



80  
211

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

DETERMINACION DE PLOMO EN EL  
OSTION DE ROCA "*Crassostrea iridescens*"  
(Hanley, 1854) EN LA BAHIA DE  
ACAPULCO, GUERRERO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**B I O L O G A**

**P R E S E N T A**

**CARMEN GONZALEZ BEGNE**

1991

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

### RESUMEN

1	INTRODUCCION.	1
1.1	Generalidades.	
1.1.1	Contaminación por metales pesados.	
1.1.2	Factores que influyen en la toxicidad de los metales pesados en solución.	
1.1.3	Posición taxonómica del ostión de roca	
1.1.4	Los moluscos bivalvos como indicadores de contaminación.	
1.1.5	Efectos de los metales pesados en los moluscos.	
1.1.6	Factores que influyen en la acumulación de metales pesados en los moluscos.	
1.2	Antecedentes	
2	OBJETIVOS.	17
3	AREA DE ESTUDIO.	18
4	MATERIAL Y METODO.	20
4.1	Recolecta de organismos.	
4.2	Técnicas utilizadas para trabajar los tejidos blandos.	
4.3	Cuantificación de plomo en los ostiones.	
5	RESULTADOS	24
6	DISCUSION	49
7	CONCLUSIONES	58
8	BIBLIOGRAFIA	59

## RESUMEN.

Como parte de un estudio tendiente a conocer los niveles de plomo en la Bahía de Acapulco, Guerrero se recolectaron muestras de ostiones (Crassostrea iridescens) de cuatro sitios de recolecta localizados en las Américas, el Morro, Pie de la Cuesta y Playa Condesa durante los meses de enero y junio de 1989.

La concentración de plomo varió durante las dos estaciones de recolecta, presentando valores que van desde 0.01  $\mu\text{g/g}$  hasta 0.47  $\mu\text{g/g}$ .

Se observó que al incrementarse la talla de los bivalvos disminuyó la concentración.

Los organismos con tallas de 5.0 a 7.0 cm presentaron la mayor concentración (0.23  $\mu\text{g/g}$ ).

El órgano que presentó la concentración mas alta de plomo fue la branquia, con valores de 0.07 a 0.25  $\mu\text{g/g}$ , siguiendo en orden decreciente el músculo aductor, manto, masa visceral y palpos.

De las cuatro localidades de recolecta, Playa Condesa registró la mas alta concentración de plomo 0.47  $\mu\text{g/g}$ .

## I INTRODUCCION

### 1.1 Generalidades

#### 1.1.1 Contaminación por metales pesados

Los océanos cubren aproximadamente el 71% de la superficie terrestre del planeta (Toledo, 1986) y constituyen un recurso alimenticio para los distintos integrantes de las tramas alimenticias (Simommons, 1982). Sin embargo, existen limitaciones en la productividad debido a que un gran número de contaminantes no biodegradables como los productos de deshecho industriales, domésticas, agrícolas y ganaderos han sido vertidos en el mar, causando graves problemas a los habitantes de estos medios y en algunos casos la desaparición de los organismos. Otros elementos como son los metales pesados se acumulan en los seres vivos ocasionando alteraciones en el habitat y las cadenas tróficas del ecosistema (Iverso, 1978)

Los metales pesados son elementos que se encuentran en la hidrosfera en cantidades traza, son constituyentes normales de los ambientes marinos y están ampliamente distribuidos en la columna de agua, la biota y los sedimentos (Johnston, 1976, Ortega y Osuna, 1982). Son potencialmente tóxicos para la biota provocando efectos deletéreos en determinadas cadenas alimenticias afectando principalmente organismos superiores como

peces, moluscos y aves marinas e incluso causan daños a la salud humana (Williams, 1953; Viarengo, 1985).

Muchos de estos oligoelementos forman parte de la composición química de los organismos y algunos de ellos tales como el zinc, cobre y cobalto son absolutamente necesarios para su crecimiento y desarrollo (Senties, 1976).

Johnston en 1976 clasifica a los metales pesados en dos grandes grupos: los metales esenciales y los metales tóxicos. Los primeros se combinan con moléculas orgánicas como las proteínas y son utilizados en diferentes procesos metabólicos, que son fundamentales para el establecimiento de un equilibrio iónico con los líquidos corporales. Entre estos metales encontramos al Fe, Cu, Zn, Co, Mn, Cr y Ni que son abundantes y relativamente solubles en el agua.

El segundo grupo lo constituyen los metales tóxicos. Estos metales inhiben los procesos enzimáticos y provocan la desnaturalización de proteínas. Metales como la Ag, Hg, Cu, Cd y Pb son particularmente tóxicos y producen serios daños a los organismos marinos.

Elementos como el cobre y cobalto son elementos bivalentes que pueden actuar como elementos tóxicos o esenciales, su comportamiento depende de la concentración existente en el medio y en el organismo así como de la forma química en que se encuentra (Williams, 1967; Viarengo, 1985).

El plomo es un elemento metálico que se utiliza ampliamente en la industria, forma parte de sustancias químicas como plagui-

cidas y fertilizantes, es utilizado en la fabricación de soldaduras, como componente estructural de las pinturas y como aditivo del petróleo y la gasolina (Laxen y Harrison, 1977). Su incorporación al medio marino es por medio de la lluvia, la erosión de las rocas, los depósitos minerales y la producción de gases (Golberg et al, 1983). Mas tarde es incorporado por el hombre a través de los alimentos y el agua (Fig:1). Las características del plomo son: poco soluble, con un estado de oxidación de +2 y +4, se encuentra en forma libre o en combinación con otros compuestos, es blando de color gris azulado o plateado. Está ampliamente distribuido en el aire, agua y suelo, produce alteraciones en el sistema nervioso central causando disturbios motores, sensores y complicaciones neurológicas y tiende a acumularse en los seres vivos, ocasionando anemia (Senties, 1976; Branika y Konrad, 1977; Wong et al, 1981, Rosas et al 1983 y Reyes y De León, 1982).

Los procesos por medio de los cuales los metales pesados son introducidos al ambiente marino son de dos tipos:

- 1) Naturales: a) Por las corrientes de ríos que desembocan en las zonas marinas, las cuales contienen sedimento producto del intemperismo de rocas, suelos y minerales de la litosfera. b) A través de la actividad volcánica submarina, en donde los líquidos, gases y sólidos reaccionan con el agua de mar, originando la disolución, precipitación y absorción de los metales pesados (Ortega y Osuna, 1982).





2) Antropogénicos: En donde el hombre ocasiona una fuente adicional de contaminación debido al flujo de aguas agrícolas, domésticas, ganaderas, industriales de navegación, por la utilización de combustible fósil y por la presencia de cenizas provenientes de las plantas industriales (Laxen y Harrison, 1977).

En el ambiente marino los metales pesados pueden penetrar en cualquiera de las siguientes formas (Ortega y Osuna, 1982):

- 1) Disueltos como iones libres o formando complejos.
- 2) Formando compuestos organometálicos, en donde el metal es parte esencial de la estructura.
- 3) En forma de sólidos inorgánicos y orgánicos.
- 4) Unidos a material mineral fino y detritus orgánico.

La incorporación de plomo en los organismos puede ser llevada a cabo por cualquiera de los siguientes mecanismos de captación propuestos por: Williams, (1953), Eisler, (1981), Ortega y Osuna, (1982) y Akberali y Trueman, (1985).

1) Por absorción de iones metálicos contenidos en el agua a través de membranas semipermeables en donde por procesos de difusión activa, pasiva y ósmosis se permite el paso de estos iones hacia el interior de los organismos.

2) Por la ingestión de iones metálicos contenidos en las partículas alimenticias y las membranas que recubren a los órga-

nos encargados de efectuar la absorción de agua y nutrientes.

3) Por la incorporación de complejos metálicos de acuerdo a sus necesidades fisiológicas.

#### 1.1.2 Factores que influyen en la toxicidad de los metales pesados en solución.

Los factores que influyen en la toxicidad de los metales pesados han sido agrupados en 4 clases: la primera corresponde a las características físicas y químicas del metal en solución; la segunda se refiere a la capacidad que tienen los metales de encontrarse en forma iónica o formando enlaces con otros elementos; la tercera trata de las condiciones ambientales existentes en el medio (la temperatura, pH, oxígeno disuelto, salinidad y luz), y la cuarta se refiere a las condiciones fisiológicas de los organismos marinos (estado de desarrollo, edad, talla, sexo, estructuras de protección y cambios adaptativos). (Johnston, 1976 y Timothy *et al* 1978).

#### 1.1.3 Posición taxonómica del ostión de roca.

Castillo (1986), establece la siguiente clasificación para el ostión de roca .

Clase	Bivalvia
Subclase	Pteriomorphia
Orden	Mytiloidea
Superfamilia	Ostracea
Familia	Ostreidae
Género	<u>Crassostrea</u>
Especie	<u>C. iridescens</u>

Crassostrea iridescens está ampliamente distribuido en el Continente Americano desde la costa sur de Baja California hasta Perú. Los organismos viven adheridos a un substrato rocoso con profundidad de 2 a 10 metros, Silva, (1984) y Castillo, (1986).  
Morfología de las valvas.

La concha es pesada y gruesa, de forma variada desde irregular, oval, hasta casi rectangular. Charnela casi recta, amplia y relativamente cuadrada, con resilifero alargado y umbo curvado lateralmente. La superficie externa es de apariencia foliar, con líneas de crecimiento concéntrico de color morado y pliegues comisurales (Fig:2). La superficie interna presenta una coloración blanquecina porcelanizada, con un lustre metálico iridiscente. El área del ligamento es amplia, fuerte, ancha, angulosa y elevada con una serie de denticulos a los lados de la charnela. Esta última es casi recta, amplia y relativamente cuadrada. La impresión muscular de la valva izquierda es grande, reniforme, con posición más o menos central y de color marrón (Fig:2A).

#### Morfología interna.

El manto es de forma ovoide, de color blanco, la boca se encuentra en el extremo anterior entre los dos pares de palpos labiales; la masa visceral es grande y está unida al musculo

VISTA EXTERNA DE LA CONCHA  
DE *C. iridescens* (Hanley, 1854)



Fig: 2

R. Resillifero; L. Lineas de crecimiento  
U. Umbo; P. Plegues comisurales

**VISTA INTERNA DE LA CONCHA  
DE *C.iridescens* (Hanley, 1854)**



Fig' 2A

A. Area del ligamento; D. Denticulos oseos; C. Charnela

I. Impresión muscular

aductor por su base.

Las branquias se encuentran en número de dos pares, tienen forma semicircular insertándose una lámina a la masa visceral y y la otra al músculo aductor, teniendo el borde libre dirigido hacia la región anterior e inferior de la concha; el estómago es de forma irregular y el intestino tiene forma de asa, extendiéndose desde el estómago hasta el extremo posterior de las branquias y abriéndose en un ano; la cavidad pericárdica está localizada en la porción anterior, la hemolinfa es bombeada a todas las partes del cuerpo; el sistema nervioso es bilateral y relativamente sencillo, se compone de tres pares de ganglios y dos pares de cordones nerviosos. La excreción es efectuada por dos nefridios situados debajo de la cavidad pericárdica. Las gónadas se encuentran en la parte anterior del cuerpo recubriendo el estómago, su color y tamaño dependen del grado de madurez; los conductos gonádicos se abren dentro de la cavidad paleal cerca de las branquias, y al alcanzar su etapa reproductiva los gametos son expulsados hacia el exterior para efectuar la fecundación (Fig: 3) (Barnes, 1976 y Castillo, 1986).

Las gónadas de C. iridescens presentan cuatro fases de desarrollo:

Fase 1.- Indiferenciada: no hay rastros de gametos, las gónadas presentan un color blanquecino transparente.

Fase 2.-En vía de maduración: la gónada presenta un color amarillo.

# MORFOLOGIA INTERNA DE C. iridescens

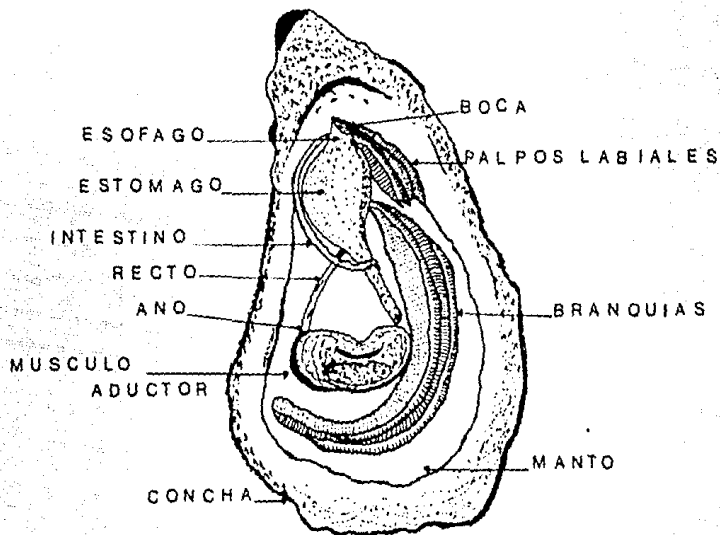


Fig: 3

Fase 3.- madura: la gónada es de color amarillo pardo ocupando toda la cavidad de la concha y existe la presencia de una sustancia lechosa.

Fase 4.- desove: la gónada es transparente con bolsas de aire (Silva, 1984).

#### 1.1.4 Los moluscos bivalvos como indicadores de contaminación.

Los moluscos bivalvos han sido utilizados desde 1954 como organismos indicadores de contaminación, ya que permiten estimar el grado relativo de contaminación existente en una área determinada y son capaces de concentrar un mayor número de metales,  $10^3$  a  $10^6$  veces más que la concentración del medio marino (Phillips, 1976).

Para poder utilizar a los bivalvos como indicadores de contaminación, deben de poseer las siguientes características: 1) que sean organismos sésiles y que acumulen altas concentraciones de metales pesados, 2) que se encuentren en forma abundante en el área de estudio; 3) que sean longevos, teniendo varias etapas de desove 4) que sean organismos filtradores y 5) que sean especies de interés comercial (Coombs, 1972 y Cunningham, 1979).

Algunos autores consideran a la talla de los bivalvos como una variable necesaria para poder cuantificar los diferentes grados de contaminación por metales pesados, (Coombs, 1980 y Wong *et al.*, 1981).



### 1.1.5 Efectos de los metales pesados en los moluscos.

Muchos bivalvos utilizan el cierre de las valvas como un mecanismo de protección para contrarrestar los efectos adversos del ambiente marino, sustituyendo la respiración aeróbica por la anaeróbica provocando liberación de Ca y alteraciones en los procesos de alimentación (Cunningham, 1979), los cuales repercuten en el crecimiento y desarrollo de los organismos.

Akberali y Trueman en 1985 observaron que la presencia de estos metales puede producir efectos inhibitorios en la actividad ciliar, el consumo de oxígeno y anomalías en el ritmo cardíaco.

Al aumentar los niveles de metales en el medio, los organismos comienzan a acumular en sus tejidos metales pesados afectando la permeabilidad de las membranas y de los órganos encargados del transporte de oxígeno y sustancias nutritivas produciendo alteraciones en los órganos encargados de efectuar la fecundación, crecimiento, desarrollo y reproducción, llegando a ocasionar la muerte. (Pringle, et al, 1968; Cunningham, 1979 Rosas et al, 1983 y Akberali y Trueman 1985).

El plomo en concentraciones bajas, actúa como un inhibidor competitivo en el transporte de Ca, y en concentraciones altas inhibe la producción de energía necesaria para efectuar la respiración (Ayling, 1974). Al adherirse a las membranas epiteliales de las branquias produce trastornos en su permeabilidad inhibiendo el transporte de Na, K, Cl y la formación de compuestos orgánicos por lo que se impide la

formación de enlaces con las proteínas. (Passow et al, 1961 y Pringle et al, 1968).

#### 1.1.6 Factores que influyen en la acumulación de metales pesados en los moluscos.

Autores como Brooks y Romsby, (1965); Romeril, (1971); Coombs, (1972); Fowler y Benagoun, (1974) y Luoma, (1983), señalan que la acumulación y distribución de los metales pesados en los tejidos de los bivalvos está influenciada por dos tipos de factores: los extrínsecos, que son aquéllos que se producen en el ambiente marino como una consecuencia de la interacción existente entre los metales y el agua (características físicas y químicas del metal, así como los cambios estacionales, salinidad, concentración de oxígeno, temperatura, pH y profundidad del medio ambiente marino). Y los factores intrínsecos en los cuales existe una relación entre las condiciones fisiológicas del organismo (talla, edad, etapa de desarrollo y peso) y las propiedades físicas y químicas del metal.

## 1.2 Antecedentes.

Desde hace unas décadas los estudios efectuados sobre metales pesados han comenzado a tener un gran auge, debido a la creciente preocupación por preservar el ambiente marino y por el papel que desempeña este medio como abastecedor de alimento.

Los estudios efectuados sobre contaminación por metales pesados en moluscos bivalvos del género Crassostrea han sido dirigidos hacia dos líneas de investigación. La primera está relacionada con la determinación de los niveles de metales pesados existentes en los ostiones en donde encontramos los trabajos efectuados en la zona costera de los Estados Unidos por Pringle et al., (1968); en Tasmania, Ayling, (1974); en la costa sur de los Estados Unidos, Zarogian et al., (1979); en Honk Kong, Wong et al., (1981); en la bahía de San Luis, Missouri, Lytle y Lytle, (1982); en Tasmania, Thomson, (1982); en la costa Sur de Sudáfrica, Watling, (1982); en el Noroeste de Yugoslavia Martincinc et al., 1984; y en la Costa Sur de Carolina, James y Thompson, (1986). En la República Mexicana encontramos los trabajos efectuados por Rosas et al., (1983) en la Lagunas de Mandinga, del Carmen y Tampamachoco, , Pérez, (1985) en las lagunas de Mecocacán, Machona y del Carmen, Ponce, (1988) en la laguna de Terminos y Marmolejo, (1989) en Mazatlán.

La segunda línea de investigación (Calabresse, et al. 1973; Cunningham, 1979 y Akberali y Trueman, 1985) está dirigida hacia

el uso de los moluscos bivalvos como indicadores de contaminación, analizándose los factores que influyen en la acumulación y absorción de metales pesados, sus efectos, la capacidad que presentan los diferentes metales para adherirse a los órganos y las características químicas del metal en solución.

En México los estudios efectuados sobre contaminación están dirigidos hacia la primera línea de investigación.

Rosas *et al*, (1983) utilizan a Crassostrea virginica como indicador de contaminación por metales pesados en algunas lagunas del Golfo de México, concluyendo que los ostiones tienen la capacidad de concentrar una mayor cantidad de metales que el mismo ambiente marino y determinan que los factores de concentración para el Cr, Cd, y Hg son mil veces mayores en los bivalvos que los obtenidos en el agua. Con respecto al plomo, observaron que la concentración se incrementó en los bivalvos de un 20 a 70 %.

Pérez, (1985) cuantifica los niveles de metales pesados en el ostión Crassostrea virginica de las lagunas litorales de Tabasco, en donde se concluye que este organismo es un buen indicador de contaminación para metales pesados, y dada su capacidad de absorción se recomienda utilizarlo en la vigilancia permanente de los niveles de estos metales en los cuerpos de agua en que habita.

Ponce, (1988) evaluó la concentración de metales pesados en sedimento recientes y tejidos del ostión Crassostrea virginica en

la laguna de Términos, Campeche, encontrando que la concentración de metales pesados en los tejidos de los bivalvos es de 10 a 20 % mayor que la obtenida en el sedimento.

Marmolejo, (1989) efectuó un análisis del contenido de metales en los tejidos de C. iridescens y de C. corteziensis en Mazatlán durante 10 meses, obteniendo concentraciones de plomo de 8 a 9 ppm durante el mes de mayo y diciembre, oscilando en el resto del año entre 4 y 5 ppm.

## 2 OBJETIVOS

Debido a la importancia que representa la contaminación por metales pesados, en especial el plomo, en el medio marino y la posibilidad de utilizar a Crassostrea iridescens como organismo indicador, para este tipo de metales, se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el grado de contaminación por plomo existente en el ostión de roca Crassostrea iridescens en la Bahía de Acapulco, Guerrero.
- Determinar si la concentración de plomo varía con el peso y talla de los organismos.
- Determinar la zona de muestreo que presenta la mayor concentración de plomo.

### 3 AREA DE ESTUDIO.

La bahía de Acapulco tiene una longitud de 6.7 km. Su substrato esta constituido por rocas metamórficas de granulaciones relativamente finas, mezcladas con arena gruesa y restos calcáreos (Pianol, 1979; Compodonica y Nery, 1980 y Contin, 1989).

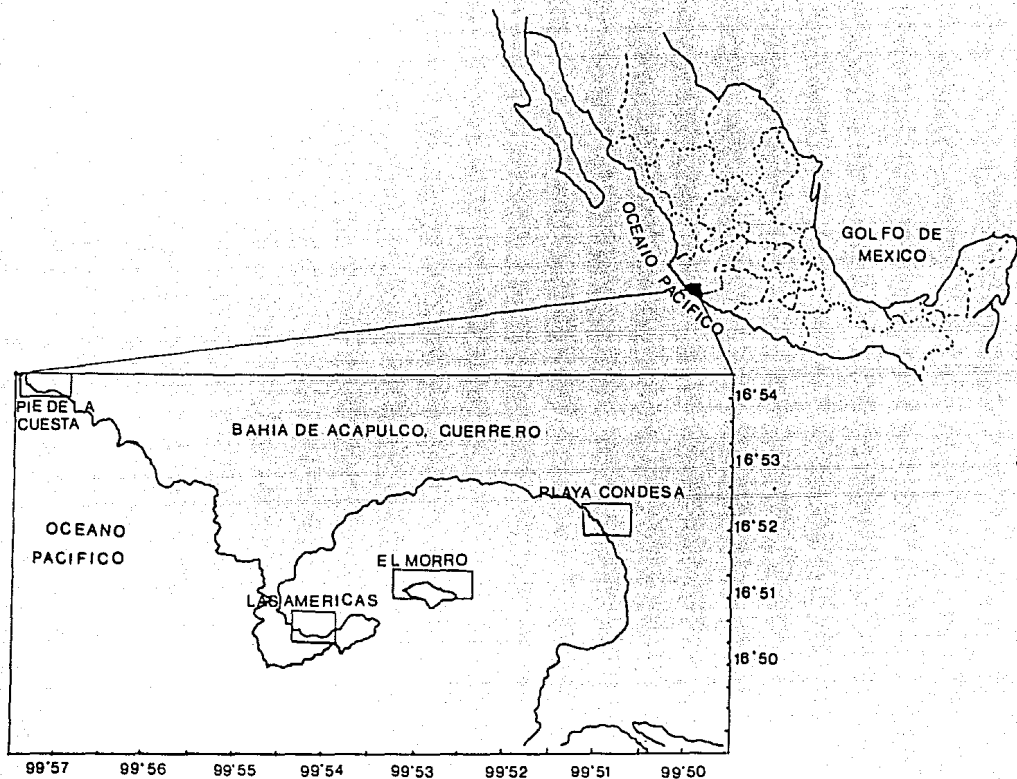
La temperatura del agua fluctúa entre los 29.4°C a 34.8°C, la salinidad es de 33.9 a 34.8 mg/l. La concentración de oxígeno es de 6.2 a 7.0 mg/l. El pH es uniforme en la bahía todo el año variando de 7.9 a 8.0. La transparencia del agua es de 2.5 m, en época de estío y de 1 m en época de lluvias (Pianol, 1979).

El clima es cálido (Aw tropical) con lluvias en verano (junio y agosto). La precipitación media anual es de 1412 ml, con una evaporización de 1900 mm (Contin, 1989).

Se eligieron cuatro sitios de colecta en el puerto de Acapulco, Gro. localizados en: (Fig:4)

- 1) Pie de la Cuesta ubicado a 99°57' longitud oeste y a 16°54' latitud norte.
- 2) El Morro, pequeña isleta constituida por rocas metamórficas localizada en la bahía de Acapulco, Gro. a una longitud oeste de 99°53' y a 16°51' de latitud norte.
- 3) Las Américas localizado a 99°54'3" longitud oeste y a 16°50' 6" latitud norte.
- 4) Playa Condesa se encuentra a 99°51' longitud oeste y a 16°52' latitud norte.

# LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE COLECTA



#### 4 MATERIAL Y METODO.

##### 4.1 Recolecta de organismos.

La recolecta de organismos fue realizada en los meses de Enero y Junio de 1989 en las zonas conocidas como Pie de la Cuesta, el Morro, las Américas y Playa Condesa en la bahía de Acapulco, Guerrero. Los sitios se encuentran cerca de vertidores de aguas negras e industriales provenientes de las actividades efectuadas en el puerto y son utilizados por los ostioneros como abastecedores de alimento.

Después de establecer los sitios de recolecta se procedió a medir la profundidad de los bancos y extraer a los ejemplares del substrato rocoso mediante el buceo libre y con un cuchillo ostionero. En las Américas, el Morro y Pie de la Cuesta se recolectaron 80 bivalvos y en Playa Condesa 76 ejemplares para dar un total de 156 organismos.

Los ejemplares con las valvas cerradas fueron colocados en bolsas de polietileno, etiquetándose cada una.

En el laboratorio del Centro de Investigaciones Oceanográficas de Acapulco, Gro., se efectuó la medición de las valvas de los ostiones utilizando los criterios propuestos por Laevastru, (1971):

- a) Longitud de la concha (L.C).- Abarca la longitud máxima en dirección anteroposterior; ésta es usualmente paralela con el eje de la articulación.



b) Ancho de la concha (A.C).- Se refiere al ancho máximo en dirección dorsoventral; éste normalmente forma ángulos rectos con el eje de la articulación y con la medida de la longitud.

La muestra poblacional de los sitios de recolecta fué sujeta a un conteo agrupandose en cinco rangos de talla de acuerdo con Boyden, (1977) y Cunningham y Tripp, (1975) quienes agrupan a los organismos en cinco intervalos de clase (de 5.0 a 6.2, de 6.3 a 7.9 y 8.0 a 9.0 (las Américas) y de 6.1 a 7.0 de 7.1 a 8.0, de 8.1 a 9.0, de 9.1 a 10.0 y de 10.1 a 11.00 ( Ple de la Cuesta y Playa Condesa).

Los bivalvos fueron desconchados con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable. Se determinó a simple vista el estado de desarrollo de los ejemplares según las observaciones hechas por Silva, (1984).

La masa visceral de cada bivalvo se pesó con una balanza granataria, quitando el exceso de agua con papel filtro Whatman #40.

De cada uno de los organismos se extrajeron: las branquias, el manto, la masa visceral, los palpos y el músculo aductor. En Playa Condesa se obtuvo un mayor número de ejemplares lo que permitió efectuar una comparación entre la concentración de plomo obtenida por órgano y la concentración de la masa total del organismo, por lo que se extrajo toda la masa visceral del organismo. Estos órganos fueron colocados en frascos previamente

tratados con HNO<sub>3</sub>, almacenándose en un refrigerador de polipropileno con hielo seco, con el fin de efectuar el traslado de los ejemplares al Laboratorio de Fisiología Celular del Departamento de Morfología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional, en donde se efectuó el procedimiento para llevar a cabo las lecturas de plomo.

#### 4.2 Técnica utilizada para trabajar los tejidos blandos

Para cuantificar la concentración de plomo, se procedió a tratar las muestras de la siguiente forma:

- 1) Se descongelaron las muestras a temperatura ambiente durante dos o tres horas.
- 2) Se sacaron los órganos de los frascos y se procedió a secarlos con papel filtro Whatman #40, con el fin de eliminar el exceso de agua.
- 3) Se pesaron cinco gramos de cada órgano colocándose en vasos de precipitado de 100 ml previamente tratados por un procedimiento que incluye ácido nítrico al 10%.
- 4) Se maceró el contenido de los vasos con tijeras de acero inoxidable, previamente lavadas con ácido nítrico al 10%.
- 5) Se agregaron 5 ml de ácido nítrico concentrado dejándose reposar durante 24 horas, tapándose con un vidrio de reloj y colocándose en una campana de extracción.

- 6) Transcurrido este tiempo se agregaron otros 5 ml de ácido nítrico concentrado y se calentaron las muestras poco a poco en una parrilla sin llegar a los 80°C, hasta que el contenido se disolviera.
- 7) Después de esto, las muestras fueron sacadas de la campana y enfriadas a temperatura ambiente.
- 8) Se agregaron 10 ml de ácido nítrico al 10%, tapando de nuevo las muestra, esperando a que el contenido se incorporara a la solución.
- 9) Después de efectuar esto, se procedió a filtrar las muestras con papel Whatman #40, colocándose el contenido en tubos de ensaye marca Pyrex con tapón de hule.
- 10) Los tubos se colocaron en gradillas, en donde se mantuvieron a temperatura ambiente en el laboratorio, hasta que se efectuara la lectura de plomo.
- 11) También fue tratado un blanco de reactivos.

#### 4.3 Cuantificación de plomo en los ostiones

Se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer Mod. 380 para poder efectuar la lectura de las muestras.

Se prepararon 3 soluciones estándar de 5, 10 y 20  $\mu\text{g}$  Pb/100ml de HNO<sub>3</sub>, con el fin de elaborar una curva de concentración. Posteriormente se efectuó la lectura de las muestras. Se realizaron análisis de varianza y de correlación.

## 5 RESULTADOS

La Tabla I muestra el número total de ejemplares recolectados durante las dos épocas de recolecta (Enero y Junio de 1989), así como los datos morfométricos del ostión de roca Crassostrea iridescens en la Bahía de Acapulco, Guerrero. Un total de 156 ejemplares fueron obtenidos de las cuatro localidades de recolecta con una longitud promedio de 6.39 a 8.52 cm, una anchura promedio de 5.37 a 7.64 cm y un peso promedio de 4.85 a 11.0 g. La mayor longitud (8.52 cm) y la mayor anchura (7.64 cm) se presentaron en Ple de la Cuesta. En playa Condesa se registró el mayor peso (11.0 g).

El número de organismos que se recolectaron en cada una de las estaciones fue de: Loc:1 (Las Américas) 22 ejemplares, Loc:2 (El Morro) 11 ejemplares, Loc:3 (Las Américas) 47 ejemplares y Loc:4 (Playa Condesa) 76 organismos.

En la tabla II se indican las concentraciones promedio de plomo en cada una de las localidades de recolecta, estos valores van desde 0.02  $\mu\text{g/g}$  hasta 0.31  $\mu\text{g/g}$ .

La concentración promedio de plomo en cada una de las zonas se describe a continuación:

### Localidad 1 (Las Américas).

Los valores promedio de plomo van desde 0.05  $\mu\text{g/g}$  hasta 0.25  $\mu\text{g/g}$ . En este caso puede apreciarse que el órgano que presenta la concentración promedio más

Tabla 1: Datos morfométricos de los ostiones colectados en las Américas (Loc:1), el Morro (Loc:2), Pie de la Cuesta (Loc:3) y Playa Condesa (Loc:4).

Sitios Fecha	Longitud Promedio (ca)	Ancho Promedio (ca)	Peso de los organismos (g)	Número de organismos
Loc: 1 18/1/1989	6.54 (5.0 - 9.0)	5.53 (3.7 - 7.8)	4.85 (3.8 - 5.9)	22
Loc: 2 18/1/1989	6.39 (5.0 - 9.4)	5.37 (4.0 - 10)	6.04 (3.7 - 6.3)	11
Loc: 3 8/1/1989	8.52 (5.0 - 11)	7.64 (4.6 - 10)	5.75 (4.1 - 7.3)	47
Loc: 4 19/VI/1989	8.38 (4.0 - 11)	5.94 (2.5 - 10.5)	11.0 (2.0 - 28.0)	76

(Valores Máximos - Valores Mínimos)

Tabla II: Concentración promedio de plomo en *C. iridescens*

Localidades	Masa Visceral	Músc. aductor	Branquias	Manto	Falpos
1 18/1/1989	0.15 (0.09-0.21)	0.06 (0.03-0.07)	0.25 (0.21-0.35)	0.05 (0.01-0.17)	0.05 (0.04-0.06)
2 18/1/1989	0.13	0.09	0.17	0.12	0.04
3 18/1/1989	0.16 (0.04-0.36)	0.23 (0.09-0.37)	0.07 (0.14-0.30)	0.22 (0.01-0.15)	0.02 (0.01-0.06)
4 19/VI/1989	0.19 (0.04-0.45)	0.31 (0.04-0.47)	0.18 (0.08-0.49)	0.17 (0.07-0.44)	0.07 (0.03-0.12)

Loc 1: Las Américas.    Loc 2: El Morro.    Loc 3: Pie de la Cuesta    Loc 4: Playa Condesa

alta es la branquia (0.25  $\mu\text{g/g}$ ) siguiendo la masa visceral (0.15  $\mu\text{g/g}$ ), músculo aductor (0.06  $\mu\text{g/g}$ ), manto (0.05  $\mu\text{g/g}$ ) y palpos (0.05  $\mu\text{g/g}$ ). Fig:5

#### Localidad 2 ( El Morro)

El plomo presentó valores promedio que fueron de 0.04  $\mu\text{g/g}$  a 0.17  $\mu\text{g/g}$ . La branquia presentó la más alta concentración promedio de plomo de 0.17  $\mu\text{g/g}$  siguiendo la masa visceral (0.13  $\mu\text{g/g}$ ), manto (0.12  $\mu\text{g/g}$ ), músculo aductor (0.09  $\mu\text{g/g}$ ) y palpos (0.04  $\mu\text{g/g}$ ). Fig:6

#### Localidad 3 (Ple de la Cuesta)

Esta zona presenta concentraciones promedio de plomo que van desde 0.02 hasta 0.23  $\mu\text{g/g}$ .

El órgano que presentó la más alta concentración promedio fue el músculo aductor (0.23  $\mu\text{g/g}$ ) siguiendo el manto (0.22  $\mu\text{g/g}$ ), la masa visceral (0.16  $\mu\text{g/g}$ ), la branquia (0.07  $\mu\text{g/g}$ ) y los palpos (0.02  $\mu\text{g/g}$ ). Fig:7

#### Localidad 4 (Playa Condesa)

Playa Condesa presentó concentraciones promedio de plomo que van de 0.07 a 0.31  $\mu\text{g/g}$ .

La concentración de plomo en los órganos fue la siguiente: el músculo aductor acumuló la mayor cantidad de plomo 0.31  $\mu\text{g/g}$  siguiendo la masa

### CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO LAS AMERICAS

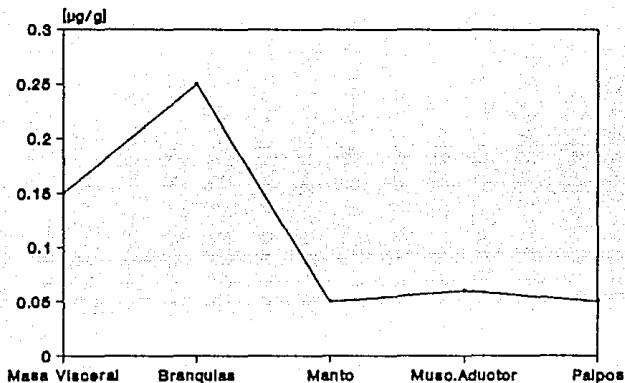


Fig:5

### CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO. EL MORRO

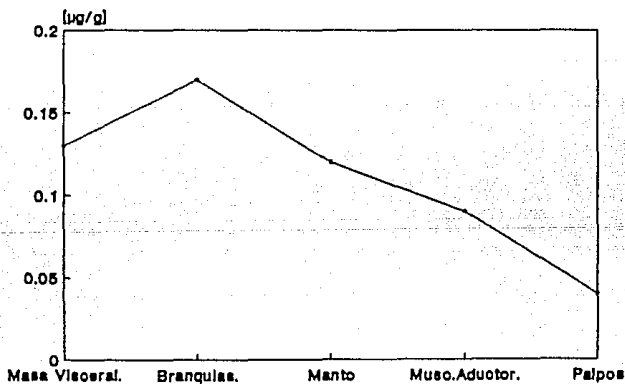


Fig:6



CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO  
PIE DE LA CUESTA

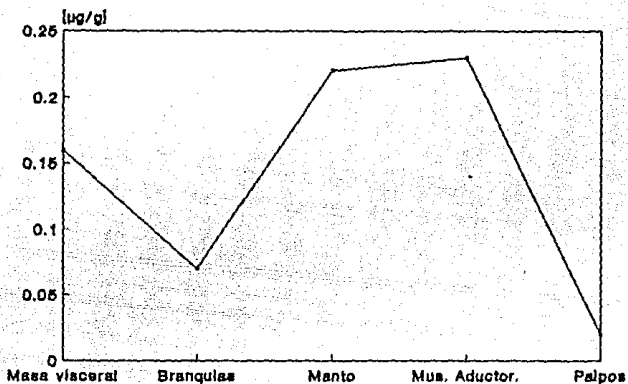


Fig:7

CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO  
PLAYA CONDESA

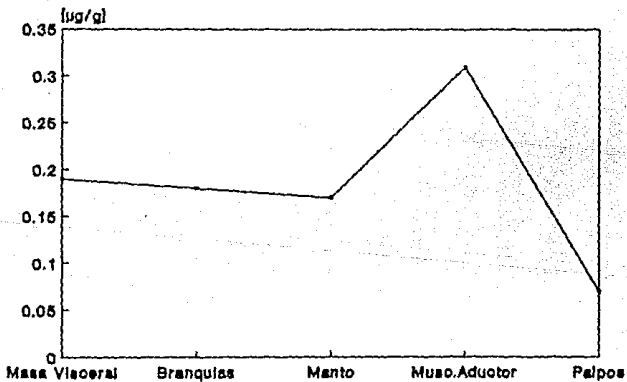


Fig:8

visceral (0.19  $\mu\text{g/g}$ ), branquia (0.18  $\mu\text{g/g}$ ), manto (0.17  $\mu\text{g/g}$ ) y palpos (0.07  $\mu\text{g/g}$ ). Fig:8

En la tabla III, se muestran las concentraciones promedio de plomo obtenidas en los bivalvos, durante los meses de enero y junio de 1989. La mayor concentración de plomo (0.18  $\mu\text{g/g}$ ) se presento en los ejemplares colectados durante el mes de junio.

La tabla IV indica las concentraciones promedio de plomo para cada una de las estaciones de recolecta en relación con la talla de los bivalvos observándose el siguiente comportamiento. Loc: I Las Américas (Fig:9).

Las branquias muestran una disminución de la concentración (0.35 a 0.19  $\mu\text{g/g}$ ) a medida que aumenta la talla de los bivalvos (Figs:9 y 10). En la masa visceral existió un incremento de concentración de 0.02 a 0.22  $\mu\text{g/g}$ , aunque en el tercer rango exista una disminución de su concentración de 0.22  $\mu\text{g/g}$  a 0.20  $\mu\text{g/g}$  (Figs: 9 y 11). El manto presentó una concentración de plomo uniforme durante los dos primeros rangos, en el rango tres la concentración promedio de plomo se incrementó de 0.01 a 0.18  $\mu\text{g/g}$  (Figs: 9 y 12). En el músculo aductor la concentración promedio de plomo se incrementó (de 0.03 a 0.07  $\mu\text{g/g}$ ) a medida que aumenta la talla de los bivalvos (Figs: 9 y 13). La concentración promedio de plomo en los palpos disminuyó desde 0.06 a 0.04  $\mu\text{g/g}$  a medida que se incremento la talla de los bivalvos (Figs: 9 y 14).

Tabla III: Concentración estacional de plomo  
en Crassostrea iridescens

Meses	Concentración de plomo
19/1/1991	0.12 (0.01-0.37)
19/01/1989	0.18 (0.03-0.47)

Valores Mínimos) -- (Valores Máximos

Tabla IV: Variación de la concentración promedio de plomo en relación a la talla en los sitios de recolecta: ( Loc 1: Las Americas; Loc 2: el Morro; Loc 3: Fie de la Cuesta y Loc 4: Playa Condesal.

Localidad	Rango de Talla (ca)	Masa Visceral. µg/g	Mus.aductor µg/g	Branquias µg/g	Manto µg/g	Palpos µg/g	Org.Completo µg/g
1	(5.0 - 6.2)	0.03 (0.04-0.01)	0.03 (0.04-0.02)	<u>0.35</u> (0.37-0.34)	<u>0.01</u> (0.16-0.14)	0.04 (0.07-0.05)	ND
1	(6.3 - 7.9)	0.22 (0.26-0.19)	0.04 (0.07-0.05)	<u>0.22</u> (0.23-0.20)	<u>0.01</u> (0.02-0.01)	0.04 (0.05-0.03)	ND
1	(8.0 - 9.0)	0.20 (0.21-0.19)	0.07 (0.07-0.06)	0.19 (0.22-0.17)	0.19 (0.18-0.17)	0.04 (0.04-0.03)	ND
2	6.39	0.13	0.12	0.09	<u>0.17</u>	<u>0.04</u>	ND
3	(6.1 - 7.0)	0.23 (0.24-0.21)	<u>0.32</u> (0.37-0.27)	0.17 (0.24-0.15)	0.02 (0.03-0.01)	<u>0.01</u>	ND
3	(7.1 - 8.0)	0.22 (0.36-0.12)	0.23 (0.25-0.20)	0.26 (0.36-0.04)	0.06 (0.10-0.01)	0.02	ND
3	(8.1 - 9.0)	0.08 (0.14-0.05)	0.20 (0.26-0.17)	0.23 (0.25-0.19)	0.09 (0.10 - 0.08)	0.02	ND
3	(9.1 - 10.0)	0.12 (0.13-0.11)	0.12 (0.13-0.11)	0.17 (0.19-0.15)	0.11 (0.14-0.08)	0.02	ND
4	(6.1 - 7.0)	0.19 (0.30-0.04)	0.18 (0.25-0.13)	0.25 (0.29-0.04)	0.23 (0.44-0.26)	0.09	0.23 (0.33-0.17)
4	(7.1 - 8.0)	0.14 (0.18-0.09)	0.16 (0.29-0.07)	<u>0.47</u> (0.46-0.46)	0.16 (0.24-0.13)	0.04	0.06 (0.01-0.006)
4	(8.1 - 9.0)	0.31 (0.45-0.23)	0.32 (0.47-0.19)	<u>0.47</u> (0.48-0.46)	0.16 (0.21-0.17)	0.07	0.03 (0.03-0.01)
4	(9.1 - 10.0)	0.09	0.05 (0.06-0.04)	0.11 (0.14-0.08)	0.05 (0.11-0.02)	<u>0.01</u>	0.22 (0.25-0.09)
4	(10.1 - 11.0)	0.09	0.11	0.22	0.14	0.04	0.18

(Valores Máximos - Valores Mínicos) (\* Concentración Máxima, ^Concentración Mínima).

### CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO EN RELACION A LA TALLA.

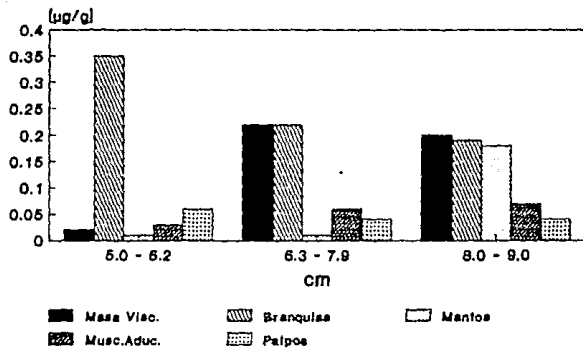


Fig: 9

LAS AMERICAS

### CONCENTRACION DE PLOMO EN BRANQUIAS LAS AMERICAS

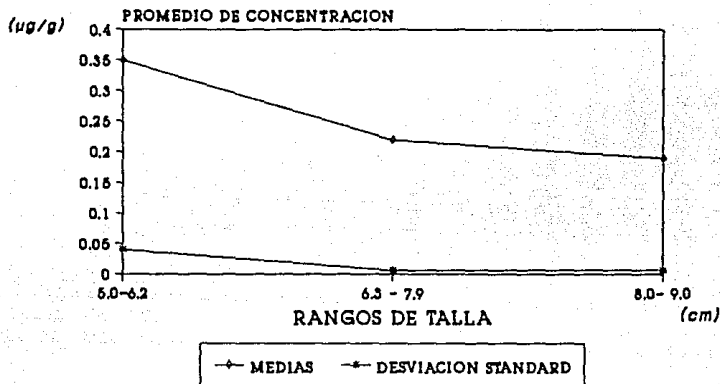


Fig:10

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MASA VISCERAL LAS AMERICAS

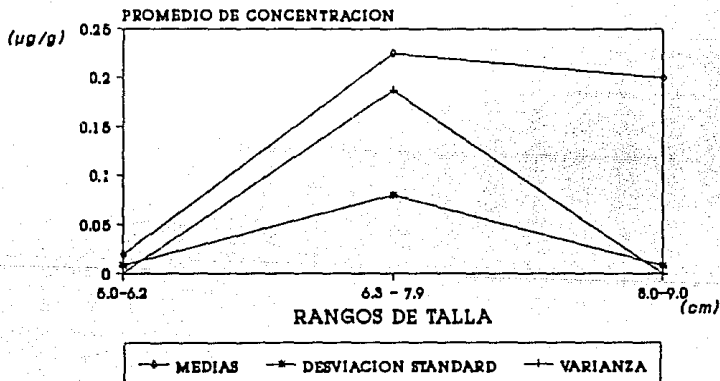


Fig:11

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MANTO LAS AMERICAS

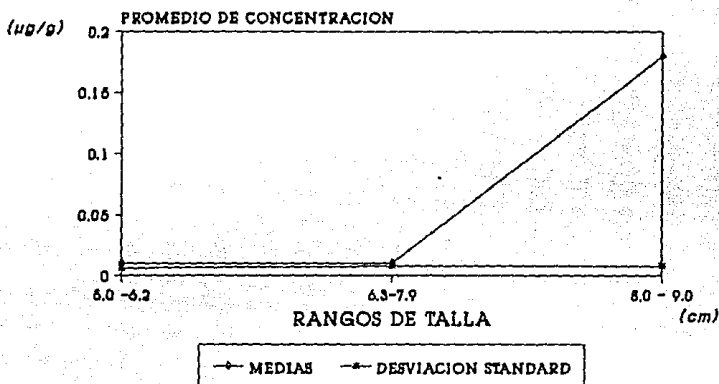


Fig:12

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MUSC. ADUCTOR LAS AMERICAS

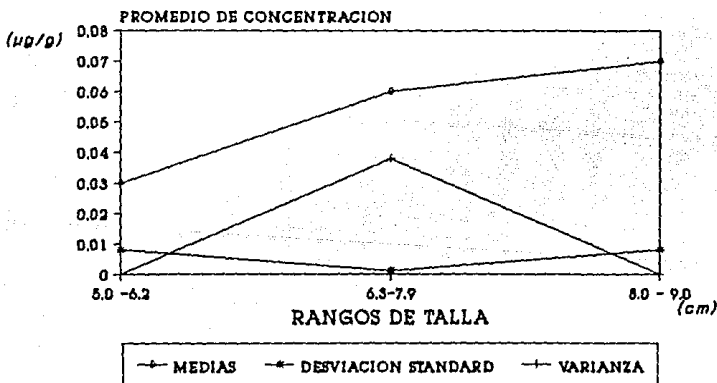


Fig:13

## CONCENTRACION DE PLOMO EN PALPOS. LAS AMERICAS

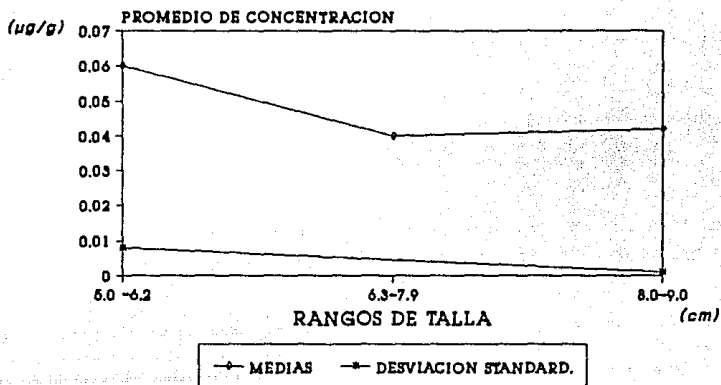


Fig:14



Loc: 2 El Morro

La concentración promedio de plomo en el Morro va de 0.04 a 0.17  $\mu\text{g/g}$ . El órgano que presentó la mayor concentración promedio de plomo fue el manto 0.17  $\mu\text{g/g}$ , siguiendo la masa visceral 0.13  $\mu\text{g/g}$ , músculo aductor 0.12  $\mu\text{g/g}$ , branquias 0.09  $\mu\text{g/g}$  y palpos 0.04  $\mu\text{g/g}$ . Loc: 3 Pie de la Cuesta (Fig:15) La concentración de plomo disminuyó de 0.32 a 0.12  $\mu\text{g/g}$  a medida que aumentó la talla (Figs: 15 y 16). En las branquias la concentración aumento de 0.17  $\mu\text{g/g}$  a 0.26  $\mu\text{g/g}$  en los dos primeros rangos, en el tercer rango la concentración promedio de plomo disminuye de 0.23  $\mu\text{g/g}$  a 0.17  $\mu\text{g/g}$  (Figs: 15 y 17). En la masa visceral la concentración de plomo va desde 0.08 a 0.23  $\mu\text{g/g}$ , no se observa un patrón de comportamiento directamente proporcional sino que ésta varía en cada rango (Figs: 15 y 18). En el manto la concentración de plomo se incrementó de 0.02 a 0.11  $\mu\text{g/g}$  a medida que aumentó la talla de los ejemplares (figs: 15 y 19). Los palpos presentan un ligero incremento de la concentración de 0.01 a 0.02  $\mu\text{g/g}$  manteniéndose estable en los distintos rangos (Figs:15 y 20).

Loc: 4 Playa Condesa (Fig:21).

Las branquias presentan una distribución variable de la concentración en los distintos rangos, sin embargo es posible observar un incremento de la concentración promedio de plomo de 0.11 a 0.47  $\mu\text{g/g}$  (figs:21 y 22). El manto muestra una disminución

### CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO EN RELACION A LA TALLA

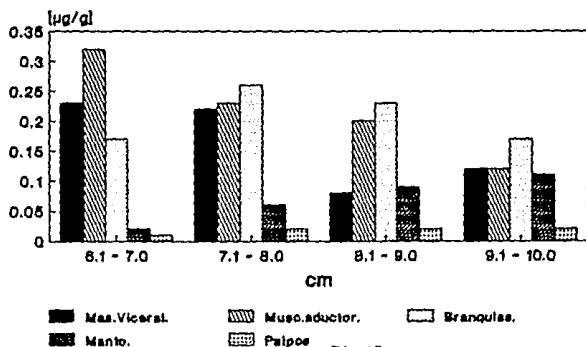


Fig:16

PIE DE LA CUESTA

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MUSC. ADUCTOR PIE DE LA CUESTA.

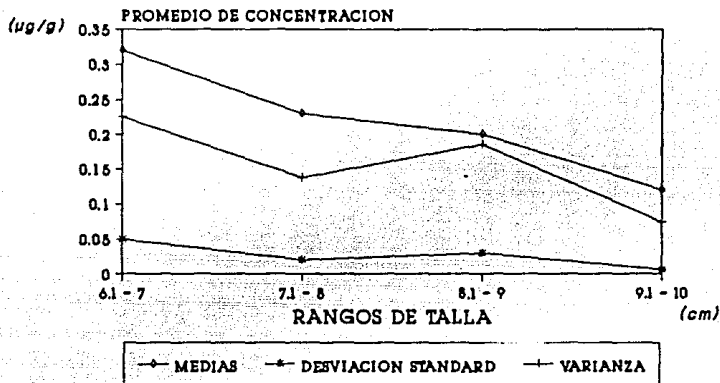


Fig:16

### CONCENTRACION DE PLOMO EN BRANQUIAS PIE DE LA CUESTA.

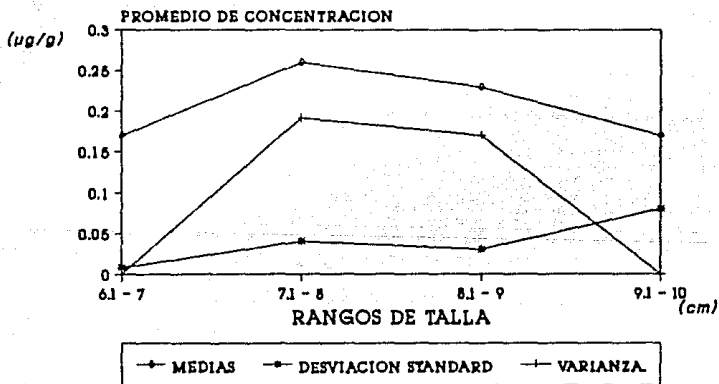


Fig:17

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MASA VISCERAL. PIE DE LA CUESTA.

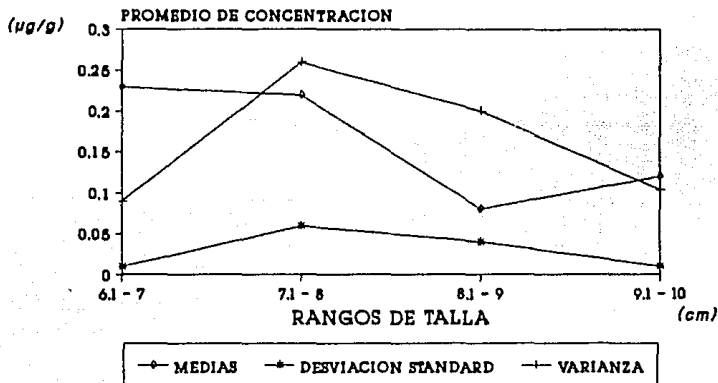


Fig:18

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MANTO PIE DE LA CUESTA.

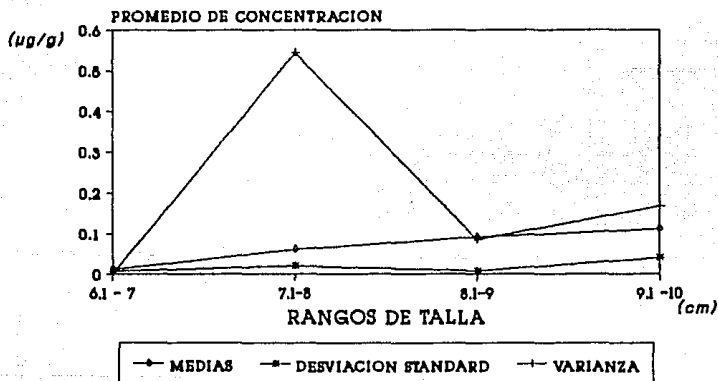


Fig:19

### CONCENTRACION DE PLOMO EN PALPOS PIE DE LA CUESTA.

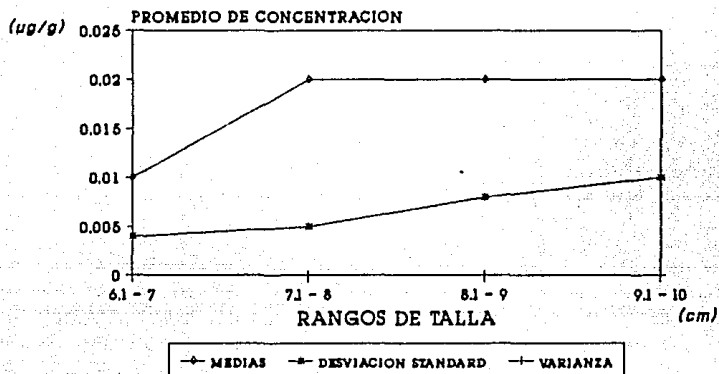


Fig:20

en la concentración de 0.33 a 0.05  $\mu\text{g/g}$  a medida que aumenta la talla de los bivalvos con excepción del último rango en donde se incrementó la concentración de 0.05  $\mu\text{g/g}$  a 0.14  $\mu\text{g/g}$  (Figs:21 y 23). En el músculo aductor la concentración promedio tiende a disminuir de 0.18  $\mu\text{g/g}$  a 0.05  $\mu\text{g/g}$ , sin embargo en el segundo y tercer rango tiende a observarse un incremento de su concentración de 0.16  $\mu\text{g/g}$  a 0.32  $\mu\text{g/g}$  y de 0.05 a 0.11  $\mu\text{g/g}$  (Figs:21 y 24). En la masa visceral la concentración de plomo tuvo valores de 0.09 a 0.31  $\mu\text{g/g}$  (Figs: 21 y 25). Los palpos muestran una concentración de plomo de 0.01 a 0.09  $\mu\text{g/g}$  Figs (21 y 26). En esta estación se trabajó la masa total del organismo observándose que los organismos juveniles incluidos en el primer rango de talla presentan la más alta concentración de plomo (0.02 a 0.23  $\mu\text{g/g}$ ), decreciendo ésta a medida que aumenta la talla con excepción del último rango en donde la concentración se incrementó. En la tabla V, se presentan de manera general los coeficientes de correlación en Pie de la Cuesta y Playa Condesa. En el caso de Pie de la Cuesta se aprecia una correlación entre la longitud y la concentración de plomo en la masa visceral, manto, palpos y músculo aductor, ya que se considera una interacción cuando los valores son mayores de 0.5 y entre éstos órganos existieron coeficientes de -0.97, -0.85, 0.99 y 0.83. La correlación negativa nos indica que a medida que aumenta la longitud de los bivalvos la concentración de plomo tiende a disminuir. La correlación positiva nos indica una relación directa entre la longitud y la concentración de plomo.

### CONCENTRACION PROMEDIO DE PLOMO EN RELACION A LA TALLA.

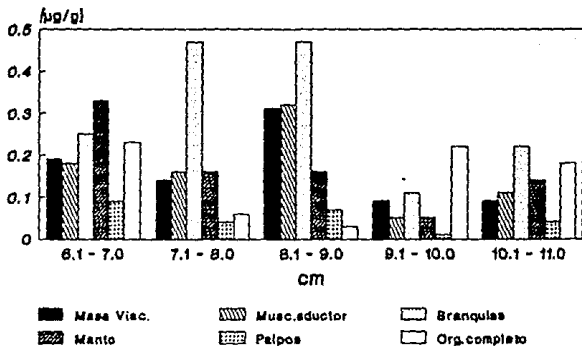


Fig:21

PLAYA CONDESA

### CONCENTRACION DE PLOMO EN BRANQUIAS PLAYA CONDESA

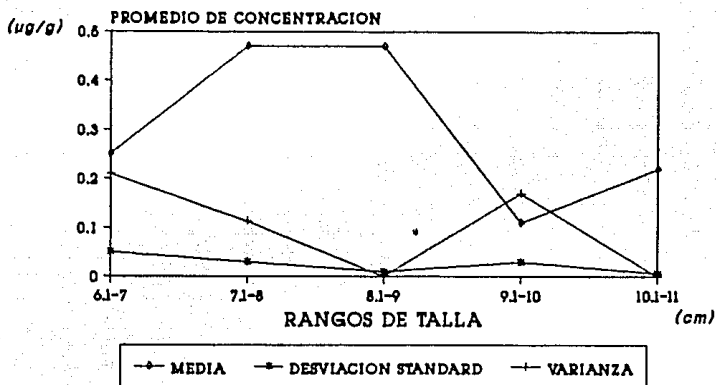


Fig:22

### CONCENTRACION DE PLOMO EN MANTO PLAYA CONDESA

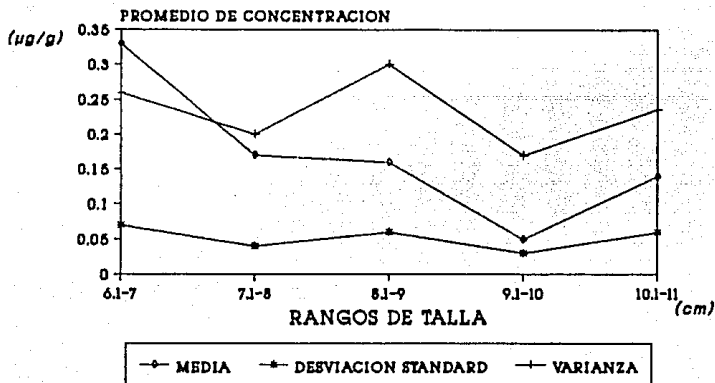


Fig:23



CONCENTRACION DE PLOMO EN MUSC. ADUCTOR.  
PLAYA CONDESA

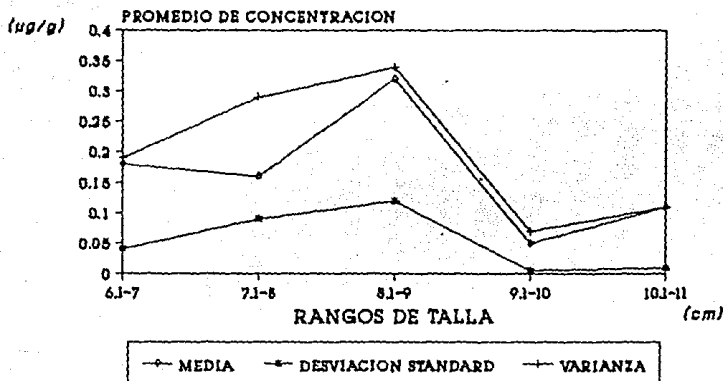


Fig:24

CONCENTRACION DE PLOMO EN MASA VISCERAL  
PLAYA CONDESA

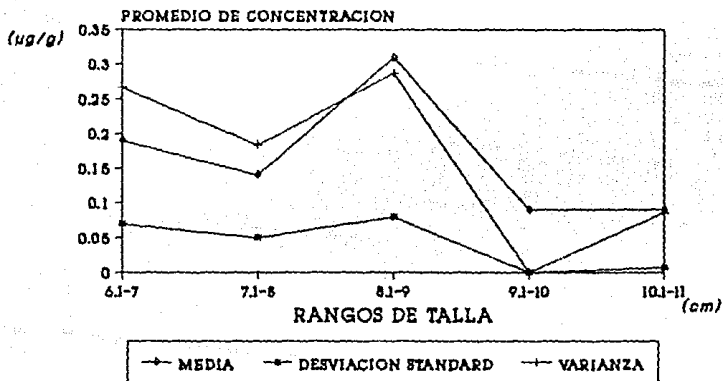


Fig:25

### CONCENTRACION DE PLOMO EN PALPOS. PLAYA CONDESA

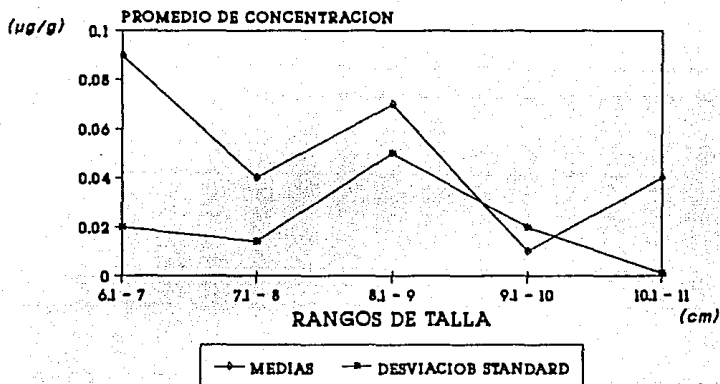


Fig:26

### CONCENTRACION DE PLOMO EN C. IRIDESCENS. PLAYA CONDESA

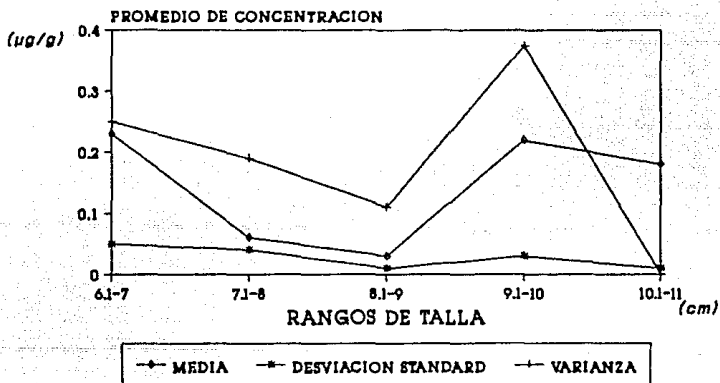


Fig:27

Tabla V Coeficiente de Correlacion entre la longitud y Peso  
en Crassostrea iridescens

Pie de la Cuesta (Loc:3)

Variables	Masa Visceral	Músc. aductor	Branquias	Manto	Palpos
Longitud	- 0.95	- 0.77	0.02	0.99	0.83
Peso	- 0.75	- 0.88	0.24	0.80	0.954

Playa Condesa (Loc:4)

Variables	Masa Visceral	Músc. aductor	Branquias	Manto	Palpos	Org. Completo
Longitud	- 0.46	- 0.41	0.40	- 0.79	- 0.77	0.11
Peso	- 0.42	- 0.33	0.12	- 0.82	- 0.83	- 0.36

El peso, por su parte, presentó una correlación de  $-0.88$  con el músculo aductor, con el manto de  $0.80$  y por último con los palpos de  $0.85$ . La masa visceral y las branquias no presentaron una interacción entre la longitud - concentración de plomo y el peso -concentración de plomo dado que los valores obtenidos en este caso están por abajo de  $0.5$ . Playa Condesa presentó un comportamiento distinto a Pie de la Cuesta, como por ejemplo entre la concentración de plomo y la longitud de los bivalvos. El manto y los palpos muestran una correlación entre la longitud, presentando coeficientes de  $0.79$  y de  $0.77$ . También se observa una relación entre el plomo y el peso de los bivalvos de  $0.82$  en el manto y de  $0.83$  en los palpos.

El estado de desarrollo de los bivalvos de acuerdo a Silva, 1984 fue: Fase 1 o indiferenciada en las Américas, Pie de la Cuesta y el Morro y Fase 2 o madura en Playa Condesa.

## 6 DISCUSION

En los estudios efectuados sobre contaminación por metales pesados se ha empleado al género Crassostrea como un indicador. Autores como Pringle, et al (1968), Calabresse, et al (1973), Ayling, (1974), Boyden, (1977), Cunningham, (1979), Elsler, (1981), Wong et al (1981), Thomson, (1982), Lytle y Lytle, (1982), Watling, (1982), Rosas et al, (1983), Martincinc et al, (1984), Akberali y Trueman, (1985), Pérez, (1985) y Martincinc et al, (1986), reconocen que este organismo puede ser utilizado para monitorear los niveles de plomo existentes en los ambientes marinos, por lo que es posible considerar a Crassostrea iridescens como un posible indicador de contaminación además de que es longevo, con varias etapas de desove, filtrador y ampliamente distribuido, caracteres que son empleados por Coombs, 1972 y Cunningham, 1979 para establecer el uso de indicadores biológicos.

Food and Drug Administration, (1972), indica los niveles de plomo que deben de encontrarse en los organismos marinos para que puedan ser consumidos (0.20  $\mu\text{g/g}$ ); los valores obtenidos en la Bahía de Acapulco, Guerrero sobrepasan los niveles dados, encontrándose los siguientes rangos de concentración: de 0.22 a 0.47  $\mu\text{g/g}$  en Playa Condesa, de 0.22 a 0.32  $\mu\text{g/g}$  en Pie de la Cuesta y de 0.22 a 0.35  $\mu\text{g/g}$  en las Américas. Si se llegaran a consumir organismos marinos con concentraciones por arriba de las

sugeridas por Food and Drug Administration, (1972) pueden ocasionar alteraciones en el desarrollo de los seres humanos y afectar las siguientes funciones de acuerdo con Senties, (1976), Branika y Konrad, (1977), Wong et al, (1981), Reyes y De León, (1982) y Rosas et al, (1983): se inhibe la síntesis de porfirinas trayendo como consecuencia anomalías en los eritrocitos, produce anemia, reduce la permeabilidad de las membranas de los riñones e hígado y produce efectos tóxicos en el sistema nervioso que incluye disturbios motores sensores y complicaciones neurológicas.

El aporte de plomo de la Bahía de Acapulco, Guerrero es posiblemente proveniente de uso de este elemento como aditivo de la gasolina de automóviles y lanchas, a la lluvia que arrastran plomo como producto del intemperismo, además del uso de soldaduras y pinturas utilizadas en la zona lo que coincide con Simmons, (1982), Schulz-Baldes, (1974) y Watling, (1983). Eisler (1981) determinó que las zonas cercanas a alcantarillados o en regiones cercanas a tráfico vehicular presentan una mayor cantidad de plomo que los organismos colectados en otras zonas. Esta observación explica el alto contenido de plomo detectado en las estaciones de recolecta. Además se debe de recordar que los bancos ostrícolas están cerca de vertidores de aguas provenientes de las actividades del puerto y cercanos a la carretera México - Zihuatanejo.

La presencia de plomo en los bivalvos parece estar determinada por: 1) Talla de los ejemplares, 2) Ubicación de las

localidades de recolecta, 3) Estado de desarrollo y 4) Epoca de recolecta.

Durante el desarrollo del trabajo se observó que los ejemplares con tallas entre los 5.0 y 7.0 cm, acumulan una mayor cantidad de plomo, lo que está de acuerdo con Boyden y Romerli, 1974 y Cunningham, (1979) quienes encuentran que los individuos con tallas entre los 5.0 y 7.0 cm acumulan una mayor cantidad de plomo y concluyen que esto puede ser debido al rápido crecimiento que experimentan los bivalvos durante su desarrollo, permitiendo una rápida incorporación de metales en sus tejidos. Schulz-Baldes, (1974) y Watling, (1983) observan que los bivalvos que se encuentran en etapa juvenil y con talla pequeña, muestran un mayor contenido de metales pesados.

El crecimiento en los organismos produce un aumento de la masa húmeda de los órganos, haciendo que aquellos que ocupan una mayor área aumenten su posibilidad de absorción y fijación. Esto explica el porque algunos órganos muestran una mayor absorción al aumentar su talla.

Los coeficientes de correlación fueron comparados con los datos obtenidos en la tabla 3, coincidiendo la correlación negativa con una disminución en la concentración a medida que aumentaba la talla de los ejemplares. Cuando la correlación es positiva se observa que la concentración aumenta al aumentar la talla de los ejemplares.

De estos resultados podemos inferir que la longitud y el peso de los organismos juegan un papel importante en la acumulación

localidades de recolecta, 3) Estado de desarrollo y 4) Epoca de recolecta.

Durante el desarrollo del trabajo se observó que los ejemplares con tallas entre los 5.0 y 7.0 cm, acumulan una mayor cantidad de plomo, lo que está de acuerdo con Boyden y Romeril, 1974 y Cunningham, (1979) quienes encuentran que los individuos con tallas entre los 5.0 y 7.0 cm acumulan una mayor cantidad de plomo y concluyen que esto puede ser debido al rápido crecimiento que experimentan los bivalvos durante su desarrollo, permitiendo una rápida incorporación de metales en sus tejidos. Schulz-Baldes, (1974) y Watling, (1983) observan que los bivalvos que se encuentran en etapa juvenil y con talla pequeña, muestran un mayor contenido de metales pesados.

El crecimiento en los organismos produce un aumento de la masa húmeda de los órganos, haciendo que aquellos que ocupan una mayor área aumenten su posibilidad de absorción y fijación. Esto explica el porque algunos órganos muestran una mayor absorción al aumentar su talla.

Los coeficientes de correlación fueron comparados con los datos obtenidos en la tabla 3, coincidiendo la correlación negativa con una disminución en la concentración a medida que aumentaba la talla de los ejemplares. Cuando la correlación es positiva se observa que la concentración aumenta al aumentar la talla de los ejemplares.

De estos resultados podemos inferir que la longitud y el peso de los organismos juegan un papel importante en la acumulación



de plomo. Los órganos que muestran la mayor correlación con respecto a la longitud de los organismos son el manto y la masa visceral.

Otro factor que influye en la concentración de plomo en los ostiones es la localización que tienen los bancos ostrícolas, los cuales se encuentran cerca de tubos que reciben descargas de aguas negras e industriales provenientes de las actividades antropogénicas efectuadas en el puerto de Acapulco, Guerrero. Amiard et al., (1986) señala que el agua contenida en los tubos de desagüe contiene materia orgánica y sedimento fino que al ser vertido en el mar lleva a cabo una serie de reacciones químicas que favorecen la formación de enlaces organometálicos. Además estas aguas contienen sustancias tóxicas que son capaces de adherirse a las partículas alimenticias presentes en la columna de agua.

La época de recolecta y el estado de desarrollo pueden ser elementos que influyen en la concentración de plomo de los organismos.

En este trabajo se tienen dos estaciones que según, Gallegos, (1978) y Coronado, (1978) corresponden a la época de sequías (Enero de 1989), y de lluvias (Junio de 1989), durante la época de lluvias el aporte de aguas provenientes del río Cayuco, la Sabana y el río Papagayo aumentan considerablemente su caudal arrastrando un gran número de sustancias contaminantes, materia orgánica y sedimento que son depositadas en la bahía de Acapulco, haciendo que el contenido de plomo proveniente de las lluvias y

rios se incrementa. Shulz-Baldes, (1974) reportan que al mezclarse los contaminantes provenientes de las aguas del río con las del mar, tiende a aumentar la concentración de metales en el ambiente marino; Simms y Presley, (1976) y Pérez, (1985) al trabajar con Crassostrea virginica encontro que la mayor concentración de plomo se presenta durante la época de lluvias, lo que está de acuerdo con Bryan, (1973) quien determina que la variación en el contenido de metales en los moluscos está relacionada con los cambios climáticos del medio y la abundancia de fitoplancton, produciendo variaciones leves en la temperatura, salinidad, pH y concentración de oxígeno lo cual podría aumentar los niveles de plomo en los organismos. Cunningham, (1979) observó que los cambios en la temperatura afectan los procesos fisiológicos de los moluscos y por lo tanto al aumentarse la temperatura se incrementa la actividad metabólica, favoreciendo, la absorción de iones metálicos en los bivalvos.

James y Thompson, (1986) al trabajar con Crassostrea virginica encuentran que la concentración de plomo tiende a fluctuar de acuerdo con los cambios estacionales siendo mayor durante el verano; Manuwadi y Chaloyong, (1984) observan cambios estacionales en el contenido de plomo en Crassostrea commercialis e indican que la mayor concentración de plomo se presenta durante septiembre.

Respecto al estado de desarrollo de los bivalvos podemos indicar que es otra variante que determina la concentración de plomo, aunque sólo hayamos obtenido dos fases podemos observar que

existen cambios metabólicos que puede favorecer la absorción de metales. En las Américas, Pie de la Cuesta y el Morro se presentó la fase de desarrollo indiferenciada, en donde las gónadas están completamente retraídas debido al desove. En playa Condesa los ejemplares presentaron una fase madura en donde los gametos se encuentran dentro de las gónadas (Silva, 1984). Al comparar los dos grados de desarrollo observados en la bahía de Acapulco se determinó que durante la fase de maduración existe una mayor concentración de este metal que puede ser debida a que durante esta fase los ejemplares presentan una mayor actividad metabólica incrementando la filtración y absorción de partículas como un mecanismo de preparación para la fase de desove. lo que está de acuerdo con Thomson, (1982) quien reporta que el contenido de metales decrece en Crassostrea gigas durante la época de desove, como una consecuencia del crecimiento e indica que durante la época de maduración la concentración de plomo se incrementa.

El órgano que incorporó la mayor cantidad de plomo en las distintas estaciones y rangos de talla fue la branquia ( $0.47\mu\text{g/g}$ ). lo que coincide con Pringle et al, en 1968, Ayling, 1974 y Cunningham y Tripp, 1975 quienes señalan que el órgano que absorbe la mayor cantidad de plomo es la branquia y que la habilidad que presenta este órgano por acumular una mayor cantidad de metales puede ser atribuida a la extensa superficie que abarca y a la naturaleza química del mucus (un compuesto constituido por sulfatos y carbohidratos), el cual parece activar

el cambio de iones y facilitar la formación de enlaces orgánicos, además este órgano es el primer canal de difusión de agua y nutrientes. La incorporación de este metal a la branquia depende de la presencia de estos elementos en el medio, de sus propiedades físicas y químicas y del número de enlaces que forman con otros compuestos orgánicos Coombs, (1980); y Martincinc, et al (1986).

La concentración obtenida en este trabajo fue comparada con otros autores (Tabla VI) para tratar de demostrar que no solo las zonas industriales reciben un alto aporte de plomo sino que aquellas zonas alejadas de la industria como es el Puerto de Acapulco, Guerrero, presenta valores de 0.01 µg/g hasta 0.47 µg/g, que se encuentran por arriba de las concentraciones obtenidas por Pringle et al 1968 en las Lagunas Costeras de E.E.U.U. ( 0.10 µg/g), por Mackay et al, 1975 en los estuarios del Sur de Gales ( 0.3 a 1.3µg/g), Rosas et al, 1983 en la Lagunas de Tampamachoco (0.16µg/g) y Atasta (0.14µg/g) y Pérez, 1985 en la Laguna de Mecocan (0.17µg/g).

Estos datos nos permiten demostrar de manera subjetiva que la concentración de plomo obtenida en la bahía de Acapulco Guerrero, esta por arriba de las concentraciones obtenidas de otras áreas industriales o cercanas a ellas, lo que refleja el uso indiscriminado de productos con alto contenido de plomo que han repercutido en los bancos ostrícolas ocasionando una disminución considerable de la producción ostrícola.

Phillips, 1976, Lytle y Lytle, 1982 y Watling, 1982 obtienen

concentraciones de plomo ( $0.52\mu\text{g/g}$ ,  $0.05\mu\text{g/g}$  y  $0.53-18\mu\text{g/g}$ ) que se encuentran por arriba de las concentraciones obtenidas en este trabajo.

## 8 CONCLUSIONES

- 1) Los rangos de plomo en la bahía de Acapulco, Guerrero, durante las estaciones de recolecta fueron desde  $0.01\mu\text{g/g}$  a  $0.47\mu\text{g/g}$ .
- 2) Los organismos con tallas entre los 5.0 y 7.0 cm, acumulan una mayor cantidad de plomo obteniéndose una relación inversamente proporcional a la talla.
- 3) La mayor concentración fue de  $0.47\mu\text{g/g}$  en la branquia.
- 4) La concentración de plomo en el manto y la masa visceral están influenciadas por la talla de los organismos.
- 5) La presencia de plomo en la bahía es aportada por las descargas de aguas y el uso de la gasolina como combustible.

BIVALVO	LOCALIDAD	ORGANO	CONCENTRACION DE PLOMO	AUTOR
<i>C. gigas</i>	E. U. A.	TEJIDO BLANDO	(1) 2.30 µg/g (2) 0.10 µg/g	PRINGLE 1968
<i>C. gigas</i>	E. U. A.	TEJIDO BLANDO	(1) 15-17 µg/g	BOYDEN Y ROMAIL 1974
<i>C. gigas</i>		TEJIDO BLANDO	(1) 1.0 µg/Kg	WATLING 1983
<i>C. gigas</i>	HONG KONG	MUSC. ADUCTOR BRAQUIAS MANTO MASA VISCERAL ORGANO COMPLETO	(1) 5.8-8.3 µg/g (1) 12.5 µg/g (1) 10.8 µg/g (1) 10.8-15 µg/g (1) 10 µg/g	WONG 1981
<i>C. gigas</i>	TASMANIA LAGO PIPECLAY ISLA NEGRA	TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO	(1) 1.9-11.9 µg/g (1) 0.6-3.8 µg/g	THOMSON J. 1982
<i>C. commercialis</i>	E. U. A.	TEJIDO BLANDO	(2) 0.3-1.3 µg/g	McKAY 1975
<i>C. commercialis</i>	TAILANDIA	TEJIDO BLANDO	(1) 1.92-2.1 µg/g	MAIUMADI
<i>C. commercialis</i>	TAILANDIA	TEJIDO BLANDO	(2) 0.52 µg/g	PHILLIPS 1985
<i>C. corteziensis</i>	HAZATLAN	TEJIDO BLANDO	(1) 1.2-14.2 µg/g	MARMOLEJO 1989
<i>C. margaritacea</i>	SUDAFRICA BAHIA VICTORIA RIO PAPERAILS	TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO	(2) 0.50 µg/g (2) 1-18 µg/g	WATLING 1982
<i>C. virginica</i>	E. U. A.	TEJIDO BLANDO	(1) 2.3 µg/g (2) 0.10 µg/g	FRINGLE 1968
<i>C. virginica</i>	BAHIA DE SAN ANTONIO	TEJIDO BLANDO	(1) 10.8 µg/g	SIMS 1976
<i>C. virginica</i> <i>C. virginica</i>	E. U. A. LAGO SAEINA	TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO	(1) 19.1-2.5 µg/g (1) 3.5 µg/g	SOLEBEG 1978
<i>C. virginica</i>	MISSISSIPPI	TEJIDO BLANDO	(1) 0.52-1.65 µg/g	HARVEY 1978
<i>C. virginica</i>	LONG ISLAND	TEJIDO BLANDO	(1) 6.57-11.42 µg/g	JARROGIAN 1979
<i>C. virginica</i>	MISSISSIPPI	TEJIDO BLANDO	(2) 10.5 µg/g	LYTLE 1982
<i>C. virginica</i>	LAG. MANDINGA LAGUNA DEL CARMEN TAMPACHOCO ATASTA	TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO TEJIDO BLANDO	(1) 3.03 µg/g (2) 0.29 µg/g (1) 3.04 µg/g (2) 0.29 µg/g (1) 1.98 µg/g (2) 0.16 µg/g (1) 1.52 µg/g (2) 0.14 µg/g	ROSAS 1983

1 peso sacco

2 peso huesado

Tabla VI: Concentración de plomo en *Crassostrea*.

BIVALVO	LOCALIDAD	GRANO	CONCENTRACION DE PLOMO	AUTOR
<i>C. virginica</i>	LAG. MEXCACAN LAG. MACHONA LAGUNA DEL CARIEN	TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO	(2) 0.17-0.31 µg/g (2) 0.16-0.29 µg/g (2) 0.20-0.33 µg/g	PEREZ 1985
<i>C. virginica</i>	SUR DE CAROLINA BAHIA DE PALMITO CAMPO DE DESCHAMPO DE BAHIA DE PALMITO ISLA FRIFF	TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO	(1) 0.3-1.9 µg/g (1) 0.3-2.4 µg/g (1) 0.3-1.6 µg/g	JAMES 1986
<i>C. iridescens</i>	MATATLAN	TEJIDO BLANCO	(1) 4.0-6.9 µg/g	MARQUEJO 1989
<i>C. iridescens</i>	ACAPULCO FIE DE LA CUESTA LAS AMERICAS EL MORFO PLAYA CONDESA	TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO TEJIDO BLANCO	(2) 0.16 µg/g (2) 0.12 µg/g (2) 0.11 µg/g (2) 0.19 µg/g	ESTE TRABAJO 1986

CUADRO COMPARATIVO DE LA CONCENTRACION DE PLOMO OBTENIDA  
EN LOS MOLUSCOS BIVALVOS EN DIFERENTES REGIONES (CONTINUACION)

B BIBLIOGRAFIA.

- AMIARD J.C., C. D. AMIARD., B. BERTHET, y C. HETEAVER. 1986. Contribution to the ecotoxicology study of cadmium, lead, copper, and zinc in the mussel Mytilus edulis. Mar Biol., 9: 425-431
- AKBERALI A.J. Y E.R. TRUEMAN., 1985. Advances in marine biology. Vol 11. Edt. J.H.S. New York.:162-197 pp.
- AYLING, G.M. 1974 Uptake of Cd, Zn, Cu, Pb and Cr in the pacific oyster Crassostrea gigas, grown in the Tamar river, Tasmania. Wat. Res., 8:729-738.
- BARNES, R.D. 1976. Zoología de los invertebrados. Edt. Interamericana. México. 816-920 pp.
- BOYDEN, C.R. 1977. Effect of size upon metal content of shellfish. J. Mar. Biol. Ass. U.K., (57):675-714.
- BOYDEN, C.R y M.G. ROMERIL. 1974. The trace metal problem in pond oyster culture. Mar. Pollut. Bull., 5:74-78
- BRANIK, M. y Z. KONRAD. 1977. Lead in the marine environment. Pergamon Press. Gran Bretaña: 78 - 256 pp.
- BROOKS, R.R y M.G. ROMSBY. 1965. The biogeochemistry of trace element uptake by some New Zealand bivalve. Limnol Oceanogr., 10: 521-527
- BRYAN, G.W. 1973. The occurrence and seasonal variation of trace metals in the scallops Pecten maximus and Clamys opercularis. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 53:144-166
- CALABRESSE, A.; R.S. COLLIER, D.A. NELSON Y J.R. MACINNES. 1973. The toxicity of heavy metals to embryos of the american oyster C. virginica. Mar. Biol., 18: 162-167.
- CASTILLO, R.Z. 1986. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras en la Costa de México. An. Inst. Ciencias del Mar y Limnología Univ. Nat. Auton. México, 13(2):249-314
- COOMBS, T.L. 1972. Distribution of zinc in oysters Ostrea edulis and its relation to enzyme activity and to other metals. Mar. Biol., 12: 170-178.
- COOMBS, T.L. 1980. Heavy metal pollutants in the aquatic environmental. Edt. Pergamon Oxfod. 293-302 pp.
- COMPODONICA, C. y W.F. NERY. 1980. El crecimiento de Acapulco. Edt. Popular. Acapulco, Guerrero, México: 16-45 pp.



- CORONADO, G.A. 1978. Hidrología del estado de Guerrero. Edt. Inst. de Geografía, U.N.A.M. México. 47-55 pp.
- CONTIN, F.E. 1989. Atlas Geográfico del Estado de Guerrero. Edt. Fonapas. México. 8-53 pp.
- CUNNINGHAM, P.A. 1979. The use of bivalve molluscs in heavy metal pollution research. Mar. Biol., 17:243-250
- CUNNINGHAM, P.A. y M.R. TRIPP. 1975. Factors affecting accumulation and removal of mercury from tissues of the American oysters Crassostrea virginica Mar. Biol., 31: 311-319
- EISLER, R. 1981. Trace metal concentrations in marine organisms. Pergamon Press. New York. 212-235 pp.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. 1972. FEED REG 29 (230) 15814.
- FOWLER, S.W. y G. BENAGOUN. 1974. Experimental studies on cadmium flux through marine biota. In: Comparative studies of food and environmental contamination. Viena. Internacional Atomic energy agency. 159-177 pp.
- GALLEGOS, A.R. 1978. El Estado de Guerrero. Inst. de Geografía. U. N. A. M. México: 100-177 pp.
- GOLBERG, D.E., M. KORDE, V. HUDGE, F.A. RUSSELL y J.H. MARTIN. 1983. Mussel watch, results on trace metals. Est. Coast and Shelf Sci. 16: 69-93
- IVERSO, L.R. 1978. First American - Sovietic symposium on the biological effects of pollution on marine organisms. EPA-600/9-78-007:95-106
- JAMES, M. y M.A. THOMPSON, 1986 Heavy metals in oyster tissue around three coastal marinas. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 36:587-594
- JOHNSTON, R. 1976. Marine Pollution. Academic press. New York: 178-305 pp.
- LAEVASTRU, T. 1971. Manual de métodos de biología pesquera. Edt. Acribia. España. 52-58 pp.
- LAXEN, A.W. y G.C. HARRISON. 1977. The marine pollution. Water Research., 11(1):17-24
- LYTLE, F. y J.S. LYTLE. 1982. Heavy metals in oysters and clams of St. Louis Bay, Mississippi. Bull. Environm. Contam. Toxicol., 29: 50 -57

- LUOMA, S.N. 1983. Bioavailability of trace metals to aquatic organisms. Sci. total. Environ., 28:1-22
- MACKAY, N. J; R. J. WILLIAMS y A. J. COLLINS. 1975. Heavy metals in cultured oysters, C. commercialis, from the estuaries of New South Wales Australian. Mar. Fresh. Wat. Res., 26: 31-46
- MANUWADI, H.P y Y. CHAIYONG. 1984. The present levels of heavy metals in some molluscs of the upper Gulf of Thailand. Wat. Air. Soil Pollut., 22: 395-402.
- MARTINCINC, D., H.W. NURNBERG; M. STOEPLER y M. BRANICA. 1984. Biaccumulation of heavy metals by bivalves from Limy Fjord (North Adriatic Sea) Mar. Chem., 81: 177-188.
- MARTINCINC, D., H.W. NURNBERG y M. BRANICA. 1986. Bioaccumulation of heavy metals by bivalves from Limsky Kanal (North Adriatic sea). Mar. Chem., 18:299-319
- MARMOLEJO, R.C. 1989. Acumulación de metales pesados en tres especies de moluscos bivalvos de la región costera del puerto de Mazatlan. Tesis de Maestría. Inst. de Ciencias del Mar y Limnología. U.N.A.M. 73pp.
- ORTEGA, P. y L.J. OSUNA. 1982. Contaminación por metales pesados. Anales del Instituto de Ciencias del mar y Limnología., 4:36-41
- PASSOW, H; A. ROTHESTEIN y T.W. CLARKSON. 1961. The general pharmacology of the heavy metals. Pharmacol. Rev., 13:18:52.
- PEREZ, Z. 1985. Cuantificación de metales pesados en los ostiones Crassostrea virginica de las lagunas litorales de Tabasco. Memorias del octavo Congreso Nacional de Zoología. 56-72 pp
- PHILLIPS, D.J.H. 1976. The common mussel, Mytilus edulis as indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper Effects of environmental variable on uptake of metals. Mar. Biol., 38:59-69.
- PIANOL, L.F. 1979. Estudio sobre la contaminación de agua en la bahía de Acapulco Guerrero y proximidades. Tomo 1. Edt. Secretaría de Marina. Dirección General. 45-76.
- PONCE, M.G. 1988. Evaluación de metales pesados en sedimento reciente y tejidos del ostión Crassostrea virginica de la laguna de Terminos Campeche. México. Tesis Profesional. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. 72 pp.

- PRINGLE, B.H.; D.E. HISSONG; E.L. KATZ y S. MULAWKA. 1968. Trace metal accumulation by estuarine mollusks. J. Sanit. Engineering. Div. Am. Soc. Civ. Engineers., 94 (59): 455-475.
- REYES, M.E e I. DE LEON. 1982. La acción del plomo en el feto durante la gestación y en el niño recién nacido. Inf. Técnico. I.P.N. 1 11: 5-11.
- ROMERIL, M.G. 1971. The uptake and distribution of Zn in oysters. Mar. Biol., 9:343-354.
- ROSAS, I.; A. BAEZ y R. BELMONT. 1983. Oyster (Crassostrea virginica) as indicator of heavy metals pollution in some lagoons of the Gulf of Mexico. Wat. Air Soil Pollut., 20(2):127-135
- SENTIES, P.M. 1976. Contaminación metálica en organismos marinos. Tesis profesional. Fac. de Química. U.N.A.M. 54 pp.
- SCHULZ-BALDES, M. 1974. Lead uptake from sea water and food and lead loss in the common mussel Mytilus edulis. Mar. Biol., 25 :176-193
- SILVA, M. 1984. Ostrión de piedra Crassostrea iridescens (Hanley, 1854). Aspectos biológicos y ecológicos. Rev. de Ciencias del Mar., 1(2):3-14
- SIMMONDS, I.G. 1982. Ecología de los recursos naturales. Edt. Omega. Barcelona. 215-324 pp
- SIMMS, R.R. y J.B. Presley. 1976. Heavy metal concentration in organisms from an actively Dredged Texas Bay. Mar. Biol., 22:520-527
- THOMSON, J.D. 1982. Metal concentration changes in growing pacific oyster Crassostrea gigas cultivated in Tasmania; Australia. Mar. Biol., 67:135-142.
- TIMOTHY, A; O. SHERA y H. KALL. 1978. The effect of pH and hardness metals ions on the competitive interaction between trace metal ions and inorganic and organic complexing agents found in natural waters. Water Research. 12: 703-711.
- TOLEDG, A. 1986. El problema crucial " La contaminación ". Centro de Ecodesarrollo. Vol 1. México. Edt. Omega. 12-53 pp.
- VIARENGO, A. 1985. Biochemical effects of trace metals. Mar. Pollu. Bull., 16(4): 153-158

- WATLING, R.H. 1982. Metal concentrations in oysters from the southern African Coast. Bull Environ. Contam. Toxicol., 28: 195-201
- WATLING, R.H. 1983. Comparative study of the effects of metals on the settlement of Crassostrea gigas. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 31:344-351
- WILLIAMS, R.J.P. 1953. Metal ions in biological systems. Biol. Reviews., 28:381-398.
- WILLIAMS, R.J.P. 1967. Heavy metals in biological systems Endeavour., 24:96-108.
- WONG, M.H; C.K. CHOY; W.H. LAU y Y.H. CHEUNG. 1981. Heavy-metal contamination of the pacific oyster (Crassostrea gigas) cultured in Deep Bay. Hong. Kong. Envir. Res., 25: 302-309.
- ZAROGIAN, G.E, G. MORRISON y J.F. HELISHE. 1979. Crassostrea virginica as an indicator of lead pollution. Mar. Biol., 52:189-196