.6	0.215	0.161	0.009	8.968	1.625	1.092
NOVIEMBRE	1	89	35	23.2	15.0	7.97	0.85	189	12	—	0.067	9.3	0.099	0.024	0.004	24.805	3.375	1.686
	2	95	43	22.0	14.0	6.78	1.10	179	14	—	0.049	7.6	0.140	0.010	0.047	6.988	2.625	1.983
	3	111	60	21.5	14.5	7.46	1.02	119	16	—	0.046	290.0	0.218	0.015	0.047	33.714	1.875	2.280
	4	122	20	21.2	14.0	3.73	0.17	418	14	—	0.064	30.9	0.291	0.014	0.062	13.917	2.375	1.538
	5	65	10	21.5	10.0	7.29	2.54	179	14	—	0.078	396.2	0.012	0.271	0.033	5.999	1.500	1.612
DICIEMBRE	1	113	60	21.0	22.0	9.16	5.77	—	16	0	0.050	145.0	0.156	0.007	0.088	59.449	6.000	3.393
	2	90	60	22.0	13.5	6.27	1.36	—	18	0	0.050	264.9	0.289	0.004	0.019	43.612	5.250	3.764
	3	130	45	22.2	15.5	1.36	—	40	18	0	0.060	368.0	0.274	0.004	0.054	62.419	5.750	3.616
	4	130	80	22.7	15.0	7.63	4.07	660	22	0	0.034	396.2	0.265	1.643	0.036	35.694	5.375	3.393
	5	60	30	28.5	8.0	4.58	1.53	720	20	0	0.061	362.5	0.354	0.071	0.106	78.256	5.250	3.987

Tabla 2. Valores promedio de las estaciones de muestreo en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

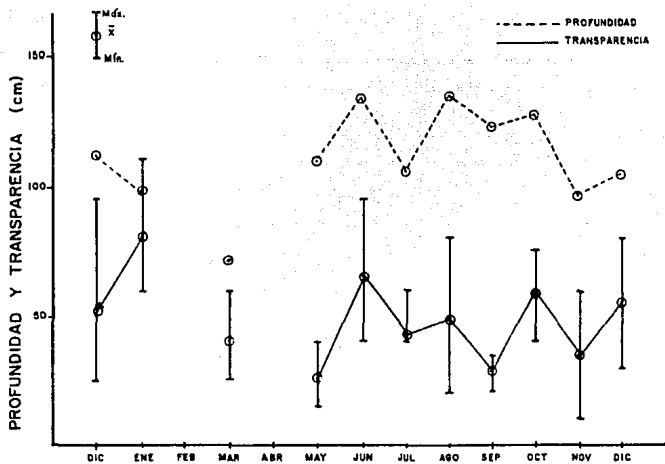
	1987 DICIEMBRE	ENERO	MARZO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	1988 DICIEMBRE
PROFUNDIDAD cm	114.000	98.000	91.000	110.000	135.000	106.000	136.000	124.000	128.000	96.000	105.000
TRANSPARENCIA cm	50.000	80.000	42.000	28.000	65.000	46.000	49.000	28.000	59.000	34.000	55.000
TEMPERATURA °C	22.950	16.750	27.100	29.200	31.100	29.200	31.650	30.600	28.800	21.900	23.300
ALCALINIDAD ‰	15.500	17.500	20.700	23.200	11.100	9.200	2.800	0.700	6.200	13.500	14.800
OXIGENO ppm	3.556	4.134	5.969	4.511	6.164	2.674	6.190	7.317	6.021	6.652	5.800
D O 2 ppm	1.150	1.842	1.640	1.304	2.290	1.102	2.940	3.310	1.730	1.143	2.544
D O 0 ppm	855.000	1073.500	1417.120	1936.000	1052.190	1112.000	456.000	508.000	376.000	217.110	473.000
ALC. TOTAL ppm	—	42.500	40.400	40.250	37.280	42.500	42.000	44.500	166.000	14.000	19.000
ALC. PEROLP. ppm	—	6.250	15.500	10.500	3.400	9.000	3.200	3.000	10.800	0.000	0.000
AMONIO ppm	0.055	0.039	0.055	0.118	0.089	0.051	0.071	—	0.087	0.061	0.048
SULFATOS ppm	8.279	34.326	261.897	278.527	71.185	131.042	36.402	30.117	148.327	146.937	307.130
DETERGENTES ppm	0.266	0.209	0.151	0.228	0.197	0.304	0.292	0.476	0.723	0.152	0.255
GRAS. Y ACIDIT. ppm	0.554	0.040	1.182	0.265	0.185	0.039	0.029	0.346	0.447	0.067	0.346
COBRE ppm	0.018	0.226	0.141	0.059	0.052	0.089	0.057	0.042	0.034	0.043	0.068
ZINC ppm	0.051	72.262	69.763	26.015	45.988	40.445	34.609	31.734	27.973	17.085	49.941
CADMIO ppm	0.058	3.884	4.025	2.250	1.375	2.875	1.700	1.375	1.675	2.500	5.525
PLOMO ppm	0.169	3.198	4.448	1.864	1.226	2.007	1.196	1.033	0.899	1.111	3.431

La transparencia (gráfica 1), a lo largo del año, siguió un comportamiento similar al de la profundidad, excepto en enero y mayo que aumentó y disminuyó respectivamente, teniéndose en enero el promedio mayor de 80.2 cm, y en mayo y septiembre el promedio menor de 28 cm.

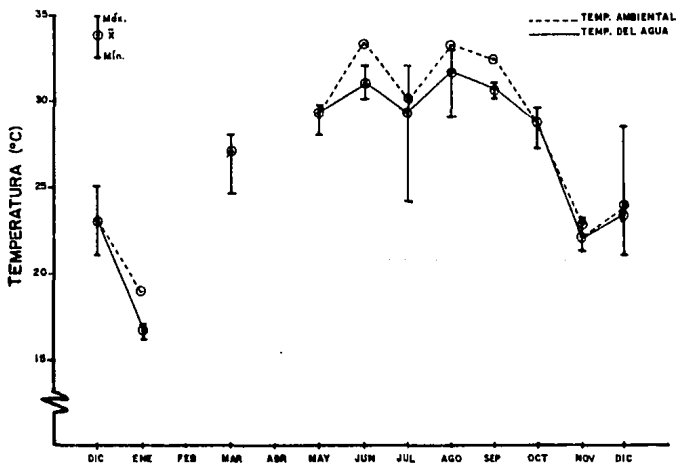
Con respecto a la temperatura (gráfica 2), se observó que la marcha anual tuvo un comportamiento irregular en la época de "nortes", obteniéndose en enero el valor promedio menor (16.65 °C); posteriormente se incrementó hasta el mes de junio. La presencia de lluvias en julio causó un ligero descenso térmico; sin embargo, en agosto se registró un ascenso, cuyo valor promedio fue el más alto del año (31.65 °C), cuando ocurre una breve sequía; a partir de septiembre, la temperatura disminuyó hasta noviembre para finalmente en diciembre ascender ligeramente. En cuanto a la temperatura ambiental (gráfica 2) se observó un comportamiento similar con la temperatura del agua.

El incremento de la salinidad (gráfica 3) que se observó en la época de "nortes", se continuó hasta la época de secas, donde se obtuvo en mayo el promedio más alto (23.25 o/oo); señalando posteriormente un descenso brusco hasta septiembre, obteniéndose el promedio menor (0.7 o/oo) por el gran aporte de agua dulce causada por las lluvias. De octubre a diciembre hubo un incremento gradual, presentándose por lo tanto un comportamiento similar a la época de "nortes".

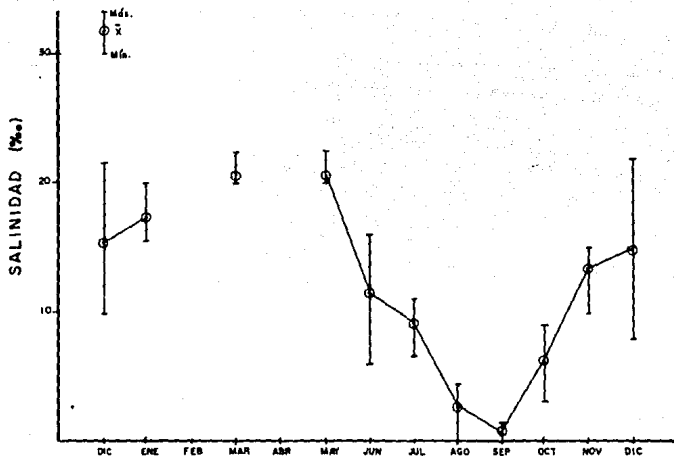
Es importante hacer notar que en los meses de diciembre de 1987, septiembre y noviembre de 1988, se apreció una marcada fluctuación entre las 5 estaciones de muestreo, teniéndose salinidades mayores en la boca y menores conforme se alejaban de ésta. En la mayoría de los meses restantes, la boca lagunar (estación de muestreo 1), presentó mayor salinidad que su extremo (estación de muestreo 5) (tabla 1).



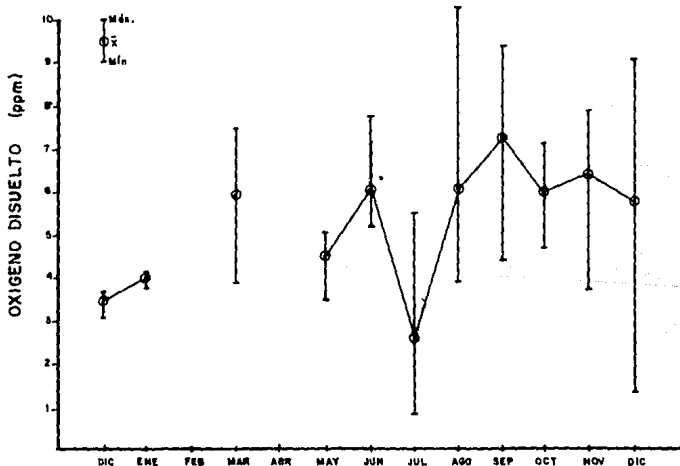
Gráfica 1. Valores promedio, máximo y mínimo de profundidad y transparencia, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 2. Valores promedio, máximo y mínimo de temperatura ambiental y del agua, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988



Gráfica 3. Valores promedio, máximo y mínimo de salinidad, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 4. Valores promedio, máximo y mínimo de oxígeno disuelto, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

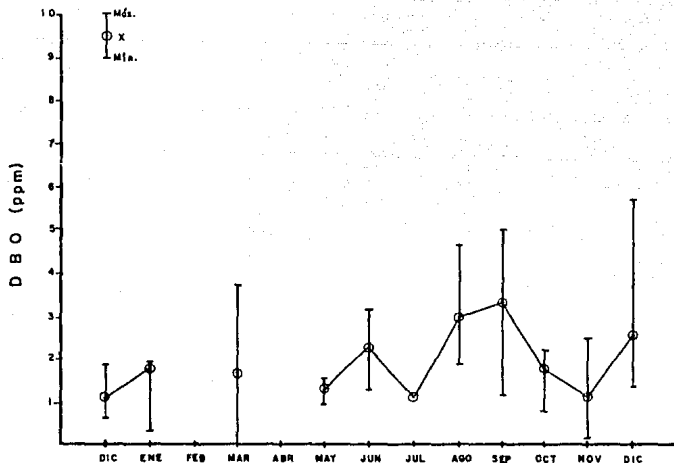
El oxígeno no presentó un patrón definido a lo largo del año (gráfica 4), teniéndose de diciembre a marzo un incremento paulatino. Durante la primavera se observó un descenso, asociado a la descomposición de materia orgánica detectada en campo y al finalizar esta época la concentración se elevó (presencia de fuertes vientos en la localidad). En la época de lluvias, el mes de julio tuvo el valor promedio más bajo (2.66 ppm) y septiembre el valor promedio más alto (7.30 ppm), a partir del cual el oxígeno descendió y ascendió continuamente hasta finalizar el ciclo.

La demanda bioquímica de oxígeno (gráfica 5), mostró una ligera elevación de diciembre a enero para descender levemente hasta mayo, a partir del cual se dieron fluctuaciones mayores, teniéndose dos mínimos, el de julio (representado por un sólo valor) y noviembre -teniéndose en el primero el valor más bajo de 1.10 ppm- y dos máximos el de agosto y septiembre representando en el segundo, el promedio más alto (3.30 ppm).

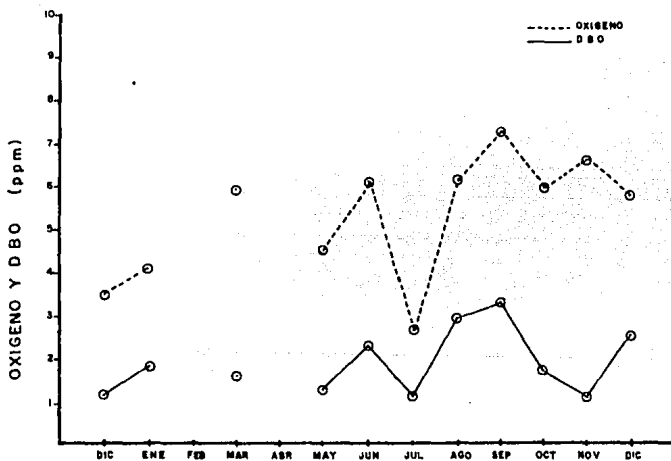
La demanda química de oxígeno (gráfica 7), de diciembre a mayo se incrementó gradualmente -alcanzando en este mes el promedio máximo (1936.00 ppm)- siguiendo una tendencia a descender hasta el final del año, existiendo ligeras elevaciones en julio, septiembre y diciembre. En noviembre se registró el promedio mínimo (217.11 ppm).

La alcalinidad total (gráfica 8), de enero a septiembre osciló ligeramente de 37 a 44 ppm, elevándose bruscamente en octubre cuyo valor fue el promedio mayor (166.00 ppm), y después descender en el siguiente mes, a tal grado de presentar el valor mínimo (14.00 ppm) y finalmente ascender levemente en diciembre.

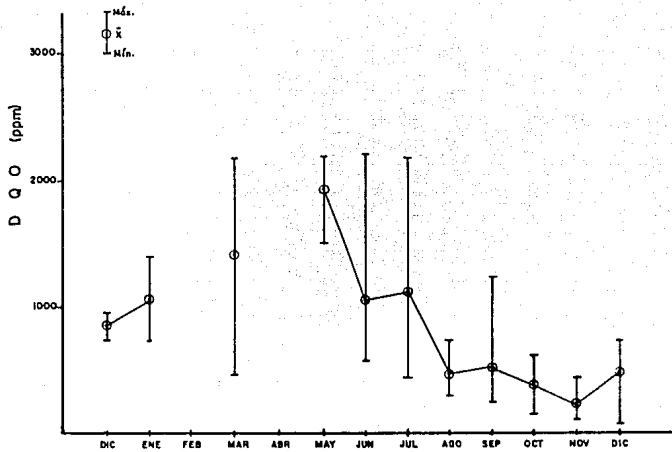
La alcalinidad a la fenolftaleína (gráfica 8), quien sólo cuantifica carbonatos, mostró un comportamiento muy irregular, iniciando con un incremento marcado de enero a marzo, cuando se obtuvo el promedio más alto (15.50 ppm), y un decremento similar



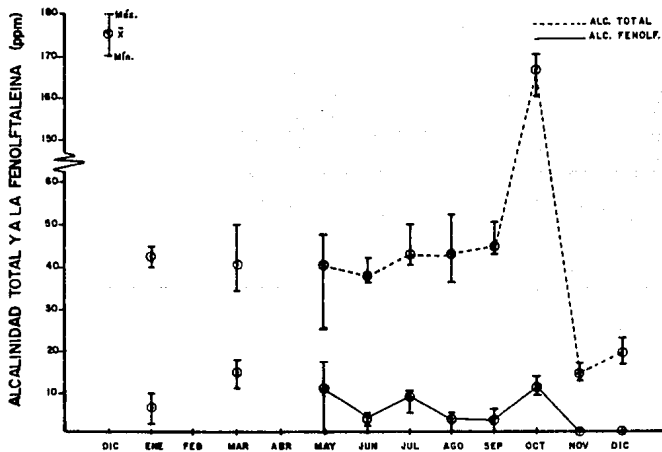
Gráfica 5. Valores promedio, máximo y mínimo de demanda bioquímica de oxígeno, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 6. Valores promedio de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 7. Valores promedio, máximo y mínimo de demanda química de oxígeno, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 8. Valores promedio, máximo y mínimo de alcalinidad total y a la fenolftaleína, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

hasta junio. En la época de lluvias y "nortes", se presentaron ascensos y descensos, manifestándose en noviembre y diciembre el promedio menor (0 ppm).

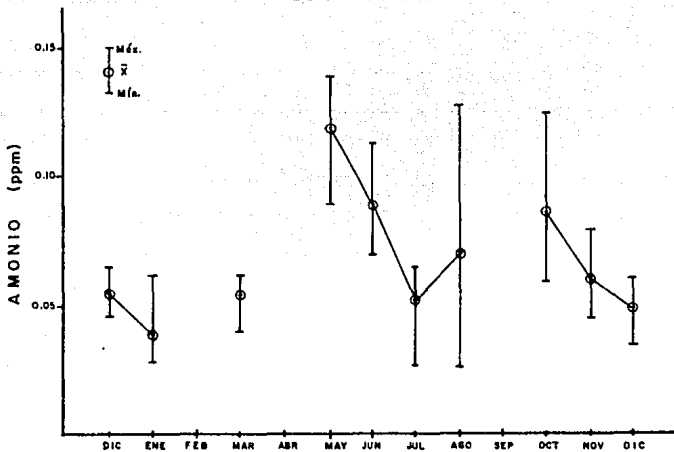
La concentración de amonio (gráfica 9), descendió de diciembre de 1987 a enero -donde se observó el promedio menor (0.0394 ppm)- elevándose a continuación hasta mayo, alcanzando el promedio máximo (0.1180 ppm), para después disminuir hasta julio, ascender en agosto y octubre (cabe mencionar que para septiembre no se determinó amonio), y finalmente, de octubre a diciembre ocurrir un descenso gradual.

La tendencia observada en los sulfatos (gráfica 10), inició con el valor promedio más bajo (8.27 ppm) en diciembre de 1987, incrementándose de enero hasta mayo, cuando se observó uno de los dos promedios más altos; posteriormente, disminuyó bruscamente en junio, aumentó en julio, para luego disminuir hasta septiembre y aumentar marcadamente hasta diciembre, mes en el cual se presentó el promedio más alto (307.33 ppm).

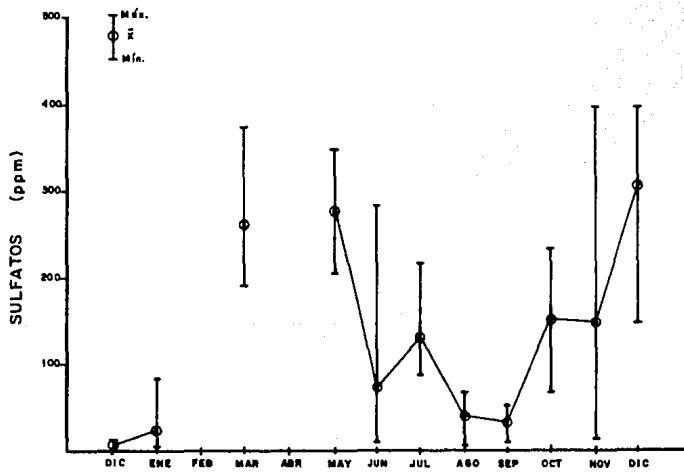
CONTAMINANTES EN EL AGUA.

Con respecto a los detergentes (gráfica 11), se observó una ligera disminución de diciembre (1987) a marzo, mes en que se obtiene el promedio mínimo (0.1514 ppm), y un gradual aumento hasta octubre, donde alcanza el promedio máximo (0.7228 ppm); por último, disminuyó en noviembre y aumentó en diciembre.

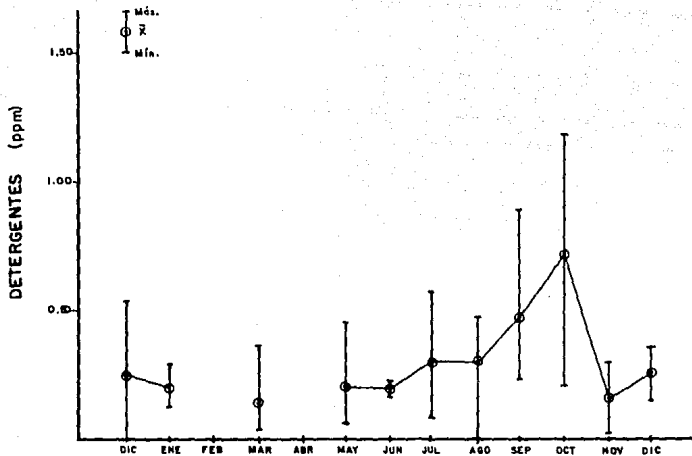
Las grasas y aceites (gráfica 12), disminuyeron de diciembre de 1987 a enero, para elevarse después marcadamente hasta alcanzar el promedio más alto en marzo (1.1818 ppm), y decrecer gradualmente hasta agosto, el cual presentó el promedio más bajo (0.0288 ppm), a partir de éste, aumentó en octubre, disminuyó en noviembre y finalmente volvió a elevarse en diciembre de 1988.



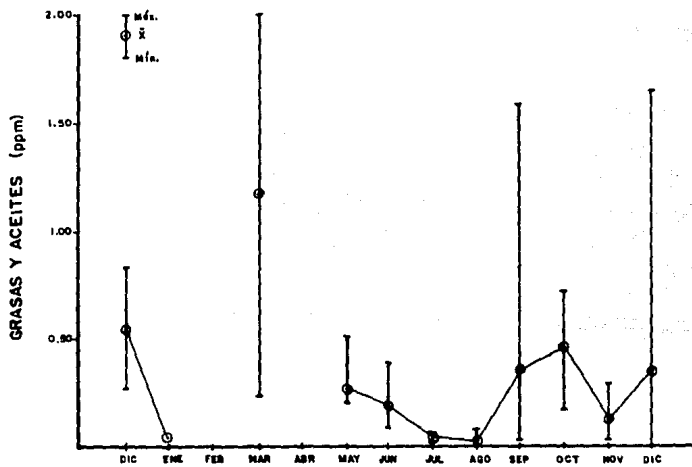
Gráfica 9. Valores promedio, máximo y mínimo de amonio, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 10. Valores promedio, máximo y mínimo de sulfatos, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 11. Valores promedio, máximo y mínimo de detergentes, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



Gráfica 12. Valores promedio, máximo y mínimo de grasas y aceites, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

Los metales pesados mostraron el siguiente comportamiento: El cobre (gráfica 13), ascendió drásticamente de diciembre (1987) a enero, alcanzando en estos meses el promedio más bajo (0.0184 ppm) y el más alto (0.2257 ppm) respectivamente, después descendió en forma gradual hasta junio, aumentó en julio y posteriormente disminuyó ligeramente hasta octubre, cuando se observó el segundo promedio más bajo (0.0343 ppm), finalmente ascendió hasta el mes de diciembre.

El comportamiento del zinc (gráfica 14), inició con el promedio mínimo (0.0511 ppm) en diciembre de 1987, después ascendió hasta alcanzar el promedio máximo en enero (72.2622 ppm), descendió hasta mayo y aumentó en junio; a partir del cual, disminuyó gradualmente hasta noviembre, cuando se obtiene el segundo promedio mínimo (17.0848 ppm), y por último aumentó en diciembre.

La tendencia mostrada por el cadmio (gráfica 15), comenzó con el promedio menor en diciembre de 1987 (0.0582 ppm), siguiendo una elevación en marzo y una disminución hasta junio, volviendo a aumentar en julio y a bajar hasta septiembre, cuando se obtuvo el segundo promedio más bajo al igual que junio (1.3750 ppm); por último, se dió un ascenso marcado hasta el mes de diciembre, cuando se alcanzó el promedio mayor (5.5250 ppm).

En cuanto al plomo (gráfica 16), el promedio mínimo se presentó en diciembre de 1987 (0.1691 ppm), después se incrementó hasta alcanzar el promedio máximo (4.4479 ppm) en marzo, posteriormente, disminuyó hasta junio, aumentó en julio y volvió a disminuir hasta octubre, cuando es alcanzado el segundo promedio más bajo (0.8991 ppm); finalmente un aumento notable se presentó en el mes de diciembre.

Aunque ya se dijo que no hay diferencias significativas entre los valores de los parámetros determinados por estaciones, los gráficos muestran amplias fluctuaciones en relación a los promedios

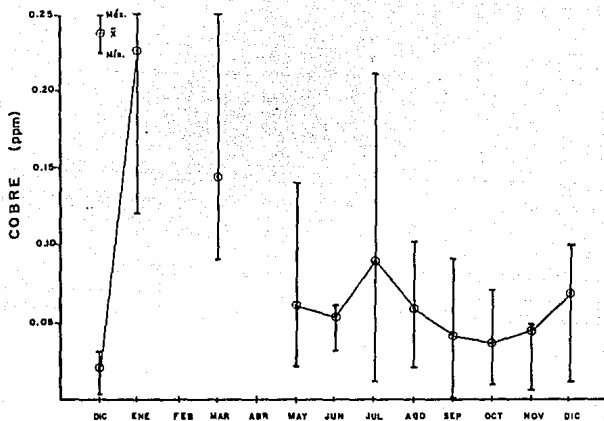


Gráfico 13. Valores promedio, máximo y mínimo de cobre, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

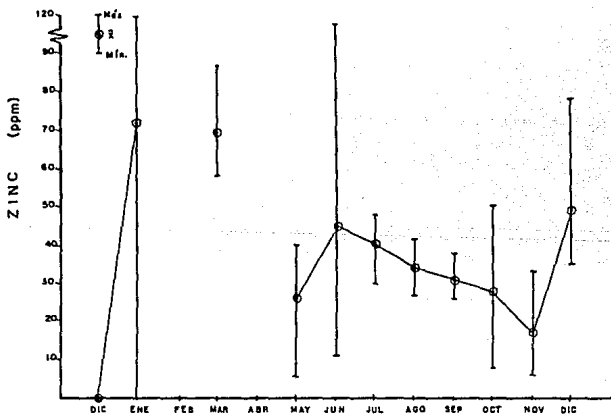


Gráfico 14. Valores promedio, máximo y mínimo de zinc, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

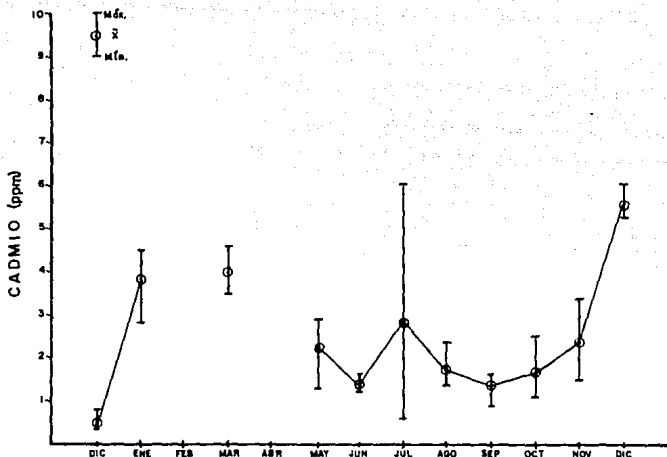


Gráfico 15. Valores promedio, máximo y mínimo de cadmio, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

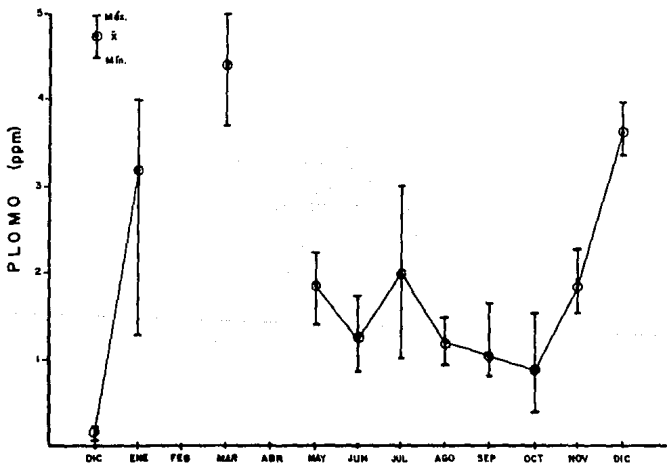


Gráfico 16. Valores promedio, máximo y mínimo de plomo, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

de las variables en cuestión, con respecto a sus valores máximos y mínimos (tabla 3).

En el análisis multivariado, se estructuraron 2 tipos de matrices de datos para el análisis de componentes principales (ACP), por mes: el primer tipo de matriz, incluyó las 11 variables de los parámetros físicos y químicos, encontrándose que el primer componente, en todos los meses, mostró del 32.74 al 48.33 % de varianza total de las matrices originales de datos; el segundo componente, del 19.44 al 28.96 %; el tercer componente, del 10.86 al 19.55 % y el cuarto componente, del 8.89 al 12.24 %. Las variables que encabezan el mayor porcentaje de la variación de las matrices en el modelo de regresión múltiple paso a paso fueron la temperatura ($R^2 > 0.66$; Nivel de significancia (N. S.) < 0.02), oxígeno ($R^2 > 0.68$; N. S. < 0.08), DBO ($R^2 > 0.81$; N.S. < 0.04) y transparencia ($R^2 > 0.32$; N. S. < 0.02). La tabla 4, resume los porcentajes de varianza acumulada por componente principal, considerando sólo los primeros 4 ejes de variación, asimismo se presentan las variables más importantes en dicha variación para cada componente y mes analizado en el período de estudio.

El segundo tipo de matriz de datos incluyó: las 6 variables de los contaminantes, las 4 variables que contribuyeron grandemente a la variación total del primer tipo de matriz y la salinidad, ($R^2 > 0.73$; N. S. < 0.02), obteniéndose para el primer componente un rango de variación de 31.96 a 49.00 %; para el segundo, de 19.97 a 28.02 %; para el tercero, de 11.22 a 18.23 % y; para el cuarto, de 9.64 a 13.33 %. Siendo las siguientes variables las que mayor información aportaron en la variación de los datos en el modelo de regresión múltiple paso a paso: en el componente 1 (ACP-1), el oxígeno ($R^2 > 0.74$; N. S. < 0.07), transparencia ($R^2 > 0.79$; N. S. < 0.003) y temperatura ($R^2 > 0.82$; N. S. < 0.01); en el componente 2 (ACP-2), el cobre ($R^2 > 0.52$; N. S. < 0.02), oxígeno ($R^2 > 0.80$; N. S. < 0.007) y el zinc ($R^2 > 0.90$; N. S. < 0.05); en el componente 3 (ACP-3), el zinc ($R^2 > 0.30$; N. S. < 0.08),

Tabla 3. Valores máximo, mínimo e intervalos de variación de los parámetros determinados en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el periodo Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

	PROFUNDIDAD cm	TRANSPARENCIA cm	TEMPERATURA °C	SALINIDAD ‰	OXIGENO ppm	D B O ppm	D Q O ppm	ALCALINIDAD TOTAL ppm	ALCALINIDAD A LA FENOLF. ppm	AMONIO ppm	SULFATOS ppm	DETERGENTES ppm	GRASAS Y ACEITES ppm	COBRE ppm	ZINC ppm	CADMIO ppm	PLOMO ppm
DIC	MAXIMO	180	95	25.25	21.50	3.744	1.872	969	---	0.068	12.65	0.543	0.834	0.032	0.195	0.080	0.224
	MINIMO	70	25	21.00	10.00	3.182	0.655	741	---	0.047	0.86	0.004	0.273	0.002	0.003	0.046	0.095
	MAX - MIN	110	70	4.25	11.50	0.562	1.211	228	---	0.021	11.79	0.539	0.562	0.030	0.192	0.034	0.128
ENE	MAXIMO	110	110	17.00	20.00	4.240	1.900	1406	45.00	0.063	85.36	0.301	0.040	0.324	120.031	4.495	4.001
	MINIMO	80	59	16.25	15.50	3.816	1.710	741	40.00	2.50	0.027	4.80	0.026	0.040	0.121	0.136	2.768
	MAX - MIN	30	51	0.75	4.50	0.424	0.190	665	5.00	7.50	0.035	80.46	0.175	0.000	203	119.894	1.709
MAR	MAXIMO	110	60	28.00	22.50	7.547	3.774	2175	50.00	0.065	375.08	0.381	2.026	0.266	87.829	4.690	5.514
	MINIMO	75	25	24.50	20.00	3.985	0.000	460	34.00	11.25	0.040	191.98	0.047	0.236	0.090	58.270	3.494
	MAX - MIN	35	35	3.50	2.50	3.562	3.774	1715	16.00	6.25	0.025	183.10	0.334	1.790	0.175	29.560	1.916
MAY	MAXIMO	130	45	29.75	24.90	5.194	1.611	2680	47.50	17.50	0.145	349.73	0.462	0.516	0.141	40.643	2.875
	MINIMO	80	15	28.00	21.00	3.561	0.954	1500	25.00	0.00	0.089	205.13	0.072	0.151	0.027	6.989	1.375
	MAX - MIN	50	30	1.75	3.50	1.632	0.657	1180	22.50	17.50	0.096	144.60	0.390	0.364	0.114	33.654	1.500
JUN	MAXIMO	160	55	32.00	16.00	7.802	3.222	2208	42.00	4.00	0.114	284.00	0.241	0.1387	0.062	116.859	1.625
	MINIMO	100	40	30.00	6.00	5.258	1.272	562	3.00	2.00	0.069	8.10	0.160	0.083	0.036	11.938	1.250
	MAX - MIN	60	55	2.00	10.00	2.544	1.950	1646	6.00	2.00	0.045	275.90	0.080	0.304	0.026	104.921	0.375
JUL	MAXIMO	160	60	32.00	11.00	5.512	1.102	2180	50.00	10.00	0.066	214.05	0.575	0.052	0.213	48.561	6.000
	MINIMO	80	40	24.00	6.50	0.848	1.102	440	40.00	5.00	0.027	86.13	0.088	0.027	0.08	30.744	0.625
	MAX - MIN	80	20	8.00	4.50	4.664	0.000	1740	10.00	5.00	0.038	127.92	0.487	0.025	0.195	17.817	5.375
AGO	MAXIMO	160	80	33.00	4.50	10.346	4.749	720	52.00	4.00	0.126	65.23	0.472	0.071	0.106	42.622	2.375
	MINIMO	110	20	29.00	0.00	3.901	0.000	260	36.00	0.00	0.027	2.76	0.000	0.006	0.027	2.775	1.375
	MAX - MIN	50	60	4.00	4.50	6.445	4.749	460	6.00	4.00	0.099	62.46	0.472	0.064	0.079	14.847	1.000
SEP	MAXIMO	140	35	30.00	15.0	9.413	5.003	1220	50.00	5.00	---	50.23	0.898	1.560	0.097	38.663	1.625
	MINIMO	80	20	30.25	0.00	4.410	1.187	220	42.50	0.00	---	6.54	0.230	0.011	0.001	26.785	0.875
	MAX - MIN	60	15	0.75	15.0	5.003	3.816	1000	7.50	5.00	---	43.68	0.668	1.569	0.096	11.878	0.750
OCT	MAXIMO	150	75	29.75	9.00	7.293	2.205	600	168.00	13.00	0.123	230.95	1.172	0.716	0.077	50.541	2.500
	MINIMO	80	40	27.25	3.00	4.749	0.763	140	160.00	5.00	0.059	67.58	0.215	0.161	0.009	7.978	1.125
	MAX - MIN	70	35	2.50	6.00	2.544	1.442	460	68.00	4.00	0.064	163.38	0.957	0.565	0.069	42.562	1.375
NOV	MAXIMO	122	60	23.25	15.00	7.978	2.544	418	16.00	0.00	0.078	395.21	0.291	0.271	0.062	33.714	3.375
	MINIMO	75	10	21.25	0.00	3.738	0.170	119	120.00	0.00	0.046	7.64	0.012	0.011	0.004	5.999	1.500
	MAX - MIN	57	50	2.00	5.00	4.240	2.374	299	4.00	0.00	0.032	388.57	0.279	0.260	0.058	27.715	1.875
DIC	MAXIMO	130	80	28.50	28.00	9.158	5.766	720	22.00	0.00	0.161	396.21	0.354	1.643	0.106	78.256	6.000
	MINIMO	60	30	21.00	8.00	1.367	1.357	40	160.00	0.00	0.034	145.04	0.156	0.004	0.019	36.694	5.250
	MAX - MIN	70	50	7.50	20.00	7.802	4.409	680	6.00	0.00	0.127	251.17	0.198	1.639	0.089	42.562	0.750

Tabla 4. Variables físicas y químicas extraídas del modelo de regresión múltiple paso a paso, que contribuyeron en mayor porcentaje a la variación en el análisis de componentes principales (ACP).

R²: Coeficiente de determinación

N.S.: Nivel de significancia

		ACP-1	R ²	N.S.	ACP-2	R ²	N.S.	ACP-3	R ²	N.S.	ACP-4	R ²	N.S.
Diciembre 1987	Eigenvalor %Var. Acum.	Salinidad	0.8178	0.0047	Amonio	0.5745	0.0004						
		Origeno	0.9306	0.0082	Profundidad	0.9453	0.0048						
		Transparencia	0.9830	0.0016	D B O	0.9691	0.0009						
		48.3332			19.4445			12.7148					
		48.3332			67.7778			80.4927					
Enero 1988	Eigenvalor %Var. Acum.	D B O	0.9451	0.0000	D Q O	0.7460	0.0115	Profundidad	0.6294	0.0000	Alc. fen.	0.3410	0.0017
		Temperatura	0.9762	0.0190	Amonio	0.9022	0.0069	Alc. fen.	0.9318	0.0006	Temperatura	0.7575	0.0120
					Salinidad	0.9676	0.0102	Temperatura	0.9738	0.0120	Sulfatos	0.9606	0.0086
		35.1717			25.0986			12.6881			9.4379		
		39.1717			64.2703			78.8783			86.3165		
Marzo	Eigenvalor %Var. Acum.	Origeno	0.9025	0.0006	Alc. tot.	0.8001	0.0000	Sulfatos	0.6880	0.0000			
		Temperatura	0.9643	0.0283	D Q O	0.9401	0.0000	Amonio	0.9265	0.0000			
		Profundidad	0.9812	0.0586	D B O	0.9832	0.0000	Temperatura	0.9906	0.0001			
		46.7490			22.2353			14.6876					
		46.7490			68.9843			83.6720					
Mayo	Eigenvalor %Var. Acum.	Alc. tot.	0.7847	0.0062	Amonio	0.6336	0.0001	D Q O	0.6982	0.0010	Transparencia	0.3208	0.0003
		D B O	0.8777	0.0334	Transparencia	0.8108	0.0066	Amonio	0.8145	0.0233	Temperatura	0.6636	0.0003
		Temperatura	0.9330	0.0089	Origeno	0.9623	0.0007	Transparencia	0.9106	0.0018	D B O	0.8766	0.0429
		38.2499			20.6977			16.1826			12.2406		
		38.2499			58.9477			75.1304			87.3710		
Junio	Eigenvalor %Var. Acum.	Profundidad	0.7712	0.0001	Alc. tot.	0.7231	0.0004	D Q O	0.4484	0.0000			
		Transparencia	0.9189	0.0005	Transparencia	0.8578	0.0114	Alc. tot.	0.6537	0.0006			
		Origeno	0.9640	0.0026	D Q O	0.9579	0.0318	Origeno	0.8299	0.0001			
		36.4735			24.0401			13.8608			8.8924		
		36.4735			60.5137			74.3745			83.2669		
Julio	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.8106	0.0002	Alc. fen.	0.8653	0.0016	Sulfatos	0.6476	0.0004	Alc. tot.	0.3885	0.0012
		D B O	0.9673	0.0088	Salinidad	0.9522	0.0030	Alc. tot.	0.7199	0.0005	Temperatura	0.7963	0.0021
		Origeno	0.9646	0.0408	Profundidad	0.9862	0.0083	Temperatura	0.9619	0.0005	Alc. fen.	0.9018	0.0441
		32.7401			26.8015			18.9622			10.4996		
		32.7401			59.5416			78.5038			89.0034		
Agosto	Eigenvalor %Var. Acum.	Temperatura	0.9160	0.0003	Origeno	0.9791	0.0000	Amonio	0.4941	0.0000			
		Alc. tot.	0.9819	0.0015	Transparencia	0.9899	0.0291	D Q O	0.8660	0.0000			
					22.2754			16.8967					
		48.2681			70.5435			87.4402					
Septiembre	Eigenvalor %Var. Acum.	D B O	0.8121	0.0064	D Q O	0.6163	0.0005	Alc. tot.	0.5581	0.0004	Salinidad	0.7310	0.0000
		Alc. tot.	0.9325	0.0189	Alc. fen.	0.8859	0.0046	Salinidad	0.7829	0.0039	Transparencia	0.9631	0.0002
		Profundidad	0.9721	0.0012	Transparencia	0.9663	0.0002	D B O	0.9300	0.0420	Alc. fen.	0.9810	0.0050
		36.7791			27.6957			13.7888			10.8442		
		36.7791			64.4748			78.2637			89.1079		
Octubre	Eigenvalor %Var. Acum.	Temperatura	0.7836	0.0010	Profundidad	0.6720	0.0155	Amonio	0.5737	0.0000			
		Sulfatos	0.9488	0.0007	Origeno	0.9538	0.0039	Alc. fen.	0.8935	0.0002			
		Alc. tot.	0.9742	0.0002	D Q O	0.9770	0.0126	Transparencia	0.9855	0.0001			
		42.8149			28.9637			10.8604					
		42.8149			71.7783			82.6387					
Noviembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Salinidad	0.8128	0.0259	Origeno	0.6894	0.0020	Alc. tot.	0.8023	0.0001			
		Profundidad	0.9421	0.0037	Transparencia	0.8653	0.0041	Temperatura	0.8827	0.0051			
		D B O	0.9708	0.0043	D Q O	0.9318	0.0011	Amonio	0.9384	0.0043			
		37.6050			24.7640			19.5565					
		37.6050			62.3690			81.9256					
Diciembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Salinidad	0.7692	0.0001	D Q O	0.6512	0.0009	Sulfatos	0.6056	0.0017			
		Transparencia	0.9611	0.0010	Amonio	0.8201	0.0086	Origeno	0.8982	0.0000			
		Origeno	0.9820	0.0001	Alc. tot.	0.9198	0.0037	Transparencia	0.9809	0.0028			
		38.5271			26.9871			18.4043					
		38.5271			65.5142			83.9186					

salinidad ($R^2 > 0.73$; N. S. < 0.08) y cadmio ($R^2 > 0.46$; N. S. < 0.04) y; en el componente 4 (ACP-4), el zinc ($R^2 > 0.43$; N. S. < 0.07), plomo ($R^2 > 0.36$; N. S. < 0.03) y temperatura ($R^2 > 0.35$; N. S. < 0.004). La tabla 5, resume los porcentajes de varianza acumulada por componente principal, considerando sólo los primeros 4 ejes de variación, asimismo se presentan las variables más importantes en dicha variación para cada componente y mes analizado en el periodo de estudio.

ABUNDANCIA, DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE LOS ORGANISMOS.

La totalidad de los organismos colectados, ascendió a 327 individuos, de los cuales fueron 150 *Mugil curema*, 26 *Cathorops melanopus* y 151 *Brevoortia patronus*.

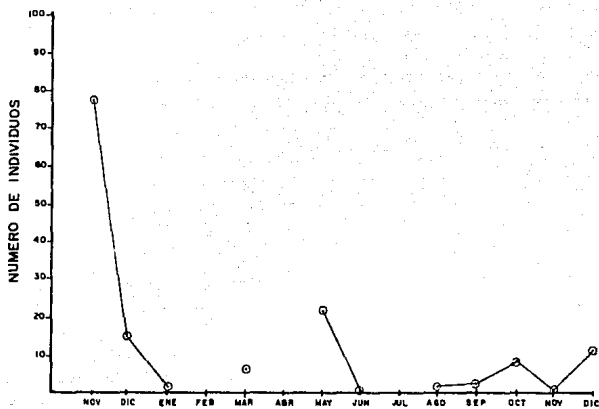
A lo largo de año, *M. curema* y *C. melanopus* presentaron la mayor abundancia (gráfica 17 y 18 respectivamente), distribución y frecuencia (gráfica 20 y 21 respectivamente) en noviembre de 1987 y *B. patronus* la mayor abundancia (gráfica 19) la presentó en agosto de 1987, y la más amplia distribución y frecuencia (gráfica 22) en noviembre de 1987. Con respecto a las estaciones de colecta, *M. curema* y *B. patronus*, presentaron la mayor abundancia, distribución y frecuencia en la estación de muestreo 7, y *C. melanopus* en la estación de muestreo 3 (tabla 6).

CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS ORGANISMOS.

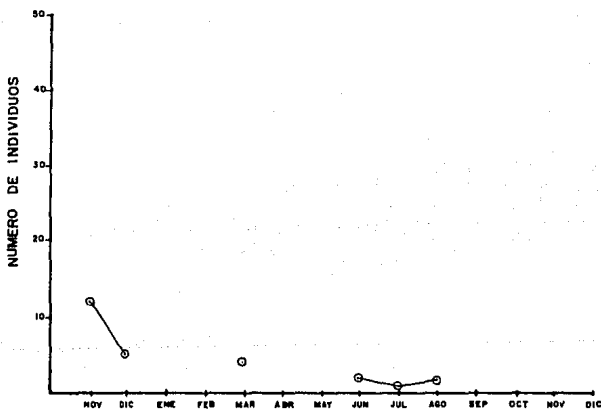
De la totalidad de los organismos se establecieron cualitativamente tres tallas para las especies, cuyos rangos de longitud patrón fueron: para *M. curema*, la talla grande de 19 a 24 cm, la mediana de 14 a 19 cm y la chica de 9 a 14 cm; para *C. melanopus*, la talla grande de 18 a 22 cm, la mediana de 14 a 18 cm y la chica de 10 a 14 cm y; para *B. patronus*, la talla grande de 17 a 22 cm, la mediana de 12 a 17 cm y la chica de 7 a 12 cm.

Tabla 5. Variables físicas, químicas y contaminantes extraídos del modelo de regresión múltiple paso a paso, que contribuyeron en mayor porcentaje a la variación en el análisis de componentes principales (ACP).

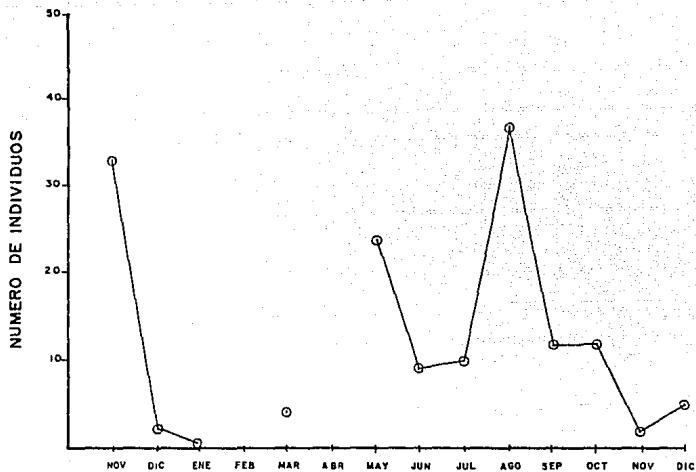
		R ² Coeficiente de determinación				N.S. = Nivel de significancia							
		ACP-1	R ²	N.S.	ACP-2	R ²	N.S.	ACP-3	R ²	N.S.	ACP-4	R ²	N.S.
Diciembre 1987	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9043	0.0140	Cobre	0.7751	0.0008	D B O	0.7102	0.0001			
		Transparencia	0.9003	0.0001	Pioma	0.8929	0.0001	Salinidad	0.9085	0.0006			
Enero 1988	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9045	0.0051	Detergentes	0.6842	0.0011	Zinc	0.6913	0.0001			
		Temp. y Acetil.	0.9659	0.0012	Pioma	0.8897	0.0048	Transparencia	0.8288	0.0018			
Marzo	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.9897	0.0180	Cadmio	0.9429	0.0305	Salinidad	0.9516	0.0041			
		Oxígeno	0.8566	0.0000	Cobre	0.8220	0.0281	Zinc	0.3053	0.0006	Zinc	0.4539	0.0000
Mayo	Eigenvalor %Var. Acum.	Detergentes	0.9617	0.0000	D B O	0.8897	0.0030	Cadmio	0.7169	0.0014	Pioma	0.7617	0.0000
		Temp. y Acetil.	0.9199	0.0000	Gas. y Acetil.	0.9294	0.0039	Temp. y Acetil.	0.9028	0.0017	Detergentes	0.9034	0.0000
Junio	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8091	0.0272	Cadmio	0.8462	0.0000	Transparencia	0.7709	0.0003	Temp. y Acetil.	0.3519	0.0042
		Oxígeno	0.8864	0.0195	Transparencia	0.9200	0.0039	Gas. y Acetil.	0.8293	0.0023	Zinc	0.6990	0.0081
Julio	Eigenvalor %Var. Acum.	Zinc	0.9354	0.0275	Oxígeno	0.9627	0.0034	Oxígeno	0.9666	0.0038	Pioma	0.8677	0.0046
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Agosto	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Septiembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
Octubre	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Noviembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Diciembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
Enero	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Febrero	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Marzo	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
Abril	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Mayo	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Junio	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
Julio	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Agosto	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Septiembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
Octubre	Eigenvalor %Var. Acum.	Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
		Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
Noviembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222
		Transparencia	0.9703	0.0015	Temp. y Acetil.	0.9706	0.0111	Salinidad	0.8022	0.0620	Zinc	0.7771	0.0710
Diciembre	Eigenvalor %Var. Acum.	Temp. y Acetil.	0.8224	0.0055	Cobre	0.8671	0.0003	Cadmio	0.4508	0.0119	Pioma	0.3660	0.0374
		Oxígeno	0.9183	0.0030	Detergentes	0.9529	0.0010	Gas. y Acetil.	0.7426	0.0063	D B O	0.9986	0.0222



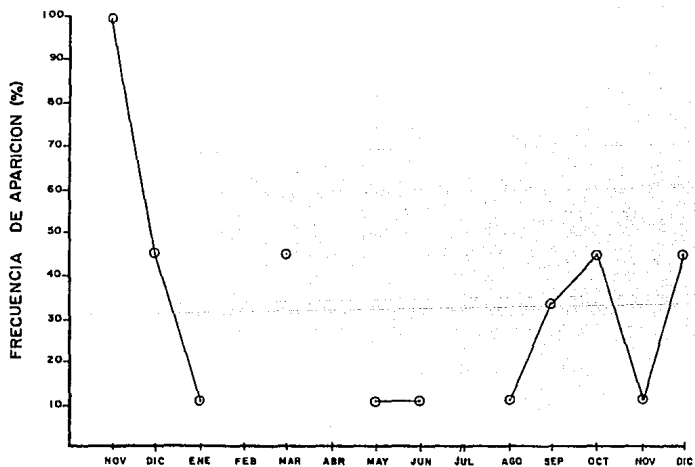
Gráfica 17. Valores de abundancia total de Mujil curema, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



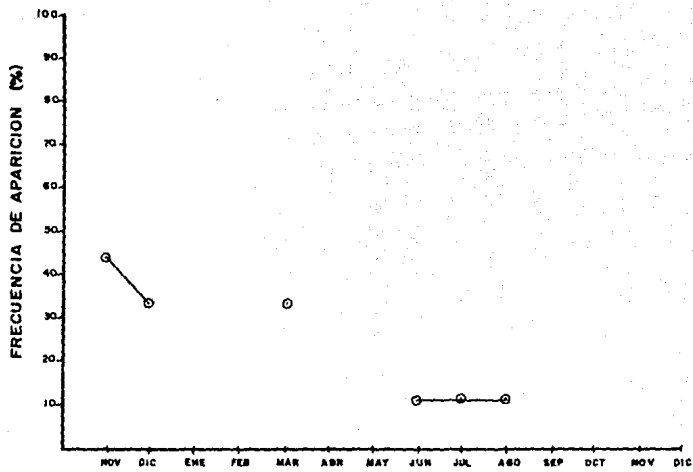
Gráfica 18. Valores de abundancia de Cathorops melanopus, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987 - Diciembre 1988.



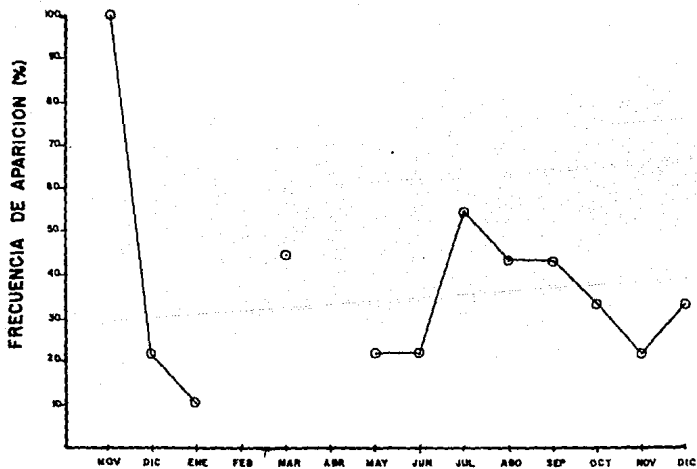
Gráfica 19. Valores de abundancia de Brevoortia patronus a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988.



Gráfica 20. Valores de frecuencia de Mujil curemo a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988.



Gráfica 21. Valores de frecuencia de Calthorops melanopus a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988.



Gráfica 22. Valores de frecuencia de Brevoortia patronus a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988.

Tabla 6. Valores de abundancia y frecuencia de las 3 especies ícticas en los 9 estaciones de muestreo de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987 - Diciembre 1988.

ESTACION MES	Myall curama									Cathorops melanopus									Brevoortia patronus																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ABUND.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ABUND.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ABUND.	FREQ.			
NOVIEMBRE	5	3	1	21	3	20	8	9	7	77	100	1	3	6	2							12	44	1	2	3	5	2	5	9	4	2	33	100		
DICIEMBRE				6		3	5	1		15	44	3						1	1			5	33	1	1									2	22	
ENERO	1										1	11																					1	1	11	
MARZO		1	1				3		2	7	44			2	1					1		4	33			1	1			1	1			4	44	
MAYO						22				22	11																			21	3			24	22	
JUNIO						1					1	11								2			2	11	6	3									9	22
JULIO															1								1	11	1				1	2	2	4			10	55
AGOSTO					2						2	11					2						2	11	3	17	2	15							37	44
SEPTIEMBRE				1	1			1				3	33														1	6	1			4			12	44
OCTUBRE		6				1	1	1				9	44														7						4	1	12	33
NOVIEMBRE									1			1	11																				1	1	2	22
DICIEMBRE				5		3	2	2				12	44														3		1			1			5	33
ABUNDANCIA	6	10	7	30	5	27	42	14	9	150		1	6	9	2	3	1	2	2			26		8	5	26	16	21	7	45	9	4	151			
% FRECUENCIA	17	25	25	33	25	33	58	42	17	92		8	17	25	8	17	8	8	17			50		42	17	50	50	42	17	67	33	25	100			

De los organismos se seleccionaron a 47 de *M. curema*, 20 de *C. melanopus* y 43 de *B. patronus*, para la determinación de la concentración de los metales pesados (Cu, Zn, Cd y Pb) en branquias, gónadas, hígado y músculo para las tres tallas (tabla 7), cabe aclarar que fue considerada la colecta del muestreo piloto (noviembre de 1987), por la abundancia encontrada en éste.

La especie en la que se presentaron los cuatro metales en grandes concentraciones fue *B. patronus*, y en menor cantidad *C. melanopus* y *M. curema*, considerando la suma de las concentraciones de los cuatro órganos por cada uno de los metales (tabla 8).

M. curema, exhibió concentraciones superiores de Cu y Pb en hígado, de Zn en gónadas y de Cd en branquias; las concentraciones inferiores de Cu y Pb en branquias, y de Zn y Cd en músculo (gráfica 23). *C. melanopus*, presentó las máximas concentraciones de Cu y Pb en gónadas, y de Zn y Cd en hígado; las concentraciones mínimas de Cu en branquias, y de Zn, Cd y Pb en músculo (gráfica 24). *B. patronus* mostró mayores concentraciones de Cu, Cd y Pb en el hígado y de Zn en gónadas; las menores concentraciones de Cu, Zn, Cd y Pb se encontraron en el músculo. (gráfica 25).

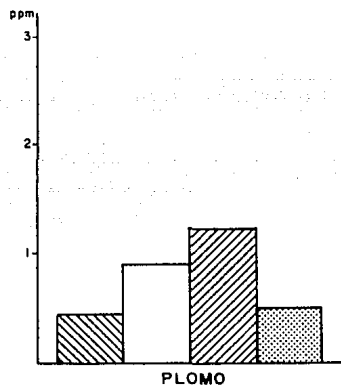
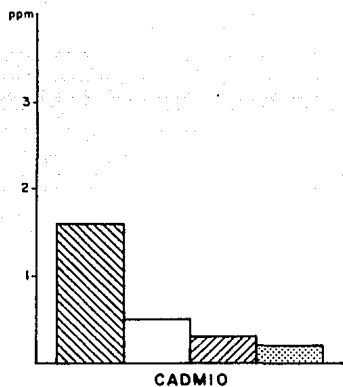
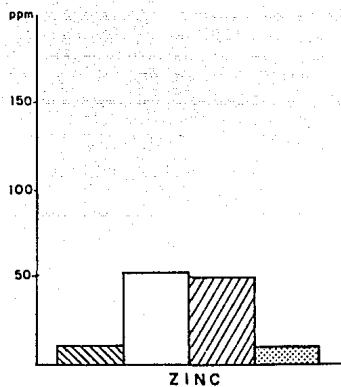
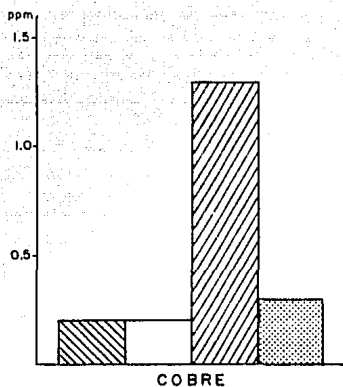
RELACION DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE TALLA CON LA CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS ORGANISMOS.

La longitud patrón y peso eviscerado quedaron incorporados en las categorías de talla establecidas, obteniéndose para *M. curema* mayor concentración de Cu y Zn en la talla grande y de Cd y Pb en la chica (gráfica 26); *C. melanopus* al igual que *B. patronus* presentó la mayor concentración de los cuatro metales en la talla chica (gráfica 27 y 28 respectivamente).

Las concentraciones de los metales pesados en los organismos (tabla 9), generalmente, superaron las concentraciones de metales en el agua (tabla 2), a excepción del Cd para *M. curema* y *C.*

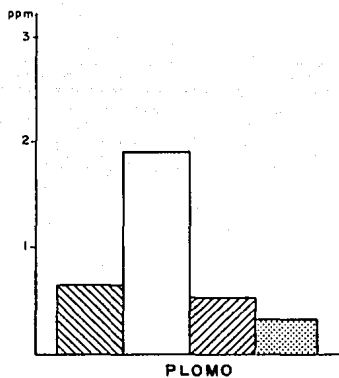
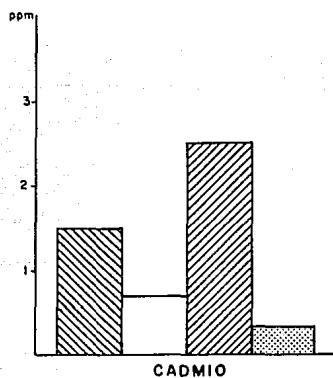
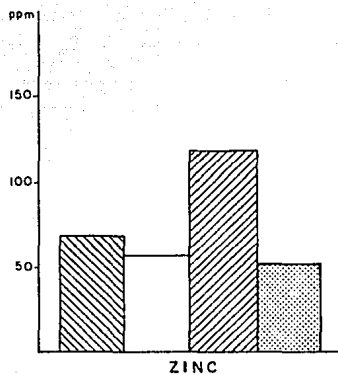
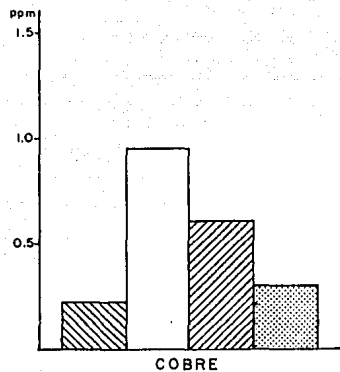
Tabla 8. Valores promedio de los metales pesados en los diferentes órganos de las 3 especies analizadas (mg/Kg peso húmedo) en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987-Diciembre 1988.

		BRANQUIAS	GONADAS	HIGADO	MUSCULO	TOTAL
<u>Mullus curema</u>	COBRE	0.1808	0.2434	1.2733	0.2598	1.9573
	ZINC	11.8294	54.3593	52.2191	8.9212	127.3290
	CADMIO	1.5773	0.4938	0.3463	0.1848	2.6022
	PLOMO	0.4350	0.9355	1.2241	0.4639	3.0585
<u>Cathorops melanopus</u>	COBRE	0.2161	0.9498	0.5909	0.2780	2.0348
	ZINC	67.8693	57.3901	116.3770	51.0278	292.6642
	CADMIO	1.4560	0.6517	2.5227	0.2652	4.8955
	PLOMO	0.6454	1.8898	0.5251	0.2801	3.3404
<u>Brevoortia patronus</u>	COBRE	0.5134	0.6058	1.2614	0.1973	2.5779
	ZINC	129.8520	140.0315	131.1460	17.9571	418.9866
	CADMIO	1.6771	1.1518	3.4515	0.2829	6.5633
	PLOMO	1.3401	1.1836	2.9559	0.2678	5.7474



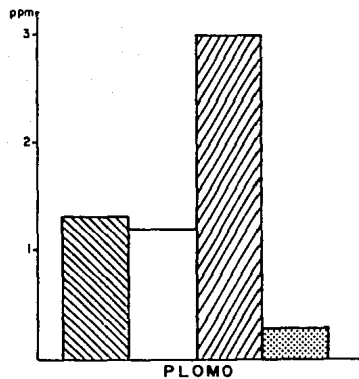
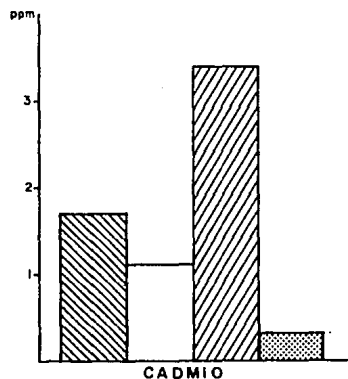
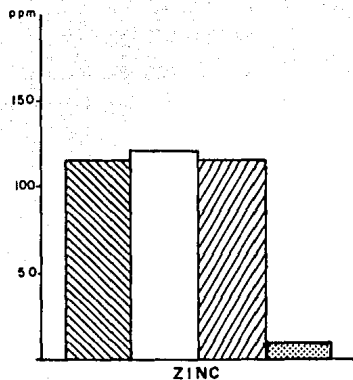
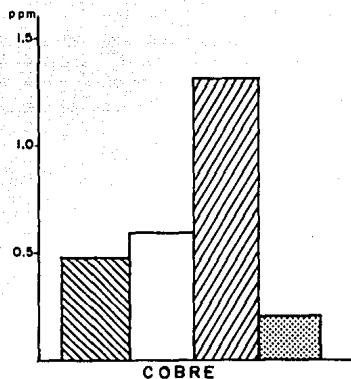
BRANQUIAS
 GONADAS
 HIGADO
 MUSCULO

Gráfica 23. Valores promedio de metales pesados en los tejidos de Mugil curema.



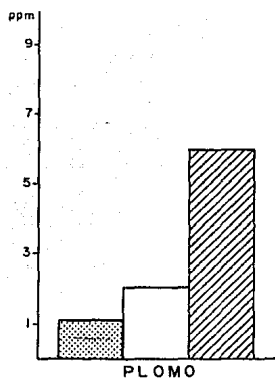
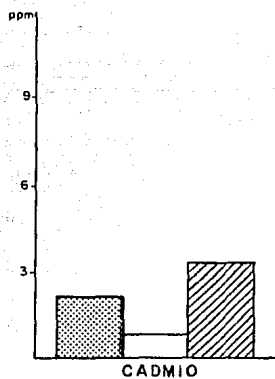
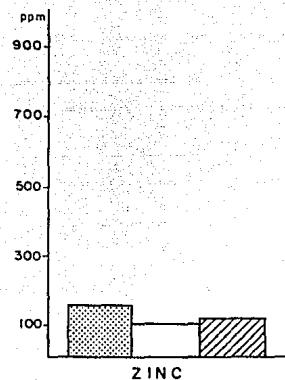
BRANQUIAS
 GONADAS
 HIGADO
 MUSCULO

Gráfica 24. Valores promedio de metales pesados en los tejidos de *Calthorops melanopus*.



BRANQUIAS
 GONADAS
 HIGADO
 MUSCULO

Gráfica 25. Valores promedio de metales pesados en los tejidos de Brevoortia patronus

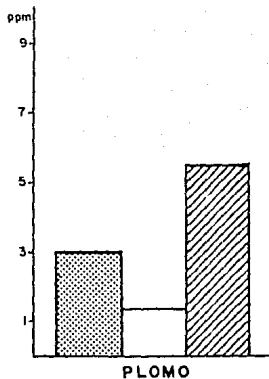
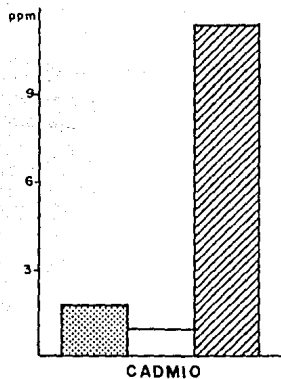
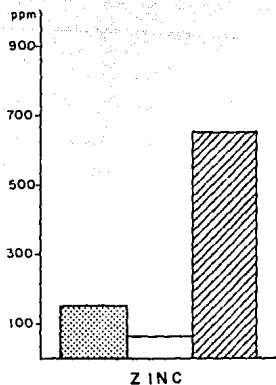
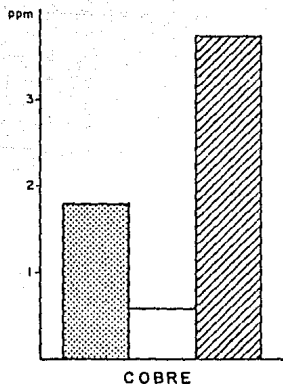


■ TALLA GRANDE

□ TALLA MEDIA

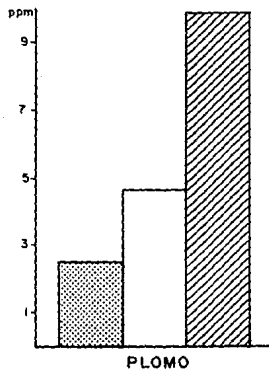
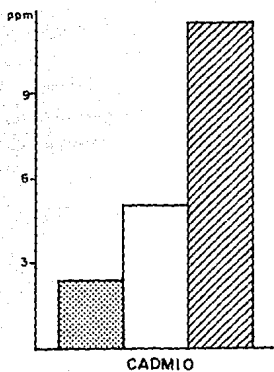
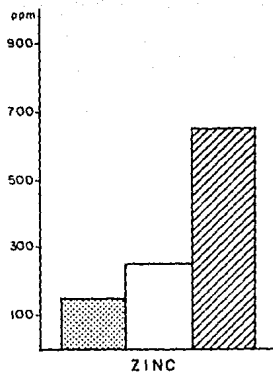
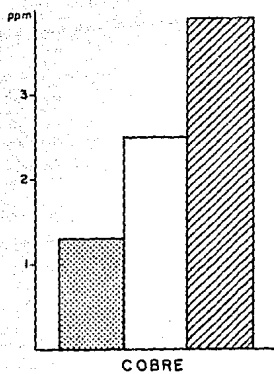
▨ TALLA CHICA

Gráfica 26. Concentración total de metales pesados en los tejidos de Mugil curema



TALLA GRANDE
 TALLA MEDIA
 TALLA CHICA

Gráfica 27. Concentración total de metales pesados en los tejidos de *Cathorops melanopus*.



■ TALLA GRANDE

□ TALLA MEDIA

▨ TALLA CHICA

Gráfico 28. Concentración total de metales pesados en los tejidos de Brevoortia patronus

melanopus en las tallas grande y mediana y el Pb para *M. curema* en la talla grande y para *C. melanopus* en la talla mediana. Cabe aclarar que para comparar las concentraciones de los metales pesados en el agua se obtuvo un promedio anual, siendo para el Cu de 0.0754, Zn de 37.89, Cd de 2.4634 y Pb de 1.95 ppm.

RELACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS CON LOS METALES PESADOS EN EL AGUA.

Debido a que los metales pesados siguieron el mismo patrón de comportamiento fueron utilizados en conjunto para su comparación con los parámetros físicos y químicos.

Mediante análisis de correlación múltiple, se pudo observar que, en general, la relación de los metales fue: inversa con temperatura, oxígeno, DBO, alcalinidad total, amonio y detergentes, y directa con: transparencia, salinidad, DQO, alcalinidad a la fenolftaleína, sulfatos y grasas y aceites; mostrándose correlaciones significativas únicamente en las siguientes relaciones: cobre con temperatura ($r = -0.6632$; N. S. = 0.0366), cadmio con temperatura ($r = -0.6295$; N. S. = 0.0511) y plomo con salinidad ($r = 0.6853$; N. S. = 0.0287) (tabla 10).

RELACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS CON LA ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS.

Mediante correlaciones resultó que la abundancia de *M. curema*, presentó relación directa con: temperatura, salinidad, DBO, DQO, sulfatos, amonio, detergentes, grasas y aceites; e inversa con transparencia y oxígeno; teniéndose una relación significativa sólo con sulfatos ($r = 0.7547$; N. S. = 0.0116) (tabla 10).

La abundancia de *C. melanopus*, se relacionó directamente con: temperatura, salinidad, oxígeno, DQO, sulfatos, amonio y grasas y aceites, e inversamente con transparencia, DBO y detergentes; no

Tabla 9. Valores promedio de longitud patrón (cm), peso eviscerado (g) y metales pesados (mg/Kg peso húmedo) acumulados en los tejidos de las 3 especies por categorías de talla, de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987- Diciembre 1988.

		TALLA GRANDE				TALLA MEDIA				TALLA CHICA			
		Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb	Cu	Zn	Cd	Pb
Mugil curama	BRANQUIAS	0.3471	17.4539	0.3592	0.1789	0.1992	9.7754	0.3873	0.2157	0.0362	8.2593	3.9855	0.9105
	GONADAS	0.4330	83.2756	0.9148	0.5165	0.2009	75.5389	0.2093	1.1312	0.0964	4.2635	0.3571	1.1589
	HIGADO	1.0177	39.4152	0.7034	0.3963	0.9616	29.8609	0.3356	0.4534	1.8407	87.3814	N.D.	2.8226
	MUSCULO	0.6108	9.6204	0.4149	0.0715	0.0750	11.3320	0.1396	0.1645	0.0936	5.8114	N.D.	1.1557
	TOTAL	2.4086	149.7647	2.3923	1.1632	1.3917	126.5072	1.0720	1.9648	2.0669	105.7156	4.3425	6.0477
	LONG. PATRON		21.3700				17.6000				13.6300		
	PESO EVIC.		180.0000				109.6000				36.2000		
Caimoceros melanopus	BRANQUIAS	0.1353	15.9212	0.4015	0.3039	0.1735	45.8401	N.D.	0.5588	0.3396	141.8467	3.9665	1.0135
	GONADAS	1.2190	99.0620	1.2200	2.2390	N.D.	0.1363	N.D.	N.D.	1.6304	73.9722	0.7352	3.4306
	HIGADO	0.1941	27.1464	0.1746	0.2108	0.2509	11.0946	0.6972	0.5321	1.3877	518.8900	0.6964	0.8325
	MUSCULO	0.2409	19.5967	0.1514	0.2402	0.1980	2.9008	0.6444	0.2769	0.3951	130.5860	N.D.	0.3233
	TOTAL	1.7893	160.7263	1.9475	3.0539	0.6224	59.9718	1.3414	1.3678	3.6928	657.2946	11.5981	5.5998
	LONG. PATRON		21.5000				17.4500				12.1000		
	PESO EVIC.		126.9000				79.0800				25.5000		
Brevoortia patronus	BRANQUIAS	0.0666	1.8171	0.4087	0.1731	0.3237	46.4023	0.4903	0.5511	1.1500	341.3367	4.1325	3.2961
	GONADAS	0.3208	128.0300	0.5034	0.3877	1.2073	162.1124	2.0225	2.3480	0.2895	129.9522	0.9296	0.8152
	HIGADO	0.5332	14.2670	1.7347	1.7910	0.8796	29.6871	2.3698	1.5427	2.3715	349.4839	6.2500	5.5340
	MUSCULO	0.3562	4.8718	0.0833	0.2447	0.1289	17.5826	0.2669	0.2872	0.1069	31.4170	0.4986	0.2716
	TOTAL	1.2768	148.9859	2.7301	2.5965	2.5395	256.7844	5.1495	4.7290	3.9179	852.1898	11.8107	9.9169
	LONG. PATRON		18.3000				14.4000				8.7000		
	PESO EVIC.		79.5000				63.9000				15.8000		

Tabla 10. Análisis de correlación múltiple entre parámetros físicos, químicos, contaminantes y abundancia de las especies ícticas, señalando el coeficiente de correlación (R) y el nivel de significancia (N.S.),

TRANSPARENCIA

-0.4260																		
0.2196	TEMPERATURA																	
0.1297	-0.4723																	
0.7210	0.1861	SALINIDAD																
0.3204	0.1719	-0.3747																
0.3669	0.6350	0.2863	OXIGENO															
0.0315	0.1019	-0.3832	0.7287															
0.9313	0.7796	0.2676	0.0185	D B O														
0.0373	0.1515	0.6442	0.8385	-0.3879														
0.9186	0.6762	0.0444	0.1099	0.2680	D Q O													
0.2023	0.2691	-0.3234	0.0610	-0.0213	0.0034													
0.5751	0.4838	0.3621	0.8671	0.9531	0.9925	ALC. TOTAL												
-0.0014	0.1931	0.3880	-0.3806	-0.3148	0.7519	0.4421												
0.9969	0.5929	0.2665	0.2908	0.2308	0.0121	0.2006	ALC. FENOLF.											
0.1221	0.2518	0.4176	-0.1894	-0.4049	0.4826	0.2559	0.2996											
0.7368	0.4829	0.2298	0.5807	0.2458	0.1567	0.4754	0.4003	AMONIO										
-0.2477	-0.0675	0.6677	-0.1262	-0.2512	0.2999	-0.0780	0.3090	0.3735										
0.4902	0.8101	0.0349	0.7283	0.4823	0.3999	0.8304	0.3604	0.2877	SULFATOS									
0.0011	0.3423	-0.6169	0.1828	0.2216	-0.2523	0.8788	0.1472	-0.0709	-0.2092									
0.9977	0.3329	0.0574	0.6133	0.5364	0.4920	0.0006	0.6849	0.8460	0.5618	DETERGENTES								
-0.2460	0.2498	0.1919	-0.2930	-0.3705	0.3000	0.1334	0.7123	0.1257	0.4241	0.0259								
0.4923	0.4664	0.5963	0.4113	0.2919	0.2788	0.7133	0.0208	0.7992	0.2220	0.9434	GRASAS y ACEITES							
0.5581	-0.6632	0.4837	-0.4746	-0.1839	0.3513	-0.2321	0.3195	-0.0897	-0.4014	0.1479								
0.0936	0.0966	0.1567	0.1657	0.6712	0.3196	0.5187	0.3681	0.4708	0.8053	0.2503	COBRE							
0.5934	-0.3906	0.3633	-0.2930	0.1287	0.3195	-0.1610	0.3500	-0.2681	0.0354	-0.3071	0.3520	0.8292						
0.0706	0.3205	0.5021	0.4118	0.7231	0.3682	0.6569	0.3214	0.4539	0.9226	0.3186	0.0030	Z I N C						
0.2635	-0.6295	0.8322	-0.2998	-0.0821	-0.0068	-0.3569	0.0287	-0.2228	0.5897	-0.3987	0.2646	0.5436	0.5986					
0.4819	0.0511	0.0979	0.4008	0.8215	0.9851	0.3115	0.8373	0.5371	0.0728	0.2447	0.4257	0.1043	0.0686	CADMIO				
0.1779	-0.5612	0.6853	-0.2345	-0.1154	0.2271	-0.4000	0.2825	-0.1957	0.5620	-0.5471	0.4568	0.6747	0.7278	0.9031				
0.8229	0.0964	0.0287	0.5143	0.7508	0.5280	0.2518	0.4291	0.5879	0.0909	0.1017	0.1844	0.0323	0.0170	0.0003	PLOMO			
-0.2270	0.0966	0.5217	-0.0062	0.0017	0.4689	0.1479	0.3229	0.5383	0.7547	0.0791	0.0527	-0.1932	-0.1369	0.2009	0.1554			
0.5282	0.7907	0.1220	0.8646	0.9963	0.1717	0.6836	0.3929	0.1084	0.0116	0.8280	0.8851	0.5926	0.7061	0.5779	0.6682	ABUN. M. curema		
-0.0124	0.3393	0.1349	0.0613	-0.0604	0.2896	-0.1344	0.4628	0.0827	0.0717	-0.3683	0.5534	0.1943	0.4713	0.0465	0.3629	0.2116		
0.8730	0.3375	0.7115	0.8235	0.8680	0.4170	0.7113	0.1886	0.8204	0.8440	0.2950	0.0970	0.5907	0.1691	0.8986	0.3229	0.5572	ABUN. C. melanosus	
-0.3162	0.6713	-0.3036	0.1447	-0.0440	0.2174	0.0274	0.0403	0.3481	-0.1821	0.1279	-0.1723	0.3851	-0.4920	-0.4920	-0.5215	0.2410	0.0203	
0.3769	0.0356	0.3947	0.8891	0.9040	0.5463	0.9402	0.9120	0.3272	0.8545	0.1779	0.6840	0.2746	0.2772	0.1487	0.1221	0.3024	0.9556	ABUN. B. petrosus

0.2345 Coeficiente de correlación
0.4567 Nivel de significancia

mostrándose alguna correlación con valores significativos (tabla 10).

La abundancia de *B. patronus*, mostró relación directa con: temperatura, DQO, amonio y detergentes, e inversa con: transparencia, salinidad, oxígeno, DBO, sulfatos y grasas y aceites; presentándose una relación significativa únicamente con la temperatura ($r = 0.6713$; N. S. = 0.0336) (tabla 10).

RELACION DE METALES PESADOS EN EL AGUA CON LA ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS.

También, mediante un análisis de correlación se obtuvo que la relación mostrada de la abundancia de los organismos con los metales pesados fue: para *M. curema* inversa con Cu y Zn y directa con Cd y Pb; para *C. melanopus* directa con Cu, Zn, Cd y Pb y *B. patronus* inversa con Zn, Cd y Pb y directa con Cu. Tales relaciones no son válidas estadísticamente, por tener índices de correlación y niveles de significancia no aceptables ($R < 0.52$; n. s. > 0.1221) (tabla 10).

DISCUSION DE RESULTADOS

El comportamiento de los parámetros físicos y químicos en sistemas lagunares depende en su mayor parte de las variaciones físicas, climáticas, topográficas, biológicas y químicas (Kennish, 1986; Aston, 1980). Por ello, en la Laguna de Pueblo Viejo, aunque estadísticamente los datos de parámetros físicos y químicos no muestren diferencias significativas tanto vertical como horizontalmente, determinadas mediante el análisis individual, no se considera esta situación definitiva, ya que observaciones en campo y exploración de gráficos presentan ciertos rasgos en su comportamiento que hacen pensar en la existencia de diferencias sobresalientes entre las estaciones de muestreo para algunos parámetros, los cuales serán tomados en cuenta durante la discusión.

A continuación se analizarán cada uno de los parámetros físicos, químicos y contaminantes, haciendo la aclaración de que los resultados obtenidos sólo son válidos en un contexto exploratorio y no inferencial definitivo para su tiempo y espacio, teniéndose lo siguiente:

La profundidad del sistema, no rebasó los 150 cm, por ello se le puede clasificar como una laguna somera (Colombo, 1977); cuyo valor más alto registrado en agosto -mes en el que por darse una breve sequía se esperaba fuera menor- podría atribuirse al abundante aporte fluvial y pluvial, el cual fue incrementado por fuertes fenómenos meteorológicos ("Huracán Gilberto"), presentados en ese mes, mismos que igualmente afectaron la transparencia del sistema al aumentar la cantidad de materiales en suspensión, transportados por los afluentes dulceacuícolas, remoción de sedimentos, etc. La máxima transparencia aparece en la época de "nortes", lo que sugiere menor cantidad relativa de material suspendido con respecto a la encontrada en la época de lluvias,

dada posiblemente por la disminución de los gastos de corrientes dulceacuícolas. La profundidad y transparencia fueron muy variables a lo largo del ciclo, debido a que están en función de la época del año y de los fenómenos meteorológicos.

El comportamiento de la temperatura del agua en la Laguna de Pueblo Viejo, fue similar al encontrado por Sauza (1982) para la misma localidad, lo cual parece indicar que éste es un factor que pudo haber presentado cierta uniformidad a través de los años, pero gran variación a lo largo de ellos, debido a que es un sistema de poca profundidad, sujeto a efectos interactivos de las descargas de ríos, influjo mareal y condiciones meteorológicas; además, según el mismo autor, la laguna por su corta extensión y baja profundidad no puede amortiguar los cambios en la temperatura del agua. En ambos trabajos se registró el máximo valor en el mes de agosto; se cree, que la alta temperatura fue provocada por la breve sequía que que se suscita en este mes, la cual implicó un incremento excesivo en la temperatura ambiental. El valor mínimo registrado en enero fue producto de la época de "nortes", los cuales por originarse en el polo son fríos, provocando por lo tanto un descenso en la temperatura (Contreras, 1985).

La salinidad es el factor que mayor variación presentó en la laguna, con respecto a los demás parámetros, de ahí que la tendencia seguida, en este trabajo, fue completamente diferente a la reportada por Sauza (1982), para la misma localidad, ya que obtiene su valor máximo en septiembre, mes en que para el presente trabajo se registra el valor mínimo; tal comportamiento se podría atribuir al gran aporte dulceacuícola que llevaron consigo fenómenos meteorológicos de gran intensidad (entre ellos el "Huracán Gilberto", ocurrido en agosto de 1988). Por otro lado, las máximas salinidades se podrían explicar, porque se presentaron en la época de secas, donde los gastos de corrientes dulceacuícolas son mínimas y el porcentaje de evaporación de agua es mayor. Como se puede ver, el patrón seguido por la salinidad, a

través del año, se debió probablemente a las variaciones estacionales de precipitación y escurrimiento, a la intensidad de los fenómenos meteorológicos ocurridos (anuales) y a las propiciadas por mareas y evaporación (diurnas). De acuerdo al rango de salinidad registrado para el ciclo anual (0.7-23.25 o/oo), la laguna se determinó, según la clasificación de Reid y Wood (1976), de carácter mixo-oligohalina a mixo-polihalina.

La influencia de la intrusión salina en el Río Pánuco, que se considera existe todavía 20 km aguas arriba (INTUAL, 1973), es la que provoca los cambios en salinidad del sistema, por ello se supone la presencia de un gradiente horizontal en el interior de la laguna con un descenso en salinidad conforme al alejamiento de la boca lagunar; sin embargo, por la fuerte influencia meteorológica, este comportamiento se observó sólo en los meses de diciembre (1987), septiembre y noviembre (1988) (tabla 1), lo cual podría indicar que el caudal del Río Pánuco, afectado por estos fenómenos, fue el que determinó mayormente la variación de la salinidad en la laguna, aunque otras corrientes influyen en las características salinas como son los ríos La Tapada, Pedernales, La Cuásima, La Puerca y Tamacuil; y en menor grado el Río Tamesí y el Estero La Llave, los cuales sólo son importantes en la época de lluvias (INTUAL, 1973; Sauza, 1982).

A elevadas temperaturas, la tasa de evaporación aumenta al igual que la salinidad, existiendo por lo tanto una relación directa entre ambos parámetros (Contreras, 1980). En la laguna no se manifestó tal relación, probablemente por la importancia del comportamiento hidrológico (propio de lagunas), estando por un lado la acción de corrientes y mareas, y por otro, la marcada influencia de los afluentes cuyo volumen cambia considerablemente por los fenómenos meteorológicos. También, es importante el ciclo mareal, tanto estacional como diurno, en donde la velocidad de las corrientes de dichos ciclos es significativamente elevada durante las "mareas vivas" (estacionalmente) y las vespertinas

(diurnamente). El hecho de una falta de consistencia en la relación temperatura-salinidad, a manera de causa y efecto, es uno de los factores que nos hacen pensar que las condiciones ambientales, dada por diferentes parámetros, son altamente heterogéneas.

La variación que mostró el oxígeno, a lo largo del año, se podría atribuir, principalmente, a la sensibilidad de este parámetro a los cambios en el ambiente, los cuales, son muy marcados en la laguna. Así, el promedio de oxígeno más bajo encontrado en la laguna en el mes de julio, podría ser explicado por las condiciones prevalecientes durante el muestreo, como la ausencia de vientos y obviamente de mezcla o turbulencia, y el gran aporte de materia orgánica de los ríos. El promedio más alto obtenido en septiembre se atribuye a la fuerte acción de los vientos suscitados en el mes, así como a los movimientos bruscos del agua causados por los fenómenos meteorológicos y mareas. La fluctuación que se observa en los últimos meses del año ocurre probablemente por la irregularidad de los ciclones y los "nortes". El patrón mostrado por el oxígeno, tuvo poca relación con el de la temperatura, la cual debiera observarse de forma inversa, ya que una elevación en temperatura se debe corresponder con un descenso en la solubilidad de oxígeno en aguas estuarinas. Tal tendencia no ocurrió, probablemente porque la cantidad absoluta también es regulada por la salinidad, presión parcial, actividad biológica y mezcla por turbulencia y viento (Kennish, 1986), por cuyos efectos pudieran explicarse tales resultados.

El descenso en la concentración de oxígeno disuelto en aguas estuarinas, puede ser indicador del grado de alteración y/o contaminación; como resultado de lo anterior, puede impedir el desarrollo normal de la biota. La causa principal de la desoxigenación es la presencia de sustancias que en conjunto se denominan residuos con requerimientos de oxígeno para su descomposición (Stoker y Seager, 1981), que pueden ser evaluados

por la DBO y la DQO.

El comportamiento anual de la DBO estuvo sujeto a las variaciones del material orgánico aportado a la laguna por las corrientes dulceacuícolas, determinadas por las variaciones estacionales y fenómenos meteorológicos suscitados. En el sistema, la DBO mostró valores más elevados en la época de lluvias, justificándose ésto por el gran aporte de material orgánico transportado en los afluentes, más marcado en esta época; también, no hay que olvidar que los ciclones y huracanes tienen el mismo efecto a este respecto, aunque éstos se presenten con irregularidad. Por otra parte, el promedio mínimo, ocurrido en el mes de julio, no debe ser considerado, debido a que en este mes existieron errores en su determinación, obteniéndose un sólo valor, que no fue representativo para todo el sistema.

El comportamiento de la demanda química de oxígeno, -que corresponde a una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen orgánico o mineral (Rodier, 1981)- probablemente estuvo sujeto a las variaciones estacionales de precipitación y escurrimiento, ya que en la laguna cuando éstos eran mínimos o nulos, la DQO era mayor, y cuando el volumen del agua aumentaba, la DQO disminuía, posiblemente por la dilución de material químicamente oxidable. Los valores de DQO, fueron elevados si se comparan con los valores reportados por INTUAL en 1973, cuyo valor máximo fue de 113 ppm y el promedio mínimo obtenido en el presente estudio fue de 217.1 ppm; de este modo, se observa como el desarrollo industrial y el crecimiento acelerado de la región ha influido en el deterioro de las aguas, generado por la gran cantidad de desechos vertidos sin previo tratamiento al Río Pánuco y lagunas adyacentes.

El comportamiento encontrado, a lo largo del año, en la alcalinidad, pudo estar determinado, principalmente, por la variación del aporte dulceacuícola, ya que su gran influencia sobre

la laguna, puede provocar cambios en el pH y por lo tanto en la distribución de las formas químicas que actúan como sistema buffer ($\text{CO}_3^{=}$, HCO_3^- , H_2CO_3); también no hay que olvidar la participación de la actividad biológica (fotosíntesis y respiración) ocurrida dentro del sistema lagunar, así como las variaciones producidas por influjo mareal. En aguas naturales la alcalinidad total se deberá, principalmente, a los iones $\text{CO}_3^{=}$ (carbonatos), HCO_3^- (bicarbonatos), H_2BO_3^- (boratos) y OH^- (hidróxidos). Los OH^- pueden ser eliminados en pH de 5.3 a 8.7 y los H_2BO_3^- solamente a pH de 7.3, el cual es muy raro encontrar (Strickland y Parsons, 1977). Por otra parte si la alcalinidad a la fenolftaleína es menor a la mitad de la alcalinidad total, entonces, ésta se deberá a la presencia de carbonatos y bicarbonatos y no a la de hidróxidos (Rodier, 1981). Como se puede observar en el apéndice 3, en la laguna, la alcalinidad a la fenolftaleína alcanzó valores en su mayoría por debajo de la mitad de la alcalinidad total, lo cual señala ausencia de hidróxidos, y además predominio general de bicarbonatos. Si se toma en cuenta que con pH de 7.5 a 8.4 los bicarbonatos dominan (Kennish, 1986), entonces podría inferirse que la Laguna de Pueblo Viejo se encuentra en éste rango de pH, el cual es muy similar al reportado por Contreras en 1983 para el mismo sistema, de 7.4 a 8.7 (Contreras, 1985). Sin embargo, su rango puede oscilar de 6 a 8 dependiendo de la época del año (escurrimiento, principalmente), siendo posible este rango en octubre (144 ppm de alcalinidad debida a bicarbonatos).

Con respecto al amonio, su variación a través del año, podría atribuirse a la materia orgánica aportada por los desechos metabólicos de los organismos dentro de sistemas naturales y a la aportada en los influjos de agua. Si se considera que entre las formas más importantes de nitrógeno en estuarios están: nitritos, nitratos y amonio (Aston, 1980) y que en concentraciones elevadas de oxígeno predominan las formas oxidadas del nitrógeno (Reid y Wood, 1976), pueden explicarse las concentraciones relativamente pequeñas de amonio presentes en el sistema lagunar, que

posiblemente fueron menores con respecto a las formas oxidadas del nitrógeno, dadas las concentraciones de oxígeno que se obtuvieron y la relación inversa que en general presentó el amonio con el oxígeno, aunque tal relación no se haya manifestado significativamente (tabla 10).

Aún cuando estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los valores de superficie y fondo para la mayoría de los parámetros físicos y químicos, con respecto a amonio, cabe hacer notar que gran parte de los valores de fondo superaron a los de superficie, debido a las condiciones reductoras prevalecientes en el fondo de los sistemas acuáticos. También es importante mencionar que la boca de la laguna, a lo largo del ciclo anual, mostró mayor concentración de amonio en la superficie debido a que esta área está mayormente influida por los desechos de la población circundante, donde posiblemente, por la gran velocidad de las corrientes del agua, los compuestos de amonio vertidos quedan disponibles principalmente en la columna de agua.

Los sulfatos están ampliamente distribuidos en los sistemas naturales y son relativamente abundantes en aguas duras (Olafson, 1980). La gran variabilidad en las concentraciones de sulfatos, encontradas en la laguna, a lo largo del año, se debe posiblemente a la mezcla variable de agua dulce y salada, propia de estos sistemas costeros, y a la gran influencia que tiene sobre ésta las condiciones ambientales que predominaron durante el ciclo anual provocando, según Colombo (1977), diferentes proporciones iónicas y por lo tanto fluctuaciones considerables en la composición química del agua lagunar.

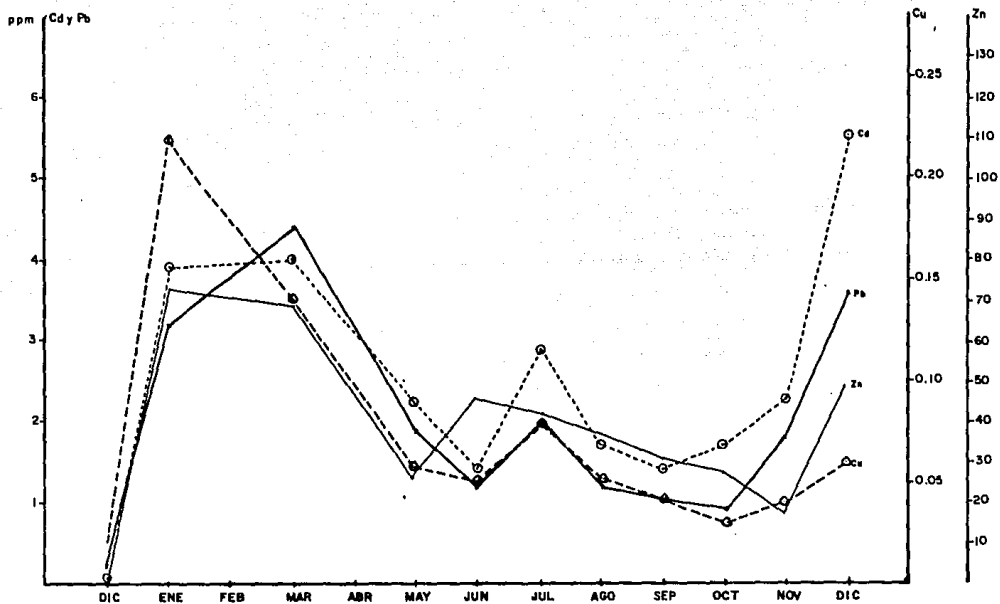
CONTAMINANTES EN EL AGUA.

Los detergentes son elementos contaminantes de gran impacto ambiental -debido a su lenta biodegradación- que actualmente causan mayor preocupación por las grandes cantidades que se consumen y que en aguas negras, de origen doméstico e industrial, son vertidos a los sistemas acuáticos (Díaz, 1976). Se cree, que en el sistema las cantidades de detergentes encontradas provienen, considerablemente, del Río Pánuco (principal tributario que soporta la descarga de grandes cantidades de aguas negras), ya que, cuando su aporte fue mayor, en la época de lluvias, la cantidad se incrementó, y cuando fue menor, en la época de secas, la cantidad disminuyó, lo cual podría indicar que la variación anual de los detergentes está en función de las condiciones hidrodinámicas de la laguna (lluvia, velocidad y fuerza del viento, corrientes, etc.). Entre los efectos posibles que provocan los detergentes, está el abatimiento del oxígeno disuelto y el aumento en la DBO (Martínez, *et al.*, 1977). En el sistema los detergentes mostraron una relación directa con el oxígeno ($r = 0.1828$; N. S. = 0.6133) y directa con la DBO ($r = 0.2216$; N. S. = 0.5384), aunque no hayan sido estadísticamente significativas. No obstante, la relación directa encontrada con la DBO fue la esperada, ya que es de suponerse que los detergentes, consumen oxígeno (aumento de DBO) al ser biodegradados aunque sea difícil y lento este proceso (Díaz, 1976). Con respecto a la relación del oxígeno con los detergentes, se esperaba fuera inversa por lo anteriormente expuesto, sin embargo, esto no sucedió debido, probablemente, a la gran capacidad de recuperación que parece tener la laguna en cuanto a oxígeno se refiere, debido a la dinámica hidrológica inestable que ocurre en ciclos cortos de tiempo.

Las grasas y aceites, a lo largo del año, no mostraron un comportamiento definido, quizá, porque se encuentran sujetas a una dispersión tanto horizontal como vertical, por el efecto del viento y mezcla continua al que está sometida la laguna, ya que el viento podría arrastrar las grasas y aceites a las orillas, y la mezcla,

según Castellanos (1979), emulsiona las grasas y aceites flotantes, causando mayor concentración a través de la columna de agua que en la superficie. Son diversos los problemas ocasionados por las grasas y aceites, debido a su baja solubilidad y a su tendencia a formar partículas muy finas que crean una capa superficial en el sistema acuático, interfiriendo ésta en la transferencia del oxígeno atmosférico, la cual es indispensable para la autopurificación de los cuerpos de agua (SARH, 1976); en el caso de la Laguna de Pueblo Viejo, cerca de la cual se encuentra afectado el Río Pánuco, principalmente por descarga de aguas residuales y manchas visibles de grasas y aceites aportados en su mayoría por la Refinería de PEMEX (CIFSA, 1974; INTUAL, 1973), aún no se encuentra visiblemente afectada por estos contaminantes como el Río Pánuco, ya que no se observaron películas de aceite en la superficie del agua que pudiera interferir en el intercambio gaseoso.

Con respecto a los metales pesados, los principales contribuyentes a la contaminación de este tipo son los procesos industriales relacionados con la obtención del papel, productos químicos, plásticos, fertilizantes y cemento (Botello y Villanueva, 1988). A lo largo del Río Pánuco son vertidos una gran cantidad de desechos de este tipo, y en el área las industrias aledañas a la Laguna de Pueblo Viejo, que destacan son: QUIMICA DEL MAR, S.A. y la Refinería de PEMEX en Ciudad Madero, además en la Cuenca Baja del Río Pánuco, también es aportada una gran cantidad de desechos urbanos (INTUAL, 1973). Tomando esto en cuenta y considerando que el Río Pánuco tiene fuerte influencia sobre la laguna, se explica en cierta forma las altas concentraciones de metales pesados en el agua (tabla 2), comparados con los obtenidos por INTUAL en 1973 ($Pb = 0.009$ ppm y $Zn = 0.03$ ppm) para la misma laguna. El comportamiento de los cuatro metales (gráfica 29), fue similar, encontrándose que los promedios mínimos ocurrieron en diciembre de 1987, los cuales al estar muy por debajo de los demás promedios, hacen suponer la existencia de errores en la técnica de



Gráfica 29. Comportamiento comparativo del cobre, zinc, cadmio y plomo en el agua de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. durante el período Diciembre 1987-Diciembre 1988.

determinación en este mes. En cuanto a su variación a lo largo del año, se cree que estuvo en función de la climatología del lugar y de los fenómenos meteorológicos que sucedieron, ya que un decremento en el aporte de agua a la laguna, se correspondió con un decremento en la concentración de los metales; el incremento notable que ocurrió en la época de "nortes" se debió posiblemente a los fuertes vientos, que provocaron la remoción del sedimento y consecuentemente mayor disposición de los metales pesados en la columna de agua; también es importante considerar que el viento podría arrastrar los metales que se encuentran en los polvos generados en las chimeneas de CEMENTOS ANAHUAC DEL GOLFO, localizada, en las proximidades, al Norte del sistema; probablemente, a eso se deba el haber obtenido más cadmio y plomo, en esta época, en la laguna, ya que estos elementos son desechados en la producción de cemento (Mandelli, 1977). El comportamiento, depende además de los procesos de especiación de los metales pesados en el agua, ya sea que se encuentren en forma disuelta, coloidal o adheridos a material en suspensión, como materia orgánica, y en formas químicas variadas, según las características físicas y químicas predominantes en el sistema (Villanueva, 1987).

Aunque entre estaciones no se manifestaron diferencias significativas estadísticamente, la gran fluctuación que mostraron los parámetros físicos, químicos y contaminantes, con respecto a los valores máximos y mínimos, podría explicarse por la amplia variabilidad ambiental que se presenta en los sistemas costeros y en particular la Laguna de Pueblo Viejo que muestra una hidrodinámica fluctuante en ciclos muy cortos de tiempo.

La trama inconmesurable de relaciones que se establecen dentro de un ecosistema, en el que participan una gran variedad de seres vivos, así como la multitud de factores abióticos, brindan una clara imagen de que los problemas ecológicos son inherentemente multivariados (Zavala, 1986), de ahí la importancia de la aplicación de un análisis estadístico de este tipo, realizado

en el presente estudio.

De los Análisis de Componentes Principales (ACP) realizados, los componentes extraídos que acumularon hasta el 80% de la varianza, fueron los primeros tres o cuatro, y los sucesivos componentes acumularon la varianza restante; no obstante a la acumulación en los primeros ejes, la distribución de la varianza en los restantes, nos hace pensar que las matrices de datos presentan tendencia hacia una alta heterogeneidad, es decir, que la laguna presentó un comportamiento difícil de ordenar en cuanto a los parámetros determinados, analizados simultáneamente. Dicho comportamiento estadístico se ajusta a la realidad, si se toma en cuenta que la totalidad de los autores consideran que las lagunas costeras son altamente cambiantes por naturaleza, además, la Laguna de Pueblo Viejo está influida por uno de los ríos más caudalosos del país, por el mar el cual se encuentra aproximadamente a 11 Km de distancia y por la marcada acción de los fenómenos meteorológicos, que provocan la peculiar hidrodinámica del sistema.

Del modelo de regresión múltiple paso a paso, realizado para definir los parámetros físicos y químicos, de cada componente, se extrajeron aquellos que aparecieron con mayor frecuencia en los tres primeros lugares de importancia en la variación de datos para cada matriz mensual, siendo éstos -la temperatura, oxígeno, DBO y transparencia-, los factores que determinaron el comportamiento heterogéneo de la laguna por acumular la mayor parte de la varianza en el problema; además, también son los factores que tienen influencia directa en la disponibilidad de los metales pesados en la columna de agua, al igual que la salinidad (Alvarez, 1983; Waldichuk, 1985; Kennish, 1986); es por ello, que estas variables en combinación con los contaminantes fueron incluidas en un segundo ACP, analizado para cada mes, cuya aproximación estadística de regresión múltiple paso a paso permitió la identificación de las variables que determinaron la ordenación ambiental en un espacio de menor dimensión, definido por los primeros tres o cuatro

componentes. Las variables (contempladas en este último modelo), que mayor varianza acumularon en los tres primeros lugares de los componentes expuestos (con niveles de probabilidad significativos en la mayoría de los modelos), fueron: zinc, oxígeno, temperatura, cobre, transparencia, salinidad, plomo y cadmio, por ello se infiere que los metales pesados también contribuyen en el comportamiento heterogéneo del sistema, probablemente, por las interrelaciones existentes entre éstos con los parámetros físicos y químicos, que serán discutidas posteriormente.

ABUNDANCIA, DISTRIBUCION Y FRECUENCIA DE LOS ORGANISMOS.

Debe considerarse que la abundancia y distribución de los organismos, están en función tanto de las condiciones ambientales y climático-meteorológicas, como de sus diferentes estrategias biológicas de utilización de cada ambiente lo cual está determinado por las migraciones que realizan a lo largo de su ciclo de vida (Yáñez-Arancibia, et al., 1985).

Las especies estudiadas más abundantes en la Laguna de Pueblo Viejo, fueron *B. patronus* y *M. curema*, con la diferencia de un individuo entre ellas, y fueron las que más ampliamente se distribuyeron. La abundancia de estas dos especies siguió el patrón de migración descrito por Knox (1986), para el Golfo de México, ya que a finales del invierno y en la primavera se encontraron en mayor cantidad en la laguna, debido a que durante estas épocas, los peces migran del mar, después de haber permanecido en él durante el invierno, tiempo en el cual la laguna presentó menor abundancia. En verano y otoño se presentaron las máximas abundancias (para *B. patronus* en agosto y para *M. curema* en noviembre de 1987), ya que a pesar de ser las épocas en que estos organismos inician su migración al mar, es posible localizarlos en la laguna.

Aún cuando *C. melanopus* es una especie permanente y eurihalina (Castro-Aguirre, 1978), presentó la menor abundancia y distribución, posiblemente porque ésta especie al tener hábitos ecológicos bentónicos, pudo haber evadido la red agallera utilizada, ya que según Yáñez-Arancibia (1986), para *C. melanopus*, esta red tiene efectividad, sólo en fondos abiertos y a media agua, o canales entre vegetación, obteniéndose por ello pocos organismos.

Los resultados poblacionales de las tres especies fueron poco representativos, probablemente, por el tipo de muestreo -un lance de aproximadamente 30 minutos- y el arte de pesca utilizado, el cual fue muy selectivo, por emplearse una red agallera comercial que no permitió la captura de organismos de longitudes inferiores a las obtenidas.

CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS ORGANISMOS.

Las concentraciones de metales pesados en un organismo acuático, dependen tanto del metal (biodisponibilidad) como del organismo, en cuanto a sus hábitos alimenticios, de alimentación, migración, dinamismo, metabolismo, etc. (Bryan, 1971; Prosi, 1979; McFarlane y Franzin, 1980), por ello se presentaron diferencias en las concentraciones de los metales para las especies estudiadas, ya que *B. patronus* es fitoplanctófaga y catádróma, *M. curema* detritívora, fitoplanctófaga y catádróma y *C. melanopus* bentófaga y permanente en el sistema estuarino-lagunar (Knox, 1986; Yáñez-Arancibia, 1978; Lara y Yáñez-Arancibia, 1983). Por lo anterior, se esperaba que la especie permanente y de hábitos de alimentación bentónicos, tuviera las más altas concentraciones de metales pesados, ya que éstos tienden a depositarse en el fondo adsorbidos en los sedimentos (Wittman, 1979), pudiendo ser ingeridos por estos organismos. Sin embargo, quien tuvo las mayores concentraciones fue *B. patronus*, que tiene un patrón de migración semejante al de *M. curema*, la cual presentó menor concentración de metales pesados de las tres especies, es por ello que se sugiere

una mayor capacidad de absorción de *B. patronus* y/o una mayor capacidad de excreción de *M. curema* comparado con la anterior. Aunque, también la desigualdad de las concentraciones de los metales pesados, entre especies, se atribuye a las diferencias en intensidad alimenticia; además, un tipo de alimento puede ser el factor determinante en la concentración de los metales, por ello es necesario analizar los contenidos estomacales de los organismos. Un estudio realizado por Ochoa-Solano (1973) en Coatzacoalcos con *C. melanopus*, señaló que la mayor concentración de plomo, ocurrió en el contenido estomacal (5.56 ppm) más que en el músculo (0.05 ppm) y el organismo completo (2.85 ppm), lo cual conduce a pensar que la principal vía de entrada de los metales, es por medio de los alimentos, pero la distribución en los tejidos va a depender, quizá, de la capacidad de absorción y/o excreción de los organismos. Se podría decir que *C. melanopus* es una especie que acumula, relativamente, pocas cantidades de metales pesados, dadas las concentraciones encontradas en las tres especies, consideradas en este trabajo y los resultados obtenidos por Pérez-Zapata, et al. (1984), en cuyo análisis de nueve especies de peces, encontraron que *C. melanopus* no estaba entre las tres especies que presentaban mayores concentraciones de plomo.

El comportamiento de los metales pesados presentes en los organismos, depende de varios factores como son: su absorción, excreción, almacenamiento y la eficiencia de su sistema de regulación o detoxificación (Bryan, 1971). Así, tales estrategias fisiológicas y bioquímicas pueden diferir ampliamente (Gerlach, 1981), provocando que las concentraciones de metales pesados varíen de especie a especie; también, existe variación dentro del mismo organismo, entre tejido y tejido, debido a la diferente afinidad de los metales por órganos específicos (Hicks, 1976). En el presente trabajo, las tres especies de peces mostraron las concentraciones mínimas en el músculo, creyéndose por ello que la principal vía de entrada de los contaminantes es la alimenticia y no la absorción a través de la superficie corporal. El hígado, considerado un

importante órgano en procesos toxicológicos, por ser uno de los sitios de mayor concentración de metales pesados y centro de destoxificación, (SIDA-FAO, 1983; Mc Farlane y Franzin, 1980; Waldichuk, 1985), presentó las máximas concentraciones, quizá, porque los peces poseen una proteína enlazadora de metales, la metalotioneína; la cual tiene afinidad por estos elementos, ocurriendo la destoxificación de algunos metales en el hígado de los peces, por secuestro más que por eliminación (Mc Farlane y Franzin, 1980), así un incremento en la concentración de metales en el hígado, puede representar su almacenaje en este órgano. En algunos casos, se encontró que las gónadas mostraron las más altas concentraciones de metales, probablemente, porque pueden existir compuestos organometálicos solubles en lípidos (Bryan, 1971; Halstead, 1972), los cuales pueden concentrarse en estos órganos por su alta acumulación de grasas cuando se están desarrollando, sobre todo en organismos reproductores o en vías de desarrollo gonadal durante el ciclo reproductor. Debe considerarse que la presencia de metales pesados en estos órganos puede causar alteraciones en su funcionamiento, lo cual podría reflejarse en una disminución de la población de peces (Pérez-Zapata, et al., 1984). Aún cuando las branquias son el primer órgano en contacto con los metales pesados del agua (Prosi, 1979), resultó que los valores fueron inferiores a los de gónadas e hígado pero superiores a los del músculo, lo que hace suponer que por su función las branquias muestran una adecuada eliminación de metales, adsorbidos o absorbidos, con respecto al sistema reproductivo e hígado, pero probablemente, menos eficaz que el músculo.

Es necesario considerar que dependiendo de la forma química del metal, su grado de acumulación y la vulnerabilidad de diferentes sistemas enzimáticos, pueden diferir los efectos tóxicos que los metales pueden provocar sobre los peces en concentraciones elevadas, así el plomo puede provocar en los peces, distrofia muscular y trastornos neuro-musculares, disminución en la velocidad del crecimiento, retraso en la madurez sexual y efectos

secundarios de inanición; el cadmio, puede disminuir la capacidad de sobrevivencia de larvas en algunos peces; así mismo, el cobre y el zinc son esenciales para el crecimiento, pero a concentraciones mayores a las óptimas tienden a inhibirlo (Bryan, 1971; Villanueva, 1987).

En los organismos capturados no se apreciaron daños físicos visibles, probablemente porque la concentración de calcio y magnesio, muy abundantes en la Laguna de Pueblo Viejo (Ortega, 1988), pueden tener un papel modificador en la acumulación de los metales pesados en los organismos, ya que la acción protectora de estos cationes se debe a la competencia exitosa con los metales por los sitios celulares de enlazamiento (Blevins y Pancorbo, 1985; McFarlane y Franzin, 1980). Otra posible causa es que las concentraciones y el tiempo en que han estado sometidas las poblaciones de peces a los contaminantes no ha sido lo suficiente para producir malformaciones evidentes dentro de las poblaciones, que podrían confirmarse a través de muestreos más intensivos.

RELACION DE LAS DIFERENTES CATEGORIAS DE TALLA CON LA CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN LOS ORGANISMOS.

Tomando en cuenta que la bioacumulación se refiere no sólo a la capacidad de concentrar un contaminante, sino de incorporarlo a los tejidos a través de fenómenos metabólicos -de tal manera que en cierto tiempo, la concentración del contaminante es mayor que la del medio que rodea al organismo (Villanueva, 1987)-, se esperaba mayor concentración de metales en las tallas grandes de los peces, sin embargo, no sucedió así para la mayoría de los casos (sólo en *M. curema* para Cu y Zn), por tal motivo, se cree que los metales se concentran más en las tallas chicas porque los organismos en etapas de crecimiento tienen su metabolismo más activo, y por lo tanto, el grado de absorción de los nutrientes (a los cuales se adicionan los metales pesados por su carácter divalente) es mayor que en los organismos de talla grande. Además, el contenido de los metales

pesados en los organismos, no es un valor constante, sino un valor sujeto a la influencia de variantes como: cambios en la salinidad, dureza, temperatura, pH, presencia de otros metales, y agentes complejos, deficiencias en los alimentos, capacidad de excreción, acumulación, regulación, tolerancia de las diferentes especies y diferencias en talla (Bryan, 1971; INGGO, 1980). Por otro lado, si se considera que un organismo puede ser capaz de perder metales si se le coloca en un lugar no contaminado (Bryan, 1976), podría ser que *M. curema* y *B. patronus* al realizar, en estados adultos, migraciones hacia el mar, se sometan a un efecto de "purga", pudiéndose eliminar o disminuir los metales acumulados (según la capacidad de excreción de los organismos), ya que el mar es más probable que contenga menores cantidades de estos elementos que la laguna, la cual funciona como una trampa de nutrientes y contaminantes.

RELACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS CON LOS METALES PESADOS EN EL AGUA.

Los contaminantes en el agua no actúan por sí solos sino complejamente con otros agentes físicos y químicos (Wilber, 1971), como temperatura, salinidad, pH, luz, oxígeno disuelto, cantidad de material orgánico, entre otros (Alvarez, 1983; Paez y Osuna, 1984), por ello es que se pudo observar una amplia gama de relaciones de los parámetros físicos y químicos y los metales pesados en el sistema, aunque se cree que el tamaño de la muestra afectó los resultados del análisis de correlación múltiple, haciendo que las relaciones determinadas no fueran significativas. No obstante, serán discutidas sus tendencias.

La transparencia que indica indirectamente la cantidad de material suspendido orgánico y/o inorgánico, puede influir en la concentración de los metales pesados en el agua, ya que el material en suspensión regula (y más si es fino como los limos y arcillas) la cantidad de metales particulados al adsorberlos, pudiendo quedar

en la columna de agua, o más probablemente, depositados en los sedimentos, de ahí, que las lagunas costeras actúen no sólo como trampa de nutrientes sino también de contaminantes (Forstner, 1980; Odum, 1970). Por ello, en el sistema, al haber mayor transparencia (menos material suspendido), se esperaba hubiera menor cantidad de metales, pero al manifestar los resultados una relación directa ($r < 0.5934$; N. S. > 0.0706), éstos podrían sugerir una mayor concentración de metales pesados en forma disuelta que particulada.

La temperatura está directamente relacionada con la proporción de disolución de metales pesados (Waldichuk, 1985); sin embargo, en la laguna la relación obtenida fue inversa ($r < -0.6632$; N. S. > 0.0366), posiblemente, porque la temperatura no fue, por sí solo, un parámetro tan determinante en la disolución de los metales, como puede ser la salinidad o el oxígeno disuelto.

La salinidad, que determina el contenido de sales disueltas (Strickland y Parson, 1977), presentó, en el sistema, relación directa con los metales pesados ($r < 0.6853$; N. S. > 0.0287); presumiblemente, porque este factor, en los estuarios, juega un papel dominante en la influencia de la concentración de metales en el agua, ya que el contenido de sales altera los valores de pH y consecuentemente éste a la solubilidad de los metales según Prosi (1979).

El oxígeno, en el sistema, probablemente fue uno de los parámetros que mayor influencia ejerció sobre la disposición de los metales en la columna de agua, a pesar de que estadísticamente, se haya obtenido relación inversa ($r > -0.4746$; N. S. < 0.1657), debido a que el oxígeno disuelto, al controlar el potencial redox (que en el presente estudio no fue determinado), tiene relación directa con la solubilización de los metales pesados precipitados, ya que las formas oxidadas de azufre y nitrógeno ($\text{SO}_4^{=}$, NO_3^- , NO_2^-), se combinan fácilmente con los metales, formando sales

solubles (Mandelli, 1977), de ahí que los metales en la laguna, muestren una relación directa con los sulfatos ($r < 0.5897$; N. S. > 0.0728), e inversa con el amonio ($r < -0.2681$; N. S. > 0.4539), debida esta última, probablemente, a que el nitrógeno en su carácter reducido no le permite combinarse con los metales.

La relación inversa mostrada entre la DBO y los metales pesados ($r < -0.1539$; N. S. > 0.0712), también demuestra la influencia del oxígeno en la disponibilidad de los metales pesados en la columna de agua, ya que un descenso en los niveles de DBO, implica mayor disponibilidad de oxígeno, el cual, como ya se ha mencionado, es de gran importancia en la solubilidad de los metales.

Las elevadas concentraciones de DQO obtenidas, señalaron la existencia de gran cantidad de material químicamente degradable, contándose entre ellos a los complejos que se forman con los metales pesados, de ahí, que la relación entre ambos parámetros haya sido directa ($r < 0.3513$; N. S. > 0.3196).

La alcalinidad en el sistema, como ya se ha mencionado, fue debida, principalmente, a la presencia de bicarbonatos, que conjuntamente con los carbonatos y el dióxido de carbono, actúan como amortiguadores a los cambios de pH (Wetzel, 1981). El pH es un factor que interviene en la disponibilidad de los metales en la columna de agua, ya que al incrementarse la acidez, los metales son más solubles. En ello radica la importancia de los bicarbonatos y los carbonatos encontrados en la laguna, los cuales sugieren cambios de pH mínimos, que no influyen en la concentración de los metales pesados en el agua, de ahí que la alcalinidad total haya mostrado relación inversa ($r < -0.4000$; N. S. > 0.2518) con los metales. Con respecto a los carbonatos y su relación con los metales pesados se esperaba fuera inversa, ya que los carbonatos de metal son insolubles en el agua, no obstante, tal relación no se observó ($r < 0.3500$; N. S. > 0.3214), quizá por la presencia de

cantidades menores de estos compuestos comparados con los bicarbonatos.

El EDTA (ácido etilen-diamin-tetracético) y NTA (ácido nitriloacético) como coadyuvantes en los detergentes, al entrar al cuerpo acuático, forman complejos metálicos en el agua -muy estables con el Cu, Zn, Cd y Pb, debido a la alta afinidad que tienen por estos cationes divalentes (Prosi, 1979; Jones, 1973)-esperándose por esta razón una relación directa, que no se observó debido a que la cantidad de detergentes encontradas en el sistema fue menor con respecto a la totalidad de los metales y además por que estos coadyuvantes son usados, según Prosi (1979), en pequeñas proporciones en los detergentes.

RELACION DE PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS CON LA ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS.

Los organismos estuarinos, aún cuando están bien adaptados al medio fluctuante estacional y diurno que habitan, pueden sufrir mortandad en masa y modificación en los patrones de distribución, a causa de cambios físicos y químicos que se presentan drásticamente en el ambiente (Odum, 1970), por ello es que las diferencias en la abundancia de las especies, como ya se ha mencionado, son provocadas, entre otras cosas, por las condiciones ambientales.

A continuación se discutirán las relaciones obtenidas con la abundancia de los organismos en la Laguna de Pueblo Viejo, mediante el análisis de correlación múltiple, cuyos resultados no fueron significativos debido, probablemente, al tamaño de la muestra obtenida, no obstante, se considera pertinente discutir las tendencias que se presentaron con base en dicho análisis, aunque ninguna sea válida estadísticamente (tabla 10).

La relación obtenida entre la transparencia y la abundancia de los peces fue inversa ($r < -0.3152$; N. S. > 0.3749), probablemente,

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

porque la mayoría del material suspendido, puede estar formado por materiales que sirven de alimento (plancton y detritus), a ciertos organismos, atrayéndolos. Quizá por ello *M. curema*, *C. melanopus* y *B. patronus*, al tener entre sus alternativas alimenticias al fitoplancton y al detritus (Yáñez-Arancibia, 1978; Lara y Yáñez-Arancibia, 1983; Hernández, 1977), hayan manifestado tal relación con la transparencia.

La temperatura se relacionó directamente con la abundancia de las tres especies ícticas ($r < 0.6713$; N. S. > 0.0336), como era de esperarse, ya que este factor, es considerado como el principal elemento del ambiente que influye sobre la abundancia, distribución y crecimiento de los organismos acuáticos (Kennish, 1986). De Sostoa y De Sostoa (1985), a este respecto, señalan que aun cuando los peces estuarinos son euritermos prefieren temperaturas superiores, dando por hecho la existencia de una estrecha relación directa entre la temperatura y la abundancia de los organismos. En cuanto al rango de temperatura, donde la actividad de los peces es óptimo, (de 6 a 35 °C, Wilber, 1971), se podría decir que la laguna al no presentar temperaturas fuera de estos límites no está afectada por contaminación térmica. Además, Ortega (1988) concluye que la Laguna de Pueblo Viejo, cubre satisfactoriamente el requerimiento de la temperatura del agua para la explotación pesquera, por el rango encontrado (20 - 36 °C).

Los organismos tienen ciertos rangos de tolerancia a la salinidad, más allá de éstos no pueden desarrollarse efectivamente, por ello se considera a la salinidad como otro de los factores más importantes en la biología de los peces (Horne y Allen, 1985). La relación directa encontrada entre la salinidad con la abundancia de *M. curema* y *C. melanopus* ($r < 0.5217$; N. S. > 0.1220), hacen suponer la preferencia de estas especies por aguas salinas; mientras que la relación inversa que presentó *B. patronus* ($r = -0.3030$; N. S. $= 0.3947$), la preferencia de aguas de menor salinidad. Sin embargo, las tres especies en estudio poseen una

gran capacidad de osmorregulación por ser eurihalinas, pudiendo invadir aguas desde completamente dulce, hasta agua marina (35 o/oo de salinidad) según Castro-Aguirre (1978).

La concentración de oxígeno disuelto está sujeta tanto a condiciones de índole biótica como abiótica (actividad fotosintética, salinidad, temperatura, turbulencias, vientos, etc.) (CECODES, 1981), por ello es que el oxígeno disuelto del sistema lagunar, al ser un parámetro muy sensible, no muestra patrones de comportamiento definidos en relación con la abundancia de las tres especies; sin embargo, aún cuando fueron encontrados niveles de oxígeno por debajo del límite permisible (4 ppm según EPA en 1971 para estuarios), se capturaron organismos en la zona, lo cual conduce a suponer que el oxígeno podría tender a una recuperación eficaz -para mantener satisfactoriamente a los organismos acuáticos- a causa de las peculiaridades de la laguna, como son su patrón de circulación, régimen mareal y el gran efecto que tienen sobre ella los "nortes" y los vientos, que le permiten mezclar efectivamente sus aguas por su poca profundidad. Además Ortega (1988), reportó que el sistema tiene una oxigenación adecuada para la explotación pesquera. Los valores de oxígeno que estuvieron por debajo del límite permisible, no deben ser preocupantes, ya que según Odum, (1970), muchos estuarios no contaminados caen naturalmente muy por debajo del estándar mínimo, debido a la tendencia de estos sistemas a presentar por lo menos en alguna época del año, un "síndrome" de "eutroficación temporal".

Un incremento en la DBO, implica un abatimiento del oxígeno disuelto en el agua y por lo tanto una disminución en el número de organismos; por ello, era de esperarse que la abundancia de las especies se relacionara inversamente con la DBO, sin embargo, *M. curema* no presentó dicha relación ($r = 0.0017$; $N. S. = 0.9963$), pero puede no ser considerada, si se toma en cuenta que la DBO resulta limitante, sólo cuando el oxígeno declina por debajo del 10% de su saturación, promocionando el desarrollo de anoxia y la

muerte de los organismos (Kennish, 1986), y en la laguna, el oxígeno nunca declinó por debajo del 10% de su saturación (apéndice 4), además, el sistema parece tener una capacidad de recuperación de oxígeno, lo suficientemente buena como para mantener a los organismos acuáticos en condiciones satisfactorias.

A pesar de las elevadas concentraciones de contaminantes químicamente degradables, evaluadas por la DQO, la abundancia de los organismos no parece estar aún condicionada por ellos, dada la relación directa obtenida ($r < 0.4688$; N. S. > 0.1717) entre ambos parámetros.

Cabe señalar que para la DBO, la DQO, la alcalinidad y los sulfatos, no se han establecido límites permisibles adaptados a estuarios.

La relación directa encontrada del amonio con la abundancia de los peces ($r < 0.5383$; N. S. > 0.1084), todavía no es motivo de preocupación, porque las concentraciones obtenidas de amonio se encontraron muy por abajo del límite permisible (de 2 a 2.5 ppm a pH de 7.4 a 8.5 según Wilber en 1971 y Rodier en 1981), por lo que probablemente, aún no han causado efectos dañinos sobre los organismos, al cambiar su abundancia o patrones de distribución. Quizás las concentraciones de amonio son, principalmente, el producto de los desechos metabólicos de los organismos, y por ello mostraron la relación directa con la abundancia.

El azufre raramente limita el crecimiento y la distribución de la biota acuática -esto es debido a la abundancia del elemento, principalmente, en su forma más estable energéticamente (sulfatos) (Goldman y Horne, 1983)- de ahí que las relaciones encontradas, tengan poca importancia, aunque los límites permisibles de los sulfatos (250 ppm según Contreras, 1980), han sido determinados en cuanto a la potabilidad del agua, sin embargo, se mencionan rangos de concentración, en donde existe una biota normal; para agua dulce

de 5 a 30 ppm y en el agua oceánica un promedio de 2712 ppm (Contreras, 1980).

Los detergentes o sustancias activas al azul de metileno, son considerados como contaminantes que se emplean en cantidades cada vez más importantes, tanto para usos industriales como domésticos; en consecuencia su concentración aumenta constantemente en los sistemas acuáticos, por ello se ha establecido un límite permisible para aguas costeras de 0.5 ppm (SEDUE, 1986), el cual al ser rebasado podría causar efectos tóxicos en los peces como la descamación del epitelio branquial, inflamación generalizada de los tejidos, lesión celular y disminución en la capacidad de intercambio gaseoso (Brown, et al., 1968; Díaz, 1976; Martínez et al., 1977). En la laguna aún cuando se encontraron valores superiores al límite permisible, no se apreciaron daños en los organismos capturados, a pesar de la relación directa mostrada entre los detergentes con la abundancia de *B. patronus* y *M. curema* ($r < 0.1279$; $N. S. > 0.1779$), por ello se podría pensar que las concentraciones de detergentes obtenidas, todavía no influyen en el comportamiento de estos organismos, quizá, porque éstos se encuentran en constante movimiento dentro y fuera del sistema, por sus patrones de migración.

El daño que causan las grasas y aceites, en cantidades considerables, es el de interferir en la aereación del sistema, así como en la fotosíntesis; en los peces se adhieren en las células epiteliales de las branquias, afectando su respiración (Wilber, 1971).

La relación directa mostrada entre las grasas y aceites y la abundancia de *M. curema* y *C. melanopus* ($r < 0.5534$; $N. S. > 0.0970$), hacen suponer que las concentraciones de estos contaminantes aún no determinan la presencia o ausencia de los peces, ya que según Castellanos (1979), las grasas y aceites flotantes son degradadas fácilmente por acción bacteriana cuando la

película de éstos es muy fina, y como en el sistema no se apreció manchas de grasas y aceites se podría decir que aún las bacterias facilitan el libre acceso de oxígeno adecuadamente. Por otra parte Díaz (1976), mediante bioensayos, encontró que 0.01 ppm de grasas y aceites bastan para producir en los peces mal olor y sabor, por ello los considera de poca importancia sanitaria pero de gran incidencia económica.

RELACION DE METALES PESADOS EN EL AGUA CON LA ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS.

La concentración de Cu y Zn -elementos esenciales, requeridos por los organismos en cantidades pequeñas, que actúan a nivel enzimático en el metabolismo de los seres vivos (Mandelli, 1977), pero que a elevadas concentraciones son altamente tóxicos (Gerlach, 1981)- al aumentar, probablemente, provocaron que la abundancia de *M. curema* y *B. patronus*, en general disminuyera, porque éstos siempre rebasaron el límite permisible de 0.05 ppm para el Cu y 10 ppm para el Zn (SEDUE, 1986), en un porcentaje considerable, el cual ya podría ser tóxico a los organismos. Por otro lado, el Cd y Pb -elementos no esenciales, considerados de alta prioridad por su amplia dispersión en el ambiente y alta toxicidad (Wood, 1974)- al aumentar, no condicionaron la abundancia de las especies, aún cuando superaron el límite tolerable de 0.01 ppm para Cd y 0.1 ppm para Pb (SEDUE, 1986), en todos los muestreos.

Por las altas concentraciones de metales presentes en el sistema, se esperaba que la abundancia y distribución de los organismos, siempre disminuyera al aumentar las cantidades de los metales, sin embargo, algunas veces esta relación no ocurrió, posiblemente porque estos contaminantes, por sí solos, no influyeron en la aparición de los organismos, ya que deben considerarse otros factores como: la dinámica de los peces, variación en su régimen alimenticio y patrones migratorios, por los cuales los peces tienden a amortiguar las diferencias temporales y

espaciales de los contaminantes como sugiere Villanueva (1987). Además, es importante señalar que las relaciones obtenidas, no fueron estadísticamente significativas (Tabla 10), probablemente por el efecto que tuvo sobre éstas, el número de individuos capturados, como ya se ha mencionado.

De acuerdo con el comportamiento general de los parámetros determinados, la Laguna de Pueblo Viejo, aunque no muestra signos de un grave deterioro, la Demanda Química de Oxígeno, muestra la existencia de gran cantidad de material orgánico e inorgánico que podría estar influyendo en la calidad sanitaria del cuerpo de agua, por el abatimiento de oxígeno que provoca; contribuyendo a esta situación los niveles determinados de detergentes al rebasar, algunas veces, el límite permisible, y los metales pesados al superar en un gran porcentaje el límite de tolerancia de manera constante. Con los niveles de contaminantes determinados en el presente estudio y de incrementarse o mantenerse constante este grado de deterioro, es muy probable que en un plazo no muy largo de de tiempo pueda empezar a nulificarse la gran importancia ecológica de la laguna como área de protección, alimento y crecimiento de los organismos que la habitan, ya que constituye un recurso vital para los mismos.

El efecto inmediato de los contaminantes -detectables solamente a largo plazo- se evidencia en la disminución de las poblaciones de los organismos (Villanueva, 1987), hecho que ha sido observado en la laguna por los pescadores, quienes argumentan que la disminución en la captura de ciertas especies, que en años anteriores fueron abundantes, se atribuye al aumento de la cantidad de desechos vertidos en el sistema. Las concentraciones de elementos tóxicos en los organismos, en la mayoría de los casos, son subletales, es decir, les ocasiona trastornos en el metabolismo, reproducción y conducta, también a largo plazo, por ello es que llegan inadvertidamente al hombre, como sucedió en los años 60-s en Minamata (Japón), donde se evidenció un envenenamiento

masivo de personas por ingerir pescados, aparentemente sanos, contaminados por mercurio.

La Laguna de Pueblo Viejo, ubicada en la parte Norte del Golfo de México, forma parte de la zona de influencia del Puerto Industrial de Altamira Tamaulipas, que por su creciente desarrollo en las actividades industriales, ha producido una gran cantidad de desechos mal manejados, vertidos al Río Pánuco, afectando por medio de éste, la calidad sanitaria del agua y de los recursos acuáticos de la laguna. El problema representa un peligro potencial con contaminantes altamente persistentes, como son los metales pesados, ya que el sistema, por su propia naturaleza, contiene sedimentos de grano fino (limos y arcillas), los cuales retienen concentraciones de metales más altas que los de grano grueso (Ocho-Solano 1987), actuando de esta forma como reservorio de contaminantes, disponibles a los organismos acuáticos, quienes en su mayoría son capturados de manera comercial, formando parte en la dieta de numerosas familias que habitan alrededor de la laguna principalmente. De ahí, que la importancia del control y la prevención de la contaminación, radica en el hecho de que no sólo significa un deterioro de las condiciones naturales, sino la cancelación de opciones productivas en el sistema, y la amenaza a la salud humana, ya que el Río Pánuco que recibe un volumen de aguas residuales de 1 407 millones de m^3 /año, con una carga orgánica de 632 535 ton/año (SEDUE, 1985), tiene gran influencia sobre la Laguna de Pueblo Viejo, en donde son explotadas 3,000 toneladas anualmente de ostión de mala calidad sanitaria (Terán, 1989). Según testimonios de pescadores, la laguna era, aproximadamente hace 10 años, el mejor productor de ostión de primera calidad, el cual se exportaba; actualmente el producto les es rechazado por la baja calidad que tiene. Robledo (1987), reportó para la laguna un elevado número de coliformes totales y fecales en ostiones, sobrepasando en un alto porcentaje, el límite permisible, (230 y 43 NMP/ 100 ml respectivamente) tal situación podría atribuirse a la continua descarga de desechos de albañal a todo lo

largo de la margen izquierda del Río Pánuco, el cual ha sido clasificado por SEDUE (1985) como una de las cuencas hidrográficas de mayor contaminación en el país; a pesar de que la DBO en el presente estudio mostró niveles bajos de material orgánico.

A pesar de que la laguna no está muy lejos de presentar efectos irreversibles -por el gran impacto ambiental al que está sometida- hasta ahora, desde las investigaciones pioneras de García (1967), no existe un estudio que diagnostique, prevenga y mucho menos que ayude a reducir o a eliminar los problemas de contaminación, debido a que los estudios (publicados) realizados en el sistema son pocos (cuadro 1), y los que se refieren al estado sanitario no son suficientes, ya que, o se generan sobre la base de acciones aisladas, o se realizan en un período de estudio muy corto, poco representativo, o simplemente la mayoría se ha enfocado sólo al aspecto bacteriológico, debido a que no se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar determinaciones de contaminantes como metales pesados e hidrocarburos principalmente (comunicación personal del Subdirector del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras en Tampico, Tamaulipas Biól. Jaime Salinas Carus y el Jefe del Departamento de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico del CET-MAR en Cd. Madero, Tamaulipas Biól. Arturo Cuellar González). De todos los estudios elaborados, el más completo ha sido el de INTUAL (1973), el cual da una clara idea del estado general de la laguna hace 17 años. Los demás trabajos aunque son más recientes, tienen más limitaciones, no obstante, muestran ya preocupación por la contaminación desde el punto de vista bacteriológico, dado el enorme volumen de desechos domésticos no tratados que intercepta y almacena este cuerpo acuático. Se cree que el sistema no ha llamado la atención, para ser sometido a una investigación integral -como el desarrollado por INTUAL en 1973- probablemente porque aún no manifiesta efectos alarmantes, como ocurrió en la Laguna de Chila en Tamaulipas en 1989 (situada en la margen izquierda del Río Pánuco, aguas arriba), al presentar de forma inesperada una alta mortandad de organismos

en breve tiempo (comunicación personal del Jefe del Departamento de Control de calidad del agua, de la SARH en Tampico, Tamaulipas Ing. Francisca Robledo Muñiz).

Es importante hacer notar que para la laguna, tampoco se han publicado trabajos enfocados a la ictiofauna, y que el presente análisis forma parte del proyecto "Estudio de los peces de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.", enfocado a determinar parámetros ecológicos y biológicos del recurso ictico del cuerpo de agua, iniciado por el Biol. Abraham Kobelkowsky Diaz y colaboradores del Laboratorio de Peces de la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, en el año de 1987, y actualmente en su última fase de desarrollo.

El presente estudio, que representa una contribución parcial al conocimiento del estado sanitario actual de este cuerpo de agua, y las repercusiones sobre la biota, conduce a suponer que por la sola presencia de Cu, Zn, Cd y Pb, en agua y peces, por encima de los niveles considerados como aceptables, ya es necesario plantear con urgencia el control de las fuentes de emisión y actuar inmediatamente afrontando la amenaza de los efectos sobre la salud humana por el consumo de peces contaminados, que también en este estudio se observó que contienen cantidades que según la FAO y la OMS en 1972 -citados por Gerlach en 1981-, si se ingieren diariamente o por semana, probablemente causarán efectos subletales al hombre. Por ello es necesario hacer un llamado a los sectores gubernamentales, en sus diferentes niveles, para lograr que las empresas públicas y privadas emisoras de sustancias tóxicas cumplan verdaderamente con sus compromisos de controlarlas, dotándose de sistemas de tratamientos de desechos adecuados.

Debido a que el fenómeno de la contaminación se podría convertir en un problema de mayores alcances, es necesario realizar estudios intensivos e integrales sobre los principales contaminantes, no solamente en la Laguna de Pueblo Viejo, sino en

todos los cuerpos de agua de la zona, estableciendo una comisión permanente de monitoreo y vigilancia, con el fin de evaluar a tiempo su impacto y proponer medidas tendientes a reducir o eliminar este problema, que en forma latente, potencial o evidente, ya afecta grandes áreas costeras del país, sobre todo las aledañas a zonas de influencia de desarrollo industrial en las Costas del Golfo de México.

Cuadro 1. Estudios realizados en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México.

ESTUDIO	DURACION	DETERMINACIONES REALIZADAS	AUTOR
Notas sobre la hidrología de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, y su relación con los bancos ostrícolas.	- - - - -	Temperatura, salinidad y oxígeno en el agua.	García, 1967
Análisis parcial del microplankton en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.	Jun 67 - May 68	Temperatura, salinidad, oxígeno, transparencia, nitratos, fosfatos y fitoplancton.	Cruz, 1970
Estudios bioecológicos y de toxicidad en lagunas y estuarios del Río Pánuco.	Nov 70 - Mar 71	Temperatura, salinidad, oxígeno, turbidez, pH, alcalinidad, dureza, nitratos, nitritos, fosfatos, cobre y coliformes fecales y totales.	SRI, 1971
Dinámica de los bancos ostrícolas en relación con factores del medio ambiente y el control ejercido mediante obras hidráulicas en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.	Jun 67 - Jun 68	Temperatura, salinidad y turbiedad en el agua.	García, 1972
Estudio de prevención y control de la contaminación del agua en el bajo Río Pánuco.	- - - - -	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, dureza, nitratos, nitritos, amonio, sulfatos, fosfatos, cloruros, conductividad, DBO, DQO, grasas flotantes y emulsionadas, fenoles, sólidos sedimentables, plomo, mercurio, zinc, manganeso, coliformes fecales y totales en el agua; en peces, camarones y ostiones plomo y mercurio; plancton y bentos.	INTUAL, 1973
Aprovechamiento de la fijación de larvas de ostión en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz de 1964 a 1973.	1964 - 1973	Temperatura y salinidad en el agua.	García, 1974
Prevención y control de la contaminación del agua. Estudio del estuario del Río Pánuco.	1974 - 1976	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, plomo, coliformes fecales y totales y productividad primaria.	INST. DE INGENIERIA, 1974
Estudio ecológico de las marismas de Altamira, Laguna de Pueblo Viejo, Laguna de Chila, Laguna de Tamiahua, Laguna Chalrel, Laguna La Tortuga y Laguna de Champayán.	Ene 75 - Dic 75	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, y coliformes fecales y totales.	SARI, 1975
Biología del ostión en su etapa de fijación en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.	Ene 73 - Dic 73	Temperatura, salinidad y plancton.	García, 1976

Continuación.

ESTUDIO	DURACION	DETERMINACIONES REALIZADAS	AUTOR
Eficiencia de producción primaria en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México.	May 82 - Oct 82	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, silicatos, mareas, corrientes, vientos y productividad primaria.	Sauza, 1982
Cuantificación de clorofilas y aplicación del índice de diversidad de pigmentos para estimar el estado biológico de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.	Oct 82 - Abr 83	Salinidad, oxígeno, pH, transparencia y clorofilas a, b y c.	De La Lanza y Cantú, 1986
Estudio de los peces de la Laguna de Pueblo Viejo, - Veracruz.	-----	Temperatura, salinidad y composición ictiofaunística.	Kobelkowsky, Hernández y Castillo, 1987
Evaluación de la productividad primaria fitoplanctónica en relación con la concentración de los nutrientes en el Canal de Chijol, Pueblo Viejo, Ver., México.	-----	Temperatura, transparencia, nitratos, nitritos, amonio, sulfatos, fosfatos y productividad primaria.	García, 1987
Evaluación de la calidad del agua y calidad sanitaria del ostión en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, - México.	Mar 87 - Jun 87	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, dureza de calcio y magnesio, cloruros, alcalinidad, conductividad, color, transparencia, sólidos disueltos y sedimentables, cobre, plomo, aluminio, cromo, fierro, manganeso, silicio y níquel, velocidad de corriente y coliformes fecales y totales en agua y ostiones.	Robledo, 1987
Estudio preliminar para evaluar la calidad del agua en las lagunas Chila, Chairel y Pueblo Viejo.	Mar 88 - May 88	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, transparencia, dureza total y de calcio, alcalinidad, grasas y aceites, y sólidos disueltos y sedimentables.	Ortega, 1988
Sistema digestivo de las especies de peces dominantes de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz.	-----	Anatomía y morfología de algunas especies icticas.	Kobelkowsky, 1989
Estudio sanitario de las características bacteriológicas del agua y ostión en la lag. de Pueblo Viejo, Ver., México.	-----	Temperatura, salinidad, oxígeno, pH, precipitación y coliformes fecales y totales.	Guevas y Ventura, 1989
Estudios de calidad bacteriológica del agua y ostión de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México.	Abr 88 - Sep 88	Salinidad, oxígeno, pH y coliformes fecales y totales.	Terán, 1989

CONCLUSIONES

Las características hidrológicas de la Laguna de Pueblo Viejo están determinadas por la climatología y meteorología del lugar, así como de los afluentes dulceacuícolas y los ciclos mareales; ya que hacen que los factores en el agua como son la transparencia, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, DBO, DQO, alcalinidad, amonio, sulfatos, detergentes, grasas y aceites, Cu, Zn, Cd, Pb, en el sistema cambien radicalmente de un lugar a otro e incluso de un momento a otro, lo que genera que el sistema sea un complejo ambiental heterogéneo difícil de entender tanto espacial como temporalmente.

La profundidad de la laguna dependió principalmente de los gastos de corrientes dulceacuícolas, mayormente aportado por el Río Pánuco.

El Río Pánuco determinó los cambios de salinidad en el sistema lagunar, por estar directamente comunicados; en cambio, el mar tiene una comunicación restringida con la laguna, debido a que se encuentra aproximadamente a 11 kilómetros de distancia, lo que resulta en una menor influencia marina.

El oxígeno disuelto fue el factor que mayor sensibilidad presentó a los cambios ambientales -que fueron bruscos en la laguna dada su naturaleza y características propias- no obstante, la mayoría de las veces, sus concentraciones fueron adecuadas para mantener una biota normal.

Los vientos característicos de la época de "nortes" juegan un papel determinante en la concentración de Cd y Pb en el agua, ya que estos elementos se encuentran en los polvos generados en las chimeneas de CEMENTOS ANAHUAC DEL GOLFO S.A., ubicada al Norte del sistema.

La transparencia, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, Cu, Zn, Cd, y Pb, fueron los factores que acumularon la mayor parte de la varianza en la totalidad de los parámetros, siendo por ello, los que determinaron el comportamiento heterogéneo de la laguna con base en el análisis multivariado.

La concentración de los metales pesados varía de especie a especie, dadas las características biológicas (alimentación, reproducción, migración), de cada una de ellas, además de su capacidad de absorción, excreción, almacenamiento y regulación.

La principal vía de entrada de los contaminantes en los organismos es la alimenticia, más que la absorción a través de la superficie corporal, dadas las concentraciones de metales pesados que fueron menores en el músculo y mayores en el hígado.

Los patrones migratorios de las tres especies icticas son factores determinantes en la acumulación de metales pesados en las diferentes tallas.

La Laguna de Pueblo Viejo por estar influida por uno de los ríos más caudalosos del país, por lo vientos alisios, por su ciclo mareal y por su comunicación restringida con el mar, es un sistema altamente cambiante, por ello no siempre se presentaron claramente las relaciones que pudiesen existir entre los parámetros hidrológicos, ecológicos y contaminantes determinados, lo que hace de éste cuerpo de agua, uno de los más peculiares en cuanto a su comportamiento general en el área centro y norte de las Costas Mexicanas del Golfo de México.

Los factores ambientales, también individualmente, no determinaron la abundancia de los organismos, sino que todo el conjunto de factores son los determinantes; sin embargo, los que tuvieron mayor influencia fueron la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto.

La mayoría de los factores físicos y químicos no resultan preocupantes, debido a que su comportamiento fluctúa en un rango aceptable para mantener adecuadamente a la biota existente en la laguna.

La DBO señaló claramente que la concentración de material orgánico es baja como para provocar condiciones anóxicas preocupantes, ya que el oxígeno que requieren las bacterias para descomponer la materia orgánica, nunca declinó al oxígeno restante por debajo del 10% de su saturación; por ello, aún no representa un serio problema de contaminación en la laguna.

La DQO, por los altos valores obtenidos, ya representa peligro para la laguna, ya que indica la presencia de cantidades considerables de contaminantes que no son degradados por bacterias.

Los detergentes al presentar concentraciones que algunas veces, estuvieron por arriba del límite permisible, representan ya un serio problema, que si bien aún no causaron daños en los organismos capturados, representan un peligro potencial inminente, ya que estos contaminantes son muy difíciles de degradar biológicamente.

La cantidad de grasas y aceites flotantes obtenidas, aún no repercuten en la transferencia de oxígeno atmosférico, ya que no se observaron manchas visibles de estos contaminantes.

La concentración de los detergentes y grasas y aceites, no determinaron la abundancia de los organismos.

El Cu, Zn, Cd, y Pb al haber rebasado siempre los límites permisibles, en un gran porcentaje, son ya motivo de preocupación, debido a sus características de alta persistencia y toxicidad, tanto para las especies acuáticas como para el hombre.

A pesar de que el agua contiene elevadas concentraciones de metales pesados, éstos aún no condicionan la abundancia, al menos, de las tres especies icticas estudiadas; tampoco, provocan daños visibles a los organismos, pero ya son bioacumulados en sus diferentes partes del cuerpo, en cantidades que al ser ingeridas por el hombre, diariamente o por semana, pueden ocasionarle efectos subletales y/o letales a largo plazo.

El sistema lagunar, a pesar de presentar altos niveles de contaminantes, puede ser todavía capaz de eliminar algunos de ellos, debido a los efectivos cambios hidrológicos que se suceden, provocando que su efecto se vea contrarrestado, disminuido o enmascarado.

Resulta evidente la necesidad de iniciar lo más pronto posible, labores y trabajos de investigación planeados integralmente, encaminados a diagnosticar y determinar el estado sanitario actual de la laguna, proponer medidas de prevención y regulación del deterioro con base en la evaluación del impacto ambiental y que sobre las comunidades naturales se ha y se sigue ejerciendo, con el propósito de proponer un Plan Maestro de Recuperación Ecológica de la Zona.

SUGERENCIAS

Para dar una idea más completa del estado en que se encuentra la Laguna de Pueblo Viejo, es necesario realizar un estudio integral en el que se contemple, además de lo considerado en el presente trabajo, lo siguiente:

- Determinar la concentración de nitratos y nitritos para ser comparados con la concentración de amonio.
- Determinar la concentración de fosfatos, para tener conocimiento de los nutrientes principales.
- Hacer determinaciones de productividad.
- Determinar la dureza del agua (calcio y magnesio), ya que ésta influye en la toxicidad de los metales pesados.
- Determinar metales pesados usando métodos de polarografía, para conocer, además de la concentración del elemento en cuestión, su estado de oxidación, el cual nos dará información específica sobre su toxicidad.
- Efectuar determinaciones de mercurio, arsénico, cromo, fierro, y níquel, entre otros, que se cree estén presentes en el sistema.
- Determinar la concentración de los metales pesados en el sedimento, ya que la mayoría quedan adsorbidos en el sedimento muy fino.
- Realizar la determinación de los sólidos suspendidos, disueltos y totales, para relacionarlos con las concentraciones de metales pesados.

- Elaborar determinaciones de los metales en el tracto digestivo de los organismos, ya que la principal vía de obtención de metales es el alimenticio.
- Determinar el contenido estomacal de los organismos, para analizar si sus hábitos alimenticios son los que marcan la diferencia en la concentración de los metales entre las especies.
- Analizar los estadios gonádicos y, ciclo reproductivo para definir los patrones de distribución de las especies migratorias.
- Determinar la concentración de los metales pesados, si es posible por individuo o por grupo de organismos de una misma longitud patrón, o de acuerdo a una estructura poblacional de tallas o edades.
- Determinar metales pesados a nivel histológico en los organismos en estudio, para detectar específicamente los órganos donde los contaminantes están causando efectos dañinos.
- Realizar bioensayos para tratar de determinar los efectos sinérgicos y/o antagónicos que pueda haber entre los metales pesados y los parámetros físicos y químicos.
- Determinar otro tipo de contaminantes como hidrocarburos y fenoles.
- Determinar las concentraciones de grasas y aceites emulsionadas, ya que su biodegradación es menor que las flotantes, además, su presencia es más probable.
- Se recomienda tomar un mayor número de muestras por cada estación, en cada una de las determinaciones, para obtener mayor representatividad del muestreo, lo cual podría reflejarse significativamente en los resultados de los análisis

estadísticos realizados.

- Utilizar además de la red agallera, otras artes de pesca adecuadas en diferentes áreas lagunares.
- Determinar los beneficios económicos, sociales y ecológicos de un Plan de Regulación y Saneamiento Ambiental del área, con base en el análisis de la potencialidad del uso de los recursos en áreas protegidas y/o reestablecidas.

Apéndice I. Análisis de contraste de medias "t- student", entre superficie y fondo para cada una de las estaciones de muestreo, señalando los valores de t-calculado y el nivel de significancia, a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988, en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.

ESTACION DE MUESTREO	Temperatura	Salinidad	Oxígeno	D B O	D Q O	Alc. Tot.	Alc. Fenol.	Amonio	Sulfatos	Detergentes	Cobre	Zinc	Cadmio	Plomo	
1	t-calc.	0.1516	-0.1049	0.1601	-0.1601	0.2819	-0.0700	-0.1039	0.9647	0.1166	0.3801	1.1293	-0.2936	-0.0352	-0.1262
	N. S.	0.8786	0.9173	0.8743	0.7808	0.9449	0.9184	0.3474	0.9083	0.7083	0.2714	0.2714	0.7722	0.9721	0.9007
2	t-calc.	0.2583	-0.2204	-0.5266	-0.9511	1.0910	-0.0108	-0.0784	-1.5826	0.1193	-0.0799	-0.3587	-1.4526	1.3006	0.5972
	N. S.	0.7985	0.8275	0.6056	0.3586	0.2910	0.9914	0.9385	0.1358	0.9064	0.9372	0.253	0.1669	0.2118	0.5586
3	t-calc.	0.1705	-0.5181	0.1437	0.3637	-0.1423	0.0787	-0.0833	-0.7159	-0.2777	1.0050	0.8190	-0.8670	-0.1908	-0.8439
	N. S.	0.8662	0.6095	0.8871	0.7198	0.8882	0.9381	0.9816	0.4836	0.7689	0.3268	0.4215	0.3961	0.8505	0.4086
4	t-calc.	0.1004	-0.3671	0.9889	0.4592	1.1696	0.1619	0.3280	-0.2507	-0.0808	-0.2045	-0.2365	0.1997	0.1947	-0.0160
	N. S.	0.9208	0.7170	0.3344	0.6510	0.2558	0.8731	0.7470	0.8041	0.9363	0.8399	0.8153	0.8437	0.8474	0.9873
5	t-calc.	0.2795	-0.3671	0.8512	0.3928	-0.6125	-0.0052	0.0000	-1.0653	-0.0249	1.8702	-0.1132	1.0134	0.3127	0.2124
	N. S.	0.7825	0.7170	0.4046	0.6985	0.5470	0.9958	1.0000	0.3008	0.9803	0.0761	0.9108	0.3235	0.7576	0.8338
		$\alpha = 0.05$		t-calc. < t-teórica		Se acepta H ₀ ; no existe diferencia significativa entre superficie y fondo para cada uno de las estaciones.									

Apéndice 2. Análisis de varianza de un factor, para comparar medias entre estaciones de muestreo para cada una de las variables físicas y químicas, así como contaminantes a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987-Diciembre 1988 en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.

	FUENTE DE VARIACION				F	N. S.	NIVEL DE CONFIANZA 95%
	ENTRE ESTACIONES		DENTRO DE ESTACIONES				
	S. C.	C. M.	S. C.	C. M.			
Transparencia	3572.95	893.23	22727.91	473.49	1.886	0.1281	
Temperatura	19.69	4.92	1198.00	24.95	0.197	0.9386	
Salinidad	21.32	5.33	2863.15	57.26	0.093	0.9842	
Oxígeno	5.51	1.37	212.81	4.43	0.311	0.8694	Frec. < F-tédico
D B O	3.41	0.85	92.21	1.96	0.435	0.7824	SE ACEPTA Ho
D Q O	1315515	328878.7	21190738	441473.7	0.745	0.5672	NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS DE LAS ESTACIONES PARA LOS DIFERENTES MESES.
Alc. Tot.	19.86	4.96	82090.3	1865.68	0.003	1.0000	
Alc. Fenolf.	120.21	30.05	1115.91	28.61	1.05	0.3939	
Amonio	0.0022	5.58E-004	0.39	9.08E-004	0.614	0.6546	
Sulfatos	23407.5	5851.8	846830.4	17642.303	0.332	0.8553	
Detergentes	0.084	0.0212	3.06	0.0653	0.325	0.8599	
Gras. y Aceit.	0.355	0.0889	11.99	0.3076	0.289	0.883	
Cobre	0.0256	0.0064	0.2444	0.0050	1.257	0.2999	
Zinc	2473.07	618.26	39335.4	819.48	0.754	0.5600	
Cadmio	1.6545	0.4136	133.604	2.7831	0.149	0.9627	
Piomo	1.3607	0.3401	90.702	1.889	0.180	0.9476	

Apéndice 3. Concentraciones de bicarbonatos y carbonatos (promedio) a lo largo del ciclo anual Diciembre 1987.- Diciembre 1988, en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver.

	ALC. TOTAL HCO_3^- Y CO_3^{2-}	ALCALINIDAD A CO_3^{2-}	HCO_3^-
DICIEMBRE			
ENERO	42.50	12.50	30.00
MARZO	40.40	31.00	9.40
MAYO	40.20	21.00	19.25
JUNIO	37.28	6.80	30.48
JULIO	42.50	18.00	24.50
AGOSTO	42.40	6.40	36.00
SEPTIEMBRE	44.50	6.00	38.50
OCTUBRE	166.00	21.00	144.40
NOVIEMBRE	14.00	0	14.00
DICIEMBRE	18.80	0	18.80

Apéndice 4. Porcentaje de saturación de oxígeno a la temperatura y salinidad dada en los meses del ciclo anual Diciembre 1987- Diciembre 1988, en la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. (basados los cálculos en tablas para aguas salobres publicadas por Kennish en 1986).

MES	OXIGENO DISUELTO	SALINIDAD	TEMPERATURA	%DE SATURACION
DICIEMBRE	3.5567	15.50	22.95	59
ENERO	4.1340	17.55	16.75	61
MARZO	5.9699	20.70	27.05	100
MAYO	4.5071	23.25	29.20	81
JUNIO	6.1664	11.40	31.05	100
JULIO	2.6664	9.20	29.20	48
AGOSTO	6.1902	2.80	31.65	100
SEPTIEMBRE	7.3097	0.70	30.58	100
OCTUBRE	6.0212	6.20	28.80	100
NOVIEMBRE	6.6482	13.50	21.90	100
DICIEMBRE	5.8003	14.80	23.30	95

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, R. V., 1983. Distribución de metales pesados en sedimentos del Río Blanco, Veracruz. Tesis Maestría Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México. 72 p.
- APHA, AWWA y WPCF, 1981. Standard methods: For the examination of water and wastewater. 15th. Ed. U. S. A. 1134 p.
- ASTON, S. R., 1980. Nutrients, Dissolved gases, and general biochemistry in estuaries. In: Olausson, E. and I. Cato (Eds.) Chemistry and biochemistry of estuaries. John Wiley & Sons, New York, 1980: 233-262.
- BEATY, R. D., 1979. Concepts, instrumentation and techniques for atomic absorption spectroscopy. Perkin-Elmer Corp. 400 p.
- BLEVINS, R. S. and O. C. PANCORBO, 1985. Metal concentration in muscle of fish from aquatic systems in east Tennessee, U.S.A. Research Pollution (12): 361-371.
- BOTELLO, R. V. y S. VILLANUEVA, 1987. Impacto ambiental de los hidrocarburos fósiles en dos sistemas costeros del caribe occidental. 2o Informe anual, Proyecto OEA-CONACyT. 44 p.
- , 1988. La contaminación y procesos geoquímicos en la Laguna de Términos, Campeche, México. In: INIREB (Eds.) Ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta y Grijalva. División regional de Tabasco. 1988: 493-516.
- BOTELLO, R. V., E. HICKS y E. F. MANDELLI, 1979. Estudio preliminar sobre los niveles de algunos contaminantes en la Laguna de Términos, Campeche, México. Mem. Simp. CICAR Progress in the Research of the Caribbean, FAO Fish. 1979: 267-289.
- BROWER, M., D. ENGEL and J. BONAVENTURA, 1982. Heavy metal to proteins of the blue crab, *Callinectes sapidus* rathbun. National Association, abstracts of the annual meeting. pp 84.
- BRYAN, G. W., 1971. The effects of heavy metals (other than mercury) on marine and estuarine organisms. Proc. Roy. Soc. Lond. B. 177: 389-410.
- , 1976. Some aspects of heavy metal tolerance in aquatic organisms. In: Lockwood, A. P. M. (Ed.) Effects of pollutants on aquatic organisms. Society for experimental biology. Seminar series 2. Cambridge University Press. London. 1976: 7-34.

- BROWN, V. M., V. V. MITROVIC and G. T. C. STARK, 1968. Effects of chronic exposure to zinc on toxicity of a mixture of detergent and zinc. Water Research Pergamon Press, (2): 255-263.
- BUTTERWORTH, J., P. LESTER and G. NICKLESS, 1972. Distribution of heavy metals in the Severn Estuary. Mar. Poll. Bull. 3: 72-74.
- CARDENAS, M. F., 1969. Pesquerías de las lagunas litorales de México. In: Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger (Eds.) Lagunas Costeras un Simposio. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO, México, Nov. 28-30, 1967: 645-651.
- CASTELLANOS, L. O., 1979. Evaluación del impacto ecológico de la contaminación marina por petróleo. SARH. CIECCA. México. 11 p.
- CASTRO-AGUIRRE, J. L., 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Dir. Gral. Inst. Nal. Pesca, México, Serie Científica, 19: 298 p.
- CECODES, 1981. Las lagunas costeras de Tabasco. (Un ecosistema en peligro). Centro de Ecodesarrollo, México. 96 p.
- CHUNG, K. S., 1978. Cadmium tolerance of the white mullet (*Mugil cephalus*) and its use to predict survival probability in polluted sea waters. Bull. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 17(1-2): 105-107.
- CIFSA, 1974. Estudio de la influencia de la transportación marítima en la calidad del agua, en zonas portuarias, bahías, lagunas y estuarios. SRH. DGUAPC. México. 286 p.
- COLOMBO, G., 1977. Lagoons. In: Barnes, R. S. K. (Ed.) The coastline. John Wiley & Sons., London. 1977: 63-81.
- CONTRERAS, E. F. 1980. Manual de Técnicas Hidrobiológicas. Univ. Autón. Met. Izt., México. 132 p.
- , 1985. Las lagunas costeras mexicanas. Centro de Ecodesarrollo, Sria. de Pesca, México. 253 p.
- CROSS, F. A., L. H. HARDY, N. Y. JONES and R. T. BARBER, 1973. Relations between total body weight and concentrations of manganese, iron, copper, zinc, and mercury in white muscle of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) and a bathyl-demersal fish *Antimora rostrata*. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1287-1291.

- CRUZ, R. M., 1970. Análisis parcial del microplancton en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Tesis Profesional Esc. Nac. Cienc. Biol., Inst. Pol. Nal. México. 60 p.
- CUEVAS, P. R. y J. A. VENTURA, 1989. Estudio sanitario de las características bacteriológicas del agua y ostión (*Crassostrea virginica* Gm.) en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Tesis Profesional. Esc. Cienc. Biol., Univ. del Noreste, Tamaulipas, México. 136 p.
- DE LA LANZA, E. G. y M. C. CANTU-RAMIREZ, 1986. Cuantificación de clorofilas y aplicación del índice de diversidad de pigmentos (D_{430}/D_{665}) para estimar el estado biótico de la Laguna de Pueblo Viejo, Ver. Universidad y Ciencia 3(5): 31-42.
- DEMAYO, A., A. L. DAVIS y M. A. FORBES, 1978. Forms of metal in water. Fisheries and Environment Canada, Scientific Series 87: 13 p.
- DE SOSTOA, A. and F. J. DE SOSTOA, 1985. The fish communities of the Ebro delta (Northeast Spain): A model of mediterranean estuarine ecosystem. In: Yáñez-Arancibia, J. A. (Ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. UNAM Press, México. 1985: 79-126.
- DIAZ, Z. G., 1976. Panorama general de la contaminación de las aguas de México y sus efectos sobre los recursos pesqueros. CIECCA. DGPYOE. SARH. México. 26 p.
- DOWN, R. L. and J. W. HURST, 1972. Renewable resource problems of heavy metal mining in coastal maine. Research Bulletin 35: 1-9.
- EPA, 1971. Dissolved oxygen criteria. Division of Water Quality Standards Washington, D. C. 10 p.
- EUSTACE, I. J., 1974. Zinc, cadmium, copper and manganese in species of finfish and shellfish caught in the Derwent Estuary, Tasmania. Aust. J. Mar. Freshwat. Res. 25: 209-220.
- EISLER, R., 1971. Cadmium poisoning in *Fundulus heteroclitus* (Pisces: Cyprinodontidae) and other marine organisms. J. Fish. Res. Bd. Canada 9(28): 1225-1234.
- FORSTNER, U., 1980. Inorganic pollutants, particularly heavy metals in estuaries. In: Olausson, E. and I. Cato (Eds.) Chemistry and biochemistry of estuaries. 1980: 307-345.

- GARCIA, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 5a. Ed. México, D. F. 217 p.
- GARCIA, G. M., 1987. Evaluación de la productividad primaria fitoplanctónica en relación con la concentración de nutrientes en el canal de Chijol, Pueblo Viejo, Veracruz, México. Tesis Profesional Esc. Nal. Cienc. Biol., Univ. del Noreste, Tamaulipas, México. 55 p.
- GARCIA, S. S., 1967. Notas sobre la hidrología de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, y su relación con los bancos ostrícolas. Memorias III Congr. Nal. Ocean. Campeche, Camp. México. 1967: 1-16.
- , 1972. Dinámica de los bancos ostrícolas en relación con factores del medio ambiente y el control ejercido mediante obras hidráulicas en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Memorias IV Congr. Nal. Ocean. México. 1972: 429-442.
- , 1974. Aprovechamiento de la fijación de larvas de ostión (*Crassostrea virginica* Gm.) en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, de 1964 a 1973. Memorias V Congr. Nac. Ocean. Guaymas, Son. México. 1974: 259-266.
- , 1976. Biología del ostión en su etapa de fijación en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Ciencia pesquera. Inst. Nal. Pesca. Dpto. Pesca., México. 1(1): 91-98.
- GAUCH, H. G. Jr., 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press. USA. 298 p.
- GELDIAY, R. and H. UYSAL, 1975. Comparative behaviour of toxic metals in a marine ecosystem. In: International Atomic Energy Agency (Ed.) Origin and fate of chemical residues in food, agriculture and fisheries. FAO-IAEA, Vienna, 1975: 69-76.
- GERLACH, S. A., 1981. Marine pollution. Diagnosis and therapy. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. pp. 120-163.
- GOLDMAN, C. R. and A. J. HORNE, 1983. Limnology. McGraw-Hill, New York. 464 p.
- GONZALEZ, S. A. E., 1983. Histología de las gónadas durante el ciclo biológico de *Arius melanopus* Gunter (Siluriformes: Ariidae) y *Bardiella ronchus* Cuvier y Valenciennes (Perciformes: Scianidae) del Canal y Laguna de Tampamachoco, Ver. Tesis Profesional ENEP Zaragoza, Univ. Nal. Autón. México. 46 p.

- HALSTEAD, B. W., 1972. Toxicity of marine organisms caused by pollutants. In: Ruivo (Ed.) Marine pollution and sea life. FAO. Fish. news. 1972: 584-593.
- HERNANDEZ, G. R., 1977. Elaboración de hidrolizados de "lacha" (Brevoortia gunteri) para consumo humano. Tesis profesional Inst. Pol. Nal., México. 60 p.
- HICKS, G. E. A., 1976. Variación estacional en la concentración de elementos metálicos en ostiones de la Laguna de Términos, Campeche, México. Tesis Profesional Fac. Química, Univ. Nal. Autón México. 50 p.
- HORNE, M. H. and L. G. ALLEN, 1985. Fish community ecology in southern California bays and estuaries. In: Yañez-Arancibia, J. A. (Ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration, UNAM Press, México. 1985: 169-190.
- INSTITUTO DE INGENIERIA, UNAM, 1974. Prevención y control de la contaminación del agua. Estudio del estuario del Río Pánuco, Tamps. (2a y 3a etapas) anexos. SRH. México. 142 p.
- INGGO, 1980. Bioacumulación de metales pesados y plaguicidas en especies acuáticas de importancia económica. SARH, Direc. Gral. de Protección y Ordenación Ecológica. México. 138 p.
- INIBP, 1963. Nociones sobre hidrobiología aplicada a la pesca. Conferencia especial a las pesquerías Mexicanas 361 p.
- INTUAL, 1973. Estudio de prevención y control de la contaminación del agua en el bajo Río Pánuco. Dirección General de Usos del Agua y Prevención de la Contaminación. SRH. México. 160 p.
- JAMAL, A. and H. T. AL-SAAD, 1988. Trace elements in fish from the Arabian Gulf and the Shatt al-Arab River, Iraq. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 40: 226-232.
- JONES, G. E., 1973. An ecological survey of open ocean and estuarine microbial population I. the importance of trace metal ions to microorganisms in the sea. In: Stevenson, H. y R. R. Colved (Eds.) Estuarine microbial ecology. University of South Carolina Press. 1973: 233-241.
- KENNISH, M. J., 1986. Ecology of Estuaries. Physical and chemical aspects. CRC Press, Inc. Vol. 1. Florida. 326 p.
- KNOX, G. A., 1986. Estuarine ecosystems: A systems approach. CRC Press, Inc. Vol. 1. Florida. 330 p.

- KOBELKOWSKY, D. A., 1989. Sistema digestivo de las especies de peces dominantes de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Soc. Méx. Zool. (Eds.) X Congr. Nal. de Zool. México, D. F., oct. 25-28, 1989, pp. 10.
- KOBELKOWSKY, D. A., M. A. PEREZ y M. A. CASTILLO, 1987. Estudio de los peces de la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz. Lab. de Peces. Univ. Autón., Metropolitana-Iztapalapa. Inédito.
- LANKFORD, R. R., 1977. Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification. In: Wiley M. (Ed.) Estuarine Processes. Academic Press Inc. New York. 1975: 182-215.
- LARA, D. A. L., 1980. Biología y ecología del bagre *Arius melanopus* Gunther en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional Fac. de Ciencias, Univ. Nal. Autón. de México. 103 p.
- LARA, D. A. L. y J. A. YAÑEZ-ARANCIBIA, 1983. Biología y ecología comparativa de los bagres marinos de la Laguna de Términos, Campeche, sur del Golfo de México. (Pisces: Ariidae). Univ. Autón. Ver. y Soc. Mex. Zool. (Eds.) Resúmenes VIII Congr. Nal. de Zool. Xalapa, Ver., México. Dic. 4-10, 1983: 110 p.
- LEATHERLAND, T. M. and J. D. BURTON, 1974. The occurrence of some trace metals in coastal organisms with particular reference to the Solent region. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 54: 457-468.
- LION, L. W. and J. O. LECKIE, 1982. Accumulation and transport of Cd, Cu, and Pb in an estuarine salt marsh surface microlayer. Limnol. oceanogr. 27(1): 111-125.
- LOPEZ, M. A., 1983. Modelo de volumen finito para calcular oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno en estuarios. Tesis profesional Fac. Univ. Nal. Autón. México. 80 p.
- LOPEZ-RAMOS, E., 1983. Geología de México. 6a. ed. tomo II. México. 357 p.
- MAHER, W. A., 1985. Trace metal concentration in marine organisms from St. Vincent Gulf, South Australia. Water Research Centre (12): 77-84.
- MANDELLI, E., 1977. Investigación y vigilancia de la contaminación por los metales pesados. In: Comisión Oceanográfica Intergubernamental. Contribuciones enviadas por conferenciantes y autores invitados a la reunión internacional de trabajo COI/FAO/PNUMA sobre la contaminación marina en el Caribe y regiones adyacentes. UNESCO, Puerto España, Trinidad y Tobago. 11: 104-142.

- MARTINEZ, P. P., E. J. ZAMACONA y G. O. ESPINOZA, 1977. Evaluación de los estudios sobre el ABS y el LAS, y efectos en la agricultura y la fauna. Subsria. de Planeación. SRH. 145 pp.
- McFARLANE, G. A. and W. G. FRANZIN, 1980. An examination of Cd, Cu, and concentrations in livers of northern pike, *Esox lucius* and white sucker, *Catostomus commersoni* de five lakes near a base metals melter at flin flon Manitoba. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 1573-1578.
- MENDEZ-SALCERO, B. L., L. M. BOZADA-ROBLES y Z. CHAVEZ-ALARCON, 1982. Edad y crecimiento en *Arius melanopus* (Gunther, 1864) Del Estero Casitas, Municipio de Tecolutla, Ver. Univ. Autón. Sin. y Soc. Mex. Zool. (Eds.) Resúmenes VI Congr. Nal. de Zool. Mazatlán, Sin., México. DIC. 6-10, 1982: 4 p.
- MITROVIC, V. V., 1972. Sublethal effects of pollutants on fish. In: Ruivo (Ed.) Marine pollution and sea life. FAO, Fish. news, pp. 252-256.
- MOUNT, D. I. and R. A. TAFT, 1962. Some effects of metals and detergents on fishes. In: Luebbers R. H. (Eds.) Air and water pollution Conference. Engineering extension. Serie No. 2. University of Missouri. 24(64): 14-17.
- MURAMOTO, S., 1981. Variations of some elements in cadmium-induced, malformed fish. Bull. Environm. Contam. Toxicol. 27: 193-200.
- NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH, 1981. Manual of analytical methods. NIOSH. Cincinnati, DHEW, USA.
- OCHOA-SOLANO, A., G. HALFFTER y R. IBARRA, 1973. Estudio de la contaminación en el bajo Río Coatzacoalcos primeros trabajos. In: Memorias seminario sobre evaluación de la contaminación ambiental. Ins. Méx. de Rec. Nat. Renov. (Eds.) Esc. Nal. Cienc. Biol., Inst. Pol. Nal., México. 1973: 115-165.
- ODUM, W. E., 1970. Insidious alteration of the estuarine environment. Trans. Am. Fish. Soc. 99: 836-847.
- OLAUSON, E., 1980. The carbon dioxide-calcium carbonate system in estuaries. In: Olauson E. and I. Cato (Eds.) Chemistry and biogeochemistry of estuaries. John Wiley & Sons. LTD. New York 1980: 297-305.
- ORTEGA ZALETA, P. E., 1988. Estudio preliminar para evaluar la calidad del agua en las Lagunas Chila, Chairel y Pueblo Viejo. Tesis Profesional Esc. Nal. Cienc. Biol., Univ.

Noreste, Tamaulipas, México. 96 p.

- PAEZ, O. F. y L. J. I. OSUNA, 1984. Metales tóxicos. Ciencias del Mar, Univ. Autón. Sin., México. 6(2): 46-48.
- PEREZ-ZAPATA, A. J., I. D. DE LEON y A. M. GIL, 1984. Determinación cuantitativa de plomo en peces del estuario del Río Coatzacoalcos. An. Esc. Nal. Cienc. Biol., Inst. Pol. Nal., México. 28: 193-197.
- PESCA, 1989. Análisis de la actividad pesquera, 3er trimestre 1989. Dir. Gral. de Progr. e Inform. Anal. Act. Pesq. México. No. 19.
- PLAN DE DESARROLLO URBANO DE PUEBLO VIEJO VERACRUZ (PDUPVV), 1982 Gobierno del Estado de Veracruz H. Ayuntamiento de Pueblo Viejo. 388 p.
- PROSI, F., 1979. Heavy metals in aquatic organisms. In: Forstner U. y G. T. Wittmann (Eds.) Metal pollution in the aquatic environmental 1979: 271-323.
- RAMIREZ, H. E. 1963. Notas sobre algunos peces de importancia comercial en los estados de Tamaulipas y Veracruz. Mem. I Congr. Nac. Ocean. Acapulco, Gro., México. Mayo 21-24, 6(52): 1-12.
- REID, G. K. y R. D. WOOD, 1976. Ecology of inland waters and estuaries. 2nd ed. D. Van Nostrand Co. Nueva York. 485 p.
- RESENDEZ, M. A., 1970. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México 41 Ser. Cienc. del Mar y Limnol. (1): 79-146.
- ROBLEDO M. F., 1987. Evaluación de la calidad del agua y calidad sanitaria del ostión (*Crassostrea virginica*) en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Esc. Cienc. Biol., Univ. del Noreste, Tamaulipas, México. 58 p.
- RODIER, J., 1981. Análisis de las aguas (Aguas naturales, aguas residuales, agua de mar). Ed. Omega. España. 1059 p.
- ROHLF, J. F., 1971. Perspectives on the application of multivariate statistics to taxonomy. Taxon. 20(1): 85-90.
- ROTH, I. and H. HORNING, 1977. Heavy metal concentrations in water, sediments, and fish from Mediterranean Coastal area, Israel. Environ. Scienc. & Technol. 3(11): 265-269.
- SALGADO-UGARTE, I. H., 1985. Algunos aspectos biológicos del bagre *Arius melanopus* Gunther (Osteichthyes: Ariidae) en el

sistema lagunar de Tampamachoco, Ver. Tesis profesional
ENEP Zaragoza, Univ. Nal. Autón. México. 108 p.

- SARH, 1975. Informe final del estudio ecológico de las marismas de Altamira, Laguna de Pueblo Viejo, Laguna de Chila, Laguna de Tamiahua, Laguna de Chairrel, Laguna de la Tortuga y Laguna de Champayán, durante 1975. Residencia de acuacultura, Tamaulipas sur-Veracruz norte. 155 p.
- SARH, 1976. Análisis de aguas y aguas de desecho, Vol. I y II, México, D.F. 140 p.
- SARH, 1982a. Estudio de la calidad del agua y su evaluación para la certificación sanitaria en zonas de explotación de los recursos marinos y lacustres en las Lagunas del Carmen, Machona y Mecocan, Tabasco. Subsría de Planeación Dirección General de Usos del Agua y prevención de la contaminación. 82 p.
- SARH, 1982b. Técnicas de análisis fisicoquímicos para aguas. 5a. ed. Subsría. de Planeación. DGUAPC. y Subdirección de Investigación y Entrenamiento. México. 319 pp.
- SAUZA, A. S., 1982. Eficiencia de producción primaria en la Laguna de Pueblo Viejo, Veracruz, México. Servicio Social Univ. Autón. Metropolitana-Izt. 110 p.
- SEDUE, 1985. Informe sobre el estado del medio ambiente en México. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México. 83 p.
- SEDUE, 1986. Reglamento para la prevención y control de la contaminación de aguas. Serie: Normatividad ecológica No. 4. SEDUE. México. 40 p.
- SIDA / FAO, 1983. Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Documentos técnicos de pesca No. 212. Parte 9. Análisis de presencia de metales y organoclorados en los peces. Roma. 37 pp.
- SISTEMA DE INGENIERIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL (SITA), 1972. Estudio integral del control de la calidad de los recursos hidráulicos en la cuenca baja del Río Pánuco. SRH. México. 153 p.
- SOKAL, R. R. y F. J. ROHLF, 1979 Biometría Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume Ediciones. Madrid. 832 p.
- SRH, 1971. Estudios bioecológicos y de toxicidad en lagunas y estuarios del Río Pánuco, Tamp. Tomo I, Univ. Autón. Nvo. León, México. pp 5-13.

- SSA, 1982. Síntesis informativa sobre el documento determinación del escenario ambiental del Puerto Industrial de Altamira Tamaulipas. Subsría. de Mejoramiento del Ambiente. Dir. Gral. Inv. Efect. Amb. Salud. México. 19 p.
- STATGRAPHICS INC., 1986. Statgraphics user's guide. USA. 678 p.
- STEEL, G. D. y J. H. TORRIE, 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2a. ed. Mac. Graw Hill, México. 416 p.
- STOKER, H. S. y S. L. SEAGER, 1981. Química ambiental. Ed. Blume, Barcelona. 320 p.
- STRICKLAND, J. D. H. and T. R. PARSON, 1977. A practical handbook of a seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada Ottawa. 310 p.
- TERAN, A. H., 1989. Estudios de calidad bacteriológica del agua y ostión (*Crassostrea virginica*) de la Laguna de Pueblo Viejo Veracruz, México. Tesis Profesional Esc. Cienc. Biol. Univ. del Noreste, Tamaulipas, México. 46 p.
- TREFRY, J. H. and B. J. PRESLEY, 1976. Heavy metal transport from the Mississippi River to the Gulf of México. Texas A. & M. University Contributions in Oceanography. 18(681): 39-57.
- VALDES, Z. F., 1971. Contaminación de las aguas del mar y sus efectos en los recursos vivos y la pesca. Ministerio de pesquerías, Lima. 28 pp.
- VILLANUEVA, F. S., 1987. Evaluación de metales pesados en los sedimentos y organismos del Río Coatzacoalcos y áreas adyacentes, Ver., México. Tesis profesional ENEP Zaragoza, Univ. Nal. Autón. de México. 70 p.
- VILLANUEVA, F. S., V. A. BOTELLO y F. PAEZ-OSUNA, 1988. Evaluación de algunos metales pesados en organismos del Río Coatzacoalcos y de la Laguna del Ostión, Veracruz, México. Contam. Amb. 4(1): 19-31.
- WALDICHUK, M., 1977. La contaminación mundial de las aguas del mar: una recapitulación. Comisión Oceanográfica Intergubernamental Pacific Environment Institute. UNESCO, Vacouver, Canada. pp. 1-75.
- , 1985. Biological availability of metals to marine organisms. Marine Pollution Bulletin. 183(15): 1049-1052.
- WALSH, D. F., B. L. BERGER and J. R. BEAN, 1977. Residues in fish, wildlife, and estuaries. Pesticides Monitoring Journal.

- WETZEL, R. C., 1981. Limnología. Ed. Omega Barcelona, España. 679 p.
- WHITESIDE, P. J., 1979. An introduction to atomic absorption spectrophotometry. Pye Unicam Ltd., Cambridge, England. 860 p.
- WILBER, C. G., 1971. The biological aspects of water pollution. 2nd. ed. Charles C. Thomas Puablisher, Springfield, Illinois, USA. 296 p.
- WITTMANN, G., 1979. Toxic metals. In: Forstner, U. y G. T. Wittmann (Eds.) Metal pollution in the aquatic environmental 1979: 3-68.
- WOOD, J. M. 1974. Biological cycles for toxic elements in the environment. Science (183):1049-1052.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, J. A., 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras; Nota científica, An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 2(1): 53-60.
- , 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efimeras del Pacífico de México. Centro Cienc. del Mar y Limnología. Univ. Nal. Autón. México, Publ. Esp. 1980, 2: 1-306.
- , 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. AGT Editor, S. A., México. 189 p.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A., A. L. LARA D, A. AGUIRRE L., S. DIAZ R., F. AMEZCUA L., D. FLORES H., and P. CHARANCE, 1985. Ecología de poblaciones de peces dominantes en estuarios tropicales. Factores ambientales que regulan las estrategias biológicas y la producción. In: Yáñez-Arancibia, J. A. (Ed.) Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. UNAM, Press México. 1985: 311-366.
- ZAVALA, H. J. A., 1984. Numerical analysis of the ground level vegetation of nant porth nature reserve, north Wales. Exploration of vegetation environment relationships. tesis magister, Univ. Coll. of North Wales. 60 p.
- , 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Cuadernos de divulgación. INIREB. No.26. 56 p.