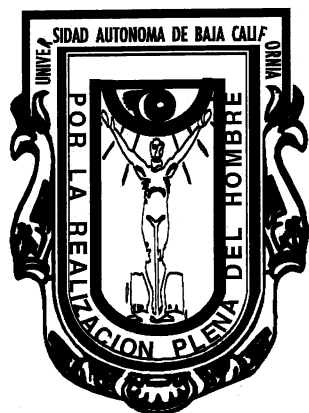




UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**"BIODISPONIBILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE
METALES TRAZA (Ag, Cd, Cu y Mn) EN ZONAS
DE SURGENCIA COSTERA."**

**T E S I S
PARA OBTENER EL TITULO DE
O C E A N O L O G O
PRESENTA
ALBERTO REVUELTA CORTES**

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, JUNIO DE 1995.

RESUMEN

Se realizó un transplante de mejillones *Mytilus californianus* de la región de Erendira, B. C. a Islas Coronado y Punta Banda, B. C. para estudiar la biodisponibilidad espacial y temporal de metales traza en zonas de surgencia costera adyacentes a la zona fronteriza México-E.U.A.. El muestreo (a 5 y 15 m de profundidad) se llevo a cabo de abril a septiembre de 1989 (periodo de surgencia) y de enero a mayo de 1990 (periodo de no surgencia). Se registró la temperatura (a 10 m de profundidad), Índice de condición, Índice gonadal, peso seco, concentraciones y factores de asimilación de metales traza. La correlación significativa ($\alpha = 0.05$) entre las variables biológicas y metales traza, así como la presencia de temperaturas de 11°C por periodos mayores a 5 días en ambas localidades indican que la concentración de metales traza en *Mytilus californianus* esta asociada a la presencia de dos eventos que ocurren simultaneamente durante los muestreo de primavera y verano: estos son el periodo reproductivo y las surgencias. Las mayores concentraciones ($\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco) promedio de Cd (17.59), Cu (15.79) y Mn (6.26) se presentaron en P. Banda como resultado de una mayor evidencia de surgencias y desoves, mientras que las mayores concentraciones de Ag (0.333) fueron en I. Coronado asociado al aporte antropogenico proveniente de las descargas de aguas residuales de la zona fronteriza México-E.U.A.. Asimismo los factores de asimilación para el Cd y Mn fueron mayores en P. Banda, mientras que en I. Coronado este factor fue más elevada para la Ag y Cu, mostrando un enriquecimiento de metales traza respecto a su zona control. El Cd fue el único metal que excedio el limite internacional permisible para consumo humano de moluscos.

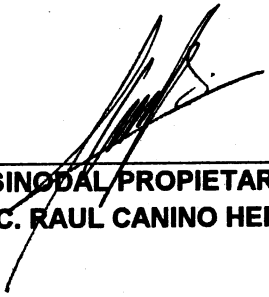
**BIODISPONIBILIDAD ESPACIO - TEMPORAL DE
METALES TRAZA (Ag, Cd, Cu y Mn) EN ZONAS
DE SURGENCIA COSTERA."**

**T E S I S
QUE PRESENTA :
ALBERTO REVUELTA CORTES**

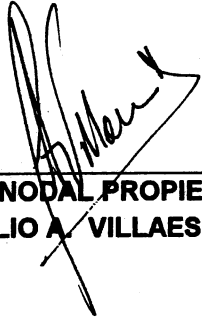
APROBADA POR:



**PRESIDENTE DEL JURADO
M.C. JOSE A. SEGOVIA ZAVALA**



**SINODAL PROPIETARIO
M.C. RAUL CANINO HERRERA**



**SINODAL PROPIETARIO
OCEAN. JULIO A. VILLAESCUSA CELAYA**

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. José A. Segovia Zavala, por su dedicado apoyo para la realización de este trabajo.

Al M.C. Francisco Delgadillo y Ocean. Albino Muñoz por su valioso apoyo en la logística y análisis de las muestras de este estudio.

A mis compañeros y amigos Oceanólogos Adrián Villegas y Miguel A. Ramón por su incondicional ayuda en la elaboración y presentación de esta tesis.

A la Secretaría de Educación Pública por su apoyo económico mediante el convenio DGICSA 880531.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, por su apoyo económico a través de Beca-Tesis.

Y a toda aquella persona que contribuyó a la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

En memoria de mi padre Eduardo Revuelta quien me dió todo su apoyo y ahora en el momento de su transición seguro lo sigue haciendo.

A mi madre Bertha por apoyarme en mis decisiones y por un digno ejemplo de fe y amor a la vida.

A mis hermanos Eduardo y Angel, por su apoyo y comprensión.

A la alegría de mi familia Manolo, Angelito y Mary.

A mis compañeros y amigos por compartir la experiencia de la vida.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
I.1 Objetivos	4
II. METODOLOGIA	5
II.1.- AREA DE ESTUDIO.....	5
II.2.- Ubicación de estaciones.....	6
II.3.- Tranplante y colecta de <u>Mytilus californianus</u>	8
II.4.- Disección y características biometricas	10
II.5.- Cuantificación de metales traza	11
II.6.- Factores de Asimilación	12
II.7.- Análisis estadístico	12
III. RESULTADOS.....	14
III.1.- Temperatura	14
III.2.- Características biometricas.....	14
III.3.- Metales traza.....	16
IV.- DISCUSION	29
V.- CONCLUSION.....	39
VI.- LITERATURA CITADA	40
VII. ANEXOS.....	49

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1.- Area de estudio en la Ensenada del Sur de California y ubicación de estaciones de muestreo.	7
Figura 2.- Diseño del sistema de flotación para los mejillones transplantados y ubicación del termógrafo.	9
Figura 3.- Variación mensual de temperatura a 10 m de profundidad en (a) Islas Coronado , (b) Bahía de Todos Santos y (c) Punta Banda , B. C. de abril a diciembre de 1989.	15
Figura 4.- Variación del Indice de Condición (a) , Indice gonodal (b) y Peso seco (c) en <u>Mytilus californianus</u> transplantados a Islas Coronado , B. C. de mayo de 1989 a marzo de 1990.	17
Figura 5.- Variación del Indice de Condición (a) , Indice gonodal (b) y Peso seco (c) en <u>Mytilus californianus</u> transplantados a Punta Banda, B.C. de febrero de 1989 a enero de 1990.	18
Figura 6.- Variación de metales traza (a) Cd , (b) Cu , (c) Ag y (d) Mn en <u>Mytilus californianus</u> transplantados a Islas Coronado de mayo de 1989 a marzo de 1990.	21
Figura 7.- Variación de metales traza (a) Cd, (b) Cu, (c) Ag y (d) Mn en <u>Mytilus californianus</u> transplantados a Punta Banda de abril de 1989 a febrero de 1990.	22
Figura 8.- Factores de asimilación para los mejillones transplatados a Islas Coronado y Punta Banda, B. C. Así como del Sur de California (San Diego) y Baja California (Bahia Todos Santos y San Quintín).	27.

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla I.- Indice de Condición (IC) e Indice Gonadal (IG) para los mejillones transplantados en I. Coronados, B.C. de mayo de 1989 a marzo de 1990.	19
Tabla II.- Indice de Condición (IC) e Indice Gonadal (IG) para los mejillones transplantados en P. Banda, B.C. de febrero de 1989 a enero de 1990.	19
Tabla III.- Concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en <u>Mytilus</u> <u>californianus</u> transplantados en I. Coronados, B.C. de mayo de 1989 a marzo de 1990.	23
Tabla IV. Concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en <u>Mytilus</u> <u>californianus</u> transplantados en P. Banda, B.C. de febrero de 1989 a enero de 1990.	23
Tabla V. Variación de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en primavera y verano en Islas Coronado y Punta Banda, B. C.	25
Tabla VI. Matriz de correlación entre las variables : Ag, Cd, Cu , Mn , Indice de condición (IC) , Indice gonadal (IG) , Peso seco (PS) y promedio de temperatura mensual (T) para I. Coronados a 5 m (a) y 15 m (b) y Punta Banda a 5 m (c) y 15 m (d)-	28

INDICE DE ANEXOS

Página

Anexo I.- Promedio mensual, desviación estándar , valor máximo y minimo de la temperatura (° C) en Islas Coronados , B.C. de abril a diciembre de 1989.	49
Anexo II.- Promedio mensual, desviación estándar , valor máximo y minimo de la temperatura (° C) en Bahía de Todos Santos , B.C.de marzo a septiembre de 1989	49
Anexo III.- Promedio mensual, desviación estándar , valor máximo y minimo de la temperatura (° C) en Punta Banda , B.C. de marzo a septiembre de 1989.	50
Anexo IV.- Medidas biometricas (P.humedo, P. seco , P.gonada y Longitud) de <u>Mytilus californianus</u> transplantados en Islas Coronado , B. C . de mayo de 1989 a marzo de 1990.	50
Anexo V.- Medidas biometricas (P.humedo, P.seco, P.gonada y Longitud) de <u>Mytilus californianus</u> transplantados en Punta Banda, B. C. de abril de 1989 a febrero de 1990.	51
Anexo. VI. Concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) del estándar de referencia de ostión NBS # 15669 y los determinados en el presente estudio..	51
Anexo VII . Factores de asimilación de los organismos transplantados a Islas Coronado y Punta Banda .B.C. , así como los realizados en el Sur de California y Baja California.	52

I.INTRODUCCION

El cadmio, cobre, plata y manganeso se clasifican entre los elementos traza debido a que sus concentraciones en el agua de mar son menores a 1 mg kg^{-1} (Bruland y. Franks, 1983; Chester, 1990). Asi mismo son constituyentes naturales del agua de mar y provienen de la erosión de las rocas, vulcanismo y formación del fondo marino (Clark,1986). Sin embargo existen fuentes importantes de introducción al océano tales como el transporte atmosférico, escurrimiento continental y aguas de desecho (Libes, 1992). Para algunos metales la influencia antropógena es en igual magnitud o excede la entrada por via natural (Bruland *et al*, 1974), lo que a motivado que los ciclos biogeoquímicos de algunos metales como el Cd y Cu sean afectados (Libes, 1992).

Elementos como el Cd, Cu y Ag presentan un comportamiento similar al de los nutrientes (Sunda 1990; Boyle *et al*, 1988 ; Bruland *et al*, 1991) y su distribución es controlada al ser incorporados en los ciclos biogeoquímicos que operan en el oceano (Boyle *et al*, 1981; Martin y Gordon ,1988) . Se ha sugerido que su remoción y regeneración esta en función del comportamiento químico y características de asentamiento de la fase sólida, presentando una remoción neta en las aguas superficiales através del hundimiento de las partículas biógenicas y una subsecuente regeneración en la profundidad. En contraste con los metales anteriormente mencionados el Mn presenta un comportamiento inverso al de los nutrientes (Landing y Bruland,1980) y su distribución es controlada por la compleja interacción entre los procesos fisicoquímicos y ciclos biogeoquímicos del mar. Siendo el margen continental y el piso oceanico los sitios más importantes que regulan la concentración de este elemento (Murray *et al*, 1983)

Los metales traza como Mn y Cu son importantes micronutrientes para los organismos marinos, debido a que son esenciales para su correcto funcionamiento metabólico; sin embargo pueden llegar a ser tóxicos a elevadas concentraciones (Cross y Sunda, 1982). Por otra

parte metales como la Ag y el Cd son inhibidores de las funciones biológicas y presentan efectos tóxicos letales y subletales en organismos marinos y terrestres (Dallinger y Rainbow, 1993), por lo que se les considera entre los contaminantes más importantes para el medio marino (Sunda, 1990; Viarengo, 1985)

La biodisponibilidad y toxicidad de los metales traza en el agua de mar va a estar en función de sus concentraciones y especies químicas en el ambiente (forma libre o complejada) así como de los mecanismos de interacción con el medio (Cross y Sunda, 1982).

Existen organismos como los bivalvos (i.e. *Mytilus sp*) que poseen la capacidad de bioacumular metales traza a través del agua y alimento, siendo la concentración del elemento en el tejido del organismo más o menos proporcional a la cantidad del metal biodisponible en la columna de agua (Scholtz, 1989). Por esta razón se han utilizado como bioindicadores de contaminación por metales (Phillips, 1980; Golberg *et al*, 1983). Sin embargo, los niveles de concentración de metales traza en los organismos no sólo son el resultado de su biodisponibilidad en el ambiente, si no que esta afectada por una serie de factores biológicos y ambientales, tales como: el tamaño (Cossa *et al*, 1979), sexo (Orren *et al*, 1980), ciclo reproductivo (Cossa, 1988), composición bioquímica y factores genéticos de los organismos (Lobel, 1986; Frazier y George 1983), cantidad y calidad de alimento (Borchard, 1983), temperatura y salinidad del agua (Phillips, 1976), así como su posición en la columna de agua (Cossa, 1988). Todas estas variables deben ser identificadas y tomadas en cuenta durante el muestreo para dar validez de resultados, así como para la interpretación de la biodisponibilidad de metales traza (Borchard *et al*, 1988).

Los estudios de biodisponibilidad de metales traza en la región de Baja California son de gran importancia por dos razones. La primera es por las considerables descargas de aguas residuales de las áreas urbanas de E.U.A (Los Angeles y San Diego, Cal.) y México (Tijuana y Ensenada, B.C.) que se han incrementado la última década a 10^9 litros día⁻¹

(Shaeffer, 1984), conteniendo gran cantidad de metales que afectan la calidad de las aguas costeras (Nishikawa-Kinomura *et al*, 1988). La segunda es por la ocurrencia de surgencias durante casi todo el año (Bakun y Nelson, 1977) que contribuyen a los patrones de distribución de metales traza principalmente Ag, Cd, Cu, Mn y Fe (Bruland, 1980 ; Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1991, 1992).

En general en Baja California en regiones como Erendira, San Quintín y P. Abreojos se ha encontrado bajas concentraciones de metales traza en mejillones (Martin *et al*, 1988, Reynoso-Nuño y Jorajuria, 1988) concentraciones que son consideradas como naturales de la región. Sin embargo, se ha observado que las concentraciones de metales, principalmente el cadmio puede incrementarse en zonas donde ocurren surgencias. Gutierrez-Galindo y Flores-Muñoz (1986), al estudiar la variabilidad espacial y temporal de mercurio en *Mytilus Californianus*, encontraron altas concentraciones de este elemento en la región de San Quintín y Punta Banda, B.C. durante la primavera y verano relacionados con las surgencias ocurridas en estos periodos. Lares-Reyes (1988), en un estudio sobre la variabilidad del cadmio y mercurio en bahía San Quintín, B.C., utilizó la temperatura, seston y nutrientes como indicadores de la ocurrencia de surgencias. Encontrando que el promedio del cadmio fue 4.6 veces mayor en junio que en febrero, atribuyendolo a los fenómenos de surgencia ocurridos durante el verano. En esta misma localidad Pro-García (1990) investigó la biodisponibilidad de Cd, Cu y Mn en *Crassostrea gigas* y encontró un incremento de Cd y Mn en el mes de junio, coincidiendo con valores altos de seston orgánico y clorofilas y valores bajos de fosfatos, asociandolo a las surgencias presentes en ese mes.

El comportamiento específico y variabilidad temporal de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en áreas de surgencias adyacentes a la zona fronteriza México-E.U.A no se ha investigado. Por esta razón se realizó un experimento de transplante del mejillón *Mytilus Californianus* de una zona de baja concentración a una con un potencial de alta concentración

planteandose como hipótesis que los organismos bioacumularán metales traza provenientes de las surgencias y de los desechos vertidos por las plantas de tratamiento, principalmente de Point Loma, que viajaran subsuperficialmente hacia el sur y por efecto de surgencia e isla serán expuestos a la superficie en las regiones de surgencia de Islas Coronados y Punta Banda, B.C.

I.1 OBJETIVOS

I.1.1 OBJETIVO GENERAL.

Determinar la variabilidad espacial y temporal de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en *Mytilus Californianus* transplantados a Islas Coronados y Punta Banda, B.C.

I.1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

Identificar que variables fisiológicas (Índice de Condición, Índice Gonadal y Peso seco) y Oceanográficas (Temperatura) afectan las variaciones de metales traza en *Mytilus Californianus*

Determinar las diferencias en la concentración de metales traza y variables fisiológicas (Índice de condición, Índice gonadal y peso seco) entre Islas Coronado y Punta Banda, B .C.

Determinar en los mejillones transplantados el factor de asimilación para obtener el grado de enriquecimiento de metales traza con respecto a su zona control.

II.METODOLOGIA

II.1. Descripción del Area de Estudio

El área de estudio se localiza en la costa noroccidental de Baja California, entre 32° 00" N y 32° 36" N y 117° 28" W y 116° 53" W (fig. 1). Geográficamente se extiende desde la frontera México-Estados Unidos de America (EUA) hasta Punta Banda, B. C. México. Esta zona se encuentra dentro de la sección sur de la región conocida oceanográficamente como la Ensenada del Sur de California (ESC)(Southern California Bight) . De acuerdo con Mearns (1973), la ESC se limita al Este por la línea de costa desde Punta Concepción, California, hasta Punta Colonet, Baja California y al Oeste por el Sistema de la Corriente de California (SCC).

Las masas de agua que afectan los patrones de circulación cerca de la costa están representados por el SCC y la Corriente Ecuatorial del Pacifico (CEP) (Jackson, 1986) . El SCC transporta hacia el sur agua fría, de baja salinidad (Lynn *et al*, 1982) y rica en nutrientes (Haury y Shulenberjer, 1982) . La CEP proviene del sur con aguas tibias, altas salinidades y baja en oxígeno presentando su mayor influencia por debajo de la termoclina (Jackson, 1986).

En la Costa de Baja California las surgencias se presentan durante todo el año , siendo más intensas durante primavera y verano (Bakun y Nelson, 1977; Torres-Moye y Acosta-Ruiz, 1986). Bakun (1973) establece que las surgencias en Baja califormia son originadas por vientos dominantes provenientes del Norte y Noroeste, lo que origina surgencias casi todo el año (Gomez-Valdez, 1983). Sañudo-Wilhelmy y Flegal (1991) reportan que la costa Noroccidental de Baja California se encuentra influenciada por un fuerte regimen oceanográfico de surgencias y corrientes que afectan la distribución de metales traza.

EL clima en esta región costera es del tipo mediterraneo con veranos secos y cálidos e inviernos húmedos y fríos (Carlucci *et al*, 1986). El aporte de agua dulce por escurrimientos pluviales a la zona costera es escaso, siendo mayor la cantidad de flujo que proviene de las aguas residuales de las ciudades de San Diego y Tijuana.

En el área de San Diego, la planta de tratamiento de Point Loma descarga al mar aproximadamente 200×10^6 galones día⁻¹ de aguas de desecho a una razón de $8.2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ conteniendo cerca de 46 toneladas de sólidos en suspensión, con una carga de 23.4, 17 y 203.4 toneladas metricas al año de Ag, Cd y Cu, respectivamente (Engineering Science, 1988 Nishikawa *et al*, 1988, Shaefer, 1984)

En México (Tijuana y Ensenada, B.C.), la principal descarga de aguas residual es por la planta de tratamiento de la Comisión de Servicios de Agua del Estado (COSAE) con un flujo diario de 34×10^6 galones día⁻¹ y 6000 toneladas de sólidos anuales vertidas a cielo abierto sobre la línea de costa a 9 km al sur de la frontera México-E.U.A. (SCCWRP, 1989 b)

II.2 UBICACION DE ESTACIONES

Se establecieron tres estaciones de muestreo distribuídas espacialmente de la siguiente manera: La primera estación se localizó cercana a la Isla Coronado (latitud $32^\circ 22' 48''$ N y longitud de $117^\circ 14' 45''$ W; fig. 1). La ubicación de esta estación permitirá detectar dos procesos que se presentarán a escalas diferentes; las surgencias y el efecto de isla sobre la estabilidad de la columna de agua. La Segunda estación se ubicó en la zona de Punta Banda, B.C. (latitud de $31^\circ 43' 56''$ N y longitud de $116^\circ 40' 56''$ W (fig 1)) donde se han reportado eventos de surgencia (Cota-Villavicencio ,1972 ;Chávez-García ,1974). La tercera y última estación se fijó en la Bahía Todos Santos (latitud de $31^\circ 44' 18''$ N y longitud de $116^\circ 51' W$ (fig.1)). En esta última estación solamente se obtuvo un registro continuo de temperatura, para determinar el comportamiento de las surgencias en una zona entre las estaciones donde se realizó el tranplante de organismos .

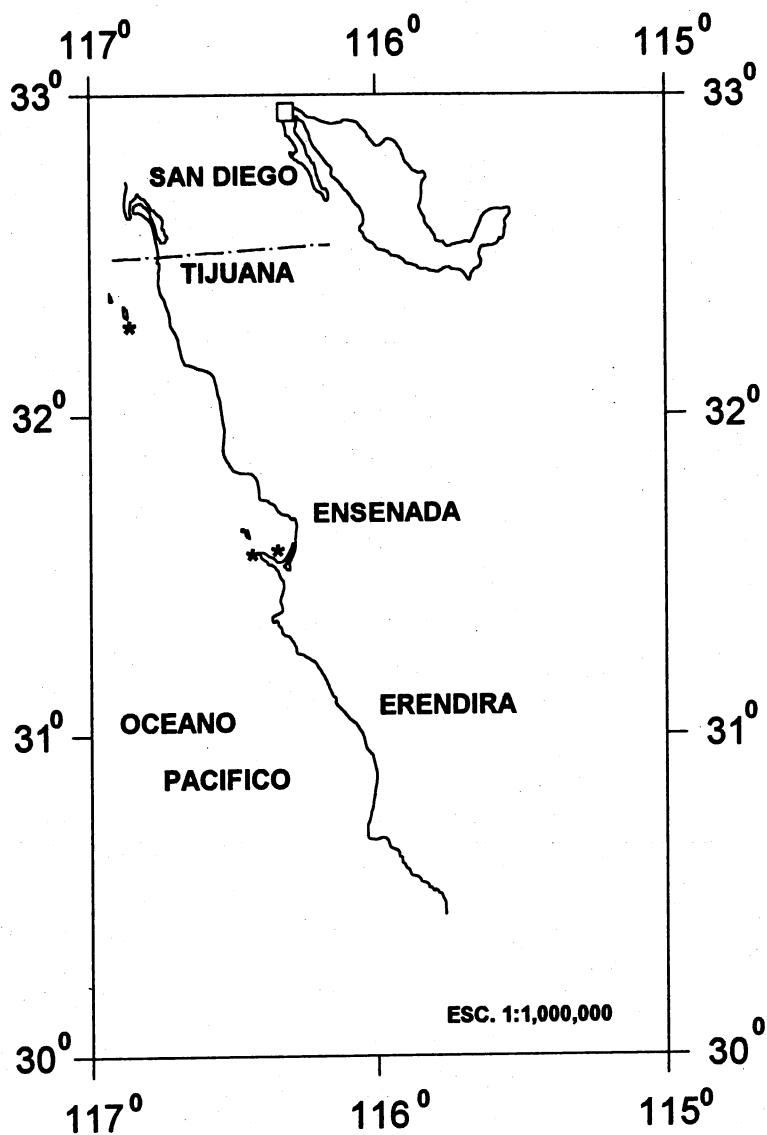


Fig.1. Area de estudio en la Ensenada del Sur de California y ubicacion de estaciones de muestreo indicadas por el simbolo *

II.3 TRANSPLANTE Y COLECTA DE ORGANISMOS

Los organismos fueron colectados y transplantados de la población de Erendira, Baja California debido a que se ha reportado bajas concentraciones de metales en esta zona (Martin *et al*, 1988; Gutierrez-Galindo y Flores-Muñoz, 1986) y que son consideradas como las concentraciones naturales en la región. Además se conocen las características poblacionales de la especie y su ciclo biológico (Salas-Garza y De la Peña, 1983, Santiago-Bravo y Rojas-Guiot, 1982). La concentración inicial (Enero 1989) de los metales (Ag, Cd, Cu y Mn) se realizó considerando una muestra de 70 organismos con un intervalo de talla (50-70 mm), los cuales fueron colectados a una misma altura de marea de acuerdo a Stephenson *et al* (1979).

Posteriormente se realizó el transplante de *Mytilus Californianus* a Islas Coronado y Punta Banda, B.C. Los organismos se colocaron en sistemas de flotación a dos diferentes niveles de profundidad (5 y 15 mts) utilizando equipo Scuba. Los sistemas de flotación fueron diseñados de acuerdo a Stephenson *et al* (1979) (fig.2), instalándose un termógrafo a 10 m de profundidad. Los termógrafos fueron programados para registrar cada 30 minutos la temperatura, para obtener datos semicontinuos y poder detectar las surgencias.

El muestreo de *Mytilus Californianus* se realizó de abril a septiembre de 1989 (período de surgencia) y de enero a marzo de 1990 (período de no surgencia). En cada estación se colectaron 70 mejillones por cada profundidad (5 y 15 mts), debido a que se pretende tener un número de organismos mayor a 30 y obtener una máxima resolución en términos de concentración del metal (Gordon *et al*, 1980). Los organismos colectados se almacenaron en bolsas de polietileno de cierre hermético "Ziploc^R" para después ser transportados al Instituto de Investigaciones Oceanológicas (U.A.B.C), donde fueron conservados a - 20 ° C.

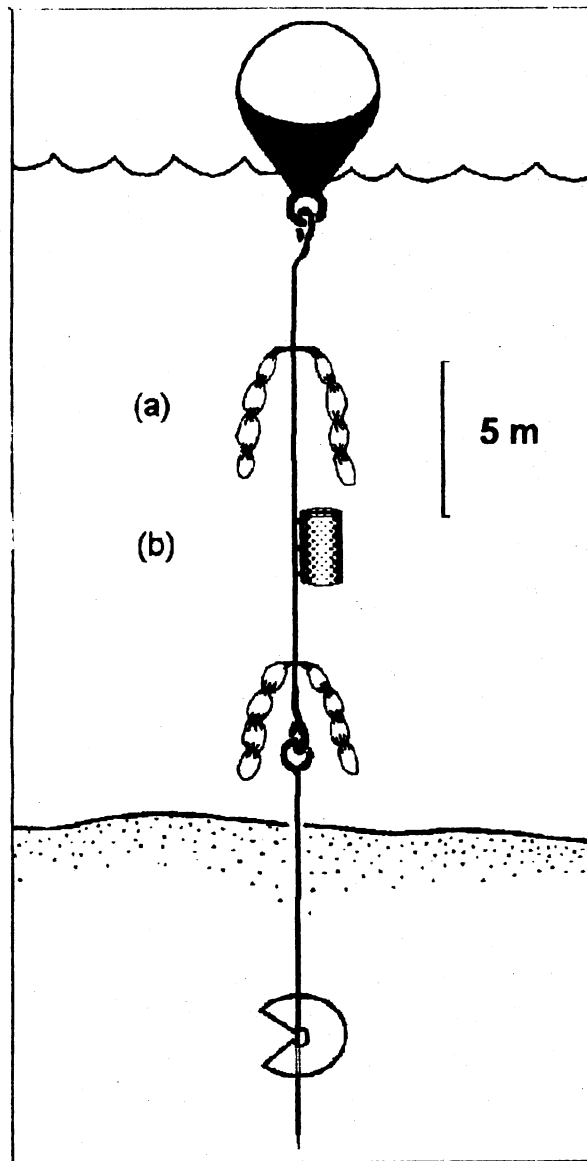


Fig.2. Sistema de flotación con los mejillones transplantados. de acuerdo a Stephenson *et al* (1979) (a) mejillones y (b) Termógrafo.

El material utilizado en la colecta, así como en la cuantificación de metales fue sometido al proceso de limpieza empleado por Stephenson *et al* (1979). El material de plástico se mantuvo por una semana en detergente libre de fosfatos (Micro) y posteriormente se enjuagó (tres veces) con agua desionizada (DI), para después dejarlo otra semana en HCl (50 %) y finalmente ser enjuagado (tres veces) con agua (DI). El material de vidrio utilizado en el análisis de las muestras se trato con el mismo procedimiento de descontaminación, sustituyendo el HCl por HNO_3 .

II.4 DISECCION Y CARACTERISTICAS BIOMETRICAS.

Los análisis de las muestras se realizaron, utilizandose guantes, cubrebotas y bata especial para evitar contaminación por metales. Así mismo, el laboratorio esta diseñado para reducir al máximo el riesgo de contaminación, evitando todo material metálico. Además esta provisto de campanas de flujo laminar con presión positiva de aire limpio y filtrado que evita la contaminación del exterior.

La disección de *Mytilus californianus* se efectuó mediante la técnica descrita por Stephenson *et al* (1979): los organismos fueron descongelados y lavados con agua (DI) removiendo la arena y epibiota presente, se tomaron 45 mejillones de una talla entre 55-70 mm por cada profundidad, tratando de evitar la variación de los metales con respecto a la talla (Boyden, 1977; Cossa *et al*, 1980). Las muestras se separaron en tres replicas de 15 mejillones, esto de acuerdo a Gordon *et al* (1980) nos da una mejor estimación de la media de la población, disminuyendo la varianza muestral. Posteriormente con un vernier se tomaron las medidas longitudinales de cada organismo.

La disección se realizó con una navaja de acero inoxidable, debido a que la contaminación con este tipo de material ha demostrado ser insignificante (Groves, 1977). Se separó el visus y las gónadas, mismas que fueron removidas, pesadas y desechadas. Esto con el objeto de minimizar las variaciones estacionales del peso del tejido blando debido a su

estado reproductivo (Phillips,1976 ; Simpson ,1979). Ouellete (1978) reporta que el volumen de las gonadas pueden afectar hasta un 25 % el peso del organismo, contribuyendo a las variaciones de metales traza en el tejido blando. Se determinó el índice gonadal (IG = peso de la gonada/ peso total del tejido) apoyados con el peso de la gónada (P_g) y la longitud del organismo (L). El índice determina el estado reproductivo de los organismos y por lo tanto la condición al momento del muestreo (Giese y Pearse,1974).

Se pesó el tejido húmedo de las replicas (tres) de cada muestra y se depositaron en recipientes de polipropileno, para determinar después el índice de condición (IC = peso del tejido húmedo sin gonada / longitud del organismo). El IC refleja a largo plazo los cambios en el estado nutritivo de los organismos. Un aumento de esta relación refleja un incremento en los constituyentes orgánicos (glicógeno, lípidos y proteínas) asociados con el crecimiento y dependen del balance entre la disponibilidad de alimento, velocidad de filtración y catabolismo. Una reducción del índice esta asociado a periodos de stress involucrados en la utilización de las reservas o periodo de desove (Bayne *et al*, 1985) reflejando los cambios estacionales en la muestra de una población natural (Walne, 1970; Gabbott y Walker, 1971; Gee *et al*, 1971). Los mejillones con una buena condición tienen mayor proporción de tejido blando a una longitud dada y por ende un mayor índice.

La muestra con el tejido de los organismos (15) fue homogenizada (a 60 r.p.m.) durante tres minutos en un homogenizador Virtis "45" equipado con aspas de titanio y luego se almacenaron a -10°C hasta su posterior análisis. Para obtener el peso seco de cada muestra se tomaron aproximadamente 5 g de tejido y se secaron en un horno (a 70°C) durante 72 horas .

II.5 CUANTIFICACION DE METALES TRAZA

La determinación de los metales Ag, Cd, Cu y Mn se realizó de acuerdo al método modificado de Stephenson *et al* (1979), se tomaron de 4-5 g de tejido homogenizado, a los

cuales se les añadió 5 mL de HNO_3 bidestilado, se taparon con vidrios de reloj y se dejaron a temperatura ambiente durante una noche. Al siguiente día las muestras fueron llevadas hasta 10°C , luego se dejaron enfriar durante 20 minutos y se repitió la misma operación hasta que el tejido se encontraba en solución. Posteriormente las muestras fueron puestas a reflujo durante 6 horas a 70°C ; luego se llevaron a sequedad, se les agregó 1 mL de agua desionizada y se dejó evaporar, para finalmente añadirles 20 mL de HNO_3 1 % y transferir a frascos de polipropileno de 30 mL. Por cada grupo de 15 muestras se incluyó un blanco y un estándar de referencia de la NIST (tejido de ostión SRM # 15669).

La concentración de los metales fue determinada en un espectrofotómetro de absorción atómica Thermo Jarrel Ash modelo Smith-Hieftje 12, equipado con horno de grafito modelo CTF 188 y un corrector de fondo Smith-Hieftje. Los metales Cd, Cu y Mn fueron medidos mediante la técnica de flama de aire-acetileno, mientras que para la Ag se utilizó el horno de grafito. Las concentraciones de los metales se expresan en $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco. El límite de detección calculado como tres veces el ruido de la línea base fue de 0.01 ng mL^{-1} , 0.015 , 0.05 y $0.025 \mu\text{g mL}^{-1}$ para la Ag, Cd, Cu y Mn, respectivamente.

II.6 Factores de Asimilación

Con la concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) a los 6 meses del trasplante se determinó el factor de asimilación ($F_a = \text{conc. final} / \text{conc. inicial}$). Este factor nos indica el grado de enriquecimiento del metal en *Mytilus californianus* durante el experimento. Valores mayores a 1 indican incremento de la concentración con respecto a su zona control.

II.7 ANALISIS ESTADISTICO

A todas las variables medidas se les determinó la estadística básica. A las concentraciones de metales (Ag, Cd, Cu y Mn), condiciones biológicas (P.húmedo, P.seco, P.gonada, Longitud, Índice Condición e Índice Gonadal) y temperatura; se les determinó su

media, desviación estándar y varianza para obtener sus valores de tendencia central y de dispersión en los transplantes, a diferentes niveles de profundidad y época de muestreo. Se efectuaron pruebas de normalidad de residuos (Bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Bartlett). Todas las variables cumplieron con la prueba de normalidad y de homogeneidad de varianza. En esta última prueba, la excepción fueron IG, IC, Cd y Cu, utilizándose para homogeneizar la varianza la transformación "arc sen" para el IG y $\log(C+1)$ para Cd y Cu. No se encontró una transformación apropiada para IC, por lo que se aplicó para este caso estadísticos no paramétricos y para el resto de las variables estadísticos paramétricos.

Se realizó un análisis de varianza de dos vías y una prueba a posteriori de Tukey, para determinar diferencias significativas entre los meses de muestreo y entre profundidades de cada estación donde se midieron las concentraciones de metales e IG de los organismos. Asimismo se llevó a cabo un análisis similar para determinar las diferencias espaciales y temporales de las concentraciones de metales entre I. Coronado y P. Banda a 5 y 15 m de profundidad. Para la realización de esta prueba los muestreos mensuales entre las localidades se agruparon en primavera y verano, debido a la ausencia de datos pareados.

Se aplicó un análisis de varianza de una vía no paramétrico (Kruskal-Wallis) para observar si existieron diferencias del comportamiento del IC durante todo el periodo en las localidades de Islas Coronado y Punta Banda. Además se realizó un análisis de varianza de dos vías no paramétrico (Friedman) para determinar diferencias entre profundidades y entre localidades.

Para obtener el grado de asociación entre las variables biológicas (IC, IG, Ps), físicas (T) y metales (Ag, Cd, Cu y Mn) se aplicó un análisis de correlación múltiple Producto-Momento de Pearson.

III. RESULTADOS

III.1 TEMPERATURA

Para identificar eventos de surgencia se registró la temperatura a 10 m de profundidad en I. Coronados (7 abr-20 Dic), B. Todos Santos (7 Mar-12 sep) y Punta Banda (7 abr-30 sep). La figura 3 muestra las series de tiempo de los datos filtrados para las tres localidades. Las amplitudes de los intervalos de variación de temperatura durante los periodos registrados fueron de 11, 10.95 y 10 ° C, para I. Coronado, B. Todos Santos y Punta Banda, respectivamente. Las temperaturas promedio fueron de 16.89, 14.66 y 12.93 °C para I. Coronados, B. Todos Santos y Punta Banda, respectivamente. Las temperaturas promedio mensual más bajas se detectaron de marzo a junio para Punta Banda (11.61-11.94 ° C), y B. Todos Santos (12.48 - 13.39 ° C) y en abril para I. Coronados (15.38 °C). Los registros de bajas temperaturas son por periodos de 5 a 10 días.

III.2 Características Biométricas

Los promedios mensuales del índice de condición (IC), Índice gonadal (IG) y peso seco (Ps) de *Mytilus Californianus* se presentan en la figura 4 y 5. En general el comportamiento del IC y IG a los 5 y 15 mts en I. Coronado y P. Banda fueron similares. No presentándose diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre profundidades.

Los promedios mayores del IC para los organismos de I. Coronado (5 y 15 mts) fueron en julio y marzo, siendo significativamente diferentes ($\alpha=0.05$) a los meses de mayo y agosto, donde se presentaron los menores índices (Tabla I, fig 4 a). Para Punta Banda los promedios mayores se encontraron en abril y julio, presentando diferencias significativas ($\alpha=0.05$) con mayo y enero, que fueron los meses con menor IC (Tabla II fig 5a). El promedio del IC de los organismos de I. Coronados (0.4711 g cm⁻¹) revelan que tuvieron un índice

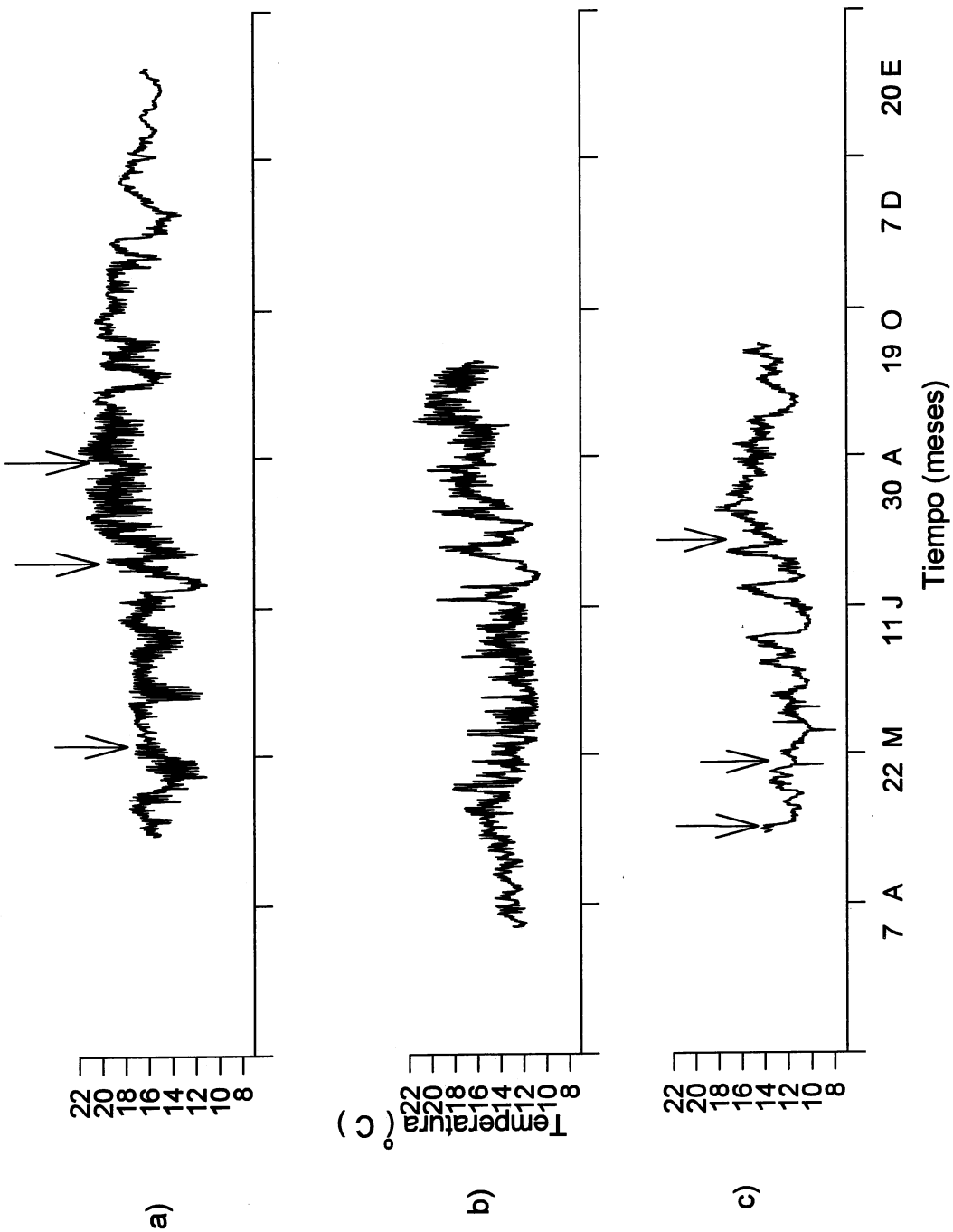


Fig. 3 Variación de temperatura a 10 m de profundidad en Islas Coronado (a) , Bahía de Todos Santos (b) y Punta Banda (c) , B.C. de abril a diciembre de 1989. Las flechas indican los días de muestreo de los mejillones.

significativamente ($\alpha=0.05$) mayor que los de Punta Banda (0.4048 g cm^{-1}) (Tabla I y II).

Los mayores promedios del Índice gonadal para I. Coronado en ambas profundidades fueron en Julio y marzo, presentando diferencias significativas ($\alpha=0.05$) con los meses de mayo y agosto, donde se encontraron los menores índices (Tabla I, fig 4b). En P. Banda los mayores índices se presentaron en abril y julio, presentando diferencias significativas ($\alpha=0.05$) con mayo y enero, donde se presentaron los menores índices (Tabla II, fig 5 b).

El promedio mensual del índice gonadal de P. Banda (0.194) fue mayor al de I. Coronado (0.170) , encontrándose diferencias significativas ($\alpha=0.05$) del comportamiento de este índice entre estas localidades (Tabla I y II) .

El peso seco presentó un promedio mensual de 0.78 g para I. Coronado y 0.74 g para P. Banda. De la misma manera que el índice de condición los mayores promedios mensuales de peso seco en las I. Coronado (fig. 4c) fueron en julio y marzo, siendo significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes a los otros meses de muestreo (Tabla I y II). Para P. Banda (fig.5c) los mayores pesos se encontraron en abril (0.92 g) y julio (1.01 g) y fueron significativamente diferentes a mayo (0.56g) y enero (0.6g), donde se encontraron los menores pesos. La variación temporal del peso seco en *Mytilus Californianus* fue similar al índice de condición, correlacionando positivamente ($r= 0.90$; tabla VI).

VI.3 Metales traza

En las tablas III y IV se presentan los promedios mensuales y desviación estándar de las concentraciones de Ag, Cd, Cu y Mn en $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco en el tejido blando de *Mytilus Californianus* a dos profundidades (5 y 15 mts) en I. Coronado y Punta Banda. En relación a la concentración de metales con respecto a la profundidad en I. Coronado no se presentó diferencias significativas ($\alpha=0.05$) en la concentración de Ag entre los organismos

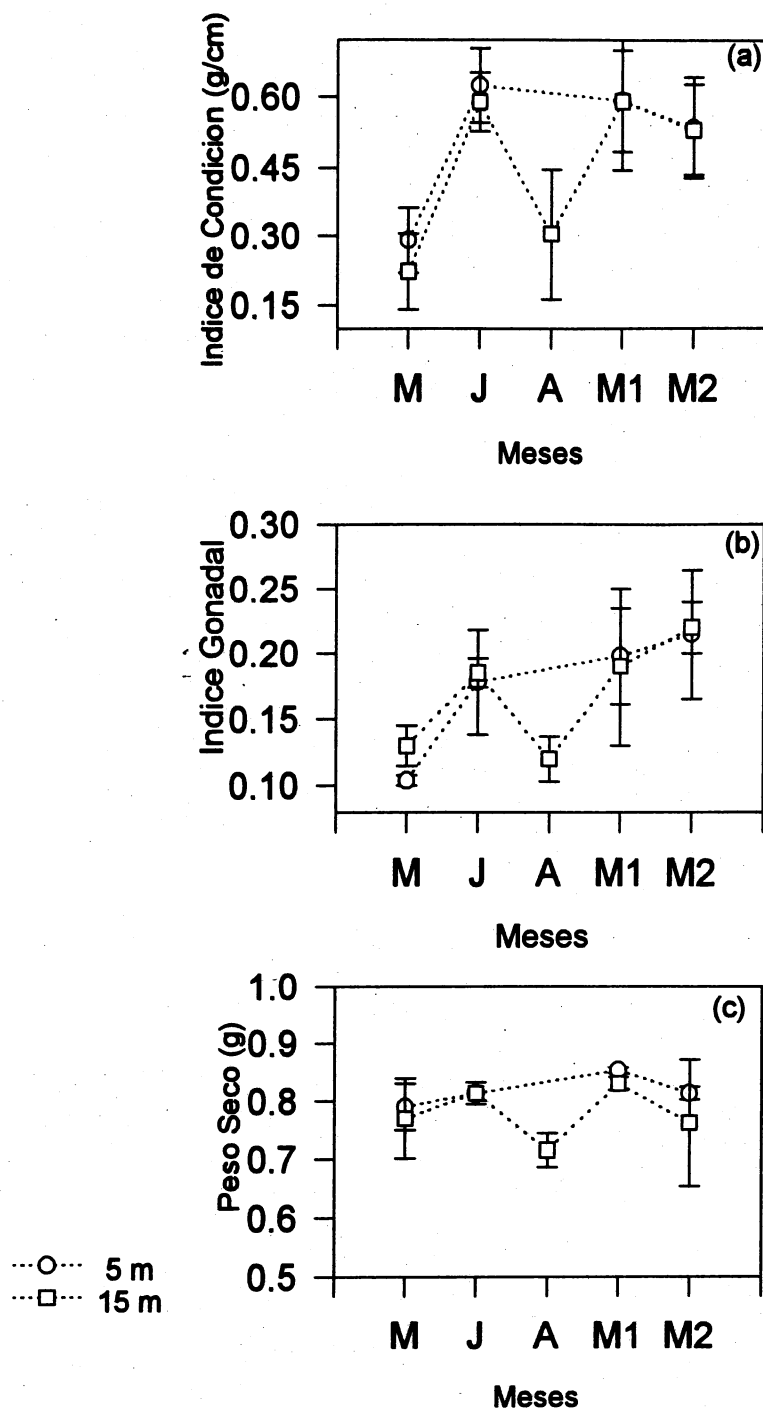


Fig. 4 Variacion Temporal de Indice de condicion (a), Indice gonadal (b) y peso seco (c) en Islas Coronado, B. C. de mayo de 1989 a marzo de 1990. M1y M2 son marzo 7 y 15.

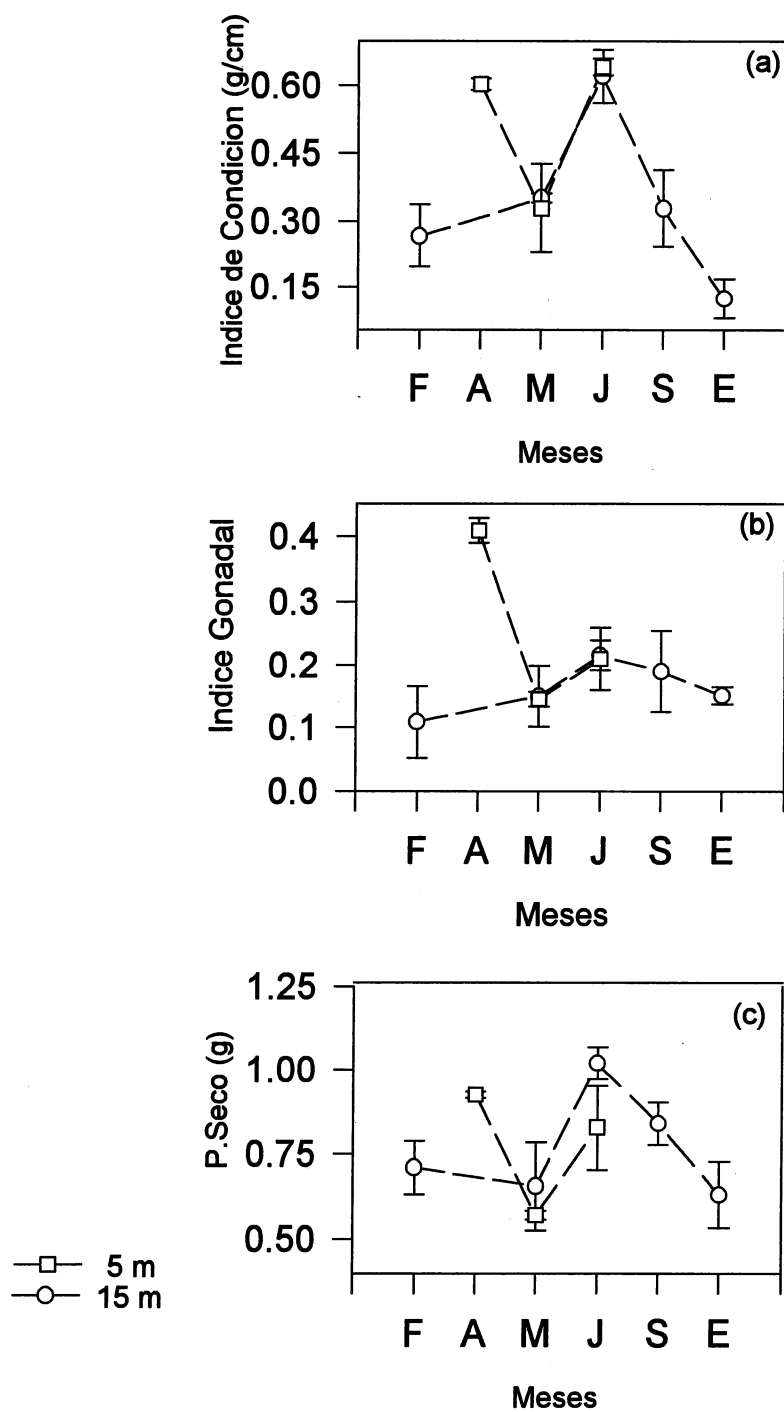


Fig.5. Variacion Temporal de Indice de condicion (a), Indice gonadal (b) y peso seco (c) en Punta Banda, B. C. de febrero de 1989 a enero de 1990.

Tabla I. Índice de Condición (IC) e Índice Gonadal (IG) de los organismos transplantados a Islas Coronado, B. C. de mayo de 1989 a marzo de 1990. $\bar{X} \pm d$ on la media más la desviación estándar. (n = 45). Las medias de una misma columna vertical que presenten letras iguales a su lado derecho no son significativamente ($\alpha = 0.05$) diferentes.

Mes	Prof.(m)	IC (g/cm)		IG (g/cm)	
Mayo	5	0.295 ± 0.072	b	0.1080 ± 0.004	b
	15	0.221 ± 0.082	b	0.098 ± 0.015	b
Julio	5	0.620 ± 0.060	a	0.178 ± 0.046	a
	15	0.580 ± 0.072	a	0.180 ± 0.011	a
Agosto	15	0.309 ± 0.141	b	0.123 ± 0.017	b
Marzo 4	5	0.590 ± 0.107	a	0.195 ± 0.036	a
	15	0.548 ± 0.147	a	0.197 ± 0.006	a
Marzo 17	5	0.544 ± 0.107	a	0.206 ± 0.005	a
	15	0.533 ± 0.096	a	0.223 ± 0.024	a
Promedio		0.471 ± 0.041		0.177 ± 0.016	

Tabla II. Índice de Condición (IC) e Índice Gonadal (IG) de los organismos transplantados a Punta Banda, B. C. de febrero de 1989 $\bar{X} \pm d$ son la media más la desviación estándar. (n = 45). Las medias de una misma columna vertical que presenten a su lado derecho letras iguales no son significativamente ($\alpha = 0.05$) diferentes.

Mes	Prof. (m)	IC (g/cm)		IG (g/cm)	
Febrero	15	0.260 ± 0.078	c	0.108 ± 0.014	d
Abril	5	0.600 ± 0.013	a	0.403 ± 0.019	a
Mayo	5	0.310 ± 0.098	b	0.145 ± 0.031	c
	15	0.350 ± 0.099	b	0.150 ± 0.057	c
Julio	5	0.640 ± 0.019	a	0.199 ± 0.057	b
	15	0.625 ± 0.060	a	0.213 ± 0.005	b
Septiembre	15	0.317 ± 0.085	b	0.192 ± 0.024	b
Enero	15	0.129 ± 0.046	d	0.151 ± 0.062	c
Promedio		0.4067 ± 0.072		0.194 ± 0.041	

de 5 y 15 mts, así como para el Cu y Mn en P.Banda. Sin embargo en I. Coronado se presentó diferencias en el Cu (mayo y marzo), Mn (julio) y Cd (julio y marzo), mientras que en P.Banda se encontró diferencias en la Ag (julio) y Cd (mayo) (Fig .6 y 7; Tabla III y IV) con respecto a la profundidad

Plata

La concentración promedio mensual para I. Coronado fue de $0.333 \mu\text{g g}^{-1}$, y en P. Banda fue ligeramente menor con $0.233 \mu\text{g g}^{-1}$ (Tabla III y IV). En I. Coronado el intervalo de variación fue de 0.205 a $0.472 \mu\text{g g}^{-1}$ y en P. Banda de 0.156 a $0.306 \mu\text{g g}^{-1}$ (Tabla III y IV) Las concentraciones más altas para I.Coronado fueron durante mayo y marzo (Tabla III , fig .6c), siendo estas últimas concentraciones significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes a los otros meses de muestreo .Para P.Banda las mayores concentraciones se presentaron en mayo y en enero a los 15 mts (Tabla IV fig 7c), las cuales fueron significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes a los demás meses.

Cadmio

En I. Coronados el promedio mensual de concentración fué de $9.86 \mu\text{g g}^{-1}$, menor al presentado en P.Banda $17.23 \mu\text{g g}^{-1}$. El intervalo de variación para I. Coronado fué de 5.50 a $17.71 \mu\text{g g}^{-1}$ y de 13.86 a $28.56 \mu\text{g g}^{-1}$ en P.Banda (Tabla III y IV) Las concentraciones más altas para I. Coronado fueron en mayo y agosto a los 15 mts (Tabla III, fig 6a), presentando diferencias significativas ($\alpha=0.05$) con los otros meses de muestreo. En P.Banda se encontraron concentraciones significativamente ($\alpha=0.05$) mayores en mayo y enero a los 15 mts (tabla IV, fig. 7a).

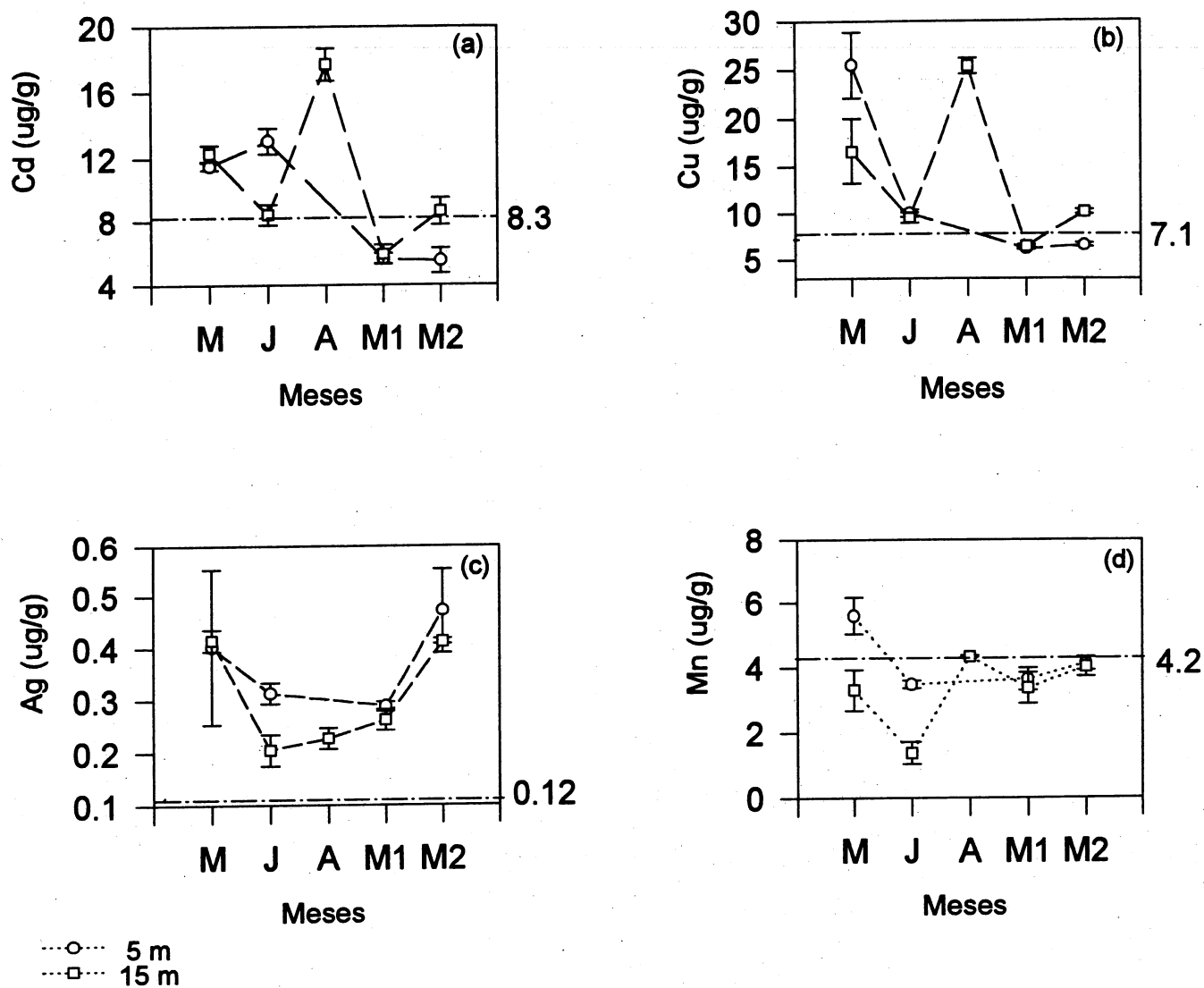


Fig. 6 Variación temporal de metales traza: (a) Ag, (b) Cd, (c) Cu y (d) Mn $\mu\text{g/g-ps}$ en Islas Coronado, B, C, de mayo de 1989 a marzo de 1990. La línea discontinua (-----) es la concentración inicial al momento del trasplante.

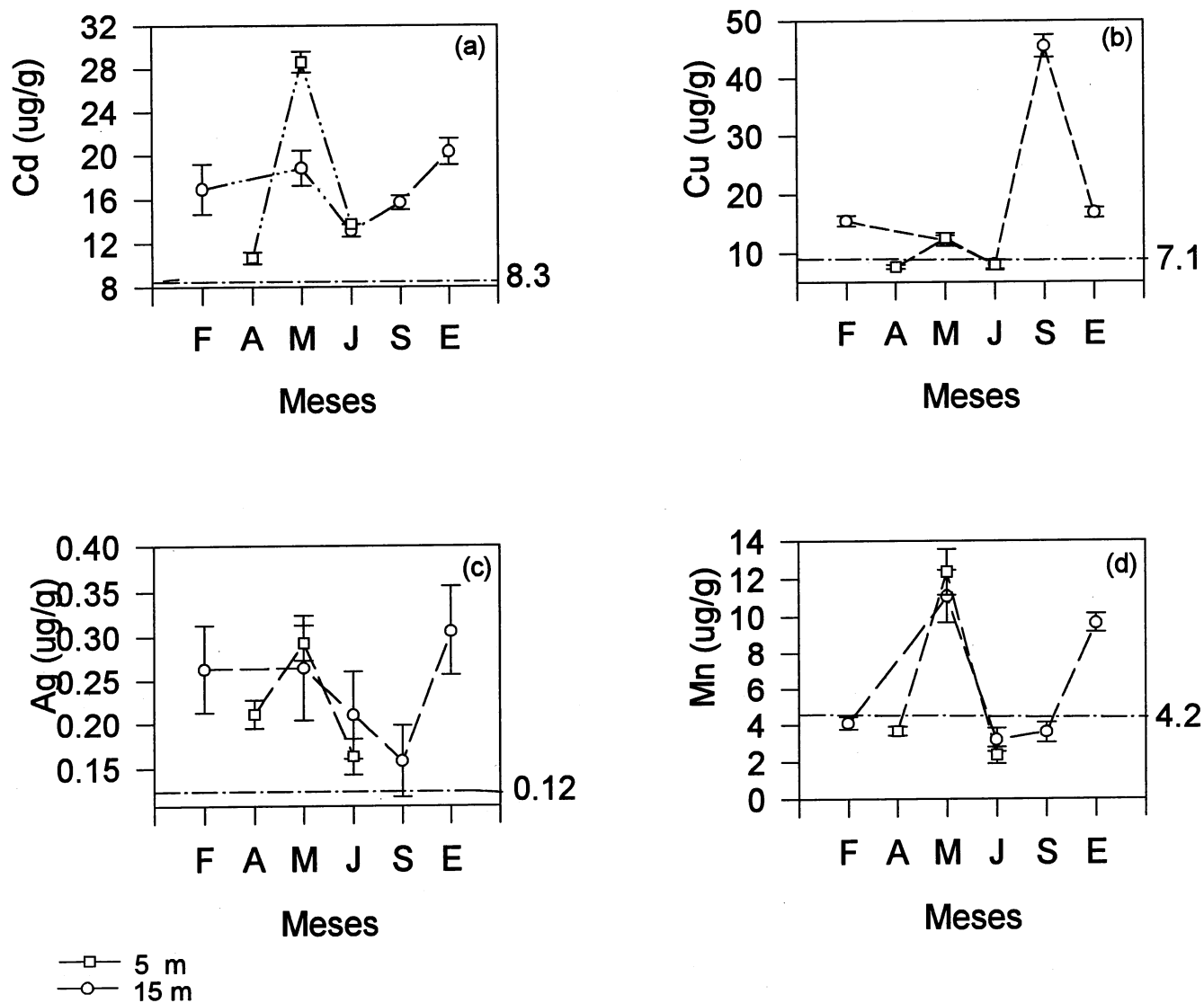


Fig. 7. Variación temporal de metales traza: (a) Cd, (b) Cu, (c) Ag, (d) Mn en $\mu\text{g/g-ps}$ en Punta Banda B, C. de febrero de 1989 a enero de 1990. La línea discontinua (-----) es la concentración inicial al momento del transplante.

Tabla III. Concentración de metales traza en mejillones transplantados en Islas Coronado B. C. de mayo de 1989 a marzo de 1990. Las concentraciones están expresadas en $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco. (n = 45). $\bar{X} \pm d$ son la media $\pm$ la desviación estándar. Las medias de una columna vertical que presenten letras iguales a su lado derecho no son significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes.

Mes	P (m)	Ag		Cd		Cu		Mn	
Mayo	5	0.403 $\pm$ 0.15	a	11.53 $\pm$ 0.23	b	25.49 $\pm$ 3.4	a	5.59 $\pm$ 0.57	a
	15	0.415 $\pm$ 0.02	a	12.33 $\pm$ 0.51	b	16.57 $\pm$ 3.4	b	3.30 $\pm$ 0.63	c
Julio	5	0.313 $\pm$ 0.02	b	13.07 $\pm$ 0.78	b	9.93 $\pm$ 0.4	c	3.47 $\pm$ 0.11	c
	15	0.205 $\pm$ 0.03	b	8.44 $\pm$ 0.66	c	9.45 $\pm$ 0.56	c	1.37 $\pm$ 0.33	d
Agosto	15	0.227 $\pm$ 0.02	b	17.71 $\pm$ 0.98	a	25.37 $\pm$ 0.81	a	4.34 $\pm$ 0.03	b
Marzo 4	5	0.288 $\pm$ 0.009	b	5.63 $\pm$ 0.32	d	6.12 $\pm$ 0.13	d	3.63 $\pm$ 0.35	b
	15	0.262 $\pm$ 0.02	b	5.90 $\pm$ 0.60	d	6.37 $\pm$ 0.20	d	3.35 $\pm$ 0.48	b
Marzo 15	5	0.472 $\pm$ 0.081	a	5.50 $\pm$ 0.77	d	6.49 $\pm$ 0.20	d	4.12 $\pm$ 0.20	b
	15	0.412 $\pm$ 0.005	a	8.64 $\pm$ 0.87	c	10.07 $\pm$ 0.22	c	4.01 $\pm$ 0.29	b
Prom.		0.333 $\pm$ 0.031		9.86 $\pm$ 1.37		12.87 $\pm$ 2.59		3.68 $\pm$ 0.373	

Tabla IV. Concentración de metales traza en mejillones transplantados a Punta Banda, B.C. de abril de 1989 a febrero de 1990. Las concentraciones están expresadas en $\mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco. (n = 45). $\bar{X} \pm d$ son la media $\pm$ la desviación estándar. Las medias de una misma columna vertical que presenten letras iguales a su lado derecho no son significativamente ($\alpha = 0.05$) diferentes.

Mes	P (m)	Ag		Cd		Cu		Mn	
Febrero	15	0.263 $\pm$ 0.05	b	16.94 $\pm$ 0.92	c	15.48 $\pm$ 0.90	b	4.10 $\pm$ 0.35	b
Abril	5	0.211 $\pm$ 0.016	b	10.69 $\pm$ 0.54	e	7.66 $\pm$ 0.57	d	3.67 $\pm$ 0.25	b
Mayo	5	0.293 $\pm$ 0.02	ba	28.56 $\pm$ 1.60	a	12.53 $\pm$ 0.57	c	12.37 $\pm$ 1.2	a
	15	0.264 $\pm$ 0.06	b	18.82 $\pm$ 0.93	c	12.12 $\pm$ 0.69	c	11.08 $\pm$ 1.4	a
Julio	5	0.163 $\pm$ 0.01	c	13.74 $\pm$ 0.87	d	8.02 $\pm$ 0.56	d	2.45 $\pm$ 0.45	c
	15	0.210 $\pm$ 0.02	b	13.14 $\pm$ 0.01	d	8.10 $\pm$ 0.82	d	3.19 $\pm$ 0.63	b
Sept	15	0.158 $\pm$ 0.02	c	15.70 $\pm$ 0.64	c	45.58 $\pm$ 0.95	a	3.60 $\pm$ 0.55	b
Enero	15	0.306 $\pm$ 0.03	a	20.30 $\pm$ 1.20	b	16.85 $\pm$ 1.4	b	9.64 $\pm$ 0.50	a
Prom.		0.237 $\pm$ 0.017		17.23 $\pm$ 1.89		15.79 $\pm$ 4.42		6.26 $\pm$ 1.42	

Cobre

La concentración promedio mensual para I. Coronado fue de $12.87 \mu\text{g g}^{-1}$, menor al presentado en P. Banda de $15.79 \mu\text{g g}^{-1}$ (Tabla III y IV). Los intervalos de variación fueron de 6.37 a 25.49 y de 7.66 a $45.56 \mu\text{g g}^{-1}$ en I. Coronado y P. Banda, respectivamente (Tabla III y IV). Las mayores concentraciones para I. Coronados se encontraron en mayo y agosto a los 15 mts (Tabla III, fig. 6b). Para P. Banda las más altas concentraciones fueron a los 15 mts en septiembre y enero (Tabla IV, fig. 7b) presentando diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre si y con los otros meses de muestreo.

Manganeso

La concentración promedio mensual para I. Coronado ($3.68 \mu\text{g g}^{-1}$) fue menor a la encontrada en P. Banda ($6.26 \mu\text{g g}^{-1}$). El intervalo de variación fue de 1.37 a 5.59 y de 2.45 a $12.37 \mu\text{g g}^{-1}$ para I. Coronado y P. Banda, respectivamente (Tabla III y IV). En I. Coronado se presentó una máxima concentración a los 5 mts en mayo (Tabla III, fig. 6d), siendo significativamente ($\alpha=0.05$) diferente a los demás meses de muestreo. En P. Banda se encontraron concentraciones significativamente ($\alpha=0.05$) altas en mayo y enero a los 15 mts (Tabla IV, fig. 7d).

Variación Espacio-Temporal de Metales

El anova determinó que entre I. Coronado y P. Banda existen diferencias significativas ($\alpha=0.05$) en la concentración de metales en ambas profundidades de transplante (5 y 15 m). En primavera las mayores concentraciones de Cd y Mn se presentan en P. Banda y las mayores concentraciones de Ag y Cu son en I. Coronado (Tabla V). Sin embargo para el verano sólo se presentan concentraciones significativamente ($P=0.05$) mayores de Cu y Cd a los 15 m en P. Banda (Tabla V).

En relación a las diferencias de concentraciones por estaciones del año para cada región de transplante, las mayores concentraciones de Ag, Cd y Mn para P. Banda se presentan durante la primavera y sólo el Cu fué significativamente ($\alpha=0.05$) mayor durante el Verano (Tabla V). Las concentraciones de Ag, Cd, Cu y Mn en I. Coronados en primavera fueron significativamente ($\alpha=0.05$) mayores a las presentes en verano (Tabla V)

Tabla V. Variación de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en primavera y verano en Islas Coronado (IC) y P. Banda (PB) a los 5 y 15 m de profundidad. $\bar{X} \pm d$ son la media $\pm$ desviación estándar. Las medias de una misma columna vertical que presenten letras iguales a su lado derecho no son significativamente ($\alpha=0.05$) diferentes

Temporada	P (m)	Local.	Ag		Cd		Cu		Mn	
Primavera	5	P.B.	0.269 $\pm$ 0.04	b	23.26 $\pm$ 8.4	a	11.39 $\pm$ 2.2	c	8.02 $\pm$ 4.3	a
	5	I.C.	0.403 $\pm$ 0.06	a	11.53 $\pm$ 0.23	bc	25.49 $\pm$ 3.4	a	5.59 $\pm$ 0.59	b
	15	P.B.	0.264 $\pm$ 0.06	b	18.82 $\pm$ 0.93	a	12.12 $\pm$ 0.69	c	11.08 $\pm$ 1.41	a
Verano	15	I.C.	0.415 $\pm$ 0.02	a	12.33 $\pm$ 0.51	bc	16.53 $\pm$ 3.4	b	3.3 $\pm$ 0.67	c
	5	P.B.	0.152 $\pm$ 0.01	c	16.57 $\pm$ 0.87	b	8.02 $\pm$ 0.56	d	2.25 $\pm$ 0.45	c
	5	I.C.	0.163 $\pm$ 0.01	c	13.07 $\pm$ 0.78	d	9.93 $\pm$ 0.41	d	3.47 $\pm$ 0.33	c
Verano	15	P.B.	0.184 $\pm$ 0.02	c	14.21 $\pm$ 1.5	b	26.83 $\pm$ 18	a	3.38 $\pm$ 0.20	c
	15	I.C.	0.200 $\pm$ 0.03	b	13.53 $\pm$ 4.4	b	17.85 $\pm$ 5	b	3.18 $\pm$ 1.09	c

Los factores de asimilación a los seis meses de transplante para I. Coronados y P. Banda se muestran en la figura 8. Se observa un enriquecimiento de todos los metales, respecto a su zona control (Erendira, B.C.). Encontrándose relativamente altos factores para Ag (3.17-3.26 $\mu\text{g g}^{-1}$) y Cu (2.3 - 3.5 $\mu\text{g g}^{-1}$) en I. Coronado y de Cd (2.26-3.44 $\mu\text{g g}^{-1}$) y Mn (3.8-4.3 $\mu\text{g g}^{-1}$) en P. Banda (Anexo VI).

En la tabla VI-a se presenta la matriz de correlación entre los metales (Ag, Cd, Cu y Mn), variables biométricas (IC, IG, y PS) y la temperatura (T) registrada a los 10 m de profundidad en I. Coronado. El resultado del análisis muestra una asociación positiva entre las

variables biométricas de los mejillones transplantados y la temperatura del agua; además se presenta una correlación negativa entre estas variables con los metales. Así mismo, los metales Cd y Cu presentan una correlación positiva entre sí y negativa con la Ag.

En la tabla VI-b se presenta la matriz de correlación entre las mismas variables, pero a los 15 mts de profundidad en I. Coronado. El comportamiento en esta profundidad fue un poco diferente al de los 5 m: sólo algunas variables biometricas IC y Ps, la temperatura y los metales correlacionaron positivamente, presentandose una correlación inversa entre estos últimos con el peso seco (Ps). La plata presentó correlación negativa con el IC e IG. Los metales Cd, Cu y Mn presentaron una correlación negativa con la Ag y positiva entre si.

Los resultados de la matriz de correlación para P. Banda a los 5 y 15 m de profundidad son presentados en las tablas VI (c) y (d), respectivamente. El resultado del análisis para 5 m y 15 m de profundidad fué similar al de I. Coronado (5 m); se asocian positivamente entre si las variables biométricas y la temperatura, presentando además una correlación negativa con los metales. El Cd y Cu presentaron una asociación positiva entre si y negativa con la Ag.

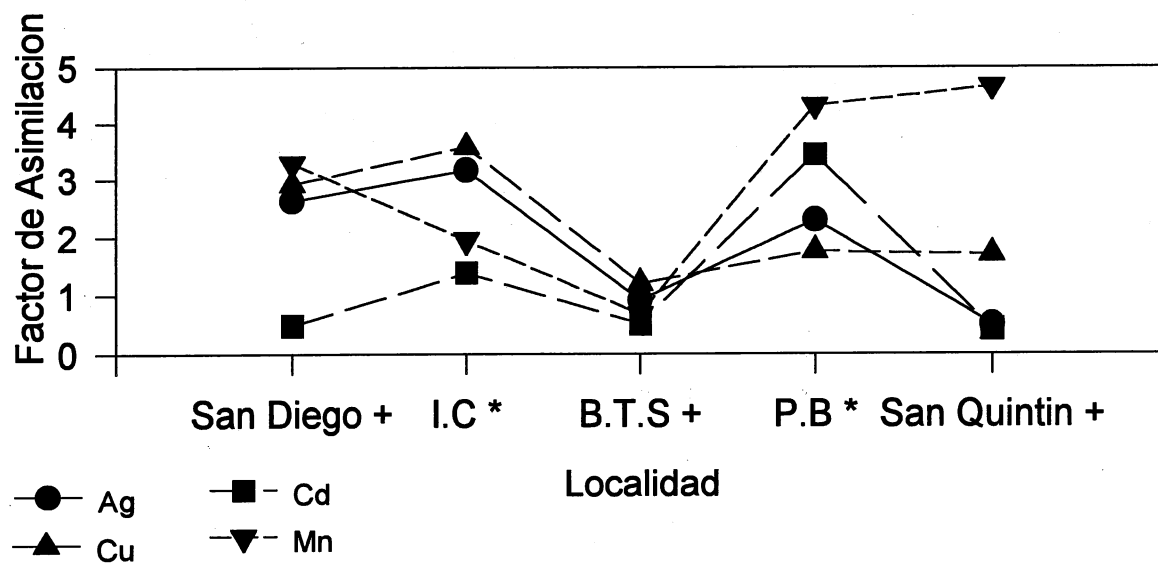


Fig.9. Factores de asimilacion de los organismos transplantados a I.Coronados (IC), P.Banda (PB) [*] . Asi como de los transplantes realizados en el Sur de California (San Diego) y Baja California (Bahia de Todos Santos [BTS], y San Quintin) (+ Tomados de Reynoso-Nuno y Jorajuria 1988)

Tabla V. Matriz de correlacion entre las variables : Ag, Cd, Cu, Mn, Indice de condicion (IC), Indice gonadal (IG), Peso seco (PS) y promedio de temperatura mensual (T) para Islas Coronado a 5 m (a) y 15 m (b) y Punta Banda a 5 m (c) y 15 m (d). Para (a) y (b) $r = 0.63$ y para (b) y (d) $r = 0$. ($\alpha = 0.05$)

a)	Ag	Cd	Cu	Mn	IC	IG	Ps
Cd	-0.64						
Cu		0.5					
Mn							
IC	-0.79	-0.8	-0.8	-0.69			
IG	-0.75	-0.6	-0.77		0.64		
PS	-0.8	-0.78	-0.75	-0.8	0.86	0.8	
T	-0.97		-0.9	-0.9	0.98	0.68	0.8
b)							
Cd	-0.6						
Cu		0.86					
Mn			0.57				
IC	-0.59	0.52	0.79	-0.6			
IG	-0.65	0.74	0.74	-0.56			
PS	-0.6	0.65	-0.75	-0.6	0.8		
T	-0.82	0.57	0.56		0.56		-0.9
c)							
Cd	-0.85						
Cu		0.52					
Mn	-0.61	0.79	-0.5				
IC	-0.83	-0.69	-0.51	-0.7			
IG	-0.54		-0.5	-0.64	0.81		
PS	-0.81	-0.8	-0.63	0.66	0.94	0.72	
T	-0.9	-0.96	-0.98	-0.85	0.7	0.7	0.6
d)							
Cd							
Cu		0.52					
Mn							
IC	0.5	-0.54	-0.62	-0.72			
IG	0.62				0.69		
Ps	0.7	-0.56	-0.83	-0.68	0.78		
T	0.81		-0.8		0.8	0.59	0.86

IV. DISCUSION.

Las surgencias en Baja California son originadas por la presencia de vientos fuertes (8 m s^{-1}) con dirección predominante al Ecuador (Barton y Argote, 1980) y con valores promedio máximos durante mayo y junio (Bakun, 1973; Pavia-Reyes, 1983). Este fenómeno ocurre en una escala de cientos de kilómetros a lo largo de toda la costa durante casi todo el año, y son más intensas en primavera y verano (Gomez-Valdez, 1983; Torres-Moye y Acosta-Ruiz, 1986).

En la región de Punta Banda las surgencias se presentan con una duración de 3 a 10 días (Amador-Buenrostro, 1978) siendo la temperatura de $9 - 14^{\circ}\text{C}$ las indicadoras de la ocurrencia de este evento (Hubbs, 1960; Gonzales-Morales y Gaxiola-Castro 1991). En la presente investigación en P. Banda se encontraron anomalías de la temperatura durante la primavera y verano, con descensos hasta de 6°C y temperatura promedio de 11.4°C por períodos de 6 a 11 días (fig 3 c), lo que sugieren la ocurrencia de surgencias en ambos periodos. El origen de este evento en Punta Banda se debe a la intensificación de los vientos del norte y noroeste durante los meses de mayo y junio (García-Gaytan, 1978) y a que también es considerada una zona de divergencia horizontal que crea condiciones de surgencia, debido en parte a su situación geográfica, la cual es paralela a los vientos dominantes (Amador-Buenrostro, 1978), pero principalmente a que presenta más de 12 km de corriente con frontera Este (Wooster y Reid, 1963).

Para la bahía de Todos Santos solamente se observaron anomalías de la temperatura en el verano, los cuales son evidenciadas por descensos de 6°C característicos de surgencias (García-Cordova, 1983) y con temperatura promedio de 11.6°C por períodos de 8 días (fig 3b), siendo similares a los eventos reportados por Gonzales-Morales y Gaxiola-Castro (1991) para esta misma área. La evidencia de surgencia en BTS, se ha asociado a la presencia de vientos fuertes (3 m s^{-1}) durante los meses de

junio y Julio (Gonzales-Morales y Gaxiola-Castro, 1991) y a la fisiografía de esta área, la cual forma parte de la saliente de Punta Banda donde se reportan eventos similares (Amador-Buenrostro, 1978 ; Gomez-Valdez, 1983)

De acuerdo a Roden (1972) calcula la divergencia del transporte de Ekman para la Cuenca del Sur de California y registra fenómenos de surgencia durante primavera y verano, En el presente estudio en I. Coronado se encontraron evidencias de surgencias para ambos periodos, siendo de mayor intensidad durante el verano. Es evidente que durante la primavera se observó un descenso de la temperatura de 6°C por un período mayor a tres días (fig 3 , Anexo I), lo cual es característico de la surgencia en esta área (U.S. Dep. of Commerce , 1967). Mientras que para el verano se encontraron anomalías de la temperatura , con descensos 6°C y una temperatura promedio de 11.7 por períodos de 6 a 8 días (fig 3a) ., similar a lo reportado para esta área por Dorman y Palmer (1981), quienes mencionan que las surgencias costeras ocurren en un promedio de dos veces por verano con un cambio promedio de la temperatura de 4.7°C y una duración de 11.4 días.. La fisiografía de esta región y la intensificación de los vientos locales con velocidades de $2.8\text{-}3.87\text{ m s}^{-1}$ durante el verano, son la causa principal del origen de la surgencia en esta localidad. Se han reportando eventos similares de surgencia costera a lo largo de la costa de California (Petersen *et al*, 1986)

En relación a las variables fisiológicas los valores del índice de condición ($0.12\text{-}0.63\text{ g cm}^{-1}$), índice gonadal ($0.10\text{-}0.40$) y peso seco ($0.55\text{ - }0.77\text{ g}$) tanto para I. Coronados como para P. Banda en ambas profundidades son similares al IC($0.38\text{ -}0.5\text{ g cm}^{-1}$), IG ($0.16\text{-}0.30$) y P.seco ($0.55\text{-}0.99\text{ g}$) a los previamente reportados en poblaciones naturales de *Mytilus californianus* de Erendira, B. (Santiago-Bravo y Rojas-Guillot, 1982 ; Hoyos-Chairez, 1988; región de donde provenían los organismos que fueron transplantados. Esto sugiere que los mejillones se adaptaron a su nuevo medio, sin tener cambios significativos en su fisiología,

dedido probablemente a las condiciones ambientales propicias en las zonas del trasplante.

Las investigaciones de Gabbott y Bayne (1975) y Winddows (1985), mencionan que el índice de condición y el peso seco son dependientes del ciclo reproductivo de *Mytilus* sp. , y por lo tanto sufren disminuciones durante el período de desove, debido a que son utilizados los materiales de reserva (glicógeno, lípidos y proteínas) presentes en el tejido de los organismos para la producción de gametos (Gabbott, 1975; Windons, 1985) . Un comportamiento similar se presentó en I. Coronados y P. Banda para ambas profundidades, ya que al disminuir el IG, disminuyeron el IC y P.S. , correlacionandose significativamente ($\alpha=0.05$) entre sí, indicándonos el desove de los mejillones . Mientras que los aumentos registrados en estos índices representan el periodo de almacenamiento de las reservas para la reproducción.

En Baja California el desove de *Mytilus californianus* se lleva a cabo en primavera , verano e invierno, por lo que el IC e IG, presentan disminuciones de abril a mayo, de julio a septiembre y de diciembre a enero (Santiago-Bravo y Rojas-Guillot, 1982 ; Hoyos-Chairez 1988). En los mejillones transplantados en P. Banda se presentaron desoves en primavera y verano, debido a que existieron disminuciones del IC e IG de abril a mayo y de julio a septiembre, encontrándose bajos índices en el mes de enero, que nos indican el posible desove de invierno. Mientras que el I. Coronado sólo se presentó disminución de los índices de julio a agosto, indicándonos el desove de verano. Esto se debe a que la mayoría de los muestreos en esta localidad , se realizaron cuando los mejillones se acondicionaban para la reproducción y su tejido tenía una mayor calidad y peso, que la que presentan después del desove . Siendo esta la causa principal de las diferencias del IC e IG, entre I. Coronado y P. Banda.

Las concentraciones promedio mensual de Cd registrados en los mejillones transplantados a I. Coronado ($9.86 \mu\text{g g}^{-1}$) y P. Banda ($17.23 \mu\text{g g}^{-1}$) son altos comparados con los valores encontrados en *Mytilus californianus* residentes (3.09 a $7.78 \mu\text{g g}^{-1}$) y

transplantados ($5.53 \mu\text{g g}^{-1}$) en Baja California (Reynoso-Nuño y Jorajuria, 1988). Asimismo son similares a las concentraciones reportadas por Lares-Reyes (1988) en San Quintín ($9.78 \mu\text{g g}^{-1}$) y por Smith *et al* (1986) en la Bahía de San Francisco California ($9.8-20.3 \mu\text{g g}^{-1}$), quienes atribuyen las altas concentraciones de este elemento a los eventos de surgencia y a la influencia antropogénica existente en esas áreas. Las altas concentraciones de este metal en comparación a las reportadas por Reynoso-Nuño y Jorajuria (1988) en el Sur de Baja California (Erendira, Santa Rosalia y Punta Abreojos), probablemente se deba a los bajos índices de condición, que se relacionan con altas concentraciones de cadmio en *Mytilus* sp (Fisher, 1983) y a que los mejillones del presente estudio fueron transplantados en zonas donde ocurren surgencias (Gomez-valdez, 1983) y existen fuentes potenciales de contaminación.

En general se encontró que las altas concentraciones de cadmio en *Mytilus californianus* en I. Coronado y P. Banda, las cuales se muestrearon en los meses de mayo agosto y enero se deben a dos eventos que ocurren simultáneamente en primavera y verano. El primero son las intensas surgencias que ocurrieron durante los meses de mayo a septiembre, y que contribuyeron al incremento de la concentración de cadmio en los organismos. Se ha demostrado que este fenómeno aporta altas concentraciones de cadmio a las aguas superficiales costeras (Bruland, 1980; Boyle *et al*, 1981). Se ha reportado que hasta un 45 % del cadmio en Baja California es atribuido a las surgencias (Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1991; Segovia-Zavala, 1994). Un comportamiento similar en San Quintín, B.C fue reportado por Lares-Reyes (1988) en *Mytilus californianus*, encontrando que las altas concentraciones de Cadmio en el mes de Julio coincidieron con las surgencias presentes durante ese período.

El segundo evento que incrementó las concentraciones de cadmio, aunque en menor magnitud que las surgencia, fue el período de reproducción de los organismos, presentandose

una covariación negativa entre los metales y las variables biológicas en los mejillones de I. Coronados y P. Banda a ambas profundidades. Esta relación inversa se debe al efecto de dilución y concentración del metal en el tejido de los organismos (Borchard *et al*, 1988) que es ocasionado por el desove (Bayne *et al*, 1985). Durante este período los mejillones pierden aproximadamente el 40% de su peso (Cossa, 1988), lo cual tiende a incrementar las concentraciones de los metales en los mejillones (Phillips 1976; Simpson, 1979, Borchard *et al*, 1988; Cossa, 1988).

Las mayores concentraciones de cadmio presentes en P. Banda en relación a I. Coronados se deben a que en esta localidad existieron mayores evidencia de surgencias y desoves (fig 3 y 6) que propiciaron el incremento de este elemento. Así mismo, las altas concentraciones de este metal en primavera en ambas localidades, se atribuyen a la combinación de surgencias y a bajos índices de condición (Oullete, 1978 ; Fisher 1983).

Las concentraciones promedios de Cu en I. Coronado ($12.87 \mu\text{g g}^{-1}$) y P. Banda ($15.79 \mu\text{g g}^{-1}$) son mayores al compararlos con los valores de mejillones residentes ($5.18 \mu\text{g g}^{-1}$) y transplantados ($8.33 \mu\text{g g}^{-1}$) en Baja California (Romero-Vargas *et al*, 1994; Reynoso-Nuño y Jorajuria, 1988) Sin embargo son similares a los valores reportados en mejillones transplantados en el área de San Diego, Cal ($15-45 \mu\text{g g}^{-1}$) (Launenstein *et al*, 1990 ; O'Conner, 1992). Las altas concentraciones de este elemento, así como el incremento en la concentración (25 %) presentado durante el período de 1977 a 1990 en mejillones transplantados en el Sur de California, se asocian a un aumento en el tráfico de barcos y a la utilización de una nueva pintura en las embarcaciones, la cual esta constituida por más 30 % de Cu. Esta pintura presenta una mayor constante de liberación de este elemento que las pinturas utilizadas en el pasado, lo cual hace que este metal sea fácilmente acumulado por los mejillones (Stephenson y Leonard, 1994).

Las mayores concentraciones de cobre presentes en *Mytilus californianus* transplantados a I. Coronados y P. Banda presentaron un comportamiento similar al cadmio, ya que coincidieron con el período de surgencia y del desove de los organismos, presentando este elemento una correlación negativa con las variables biológicas (IG, IC y Ps) y la temperatura. Este resultado se debe a que al desovar los mejillones aumentan las concentraciones de los metales por el efecto de dilución (Borchard *et al*, 1988), además de que las surgencias contribuyen al enriquecimiento de Cobre en las aguas superficiales costeras (Boyle *et al*, 1981). Sin embargo, la excepción fue la alta concentración encontrada en septiembre en P. Banda, la cual probablemente se deba a alguna influencia antropogénica, como puede ser la presencia de barcos, que presentan pinturas con un alto contenido de cobre y que constituyen una fuente importante de contaminación por este metal en mejillones (Stephenson y Leonard, 1994). Ya que aunque ocurrieron surgencias y desoves en este período, ningún metal controlado por estos fenómenos presentó un incremento tan elevado en la concentración. Esto puede corroborarse con la baja correlación de este elemento con los demás metales (Tabla VI- d)

Las mayores concentraciones de cobre en P. Banda respecto a I. Coronados se pueden atribuir a una combinación de factores tales como las surgencias, ciclo reproductivo más intenso y a la posible influencia antropogénica

Las concentraciones promedio de plata encontradas en I. Coronado ($0.333 \mu\text{g g}^{-1}$) y P. Banda ($0.233 \mu\text{g g}^{-1}$) son del mismo orden de magnitud a las reportadas en *Mytilus californianus* ($0.19 - 0.60 \mu\text{g g}^{-1}$) en Baja California (Reynoso-Nuño y Jorajura, 1988; Martin *et al*, 1988). Sin embargo son menores en comparación a los valores del Sur de California ($0.20 - 2.5 \mu\text{g g}^{-1}$) (Stephenson *et al*, 1980; Golberg *et al*, 1983). Esto sugiere que la influencia antropogénica en la región del trasplante es menor a la presente en el Sur de California, confirmandose que las mayores concentraciones de este elemento son I. Coronados respecto

a P. Banda lo cual concuerda con lo reportado por Martin *et al* (1988) quienes también encuentran un gradiente de norte a sur en la concentración de plata en mejillones de la Cuenca del Sur de California, siendo la concentración de este metal inversamente proporcional a la distancia de la principal fuente de descarga.

Las altas concentraciones de plata en I. Coronados y P. Banda en ambas profundidades se asocian al ciclo reproductivo, el cual incrementó la concentración del elemento por el efecto de dilución (Lobel *et al*, 1990). En este estudio se presentó una covariación negativa entre este metal y las variables biológicas (IG, IC y Ps). Otro factor que influye es la fuente antropogénica existente en estas áreas, donde se reportan elevadas concentraciones de plata en las aguas superficiales (9 - 14 pM) (Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1992) y en sedimentos recientes ($0.30 - 0.50 \mu\text{g g}^{-1}$) (Guierrez-Galindo *et al*, 1994). Sañudo-Wilhelmy y Flegal (1992) sugieren que aproximadamente el 99 % de este elemento en la Cuenca del Sur de California es de origen antropogénico, lo que confirma la baja variación de este metal en el periodo en que ocurrieron las surgencias (fig 7 y 8).

Las concentraciones promedio de Manganeso en I. Coronado ($3.68 \mu\text{g g}^{-1}$) y P. Banda ($6.26 \mu\text{g g}^{-1}$) son similares a las reportadas en los mejillones residentes ($3.7 - 12 \mu\text{g g}^{-1}$) y transplantados ($16 \mu\text{g g}^{-1}$) en Baja California (Reynoso-Nuño y Jorajuria, 1988; Romero - Vargas *et al*, 1994). En general las altas concentraciones de este metal tanto para I. Coronado como para P. Banda a ambas profundidades, parecen estar asociados ciclo reproductivo, existiendo una covariación negativa entre este elemento y variables biológicas (IC, IG y Ps). Por otro lado las surgencias pueden tener un efecto, ya que se observaron incrementos en la concentración durante el periodo que ocurrieron estos eventos, los cuales enriquecen las aguas superficiales con este metal (Martin y Knauer; 1982, Murray *et al*, 1983). Pro-García (1992) reporta un comportamiento similar en *Crassostrea gigas* de San Quintín, B. C.,

encontrando altas concentraciones de manganeso en el mes de julio, que coinciden con las surgencias ocurridas en ese período.

Las mayores concentraciones de manganeso en P. Banda respecto a I. Coronados, se deben a al mayor número de surgencias (4) y desoves (2), que ocurrieron en esta área, y tal vez a una mayor influencia de material terrígeno, el cual se ha asociado con las altas concentraciones de este metal en *Mytilus californianus* (Oullete, 1978), esto probablemente debido a la dinámica de esta zona. Siendo estas las posibles causas de las altas concentraciones de este metal en primavera, en ambas localidades.

Según Nielsen (1974) las concentraciones de cadmio, zinc y fierro en *Perna canaliculus* varían con la profundidad, como resultado de un gradiente vertical en la concentración de los metales. Asimismo Phillips (1976), encuentra que las concentraciones de metales en *Mytilus edulis* muestreados entre los 1.5 y 3 m son altas en comparación a las que se presentan en los organismos a una mayor profundidad, lo que es debido a la existencia de gradientes de salinidad causados por la influencia de ríos que incrementan la concentración de metales traza en mejillones. Sin embargo Fisher (1983) reporta un comportamiento inverso al encontrar altas concentraciones de cadmio en organismos muestreados entre los 8 y 10 m, atribuyéndolo a sus bajos índices de condición, que se asocian con altas concentraciones de este metal. Sin embargo, las mayores concentraciones de metales encontradas a los 5 m, respecto a los 15 mts, tanto en I. Coronados como en P. Banda, posiblemente no se deban a ninguno de estos procesos, ya que no existió una diferencia en los índices de condición con la profundidad, y no se tienen evidencia de que exista gradientes verticales de salinidad. Por lo que se sugiere que las diferencias encontradas entre profundidades se deban a la mayor disponibilidad de los metales en las capas superiores, como resultado de la estructura de la columna de agua y de la dinámica del océano presente en los meses que se encontraron estas diferencias.

Las relaciones intermetálicas presentes en *Mytilus* sp indican un origen común de metales, procesos de asimilación y función fisiológica similar de los elementos (Stephenson *et al*, 1979) , así como también propiedades fisicoquímicas semejantes entre los metales. Estas relaciones pueden modificarse por los cambios antropogénicos y fisiológicos presentes en los organismos bioindicadores (Gutierrez-Galindo *et al* ;1990) . Las covariaciones existentes entre el cadmio, cobre y manganeso en I. Coronado y P. Banda en ambas profundidades, reflejan posiblemente el origen similar de estos elementos, el cual se asocia a las surgencias (Martin y Knauer, 1982 ; Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1991, 1992) y a que su concentración es controlada por el ciclo reproductivo .

La correlación nula o negativa entre la plata y los otros metales que se presenta en ambas localidades, indican que estos elementos presentan un comportamiento metabólico ó una fuente de origen diferente. De acuerdo a Sañudo-Wilhelmy y Flegal (1992) más del 90 % de este elemento en la Cuenca del Sur de California y Baja California tiene un origen antropogénico, lo cual puede corroborarse en el presente estudio con la mínima variación de este metal durante la época de surgencias, donde se incrementaron las concentraciones de cadmio, cobre y manganeso.

Los factores de asimilación de los metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) a los seis meses del trasplante en I. Coronado y P. Banda, sugieren que el trasplante fue exitoso debido a que presentaron un alto enriquecimiento de los metales respecto a su zona control (Erendira , B.C). De acuerdo Stephenson *et al* (1980) a los seis meses del trasplante esta en equilibrio la concentración del metal en los organismos con la del medio ambiente. Los altos factores de asimilación para la plata y cobre en I. Coronados en comparación con los de P. Banda (Fig 11) sugieren que existe una mayor influencia antropogénica en esta área, debido posiblemente a las descargas de aguas residual vertidas en Point Loma, Cal y P. Bandera , B.C. que contienen elevadas concentraciones de estos elementos (Shaefer, 1984 , SCCWRC , 1989). Mientras que los altos factores asimilación para el cadmio y manganeso en P. Banda (fig .11),

se deben a las intensas surgencias ocurridas en esta localidad , las cuales aportan estos metales a las aguas superficiales (Martin y Knauer, 1982 ; Sañudo-Wilhelmy y Flegal , 1991).así como un posible aporte de material terrigeno , que es asociado con las elevadas concentraciones de Mn en mejillones.

Los mayores factores de asimilación con respecto a los previamente reportados en el Sur de California y Baja California (Fig 10) se deben a los bajos indices de condición prevalecientes en este estudio, los cuales de acuerdo a Fisher (1983) y a Borchard *et al* (1988) se relacionan con altas concentraciones de metales y a que los organismos fueron transplantados en lugares donde existen una considerable concentración de metales traza (Sañudo-Wilhelmy y Flegal, 1991, 1994; Gutierrez-Galindo *et al* , 1994)

En general las concentraciones de Ag, Cu y Mn se encuentran dentro de los límites permicibles internacionales para el consumo humano de moluscos. La excepción fue para el Cd que presentó valores mayores al valor máximo recomendado para el consumo humano ($1 \mu\text{g g}^{-1}$ tejido humedo = $5.8 \mu\text{g g}^{-1}$ de peso seco) (FAO, 1982).

V. CONCLUSION

Se encontró una variación temporal en la concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) en Mytilus californianus, determinada por el índice de condición, índice gonadal y peso seco que indican el estado reproductivo. Otros factores fueron la temperatura (Surgencias) y la influencia antropogénica.

En primavera se registraron mayores concentraciones y factores de asimilación de Cd y Mn en P. Banda y para la Ag y Cu en I. Coronados.

Se registro una variación espacial con mayores concentraciones de Cd, Cu y Mn, en los organismos transplantados a P. Banda en relación a los de I. Coronado.

Las altas concentraciones y factores de asimilación de la plata en los organismos transplantados a I. Coronado ,respecto a P. Banda, indican que existe una mayor influencia antropogénica al norte del área de estudio.

Las concentraciones de Ag, Cu y Mn se encuentran dentro del límite internacional permisible para el consumo humano de moluscos. Sin embargo la excepción fué para el Cd, que presentó mayores valores al máximo recomendado para el consumo humano.

VI. LITERATURA CITADA

- Amador-Buenrostro. A. 1976. Características de las Areas de Surgencias en las Aguas Adyacentes a la Bahía de Todos Santos, B.C. Tesis Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas. UABC. 54 pp.
- Amador-Buenrostro.A.1978. Análisis de Vientos, Corrientes y Nivel del Mar en una Zona de Surgencia cercana a Punta Colonet, B.C. Tesis Maestría CICESE. Ensenada , México. 32 pp.
- Bakun. A. 1973. Coastal Upwelling Indices , West coast of North America. 1946 -71 1946-71NOAA. Rep.NMFS.SSRF-671.133 pp.
- Bakun, A, and S.Nelson. 1977. Climatology of upwelling related processes off Baja California. CALCOFI. Rep. 19 : 107-127.
- Barton, E. P. and M, L. Argote.1980. Hydrographic variability in an upwelling area off northern Baja California in June 1976. J. Mar. Res., 38 (4) 631-649.
- Bayne, B. , Thompsom, L . and Widdows. J. 1985. Physiology. In Marine Mussel: their Ecology and Physiology. Bayne, B. L. (Ed).Cambridge University Press. 191 -291.
- Borchardt, T. 1983. Influence of food quantify on the kinetics of cadmium uptake and loss via food and seawater in Mytilus edulis. Mar. Biol.76:67-76.
- Borchardt, T, .Burchert. S, .Habilizel. H, .Korbe.L, and . Zeitrer. R. 1988. Trace metal concentration in mussel : Comparation between estuarine, coastal and shore regions in the southern North sea from 1983 to 1986. Mar. Ecol. Prog. Ser. 42 (4) pp 17-31.
- Boyle. E. A., F. Sclater and J. M. Edmond. 1976. On the marine geochemistry of cadmium. Nature,263:42-44.
- Boyle.E. A.,.Huested, S. S. and Jones. S. P. 1981. On the distribution of cooper, nickel , and cadmium in the surface waters of the North Atlantic and North Pacific ocean. J. Geophy. Res,86:8048-8066.
- Boyle, E. A. 1988. Cadmium: Chemical trace of deep water paleoceanography. Paleoceanography. 3 (4) : 471- 489.
- Boyden.C.R. 1977. Effects of size upon metal content of shellfish. J. Mar. Biol. Ass.UK. 57: 675 - 714.
- Brunland.W.K, K.Bertine, M.Koide and E.D. Golberg.1974. History of metal pollution in southern California coastal zone .Environ. Scien.Technol, 8: 425 -32.
- Bruland. K. W. 1980. Oceanographic distribution of cadmium, zinc, nickel and cooper in north Pacific. Earth. Planet. Scien. Lett, 47 : 176 - 98.

- Bruland, K. W and R. P. Franks. 1983. Mn, Ni, Cu, Zn, and Cd in the western North Atlantic, In: C. S. Wong, E. Boyle, K. W. Brunland, J. D. Burton and E. D. Golberg (Eds), Trace Metals in Sea Water. Plenum Press. New York, 395-414
- Bruland, K. W., J. R. Donat and D. A. Hutchins. 1991. Interactive influences of biactive trace metals on biological production in oceanic waters. *Limnol. Oceanogr.* 36 (8) 1555-1577.
- Cardona-Canizales. M., Millán - Núñez, R., Lara-Lara, J. R., y Valdéz-Holguín. J. 1990. Variabilidad espacio - temporal de la clorofila "a" en una zona de surgencia frente a Baja California. *Ciencias Marinas* . 16 (2) : 31-46
- Carlucci. R. F., Epley . W., Beer. J. B. 1986. Introduction to the Southern California Bight. In *Plankton Dynamics of the Southern California Bight*. Epley W.R. (Ed) Spring-Verlang . 300 pp.
- Chávez-García. M. Del C. 1975. Algunas Condiciones de Surgencia durante la Primavera de 1974 para el Area Adyacente a P. Banda, B. C. Tesis Profesional Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada , México. 80 pp
- Chan.H. M. 1989. Temporal and spatial fluctuations in trace metal concentration in transplanted mussel in Hong Kong. *Mar.Poll.Bull.* 20 (2) :82 - 86.
- Chester, R. 1990. *Marine Geochemistry*. Unwin Hyman. London. 700 pp
- Clark. R. B. 1986. *Marine Pollution*. Clarendon Press. Oxford. 215 pp.
- Cota-Villacencio, A. 1971. Estudio Oceanográfico Químico de la Surgencia Localizada en la Zona de P. Banda, B. C. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. UABC. Ensenada , México. 80 pp.
- Cossa. D. 1988 . A review of the use of *Mytilus* spp. as quantitative indicator of cadmium and mercury contamination coastal. *Oceanologica Acta*. 12 (4) : 17-432.
- Cossa.D., E. Bourget, D. Pouliot, J. Piuze and J.P. Chanut. 1980. Geographical and seasonal variations in the relationship between trace metal content and body weight in *Mytilus edulis* . *Mar. Biol.*,58: 7-14.
- Cossa.D., Bourget,., Piuze,J. 1979. Sexual maturation as a source of variation in the relationship between cadmium concentration and body weight of *Mytilus edulis*. *Mar.Poll. Bull.* 10 : 174-176.
- Croos. F. A, and W.G. Sunda. 1982. The relationship between chemical speciation and bioavailability of trace metals to marine organisms. A review. In *Proceedings of the International Symposium on Utilization of Coastal Ecosystems :Planning Pollution and Productivity*. Chao, M. L and W. K . Smith (Eds) 496 pp.
- Dallinger, R. and P. Rainbow. 1993. *Ecotoxicology of Metals in Invertebrates*. Lewis Publisher. 300 pp.

- Dare, P. J. and B. D. Edwards, 1975. Seasonal changes in flesh weight and composition of mussel (*Mytilus edulis*) in the Conway Estuary North Wales. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 18: 89-97.
- Dorman, A. and D. Palmer. 1981. Southern California summer coastal upwelling. In Coastal Upwelling. Richards, F. A. (Ed) American Geophysical Union . 500 pp.
- Engineering Science. 1988. Tijuana ocean engineering study. Executive summary. June 1988. 100 pp.
- FAO/WHO. 1982. Gems: Global environmental monitoring system join FAO/WHO food animal feed contamination monitoring programme. Summary of data received from collaboration entities for food contamination monitoring. World Health Organization. 200 pp.
- Forstner, U. and G. I. W., Witmann. 1983. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Second Edition. Springer-Verl. 486 pp.
- Fisher, H. 1983. Shell Weight as an independent variable in relation to cadmium Content of molluscs. Mar. Ecol. Prog. Ser. 12 : 59-75.
- Frazier, J. M. and S. A. George. 1983. Cadmium kinetics in oyster - A comparative study of *Crassostrea gigas* and *Ostrea edulis*. Mar. Biol. 76 : 55 -61.
- Gabbot, P. A. y A. J. Waker. 1971 Changes in the condition index and biochemical content of adult oyster (*Ostrea edulis*) maintained under hatchery conditions. J. Cons. Int. Expl. Mar. 34 : 99-106.
- Gabbot, P. A. 1975. Storage cycles in marine bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. In Proc. 9th. Europ. Mar. Biol. Symp. H. Barnes (Ed). Aberdeen University Press. 191-211.
- Gabbot, P. A. y R. L. Bayne. 1975. Biochemical effects of temperature and nutritive stress on, *Mytilus edulis* L. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 53 : 269-286.
- García-Córdova, J. 1983. Variaciones Hidrográficas y Eventos de Surgencia Frente a Punta Colonet, B. C. en Julio de 1980. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. U. A. B. C. Ensenada, B. C. México. 116 pp
- García-Gaytán, R. 1978. Comportamiento de Variables Físicas en una Area de Surgencia Costera, Primavera de 1976. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas. U. A. B. C. , Ensenada, B.C. México. 100 pp.
- Gee, J. M., L. Maddock, and J. T., Davey. 1977. The relation between infestation by *Mytilicola intestinalis* (Copepoda, Cyclopoidea) and the condition index of *Mytilus edulis* in south west England. J. Const. Int. Expl. Mar. 37 : 300-308.
- Giese, D. C. and J.S. Pearse. 1974. Reproduction of Marine Invertebrates. Giese, D.S. and Pearse, J.S. (Eds) Academic Press. 400 pp

- Golberg, E. D., M. Koide, V. Hoodge, R. Flegal and J. Martin. 1983. US. Mussel Watch 1977 - 78 . Results on trace metals and radionuclides. Estuar. Coastal and Shelf. Sci. 16 : 69 -93.
- Gomez-Valdéz, D. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. Ciencias Marinas. 9 (2): 75 -86.
- Gonzales-Morales, A. T. y G. Gaxiola-Castro. 1991. Variabilidad día a día de características físico - químicas, biomasa y productividad primaria del fitoplancton en una zona de surgencia costera de Baja California. Ciencias Marinas .17 (3) : 21-37
- Gordon, M., G.A. Knave and J.H. Martin. 1980. *Mytilus californianus* as a bioindicator of trace metal pollution: Variability and statistical considerations. Mar. Poll. Bull. 11 (17): 195 -193.
- Grooves, R. D. 1977. Environmental studies Southern Texas outer continental shelf biology and chemistry. Final report to BIM. 90 pp.
- Gutiérrez-Galindo, E. A., G. Flores-Muñoz , V. Ortega-Lara y J. A. Villaescusa-Celaya 1994. Metales pesados en sedimentos de la costa fronteriza de Baja California México-E.U.A. , Cal). Ciencias Marinas . 20 (1). 105 -124.
- Gutiérrez-Galindo, E . A., G. Flores-Muñoz , A. Olguin-Espinoza y J.A. Villaescusa-Celaya. 1990. Biodisponibilidad de metales traza en almeja y mejillón del Valle de Mexicali y alto Golfo de California. Ciencias Marinas .16(4) : 1 -28.
- Gutierrez-Galindo, E. A . y G. Flores-Muñoz. 1986. Disponibilidad biológica de mercurio en las aguas de la costa norte de Baja California. Ciencias Marinas. 12 (2) : 85 - 98.
- Haury, L. and E. Shulenberg. 1982. Horizontal transport of phosphorus in the California Current. CalCOFI Rep., XXII: 149-159.
- Hickey, B. M. 1979. The California Current System-hypotheses facts . Limnol Oceanogr., 8 : 197-279.
- Hoyos-Chaires, F. J. 1988. Fecundidad y Esfuerzo Reproductivo del Mejillon *Mytilus californianus* . Tesis Maestría en Ecología Marina. CICESE .Ensenada, B. C. México. 130 pp.
- Hubbs, C. L. 1960. Data report surface waters at shore station U.S coast. Scripps. Inst. Oceanogr. 69-M.
- Jackson, L. A. 1986. Physical Oceanography of the Southern California Bight. In Plankton Dynamics of the Southern California Bight. Epley, W. R. (Ed) Springer-Verlag . 300 pp.
- Jones, H.J. 1971. General circulation and water characterist in south California bight SCCWRP. pp 1 - 25.

- Jones, C. J and Murray, J. W. 1985. The geochemistry of manganese in northeast Pacific waters Ocean off Washington. *Limnol. Oceanogr.* 30 (1) : 81-92.
- Johnson, D, and T. L. Lack. 1985. Some responses of transplanted *Mytilus edulis* to metal - enriched sediments and sewage sludge. *Mar. Environ. Res.* 17 : 277 -288.
- Lares-Reyes, M.L. 1988. Variación temporal de cadmio y mercurio biodisponibles en una zona de surgencia. Tesis Maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, B. C. México. 100 pp.
- Landing, W. M. and K. W. Bruland. 1980. Manganese in the north Pacific. *Earth. Planet. Sci. Lett.* 49: 45-46.
- Lauenstein, G. G., Robertson, A. and O'Conner, M. D. 1990. Comparison of trace metal data in mussels and oysters from a Mussels Watch Programme of the 1970s with those from a 1980s Programme. *Mar. Poll. Bull.* 21 : 440 - 447.
- Libes S. M. 1992. Trace metal in sea water. Chap. 11. In : *An Introduction to Marine Biogeochemistry*. Wiley and Sons. New York.
- Lobel, P. B. 1986. Role of the kidney in determining the whole soft tissue zinc concentration of individual mussels (*Mytilus edulis*). *Mar. Biol.* 92 : 355-359.
- Lobel, P. S. , C. D. Bajdik, S. P. Belkhome, S. E. Jackson, and H. P. Longerich. 1991. Improved protocol for collecting Mussel Watch specimens taking into account sex, size, condition, shell shape, and chronological age. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 21 (3). 409-414.
- Lynn, R. J., R. A. Bliss and L. E. Ebert. 1982. Vertical and horizontal distribution of seasonal mean temperature, salinity, sigma-t, stability, dynamic height, oxygen and oxygen saturation in California Current, 1950-1978. *CalCOFI Atlas*, 30: 1-513.
- Lynn, R. J, and J. L. Simpson. 1987. The California current system : The seasonal variability of its physical characteristics. *J. Geophys. Res.* 92 (C12): 12947-66.
- Martin, J. H. and G. A. Knauer. 1982. Mn Cycling in Northeast Pacific Equatorial waters. *J. Mar. Res.* 40 : 213 - 215.
- Martin, M., M. D. Stephenson, D. R. Smith, E. A. Gutierrez-Galindo, and G. Flores-Muñoz. 1988. Use of silver in mussels as a tracer of domestic waste water discharge. *Mar. Pollut. Bull.* 19 (10) : 512 -520.
- Mearns, A. J. 1973. Southern California inshore demersal fishes: diversity, distribution and disease as response to environmental quality. *CalCOFI Rep*, Vol XVII: 141-148
- Murray, J. W. , B. Spell and B. Paul. 1983. The Contrasting geochemistry of Manganese and chromium in the eastern tropical Pacific ocean. In *Trace Metal in Sea. Nato. Conf. Ser. 4 : Mar. Sci. V. 9. Plenum.*

- Magaña-Cervantes .C. 1992. Variación Espacial de Parámetros Indicadores de Surgencias en la Costa Noroccidental de Baja California. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas . UABC. 103 pp
- Martin, J. H. and R. M. Gordon. 1988. Northeast Pacific iron distribution in relation to phytoplankton productivity . Deep Sea Res. 35 (2): 177- 196.
- Nishikawa, R., Sañudo-Wilhelmy. A, and S. A. Rivera-Duarte. 1984. Estado de la contaminación actual en la zona fronteriza México-E.U.A.; Perspectivas para su control y reducción. Reunión de Ecología del Mar de Cortez. SEDUE. 4-6 abril. La Paz. B.C. pp 87-91.
- Nielsen,S. A. 1973 . Vertical concentration gradients of heavy metals in cultured mussels .N. Z. J. Mar. Feshwat. Res. 8 : 631 - 636.
- O'Conner, T. P. 1992. Recent trends in coastal enviromental quality:results from the first five years of the NOAA Mussel Watch Proyect. National Oceanic and Atmospheric Administration:National Status and Trends Program. 200 pp.
- Ortega-Lara. V. 1991. Metales Traza en sedimentos Superficiales Marinos en la Región Fronteriza México - E.U.A. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas . U.A.B.C. Ensenada, B. C. México. 75 pp.
- Orren,M.J., Eagle,G.,, Henning, H.F.-K-O, Green, A.1980. Variations in trace metals content of the mussel *Choromytilus meridionalis* (Kr) . wi th season and sex. Mar. Pollut. Bull. 11: 253-257.
- Oullete.T.R.1978. Seasonal Variation of Trace Metals and the Mayor Inorganics Ions in *Mytilus californianus*. Master of O Arts in Biological Thesis. California State University. Harward. 80 pp.
- Pavia, E. y S, Reyes. 1983. Variaciones espaciales y estacionales de viento superficial en la Bahía de Todos Santos, B. C. Ciencias Marinas . 9 (1) : 151- 167.
- Petersen, J. H. A., A. E. Jahan, R. J. Lavenberg and R. S. Grove. 1986. Physical chemical characteristics and zooplankton biomass on the continental shelf off southern California. CALCOFI. Rep. 27 : 36 - 50.
- Phillips.D.J. H, and D.A. Segar.1986. Use of bio-indicator in monitoring conservative contaminants programme desig imperaties. Mar. Poll. Bull. 17 (1) : 10-17
- Phillips.D. J.H.1976. The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium , lead and cooper . 1) Effects of enviromental variables and uptake of metal. Mar. Biol. 38. G: 59 - 69.
- Pro-García. A. 1990. Metales Traza Biodisponibles en el Ostión *Crassostrea gigas* en Biodepositos en la Zona de Maricultura de la Bahía de San Quintín. B.C. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. U,A.B.C. Ensenada, B.C. Mexico 47 pp.
- Reid, J. L., Jr, G. I. Roden , and J. G. Wyllie.1958. Studies of the California Current System. Calcofi. Rep. 6 : 27-56.

- Reynoso-Nuño. H. E y A. Jorajuria. 1988. Distribución de metales pesados en la costa occidental de la península de Baja California usando *Mytilus californianus* como organismos sentinelas. Ciencias Marinas 14 (4) : 101-116.
- Roden. I. G. 1972. Large scale upwelling of northwestern Mexico . J. Phy.Ocean. 2 : 1984-1989.
- Roesjidi., G, J. S. Young. A. S. Drum, and J . M. Gurtisen . 1984. Behavior of trace metals in *Mytilus edulis* during a reciprocal transplant field experiment. Mar. Ecol. 18 (2) : 155 -170.
- Romero-Vargas, M. P , E. A. Gutiérrez-Galindo, G. Flores-Muñoz y J. A. Villaescusa-Celaya. Metales pesados en mejillones y sedimentos de la Bahía de Todos Santos, Baja California. En : Resúmenes X Simposium Internacional de Biología Marina. 13-17 Junio. Ensenada. ,B.C.200. pp.
- Salas-Garza . L. y Oliva de la Peña., A. 1983. Características Poblacionales del Bivalvo *Mytilus californianus* y Algunos Aspectos sobre su Comunidad en la costa de Ensenada, B. C. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas UABC. Ensenada , México. 180 pp.
- Sant. Determinación del Ciclo Reproductivo del Mejillón *Mytilus californianus* en el Ejido Ensenada. Baja California Tesis Licenciatura. Escuela de Ciencias Maíago-Bravo. R. y Rojas-Guitt. P. R.1982. U.A.B.C. Ensenada , B. C. México 70pp
- Sañudo-Wilhelmy. S. and A. R. Flegal .1994. The fate of metals in the Southern California Bight. In Press
- Sañudo-Wilhelmy.S, and R.Flegal .1992. Anthropogenic silver in southern California Bight : A new tracer of sewage in coastal water. Environ. Scien. Technol, 26 : 2147-2151.
- Sañudo-Wilhelmy. S, and R. Flegal. 1991. Trace elements distribution in coastal waters along the US-Mexican boundary : relative contribution of natural processes Vs. anthropogenic input. Mar. Chem. 33: 371- 92.
- Schotz.N. 1980. Accumulation, loss and molecular distribution of cadmium in *Mytilus californianus*. Helgolander Meeresunters, 33. 68 - 78
- Segovia-Zavala. J. A. 1994. Variación de Cadmio en una Zona de Surgencias de la Costa Noroccidental de Baja California. Tesis Maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, B. C. México. 49 pp.
- Schafer.H. A. .1984. Characteristics of municipal wastewaters 1982-1983 Southern California Coastal Water Research Project. el segundo C.A. 101 pp.
- SCCWRP. 1989. Recent changes and long term trends in the combined mass emission discharged into the southern California Bight. Southern California Coastal Water Research Project. Annu. Report. 1989. Long Beach California. 20-29.

- SCCWRP.1989. Marine outfalls: 1987 inputs from wastewater treatment plant power plant and industrial facilities. Southern California Coastal Water Research Project. Annu. Report.1989. Long Beach California. pp 30-37.
- Seed. R. 1970. Ecology. En Marine Mussels : Their Ecology and Physiology. Bayne . B. L (ED). Cambridge University Press . 13 -23.
- Smith. D. R, M. D. Stephenson, and A. R. Flegal. 1986. Trace metals in mussel transplanted to San Francisco Bay . Environ. Toxi. Chem. 5 pp 139 -54.
- Smith.R. L. 1968. Upwelling oceanography. Mar. Biol. Ann. Rev. 6 - 1146.
- Stephenson, M. D. and G. H. Leonard.1994. Evidence for decline of silver and lead and the increase of copper from 1977 to 1990 in the coastal marine waters of California. Mar. Poll. Bull. 26 (3) : 148 - 153.
- Stephenson. M. D, M. Martin, and J. H. Martin.1980. Trace metal concentrations in mussel *Mytilus californianus* and the bay mussel, *Mytilus edulis* along the California coast and selected harbors and bays. California Mussel Watch 1979 1980. Part I. Water Quality Monitoring Report. No. 80-8.
- Stephenson. M. D, M. Martin, and J. H. Martin.1979.Trace Metal Concentrations in the California Mussel *Mytilus californianus* . Water Quality Monitoring Report . Vol II No. 70-22. 102 pp.
- Simpson. R. D. 1979. Uptake and loss of zinc and lead by Mussel (*Mytilus edulis*) and relationship with body weight and reproductive cycle. Mar. Poll. Bull. 10 : 74 - 78.
- Sunda. W. G. 1990. Trace metals interactions with marine phytoplankton. Biol Ocean. 6. 41-442.
- Torres-Moye. G. y M .J. Acosta-Ruiz. 1986. Algunas propiedades químicas de eventos de surgencia costera y de la contracorriente subsuperficial en un área cercana a Punta Colonet, Baja California. México. Ciencias Marinas 12 (3) : 10 - 25.
- Viarengo. A. Biochemical effects of trace metals . 1985. Mar. Pollu. Bull. 16 (4): 53 153-158
- Walne. R. P. 1970. The seasonal variation of meat and glycogen content of seven population of oyster *Ostrea edulis*. L. and a review of the literature. Fishery Invest. Lond. Ser. 2 : 26 - 35.
- Widdows. W. S. 1978. Combined effects of bodysize, food concentration and season on the physiology of, *Mytilus edulis*. J. Mar. Biol. Ass.U.K. 58:109-124.
- Widdows. J. 1985. Physiological Measurements. En The Effects of Stress and Pollution on Marine Animals. Bayne, B. L., Brown, D. A., Burns, K., Dixon, D.R., Ivanovici, A., Livinstone, D. R., Lowe, D. M., Moore, M., Stebbing, A. R., and J. Widdows. (Eds) Praeger Sciences . pp 3 -39.

Wooster. W. S., and Jr. Reid.1970. Eastern Boundary Currents. In M.N Hill (Ed) The Sea. Vol 2 . Interscience, Public, 400 pp

VII. ANEXOS

Anexo I. Media, desviación estándar, valor máximo y mínimo de temperatura a 10 m de profundidad en Islas Coronado, B. C. de abril a diciembre de 1989

Mes	Media	D.Estandar	Valor Maximo	Valor Minimo
Abril	15.38	1.51	17.55	11.18
Mayo	16	1.43	17.7	11.55
Junio	16.03	1.49	18.6	11.1
Julio	17.09	2.69	21.38	11.2
Agosto	18.99	1.47	22.1	15.85
Septiembre	18.35	1.77	20.7	14.13
Octubre	17.86	1.63	19.65	14.17
Noviembre	16.64	1.13	18.58	13.25
Diciembre	15.75	0.54	16.7	14.9

Anexo. II. Media, desviación estándar, valor máximo y mínimo de temperatura a 10 m de profundidad en Bahía de Todos Santos, B. C. de abril a octubre de 1989.

Mes	Media	D.Estandar	Valor Maximo	Valor Minimo
Marzo	13.23	0.69	14.65	11.8
Abril	14.81	1.27	18.25	12.55
Mayo	12.48	1.4	16.9	10.65
Junio	13.39	1.59	19.58	11
Juilo	14.08	2.26	19.88	10.6
Agosto	17.05	1.8	21.55	13.32
Septiembre	17.59	1.55	20.48	14.2

Anexo. III. Media, desviación estándar, valor máximo y mínimo de temperatura a 10 m de profundidad en Punta Banda, B. C. de abril a septiembre de 1989.

Mes	Media	D.Estandar	Valor Maximo	Valor Minimo
Abril	12.16	0.93	14.32	10.9
Mayo	11.61	0.95	13.63	7.97
Junio	11.94	1.92	15.58	10.1
Julio	12.99	1.82	17.25	9.95
Agosto	15.39	0.98	18.28	13.13
Septiembre	13.52	0.75	15.78	11.42

Anexo IV. Características biometricas: Peso Humedo (g), Peso seco (g), Peso gonada (g) y Longitud (mm) de los mejillones transplantados a Islas Coronado B. C. de mayo de 1989 a marzo de 1990. $X \pm d$ son la media $\pm$ la desviación estándar.

Mes	P (m)	P. Humedo(g)	P.Seco (g)	P.Gonada (g)	Longitud (mm)
Mayo	5	1.57 $\pm$ 0.423	0.77 $\pm$ 0.040	0.156 $\pm$ 0.065	53.12 $\pm$ 3.99
	15	1.19 $\pm$ 0.477	0.79 $\pm$ 0.169	0.159 $\pm$ 0.066	53.29 $\pm$ 3.73
Julio	5	3.37 $\pm$ 0.432	0.805 $\pm$ 0.167	0.602 $\pm$ 0.061	54.38 $\pm$ 2.59
	15	3.36 $\pm$ 0.403	0.813 $\pm$ 0.019	0.622 $\pm$ 0.249	54.30 $\pm$ 3.35
Agosto	15	1.76 $\pm$ 0.637	0.715 $\pm$ 0.029	0.212 $\pm$ 0.161	57.69 $\pm$ 3.07
Marzo 4	5	3.51 $\pm$ 0.814	0.853 $\pm$ 0.005	0.687 $\pm$ 0.197	59.06 $\pm$ 4.92
	15	3.12 $\pm$ 0.872	0.813 $\pm$ 0.017	0.615 $\pm$ 0.158	57.78 $\pm$ 5.03
Marzo 17	5	3.09 $\pm$ 0.737	0.713 $\pm$ 0.011	0.694 $\pm$ 0.213	57.64 $\pm$ 3.91
	15	2.89 $\pm$ 0.568	0.762 $\pm$ 0.109	0.623 $\pm$ 0.135	57.09 $\pm$ 4.08
Promedio		2.65 $\pm$ 0.871	0.781 $\pm$ 0.015	0.485 $\pm$ 0.280	56.03 $\pm$ 2.48

Anexo V. Características biometricas: Peso Humedo (g), Peso seco (g), Peso gonada (g) y Longitud (mm) de los mejillones transplantados a Punta Banda B. C. de febrero de 1989 a enero de 1990. $\bar{X} \pm d$ son la media $\pm$ la desviación estándar.

Mes	P(m)	P.Humedo (g)	P.Seco (g)	P.Gonada(g)	Longitud (mm)
Febrero	15	1.56 $\pm$ 0.546	0.709 $\pm$ 0.079	0.163 $\pm$ 0.075	57.78 $\pm$ 3.39
Abril	5	3.13 $\pm$ 0.839	0.925 $\pm$ 0.012	1.281 $\pm$ 0.331	59.13 $\pm$ 4.27
Mayo	5	2.04 $\pm$ 0.622	0.569 $\pm$ 0.013	0.297 $\pm$ 0.065	64.05 $\pm$ 3.52
	15	3.12 $\pm$ 0.903	0.652 $\pm$ 0.014	0.320 $\pm$ 0.03	60.70 $\pm$ 3.13
Julio	5	3.66 $\pm$ 0.977	0.827 $\pm$ 0.124	0.696 $\pm$ 0.233	57.59 $\pm$ 4.60
	15	2.79 $\pm$ 0.543	0.839 $\pm$ 0.048	0.604 $\pm$ 0.292	53.92 $\pm$ 3.72
Sep	15	1.78 $\pm$ 0.662	0.724 $\pm$ 0.063	0.350 $\pm$ 0.132	56.98 $\pm$ 3.05
Enero	15	0.792 $\pm$ 0.257	0.621 $\pm$ 0.098	0.255 $\pm$ 0.022	61.49 $\pm$ 2.29
Promedio		2.23 $\pm$ 0.873	0.744 $\pm$ 0.04	0.495 $\pm$ 0.145	58.95 $\pm$ 2.91

Anexo. VI. Concentración de metales traza (Ag, Cd, Cu y Mn) del estándar de referencia de la NIST (tejido de ostión SRM # 15669 y los determinados en este estudio. $\bar{X} \pm d$ son la media $\pm$ la desviación estándar.

	Ag	Cd	Cu	Mn
NBS	1.68 $\pm$ 0.15	4.5 $\pm$ 0.38	66.3 $\pm$ 4.3	12.30 $\pm$ 1.5
IIO	1.67 $\pm$ 0.01	4.2 $\pm$ 0.08	68.02 $\pm$ 0.02	9.8 $\pm$ 0.509

Anexo VII. Factores de asimilación de los mejillones transplantados a I. Coronado y P. Banda, B. C. (+). Asi como los transplantados en el Sur de California (San Diego) y Baja California (B.T.S. = Bahía de Todos Santos y San Quintín) (+ Tomados de Reinoso-Nuño y Jorajuria 1988).

Localidad	Ag	Cd	Cu	Mn
Sn Diego +	2.63	0.48	2.92	3.29
I. Coronado*	3.17	1.38	3.58	1.95
B.T.S +	0.91	0.51	1.2	0.67
P. Banda*	2.3	3.44	1.76	4.32
Sn Quintín +	0.5	0.42	1.7	4.67