

CENTRO DE INVESTIGACION
CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA
HIDROCARBUROS CLORADOS EN HUEVOS
DE LA GAVIOTA OCCIDENTAL
LARUS OCCIDENTALIS EN LA COSTA
OCCIDENTAL DE MEXICO-E.U.A.

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

CLARA MARIA JIMENEZ CASTRO

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. JUNIO DE 1993.

RESUMEN de la tesis de Clara María Jiménez Castro presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en OCEANOLOGIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California, México. Febrero de 1993.

HIDROCARBUROS CLORADOS EN HUEVOS DE LA GAVIOTA OCCIDENTAL
Larus occidentalis EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO-E.U.A.

Resumen aprobado por:

Dr. Eric Mellink Bijtel.
Director de Tesis.

Se colectaron huevos de Gaviota Occidental *Larus occidentalis* de North Island (n=10), Islas Los Coronados (n=21), Islas Todos Santos (n=23) e Isla San Martín (n=21). Se determinaron los niveles de concentración de compuestos organoclorados presentes en los huevos. No se encontraron diferencias significativas entre sitios en las concentraciones de pp'-DDE ($3.467 \mu\text{g g}^{-1}$), op'-DDT ($0.22 \mu\text{g g}^{-1}$) y β BHC ($0.15 \mu\text{g g}^{-1}$), pero sí se encontraron para op'-DDE (0.014 a $0.042 \mu\text{g g}^{-1}$), DDT (0.041 a $0.139 \mu\text{g g}^{-1}$), op'-DDD (0.007 a $0.016 \mu\text{g g}^{-1}$), α HCH (0.009 a $0.038 \mu\text{g g}^{-1}$), hexaclorobenceno (0.009 a $0.133 \mu\text{g g}^{-1}$), oxyclordano (0.025 a $0.047 \mu\text{g g}^{-1}$) y bifenilos policlorados (0.644 a $1.457 \mu\text{g g}^{-1}$). El complejo DDT que se encuentra en el área se compone casi en su totalidad por pp'-DDE. El resto de los residuos encontrados se mantienen en niveles de baja concentración y aunque su frecuencia es distinta para algunos compuestos (excepto el pp'-DDE, op'-DDT, oxyclordano y los bifenilos policlorados), todos están incorporados a la trama trófica en toda la región. North Island se distingue de todas las demás sitios por presentar el mayor número de frecuencias altas (mayores de 0.8) dentro del total de residuos encontrados. La presencia de β HCH es frecuente y mucho más altas en los otros tres sitios, con relación a North Island, lo que sugiere otras fuentes de aporte de hidrocarburos clorados a la región, aparte de la que pudiera representar el emisor de Point Loma. En Islas Todos Santos los niveles altos de concentración y de frecuencia relativa de DDT ($0.139 \mu\text{g g}^{-1}$), op'-DDT ($0.030 \mu\text{g g}^{-1}$) y hexaclorobenceno ($0.133 \mu\text{g g}^{-1}$), son indicios que sugieren que estos pesticidas se usan en el Valle de Maneadero. No se encontró correlación significativa entre los grosores de las cáscaras y la concentración de pp'-DDE. Los grosores de las cáscaras obtenidos en este trabajo reflejan una recuperación en relación con los grosores de referencia registrados en épocas pasadas.

TESIS DEFENDIDA POR: **CLARA MA. JIMENEZ CASTRO**

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE:



DR. ERIC MELLINK BIJTEL.- Director del Comité



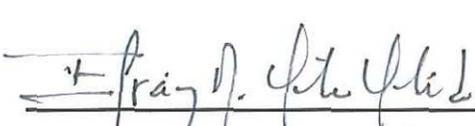
DR. SAUL ALVAREZ BORREGO.- Miembro de Comité



M.C. VICENTE FERREIRA BARTRINA.- Miembro del Comité



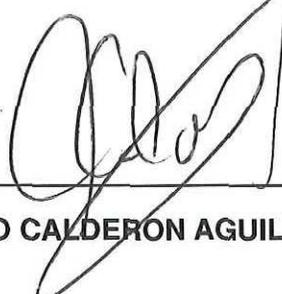
M.C. CARLOS HUERTA LOPEZ.- Miembro del Comité



DR. EFRAIN GUTIERREZ GALINDO.- Miembro del Comité



DR. MARCIAL LEONARDO LIZARRAGA PARTIDA.- Jefe Depto. Ecología Marina



DR. LUIS EDUARDO CALDERON AGUILERA.- Director de Estudios de Posgrado

17 DE MARZO DE 1993

**CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION
SUPERIOR DE ENSENADA**

**DIVISION DE OCEANOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA**

**HIDROCARBUROS CLORADOS EN HUEVOS DE LA GAVIOTA OCCIDENTAL
Larus occidentalis EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO-E.U.A.**

TESIS

**que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias, presenta:**

CLARA MARIA JIMENEZ CASTRO.

Ensenada, B. C. Marzo de 1993.

DEDICATORIA

A mis más grandes amores:

MIS PADRES y HERMANOS,

por su cariño y respeto

Por que no basta un gracias:

A JULIO VILLAESCUSA CELAYA por hacer suyo mi trabajo.

AGRADECIMIENTOS.

Al C.I.C.E.S.E. por darme la oportunidad de formarme en él. Al CONACyT, por la beca que me otorgó y me permitió efectuar mis estudios.

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas, U.A.B.C., por el valioso apoyo en la realización de mi trabajo de laboratorio, que fué parte fundamental de ésta tesis.

Al Dr. Eric Mellink Bijtel agradezco su apoyo logístico y la dirección de mi tesis.

A mi comité de tesis M.C. Vicente Ferreira Bartrina, Dr. Saúl Alvarez Borrego, M.C. Carlos Huerta López y Dr. Efraín Gutiérrez Galindo, por sus atinados y oportunos comentarios al escrito de la tesis.

Un agradecimiento en especial a Julio Villaescusa Celaya, Vinicio Macías Zamora y Víctor Camacho Ibar del I.I.O. por su ayuda desinteresada en la asesoría, enseñanza y orientación que fué crucial para el trabajo de laboratorio e interpretación de los resultados.

A Bill Everett por su buena y valiosa amistad, su gran ayuda y sus consejos que fueron parte importante en mi formación, además de sus correcciones al escrito.

A Daniel Anderson por trasmitirme su valiosa experiencia en los consejos oportunos a mi trabajo.

A Lloyd Kiff de la Western Foundation of Vertebrate Zoology Collection por su amable cooperación proporcionándome información de referencia y al Sr. Clark Sumida por hacer las mediciones de los grosores de las cáscaras de los huevos. A Mark Lowry del Southwest Fisheries Center por identificar los otolitos de los peces.

A Gilberto Gaxiola, Edgar Pavía, Joaquín García, Ma. Luisa Argote, Raymond Pierotti, Ross Norstrom, Malcolm Coulter, George Hunt Jr., Peter Pyle, Larry Spear y Harry Ohlendorf, por proporcionarme información, sus consejos y puntos de vista para el desarrollo del trabajo.

A mi amiga Raquel por su gran paciencia, disposición de ayudar y por su apoyo en aquellos momentos que compartimos., y pero sobre todo por su amistad A la Conchita por sus momentos de apoyo y por ser fuente de diversión y ánimo para seguir.

A mi amigo Saúl Alvarez Borrego por su ayuda incondicional, sus consejos y su comprensión.

A Juanita Martínez y Clara Caro, por aquel tiempo en que nos acompañamos y ayudamos mutuamente. A mis amigas Amelia Chávez de Nishikawa y Carmen de Jesús Ceseña, por su apoyo y ayuda en todo momento.

A mis amigos de siempre Eduardo Palacios y Julio Córdova, por su compañía, apoyo y comprensión .

A mis amigos y compañeros del C.I.C.E.S.E., Roxana Rico, Miguel Angel del Río, Enrique Olivares, Diego Holmgren, Carlos Lezama, Lulú Trujillo, Ernesto Torres, Rafael Cervantes, Fausto Arce, Gustavo Riaño, Héctor Reyes, Juan Gabriel Díaz, Carmen Rodríguez, Yanira Green, Cecy Díaz, Susana Pérez, Lucy Alfaro, Pabla Piña, Martha y Tere Wing, Todos ellos, en un momento compartieron mi estancia en Ensenada, me dieron gratos momentos.

A mis amigos del I.I.O., U.A.B.C. que en su momento fueron un paliativo para seguir durante todo el trabajo de laboratorio. Mi afecto y simpatía para todos ellos.

Al maravilloso equipo de bibliotecarias, que son un gran apoyo para la realización del trabajo, Lupita M. Lupita Z., Helen, Varuní, Ana María y Belinda. A César Almeda por su ayuda y amistad.

A los amigos y compañeros trabajadores de C.I.C.E.S.E., Don Tito, Don Félix, Don Willi, Juan Sidón y Martín Díaz, por su ayuda y compañía.

A todos los compañeros de ése espacio (a veces tormentoso) en donde pasé mi última temporada en C.I.C.E.S.E., que a pesar de todo fué muy agradable., mis recuerdos, para Siu, Unai , Manuel, Margarita y Josué.

Mi agradecimiento a Daniel Mora por su ayuda desinteresada.

CONTENIDO.

	<u>Página</u>
I INTRODUCCION.	1
II OBJETIVOS.	3
III HIPOTESIS.	4
IV ANTECEDENTES.	5
IV.1 Los hidrocarburos clorados; sus características fisicoquímicas.	5
IV.2 La Gaviota Occidental como bioacumulador en el área.	6
IV.2.1 Dispersión.	6
IV.2.2 Alimentación y éxito reproductivo.	7
IV.2.3 Depósito de grasa y bioacumulación de compuestos organoclorados.	8
IV.2.4 Permanencia de los compuestos organoclorados en las aves y sus efectos.	9
IV.3 Legislación.	11
IV.4 Origen y transporte de metales y compuestos en el área.	12
IV.5 Concentración de hidrocarburos clorados en el área.	13
V. AREA Y SITIOS DE ESTUDIO.	17
V.1 Area de Estudio.	17
V.2 Sitios de Estudio.	19
V.2.1 North Island (NI).	19
V.2.2 Islas Los Coronados.(C).	20
V.2.3 Islas Todos Santos (T).	21
V.2.4 Isla San Martín (M).	21

VI. MATERIALES Y METODOS.	22
VI.1 Colecta y procesado de muestras.	22
VI.2 Cuantificación, extracción de lípidos y limpieza.	23
VI.3 Análisis cromatográfico.	26
VI.3.1 Cálculo del límite de detección	28
VI.4 Cálculo de las concentraciones.	28
VI.5 Análisis de restos alimenticios.	29
VI.6 Análisis estadístico.	29
VII RESULTADOS.	31
VII.1 Análisis químico.	31
VII.1.1 El DDT y sus Isómeros.	31
VII.1.1.1 pp'-DDE.	31
VII.1.1.2 op'-DDE.	31
VII.1.1.3 DDT.	34
VII.1.1.4 op'-DDT.	36
VII.1.1.5 op'-DDD.	36
VII.1.2 Hexaclorociclohexano (HCH)	36
VII.1.3 Hexaclorobenceno (HCB).	40
VII.1.4 Oxyclordano.	40
VII.1.5 BPCs.	42
VII.1.6 Análisis de los erizos.	42
VII.2 Análisis de componentes principales.	42
VII.3 El pp'-DDE y grosor de las cáscaras.	48

VII.4	Condiciones de las colonias reproductivas.	48
VII.5	Análisis de los restos de alimentos.	49
VIII	DISCUSION.	52
VIII.1	La Gaviota Occidental como bioindicador en la región.	52
VIII.2	DDT (pp'-DDT y pp'-DDD), op'-DDT y HCB	52
VIII.3	pp'-DDE	55
VIII.4	El grosor de las cáscaras y el pp'-DDE.	56
VIII.5	α , β y γ HCH.	57
VIII.6	Oxyclordano.	60
VIII.7	BPCs.	61
VIII.8	Discusión general.	66
IX	CONCLUSIONES.	67
	LITERATURA CITADA.	69
	APENDICE.	84

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Area y Sitios de Estudio	18
2	Diagrama de flujo de la técnica propuesta por Martin <i>et al.</i> (1980), para la extracción de lípidos.	24
3	Concentración media e intervalo de confianza de DDT ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	35
4	Concentración media e intervalo de confianza de β HCH ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	39
5	Concentración media e intervalo de confianza del Hexaclorbenzeno ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	41
6	Comparación de un cromatograma de los huevos de Islas Todos Santos, con las mezclas de estándares de BPCs A1254 y A1260.	43
7	Concentración media e intervalo de confianza de BPCs ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	45
8	Posición de las muestras sobre los dos primeros ejes del análisis de componentes principales, basado en datos binarios	47
9	Grosor promedio y desviación estándar por área de las cáscaras de los huevos	50
10	Grosor medio de las cáscaras de huevos de <i>Larus occidentalis</i> , entre 1937 a 1991.	59
11	Concentración media e intervalo de confianza Oxyclordano ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	62
12	Patrón estacional promedio del Índice de Bakun extraído de una base de datos generada desde 1946 a 1990 para los 30o lat. N	65

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I Registros de hidrocarburos clorados en sedimentos y aves en la costa Noroccidental de Baja California y Suroccidental de California.	15
II Registros de hidrocarburos clorados en Mejillones en la costa Noroccidental de Baja California y Suroccidental de California.	16
III Fracción en donde se obtienen los compuestos orgánicos buscados.	25
IV Programa de temperaturas para operación del cromatógrafo de gases.	27
V Frecuencia de hidrocarburos clorados por area y prueba de X^2 de frecuencias.	32
VI Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo) e intervalo.	33
VII Media geométrica de pesticidas clorados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo) e intervalo.	38
VIII Media geométrica de bifeniles policlorados en las areas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo, seco y lípidos) e intervalo.	44
IX Presencia de hidrocarburos clorados en el erizo púrpura (<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>), de Islas Todos Santos ($\mu\text{g g}^{-1}$, base húmeda).	46
X. Dieta alimenticia de la Gaviota Occidental en la colonia reproductiva de Islas Todos Santos e Isla San Martín durante 1991.	51
XI Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso seco) e intervalo.	88
XII Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos) e intervalo.	89
XIII Media geométrica de pesticidas clorados relacionados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso seco) e intervalo.	90
XIV Media geométrica de pesticidas clorados relacionados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos) e intervalo.	91

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Area y Sitios de Estudio	18
2	Diagrama de flujo de la técnica propuesta por Martin <i>et al.</i> (1980), para la extracción de lípidos.	24
3	Concentración media e intervalo de confianza de DDT ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	35
4	Concentración media e intervalo de confianza de β HCH ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	39
5	Concentración media e intervalo de confianza del Hexaclorbenzeno ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	41
6	Comparación de un cromatograma de los huevos de Islas Todos Santos, con las mezclas de estándares de BPCs A1254 y A1260.	43
7	Concentración media e intervalo de confianza de BPCs ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	45
8	Posición de las muestras sobre los dos primeros ejes del análisis de componentes principales, basado en datos binarios	47
9	Grosor promedio y desviación estándar por área de las cáscaras de los huevos	50
10	Grosor medio de las cáscaras de huevos de <i>Larus occidentalis</i> , entre 1937 a 1991.	59
11	Concentración media e intervalo de confianza Oxyclordano ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).	62
12	Patrón estacional promedio del Índice de Bakun extraído de una base de datos generada desde 1946 a 1990 para los 30o lat. N	65

HIDROCARBUROS CLORADOS EN HUEVOS DE LA GAVIOTA OCCIDENTAL *Larus occidentalis* EN LA COSTA OCCIDENTAL DE MEXICO-E.U.A.

I. INTRODUCCION.

A medida que se ha incrementado la población humana, han aumentado sus efectos sobre el medio. Algunos de estos efectos son muy aparentes, como la transformación de habitats y la cosecha excesiva de productos. Otros son mucho más sutiles y ha sido sólo recientemente que se les ha considerado importantes. Estos efectos incluyen la contaminación ambiental.

La estructura y función del ambiente es alterada cuando los contaminantes ingresan al ecosistema. Debido a la toxicidad de algunos contaminantes, un cierto número de especies en el ecosistema son eliminadas o disminuidas en un grado importante.

Las técnicas agrícolas y pecuarias modernas requieren que la competencia con especies no deseables y la depredación sean eliminadas. Esto se hace actualmente con la ayuda de productos químicos que en gran medida se incorporan al medio.

En las costas de California y Baja California, se han encontrado evidencias de la presencia de pesticidas organoclorados en organismos como peces y aves que corresponden a una época en que la cantidad de dichos compuestos en el medio (DDT Dicloro-difenil-tricloroetano) era muy elevada, tanto que llevó al fracaso reproductivo y a la declinación de las poblaciones del Pelicano Café (Anderson *et al.* 1975; Jehl 1973) y el Cormorán de Doble Cresta (Gress *et al.* 1973). Estos desechos eran producto de plantas fabricantes de plaguicidas y el uso agrícola directo. Actualmente se continúa con la descarga de desechos organoclorados en las costas de California, aunque en menor cantidad (SCCWRP 1988).

Por la alta resistencia a la degradación de algunos compuestos organoclorados, se espera que mientras su producción siga aumentando, su ingreso a la biota también.

Uno de los efectos en organismos por compuestos organoclorados más estudiados es el adelgazamiento que el DDE provoca en el grosor de las cáscaras de los huevos de las aves, de manera que llegan al fracaso reproductivo. La acumulación de compuestos organoclorados (pesticidas), comunmente ocurre en los tejidos grasos. Así, la acumulación de organoclorados en el predador tope de una cadena trófica puede no afectarle grandemente. Sin embargo puede afectar al organismo que se alimenta de dicho predador, como ha sucedido con el Aguila Calva *Haliaeetus leucocephalus*, el Halcón Peregrino *Falco peregrinus* y el Aguila Dorada *Aquila chrysaetos*, que han sufrido declinaciones en su reproducción y población total (Wurster y Wingate 1971).

El hecho de que el hombre se ubique en el mismo nivel trófico que las aves ictiófagas, hace que la medición de contaminantes en dichos organismos sean de valor para evaluar el posible daño que puede sufrir el hombre y la biota implicada. En diversas partes del mundo se han realizado estudios en donde se han observado trastornos a la salud del hombre debido a la acumulación de algunos compuestos organoclorados. Estos incluyen desórdenes nerviosos, enfermedades del hígado, del corazón y circulatorias (Owen 1980) y se ha indicado su asociación con cánceres del estómago e hígado (Garmon 1982).

Este trabajo tiene como objetivo general determinar el estado actual de los niveles de concentración de los compuestos organoclorados en la Gaviota Occidental y determinar si éstos han disminuído o aumentado en relación con registros de épocas pasadas, así como también el definir si existe algún gradiente en la Costa Sur de California y Noroeste de Baja California.

II OBJETIVOS.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

a) Determinar las concentraciones de hidrocarburos organoclorados en los huevos de la Gaviota Occidental *Larus occidentalis*, en las colonias reproductivas de North Island, (Bahía de San Diego, Ca.), Islas Los Coronados, Islas Todos Santos e Isla San Martín, B.C. México. Esto es con el propósito de definir si han aumentado, se han conservado o han disminuído con relación a las reportadas en los 1960's y 1970's.

b) Determinar el patrón regional de contaminación por hidrocarburos clorados en la zona estudiada mediante el uso de huevos de la Gaviota Occidental como indicadores biológicos.

c) Determinar si los hidrocarburos clorados que se detecten en los huevos de la gaviota están incorporados en el alimento.

d) Determinar si existe correlacion entre la concentración del pp'-DDE y el grosor de la cáscara de los huevos en la Gaviota Occidental.

e) Determinar si ha cambiado el grosor de las cáscaras de los huevos de esta especie, en los últimos 20 años.

III HIPOTESIS.

De acuerdo con los objetivos propuestos se plantearon las siguientes hipótesis:

- a) Las concentraciones de pp'-DDE en la gaviota han disminuído en la región, en los últimos 20 años.
- b) Las concentraciones de hidrocarburos organoclorados en la Gaviota Occidental difieren entre si en los 4 sitios de muestreo.
- c) Los hidrocarburos clorados que se encuentran en los huevos de la gaviota están presentes en algunos alimentos.
- d) Existe una correlación negativa entre la concentración de pp'-DDE en los huevos y el grosor de la cáscara.
- e) En esta especie ha habido cambios en el grosor de las cáscaras de los huevos, en los últimos 20 años.

IV ANTECEDENTES.

IV.1 Los hidrocarburos clorados; sus características fisicoquímicas.

Los hidrocarburos clorados son residuos que contienen carbono, cloro e hidrógeno y están representados en su mayoría por insecticidas, pero también existen los bifenilos policlorados (BPCs) que son de uso industrial.

El uso de hidrocarburos clorados está muy extendido por todo el mundo. La agricultura usa diferentes tipos de pesticidas clorados para el control de plagas, a veces de una manera extensiva e incontrolable (J. Contreras Verdugo, com. pers. S.A.R.H. Ensenada, B.C.).

El dicofol, comercialmente conocido como Kelthano, Lacafol, Unifol ó Acarín, es un pesticida organoclorado muy usado en los campos agrícolas en México. Entre 1984 y 1991 se aplicaron 46,424 lts. de Kelthano en los campos agrícolas del Estado de Baja California (J. Contreras Verdugo com. pers.). En el Noroeste de Baja California se usa en los valles de San Quintín y Maneadero (S.A.R.H. 1991).

El Kelthano es fabricado a partir de DDT. Las antiguas formulaciones contenían además de dicofol, isómeros de DDT, DDD, DDE y cloro-DDT, conocido como DDTr; actualmente, el contenido de DDTr se ha ido reduciendo, por restricciones impuestas por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (Clark *et al.* 1990). A pesar de esta reducción se han reportado especies que presentan adelgazamiento en sus cáscaras provocado por este pesticida, incluso en experimentos hechos con dicofol purificado (Clark *et al.* 1990). En algunos casos se ha presumido que la presencia de DDT en aves es debida

al uso de Kelthano (Clark y Krinitsky 1983; Mora *et al.* 1987). En 1981 fueron importados al País, 223,000 kg de organoclorados (U.S. Bur. Census en Mora *et al.* 1987).

Otros hidrocarburos de amplio uso son los bifenilos policlorados (BPCs), que se utilizan como líquidos enfriadores en los transformadores y capacitores eléctricos, en sistemas para transferencia de calor y fluidos hidráulicos y en otros procesos industriales (Garmon 1982).

Los hidrocarburos clorados guardan una alta afinidad con las grasas y son insolubles en agua (Addison 1976; Solomons 1982). Por ello, en el medio marino existe una asociación muy estrecha de este compuesto con la materia orgánica en suspensión (Woodwell *et al.* 1971; Olsen *et al.* 1892; Eppley 1986), el fitoplancton (Harding and Philipps 1978) y/o cualquier organismo en suspensión, de manera que eventualmente llegan a los predadores tope (Young *et al.* 1977; Eppley 1986).

Woodwell *et al.* (1971) propusieron un modelo de la circulación de DDT en la biósfera, en donde basándose en la alta afinidad del DDT con la materia orgánica, suponen que la tasa de transferencia de carbono hacia las profundidades del océano pudiera ser una aproximación a la tasa de transferencia de los residuos del DDT al fondo. Así estimaron un tiempo de aproximadamente 4 años para que el DDT se transporte de la capa de mezcla hasta el fondo oceánico. Además mencionan que los residuos del DDT son lentamente transportados por debajo de la termoclina.

IV.2 La Gaviota Occidental como bioacumulador en el área.

IV.2.1 Dispersión de la gaviota.

La Gaviota Occidental es un residente común de la costa del Pacífico en al menos dos tercios de la península de Baja California (Grinnell 1928). Anida en casi todas las islas y es abundante en las de Los Coronados, Todos Santos y San Martín (Everett y Anderson 1991).

La gaviota no se dispersa lejos y solo tiene movimientos locales (Coulter 1975; Spear 1988). En la costa del sur de California y en la costa noroccidental de Baja California las gaviotas de las colonias del norte se mueven mas lejos que las de las colonias del sur (Coulter 1975). Esta pobre dispersión se debe a la marcada fidelidad al sitio de nidación y adherencia de grupo que existe en la familia Laridae (Hunt com. pers. Univ. Calif. Irvine, Ca. Irvine, Ca. y Spear com. pers. P.R.B.O. Stinson Beach Ca.), acentuado en habitats estables (McNicholl 1975).

IV.2.2. Alimentación y éxito reproductivo.

Las Gaviotas (Género *Larus*) son generalistas en sus hábitos alimenticios, aunque tienden a especializarse en los mas accesibles y disponibles (Tinbergen 1960; Harris 1965). La alimentación de la Gaviota Occidental puede variar mucho cuando se hacen comparaciones entre diferentes poblaciones reproductivas y ésto depende de qué tipo de alimentos están disponibles cerca de las colonias reproductivas (L. Spear com. pers. P.R.B.O., Stinson, Beach, Ca.). La dieta de la Gaviota Occidental en islas de la costa de California incluye diversas especies de peces de agua superficial, eufásidos, moluscos, cangrejos, aves pequeñas, placentas de lobo y basura (Schreiber 1970; Hunt y Hunt 1976; Hunt y Butler 1980; Pierotti y Annet 1987). Los individuos adultos reproductivos, en las islas cercanas a las costas, se alimentan en las islas y en sus aguas adyacentes (Schreiber 1970). Los individuos inmaduros y no-reproductivos se suelen alimentar en basureros (Kadlec y Drury 1968; Schreiber 1970).

IV.2.3 Depósito de grasa y bioacumulación de hidrocarburos clorados.

Existen especies de gaviotas como *L. argentatus* que en climas fríos depositan grasa en su cuerpo para la estación de invierno (King 1972; Anderson y Hickey 1976). Es en esta grasa donde se acumulan los hidrocarburos clorados.

En experimentos con colorantes solubles en grasa se observó que éstos son rápidamente depositados en la yema de los huevos (Denton 1940; Grimbleby y Black 1952 en Roudybush *et al.* 1979). En la Gaviota Plateada (*L. argentatus*), la dieta alimenticia más que las reservas grasas del cuerpo, es probablemente la mayor fuente de lípidos para la formación de la yema. La velocidad de formación de la yema de los huevos en la Gaviota Occidental oscila entre 10 y 11 días (Roudybush *et al.* 1979). Hay una similitud entre la concentración de DDE en el cuerpo y los huevos (Norstrom *et al.* 1986).

Similarmente a lo que sucede con los colorantes solubles en grasa descritos por Denton (1940) y Grimbleby y Black (1952 en Roudybush *et al.* 1979), los hidrocarburos clorados son rápidamente incorporados en los huevos y depósitos grasos de las aves (Norstrom *et al.* 1986). Aunado a esto, en la Gaviota *L. argentatus* el nivel de equilibrio de residuos clorados como los BPCs y DDE contenidos en el alimento se iguala en pocas semanas con las reservas grasa del ave (Norstrom 1988) y la razón concentración de residuos clorados en huevo con relación al cuerpo, es cercana a 1 en *L. argentatus* y ésta no varía mucho con el tipo de residuo (Braune y Norstrom 1989). Esto puede también suceder con la Gaviota Occidental (R. Norstrom com. pers. Nat. Wildl. Res. Cent. Can. Wildl. Serv. Quebec, Canada). Por ello, los cambios en los niveles de contaminantes en los huevos de las aves (como las gaviotas) reflejan cambios en los niveles de contaminantes en el alimento (Pearce *et al.* 1989; Braune y Norstrom 1989).

La concentración de hidrocarburos clorados en los depósitos grasos del cuerpo de las aves son equivalentes a las de sus huevos, especialmente en aves de pequeñas nidadas (Keith y Gruchy 1972; Anderson *et al.* 1969). Por ésto el cuantificar dichas concentraciones en los huevos es una manera de medir los contaminantes contenidos en el alimento que consumen las hembras (Braune y Norstrom 1989). Sin embargo, aunque la relación es confusa, Braune y Norstrom (1989) determinaron que no existe variación significativa en la concentración de hidrocarburos clorados (excepto para dioxinas y dibenzofuranos) entre el huevo y el cuerpo en la Gaviota Plateada (*L. argentatus*) y la Gaviota Californiana (*L. californicus*).

IV.2.4 Permanencia de los hidrocarburos clorados en las aves y sus efectos.

Los hidrocarburos clorados son muy estables y tienen una degradación muy lenta en el medio. Por ejemplo el DDT tiene una vida media por arriba de los 20 años (Pimentel y Edwards 1982). Este, como todos los hidrocarburos clorados, es soluble en los lípidos (Solomons 1982), por lo que se le encuentra almacenado en los depósitos grasos de los organismos. A causa del uso del DDT en el pasado, aún se registran niveles importantes del metabolito DDE, en especies como el Perro de Agua *Nycticorax nycticorax* y la Garza *Casmerodius albus* (Ohlendorf y Marois 1990).

Dentro de los hidrocarburos clorados probablemente el DDT y sus metabolitos sean los que mas interés han despertado por sus drásticas manifestaciones tóxicas en los organismos. El DDT afecta en gran medida a las aves (Wiemeijer y Porter 1970) y debido al adelgazamiento que ocasiona el DDE en el grosor de las cáscaras de los huevos, causó grandes disminuciones en las poblaciones de aves carroñeras (Woodwell *et al.* 1971) y marinas (Anderson *et al.* 1969). En ocasiones se han registrado mortandades masivas de

aves. En el Refugio Nacional de Vida Silvestre del Lago Tule, California, murieron 1,100 aves de 10 diferentes especies entre 1960 y 1962 y se encontró que los individuos muertos contenían muy altas concentraciones de DDT (Keith 1966). En el zoológico de Los Angeles, California, casi todos los Patos Buzos *Phalacrocorax penicillatus* y *P. bougainvillii* y la Gaviota Californiana (*Larus californicus*) murieron con síntomas de envenenamiento por pesticidas, durante la primavera de 1976 (Young *et al.* citado por Young *et al.* 1979).

El DDE inhibe la producción de anhidrasa carbónica, que controla el suministro de calcio para la formación del cascarón del huevo (Bitman *et al.* 1969; Ratcliffe 1970). Se ha encontrado una alta correlación negativa de las concentraciones de DDE en los huevos y el grosor de sus cáscaras (Anderson *et al.* 1969; Kiff *et al.* 1979; Kiff y Peakall 1980). Peakall (1975) hizo una revisión bibliográfica sobre la respuesta en el grosor de las cáscaras de los huevos de varias especies de aves y las clasificó con base en su sensibilidad de respuesta a los hidrocarburos clorados. El orden Charadriiformes, específicamente la Gaviota Plateada (*Larus argentatus*), aparece como moderadamente sensible comparado con los Pelecaniformes, Falconiformes, Ciconiiformes y Strigiformes, que son altamente sensibles. Debido a su alta sensibilidad, las poblaciones del Aguila Calva (*Haliaeetus leucocephalus*), el Gavilán Pescador (*Pandion haliaetus*) y el Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*) han disminuído o han sido extirpadas de sus areas de reproducción en algunos Estados de los Estados Unidos (Hickey y Anderson 1968).

El Aguila Pescadora (Hickey y Anderson 1968), el Halcón Peregrino (Ratcliffe 1970), el Pelícano Café en las Islas del Canal en California (Anderson y Anderson 1976; Keith *et al.* 1971), el Cóndor de California (*Gymnogypus californianus*, Kiff *et al.* 1979) y el Aguila Calva (Grier 1982) han llegado al fracaso reproductivo. En el Lago Mikri Prespa,

Grecia, el Pelicano Blanco (*Pelecanus crispus*) tuvo una reducción del 12 al 20% en el grosor de la cáscara de sus huevos, aunque esto no redujo su éxito reproductivo (Crivelli *et al.* 1989). Hickey y Anderson (1968), reportaron que concentraciones de 2 a 90 $\mu\text{g g}^{-1}$ de pp'-DDE causaron un adelgazamiento en las cáscaras de huevos de *L. argentatus*.

Otro efecto del DDT consiste en una feminización de machos por un desarrollo anormal de tejido ovárico y oviductos, en embriones de Gaviota Californiana en Isla Santa Bárbara, en el sur de California (Fry y Toone 1981).

Por su parte, los bifenilos policlorados (otro tipo de hidrocarburo organoclorado) provocan algunas anomalías congénitas, malformación de la glándula tiroides, mortalidad de embriones, edemas subcutáneos, espasmos musculares, necrosis y hemorragias en algunas especies de aves (Gilbertson 1989).

Kiff y Peakall (1980) reportaron la presencia de DDT y DDE en cáscaras de huevos del Halcón Murcielaguero (*Falco ruficularis*) en Tamaulipas, Sonora, Veracruz y Oaxaca y del Halcón Aplomado (*Falco femoralis*) en Tamaulipas, Veracruz y Texas, han disminuído en grosor de las cáscaras en un 18% de en el período de 1954 y 1967 en relación a los grosores registrados en cáscaras colectadas entre 1897 y 1941. De la misma forma, se encontró un 25% menos en el grosor de las cáscaras para el Halcón Aplomado en el período de 1957 y 1966, en comparación con el período de 1892 y 1928 (Kiff y Peakall 1980).

IV.3 Legislación.

En México hay una legislación que no es estricta sobre el uso de hidrocarburos clorados y falta un control sobre el depósito final de las descargas de aguas industriales y urbanas. El dicofol, está dentro de los plaguicidas autorizados en México, el DDT está

restringido para su uso sólo a dependencias del Poder Ejecutivo en campañas sanitarias. El HCH está autorizado para su uso (Diario Oficial de la Federación 1991). El uso de los BPCs no tiene ninguna restricción y su depósito final no está controlado.

En discursos públicos tocantes a la negociación del Tratado de Libre Comercio (TLC), se manifestó que una de las condicionantes del Tratado es que México legisle y controle estrictamente de la misma forma que Estados Unidos el depósito final de residuos químicos contaminantes, siendo ésto parte implícita de la política del Tratado.

IV.4 Origen y transporte de hidrocarburos clorados en el area.

Las ciudades del Sur de California desechan cantidades importantes de aguas residuales. Los sedimentos aledaños a los emisores de aguas residuales ubicados en Point Loma, Palos Verdes y Santa Mónica, California, contienen concentraciones de metales traza y hidrocarburos orgánicos sintéticos por encima de los valores normales, que se acumulan en los tejidos de invertebrados bentónicos (Martin *et al.* 1988). Las descargas de los 8 emisores fueron de $1,691.4 \times 10^9$ lt/año, para 1986 y $1,701.7 \times 10^9$ lt/año para 1987. La descarga de DDT Total fué de 21,700 kg a 3 kg y para los BPCs 8,730 kg a 250 kg entre 1971 y 1987 (SCCWRP 1988).

El transporte de contaminantes desde la zona costera litoral fronteriza entre Estados Unidos y México sólo se ha definido para metales (Plata), el cual tiene un flujo de norte a sur y por aguas de surgencia, llegan a la superficie y reportan su efecto hasta San Quintín (Sañudo y Flegal 1992).

Las altas concentraciones de DDT y pp'-DDE encontradas en las costas de la Ciudad de Los Angeles se deben a un transporte atmosférico por los vientos prevalecientes

del Pacífico desde los valles agrícolas de la zona (MacGregor 1974). En el Sur de California la contribución a la atmósfera de DDT y BPCs es de 25 y 50%, respectivamente y una idea del tiempo de residencia de ambos compuestos en la atmósfera es de 46 a 70 días (Bidleman *et al.* 1981).

La difusión, resuspensión y redistribución de partículas asociadas con contaminantes entre la interfase sedimento-agua puede ocurrir por corrientes, bioturbación o actividades de dragado (Olsen *et al.* 1982). Ocurre entonces una resuspensión de partículas del fondo (Pierce 1976), lo que es importante en la incorporación de contaminantes en los organismos marinos en el sistema costero (Benninger y Krishnaswami 1981; Li *et al.* en Olsen *et al.* 1982). De esta manera existe un transporte que lleva hacia la superficie el material orgánico suspendido. Este forma, por agregación, partículas de mayor tamaño, que pueden ser consumidas por zooplanctófagos. Así los hidrocarburos son redistribuidos y transportados lejos de su origen (Williams 1986). La dispersión lateral de material suspendido depende del movimiento de la masa de agua en la cual se encuentra (Pierce 1976).

IV.5 Concentración de hidrocarburos clorados en el área.

Los residuos clorados en la región se han detectado en diversos estudios realizados en sedimentos, peces y aves (Tabla I) y en mejillones (Tabla II).

En 1969 y 1970, se registraron niveles altos de pp'-DDE y BPCs en huevos de aves colectados en Islas Los Coronados e Isla San Martín (Jehl 1973; Gress *et al.* 1973). En 1981, los niveles de pp'-DDE detectados en huevos de *Sterna caspia*, eran relativamente altos (Ohlendorf *et al.* 1985).

El pp'-DDE, aún se detecta en mejillones de la costa noroccidental de Baja California en 1982 y 1988 (Gutiérrez Galindo *et al.* 1983a; Galindo Bect y Flores Baez 1991). Igualmente ocurrió con los BPCs en mejillones de la región colectados en 1982 (Gutiérrez Galindo *et al.* 1983b).

Tabla I. Registros de Residuos Organoclorados en sedimentos y aves en la costa Noroccidental de Baja California y Suroccidental de California.

Muestra	año/localidad	Residuo ($\mu\text{g/g}$)						Fuente
		DDTtot	pp'-DDE	pp'-DDT	HCB	BHC	PCBs	
Sedimentos	1988/E.Punta Banda			1.0				Pineda López, 1989.
Peces (bs) ¹	1972/Bahía T.Santos	0.9-3.55						Suárez Vidal, 1972.
Aves:								
<i>Anas acuta</i> (bl) ²	1981-82/San Quintín, B.C.	0.661		0.2	0.1	0.08		Mora et al., 1987.
<i>Pelecanus occidentalis</i> (bl)	1969/I.Coronados	22	1,310				190	Jehl, J.R. 1973.
	1970/I.Coronados	7.31	503				190	"
	1970/I.San Martín	2.6	118				20	"
<i>Phalacrocorax auritus</i> (bl)	1969/I.Anacapa	7.0	754				87	Gress et al., 1973.
	1969/I.Coronados	5.5	574				422	"
	1969/I.San Martín	0.28	41				18	"
<i>Sterna caspia</i> (bh) ³	1981/Bahía de San Diego	9.3					1.7	Oblendorf et al., 1985
<i>Sterna elegans</i> (bh)	"	3.79					1.55	"

¹ Base de peso seco.

² Base de peso lípidos.

³ Base de peso húmedo.

Tabla II. Registros de Residuos Organoclorados en Mejillones en la costa Noroccidental de Baja California y Suroccidental de California.

Especie	año/localidad	Residuo (µg/g)							Fuente
		DDTtot.	pp'-DDE	op'-DDE	pp'-DDT	op'-DDT	op'-DDT	PCBs	
<i>Mytilus californianus</i> (bh)	1982/Punta Bandera	0.04	0.02	0.003	0.003	0.003	0.004		Gutierrez Galindo et al., 1983a
	" /Popotla	0.01	0.005	0.007	0.003	0.001	0.001		"
	" /Punta Banda	0.004	0.003	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005		"
	" /San Quintín	0.01	0.005	0.0008	0.0006	0.003	0.003		"
<i>Mytilus californianus</i> (bh)	1982/Punta Bandera							0.098	Gutierrez Galindo et al., 1983b
	" /Popotla							0.122	"
	" /Punta Banda							0.149	"
	" /San Quintín							0.186	"
<i>Mytilus edulis</i> (bh)	1988/Estero Punta Banda	0.038	0.033	0.0005	0.001	0.002	0.002		Galindo Bect y Flores Baez, 1991.

V. AREA Y SITIOS DE ESTUDIO.

V.1 Area de Estudio.

El área de estudio comprende la costa sur de California, E.U.A. y la costa noroccidental de Baja California, México (Fig. 1).

Parte de la Corriente de California, fluye hacia el sur a lo largo de la Costa de Baja California (Alvarez *et al.* 1990), con flujo promedio de 10 cm s^{-1} durante todo el año (Winant y Bratkovich 1981), y con máximos que pueden llegar a 30 cm s^{-1} (García Córdova 1983). Las corrientes costeras alcanzan su velocidad máxima a los 60 m de profundidad (Jackson 1986). El sistema de la Corriente de California tiene una gran componente costera que lleva agua fría y de baja salinidad a la región de la costa noroccidental de Baja California (Reid *et al.* 1958).

La costa oeste de Estados Unidos y la Costa de Baja California constituyen una de las regiones de surgencias mas fuertes y persistentes del mundo (Wooster y Reid 1963). Estas surgencias constituyen en la Costa de Baja California un proceso importante en el transporte de agua ricas en nutrientes, desde el fondo hacia la superficie (Millán Núñez *et al.* 1982; Lara Lara *et al.* 1980.). Las aguas de surgencia en la región provienen de niveles superiores a los 100 m de profundidad y hasta una distancia hacia afuera de la costa de 30 a 50 km (García Córdova 1983; Gómez Valdéz 1983).

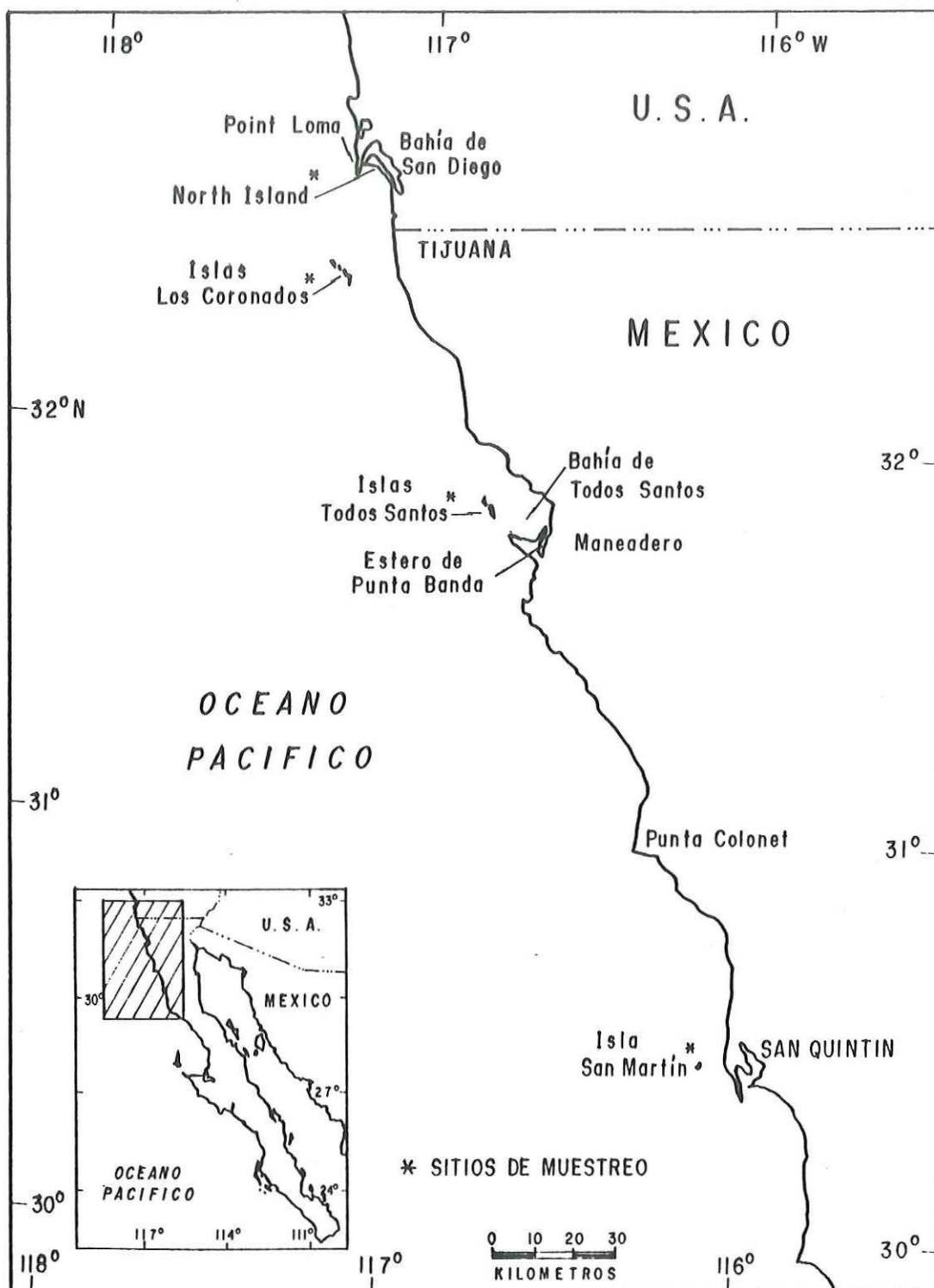


Figura 1: Area y Sitios de Estudio .

Los vientos dominantes de la región presentan dirección norte y oeste. Estas tienen su máxima fuerza durante abril y mayo en las Costas de Baja California y en mayo y junio en el sur de California (Reid *et al.* 1958), con un flujo paralelo a la costa que no varía en dirección (Pavía y Reyes 1983). Estos vientos promedio favorecen a las surgencias, aunque hay fluctuaciones estacionales (García Cordova 1983). En los 30° N, las surgencias se presentan todo el año y se intensifican en primavera y verano (Bakun y Nelson 1977; Gómez Valdéz 1983). En el Sur de California son menos intensas y frecuentes (Jackson 1986). En Punta Colonet al norte de San Quintín, son fuertes y se maximizan debido a dicha Punta (Barton y Argote 1980). En la Bahía de San Quintín son igualmente intensas (Alvarez Borrego y Alvarez Borrego 1982, Millán Núñez *et al.* 1982 y Lara Lara *et al.* 1980).

En el área los recursos alimenticios disponibles en la zona intermareal rocosa, los constituyen agrupaciones densas de erizos y mejillones. En algunas áreas de California se ha reportado a la anchoveta norteña (*Engraulis mordax*), como la presa mas importante en la dieta de la Gaviota Occidental (Hunt y Hunt 1976). Eventualmente, en el sur de California, la anchoveta norteña ha sido afectada de manera importante por eventos como El Niño 1983 (Fiedler 1984). La Gaviota Occidental, por su capacidad de cambiar de presa durante o entre épocas reproductivas no es afectada de importante como otras aves. Durante eventos en donde escasea el alimento cambia su dieta incorporando presas de la zona rocosa intermareal cuando los peces escasean (Pierotti 1981).

V.2 Sitios de Estudio.

En el area de estudio se seleccionaron cuatro sitios:

V.2.1 North Island (NI).

North Island era un pequeño islote que fué unido al macizo continental por una barra arenosa, en donde existen instalaciones de la Estación Naval Aérea de San Diego, Ca. Actualmente es la punta norte de la barra que limita la Bahía de San Diego en los 32° 35' N y 117° 07' W. Frente a North Island se encuentra Point Loma, en donde se localiza un emisor submarino de descarga de aguas residuales provenientes del Condado de San Diego, Ca. Estas son depositadas en la isobata de 60 metros (SCCWRP 1990).

Además de la Gaviota Occidental (*L. occidentalis*), anidan en el área el Rayador *Rynchops niger*, el Gallito Marino *Sterna forsteri*, la Golondrina Marina *Sterna antillarum*, la Gaviota de Pico Anillado *L. delawarensis* y la Gaviota Californiana *L. californicus* (Ohlendorf *et al.* 1985)

V.1.2 Islas Los Coronados.(C).

Estas Islas se ubican en los 32° 27' N y 117° 13' W, frente a la desembocadura del Río Tijuana, coincidente con la línea fronteriza entre México y Estados Unidos. Se encuentran a una distancia de 13 km de la costa y a 38 km de North Island (Goldman 1951).

Son un grupo de dos islas grandes, Isla Norte e Isla Sur y tres islotes pequeños, uno de ellos llamado "Roca del Medio". En éste último se tomaron las muestras de este sitio. En conjunto, estas islas tienen un área de 2.5 km².

Además de las gaviotas anidan en la islas los Petreles *Oceanodroma leucorhoa*, *O. homochroa* y *O. melania*, el Pelícano Café *Pelecanus occidentalis*, los Patos Buzos *Phalacrocorax auritus*, *P. penicillatus* y *P. pelagicus*, el Arán *Synthliboramphus hypoleucus* y el Alca *Ptychoramphus aleuticus* (Everett y Anderson 1991).

V.1.3 Islas Todos Santos (T).

Estas son dos Islas que se encuentran entre los 31° 43' N y 116° 31' W, frente a la Bahía de Todos Santos. Las Islas se localizan a una distancia de 6 km de la costa y 5.5 km al noroeste de Punta Banda, separada de las mismas por un profundo cañón submarino (Secretaría de Marina 1974). La punta norte de las islas, se encuentran en línea geográfica con Punta Banda. Tienen una superficie de 1.3 km². Cercano a las Islas, en el interior de la Bahía de Todos Santos, se localiza el Estero de Punta Banda, que colinda con el valle agrícola de Maneadero.

En las Islas Todos Santos anidan los Patos Buzos *P. auritus*, *P. penicillatus* y el Arán *Synthlyboramphus hypoleucus* (Everett y Anderson 1991), además de las gaviotas.

V.2.4 Isla San Martín (M).

Se localiza en los 30° 24' N y 115° 57' W frente a la Bahía de San Quintín, B.C. Tiene un área de 2.3 km² y está separada de la costa por un estrecho canal de 5 km de ancho (Proc. Sym. Biol. of California Island 1967). Frente a la Isla se ubica el extenso valle agrícola de San Quintín. La isla se localiza a 300 km de la frontera de México con Estados Unidos.

Actualmente anidan en la isla además de las gaviotas el Cormorán *P. auritus*. Anteriormente anidaban 4 especies que se han extirpado como reproductores (Everett y Anderson 1991).

VI. MATERIALES Y METODOS.

VI.1 Colecta y procesado de muestras.

Durante 1991, se colectaron 10 huevos de Gaviota Occidental en North Island, 21 en Islas Los Coronados durante el 21 de Mayo, 23 huevos en Islas Todos Santos durante el 20 de Mayo y 21 en Isla San Martín el 14 de Mayo, tomando cada huevo de un nido diferente. Tanto los nidos como los huevos se tomaron al azar. Las muestras de North Island, fueron colectadas por William T. Everett (San Diego Natural History Museum, San Diego, Ca.) proporcionadas por la Estación Naval Aérea de North Island, San Diego Ca. (Naval Air Station, North Island).

Los huevos se enjuagaron con agua y se secaron con toallas de papel. Cada huevo se midió con un vernier (largo y ancho), con una precisión de 0.01 mm. y se pesaron con una balanza de 0.001 g de precisión, después se etiquetó individualmente. Para su almacenamiento, los huevos se envolvieron en papel aluminio y se congelaron.

Para su análisis, se extrajo el contenido de cada huevo conservando pedazos de cáscaras suficientemente grandes para medir su grosor. Se pesó el contenido total de cada huevo, el cual se homogenizó con un homegenizador Tissumizer.

La humedad se determinó secando 1 g de muestra homogenizada de cada huevo a 70°C durante 72 h.

El grosor de las cáscaras¹ fué medido por Clark Sumida en la Western Foundation of Vertebrate Zoology, con una precisión de 0.001 mm, con un medidor Federal 35. Se tomaron 5 medidas en el ecuador de cada huevo.

¹ Las cáscaras se encuentran depositadas en la colección de referencia de la Western Foundation of Vertebrate Zoology, Camarillo, Ca.

VI.2 Cuantificación, extracción de lípidos y limpieza.

Para extraer los lípidos se utilizó la técnica propuesta por Martin *et al.* (1980) (Fig. 2). En ésta técnica se tomaron 30 g de muestra homogenizada y se extrajeron los lípidos con acetonitrilo/éter de petróleo. Posteriormente se efectuó la limpieza de los lípidos, pasando el extracto por una columna empacada con florisil activado. El florisil previamente se enjuagó con éter de petróleo.

Para facilitar la identificación de los compuestos se separaron los residuos cambiando la polaridad gradualmente en la columna de florisil. Se obtuvieron dos fracciones (I y II), que incluyen diferentes compuestos (Tabla III).

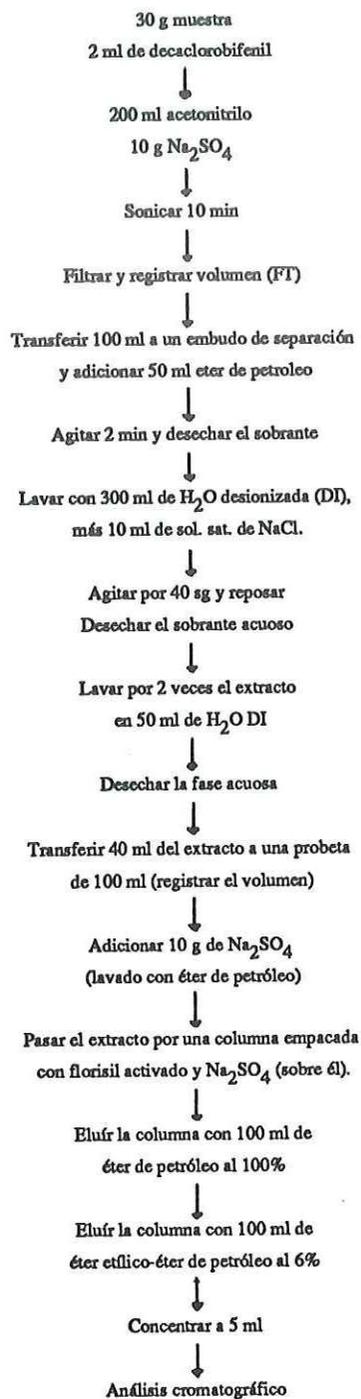


Fig. 2 Diagrama de flujo de la técnica propuesta por Martin *et al.* (1980), para la extracción de lípidos.

Tabla III. Fracción en donde se obtienen los compuestos orgánicos buscados.

Fracción I	Fracción II
op'-DDE	pp'-DDE
pp'-DDE	pp'-DDT
op'-DDT	op'-DDD
pp'-DDT	pp'-DDD
α HCH	γ HCH
HCB	β HCH
BPCs (A1254)	α HCH
BPCs (A1260)	Heptacloro
	Heptacloro epóxico

Para obtener la fracción I se eluyó la columna con 100 ml de éter de petróleo al 100% y para obtener la fracción II, con una solución de éter etílico al 6%.

Para cuantificar los lípidos de cada huevo se tomaron 10 g de muestra homogenizada. Se extrajeron los lípidos con cloroformo y metanol, tomando 1 ml de la fracción cloroformo-lípidos obtenida y secándola a 70 °C por 72 horas (Bligh y Dyer 1959).

VI.3 Análisis cromatográfico.

Los residuos organoclorados se determinaron inyectando 1 µl de la muestra en un cromatógrafo de gases HP 5890A, usando un automuestreador HP 7673A, con una columna capilar DB-5 Megabore de 30 m de 1.5 µ y 0.32 mm de diámetro, conectada a un detector de captura de electrones de Ni⁶³. Las condiciones de operación del cromatógrafo se señalan en la Tabla IV.

El gas transportador fué Nitrógeno Ultra Alta Pureza (UAP). Fluyendo a una velocidad lineal de 9.52 cm/s. La velocidad del gas en el detector fué de 60 ml/min. Los picos se obtuvieron y se calcularon las áreas con un integrador HP 3396A. Para confirmar la identificación de los residuos encontrados, se corrieron la fracciones en una columna DB-17 de polaridad intermedia de 30 m, operándose bajo las mismas condiciones con que se trabajó la DB-5.

Tabla IV. Programa de Temperaturas para Operación del Cromatógrafo de Gases.

Temperatura del inyector: 250 °C

Temperatura del detector: 350 °C

Programa de temperaturas:

Temperatura inicial: 50 °C/min (por 1 min)

Razón A: 15 °C/min, hasta 140 °C (sin espera)

Razón B: 3.5 °C/min, hasta 270 °C (por 10 min)

Razón C (rampa de enfriamiento): 70 °C/min, hasta 50 °C

Tiempo de equilibrio para la siguiente corrida: 3 min

Se utilizó decaclorobifenil para determinar el % de recuperación. Este fué entre 87 y 120%. Los residuos se identificaron utilizando estándares de la Environmental Protection Agency. Los residuos que se buscaron fueron: pp'-DDT, op'-DDT, pp'-DDE, op'-DDE, pp'-DDD, op'-DDD, HCB, α , β y γ HCH, Oxyclordano, Heptacloro epóxico, Heptacloro y Dicofol. Se buscaron los BPCs, utilizando para ello los estándares de mezclas de BPCs de Aroclor 1254 y 1260.

VI.3.1 Cálculo del límite de detección.

El límite menor de detección fué 0.001 ppm, para los pesticidas y 0.005 para los BPCs. El límite de detección se obtuvo inyectando el residuo que tuvo la respuesta mas pobre (β HCH) en el detector, calculándose la concentración equivalente a 3 desviaciones estándar, de la media del área de respuesta. La cuantificación se hizo con base en curvas de calibración que se hicieron para cada compuesto, trabajando con 5 concentraciones, las cuales se inyectaron 3 veces cada una. Estas también se utilizaron para determinar la linealidad de respuesta del detector.

VI.4 Cálculo de las concentraciones.

Aunque en la mayoría de los huevos colectados se obtuvieron yemas, hubo algunos huevos que estaban en estado intermedio y avanzado de incubación. Esto introduce un error en el cálculo de las concentraciones de los residuos concentrándolos por la pérdida de humedad. Esto se corrigió asumiendo una gravedad específica de 1.0 g/cm^3 (Stickel *et al.* 1973). Para calcular la masa de los huevos, se sustituyó en la fórmula de gravedad específica el valor del volumen calculado como $\text{vol} = 0.62 \text{ LA}^2$ (0.62 es un factor de corrección, L la longitud del huevo y A el ancho máximo (Anderson *et al.* 1970).

El cálculo de las concentraciones se hizo en peso base seco (bc), húmedo (bh) y lípidos (bl), para efectos de comparación con otros trabajos que se han realizado en algunos puntos de la región que abarca este estudio.

VI.5 Análisis de restos alimenticios.

Para obtener idea de los alimentos consumidos por las gaviotas, se colectaron restos de alimentos alrededor de los nidos en Islas Todos Santos e Isla San Martín. Los restos encontrados en cada nido se mantuvieron separados y se indentificaron hasta donde fué posible. Se determinó la presa más importante de la dieta de las gaviotas en Islas Todos Santos. Los otolitos de peces fueron identificados por Mark S. Lowry en el Southwest Fisheries Center, San Diego, Ca.

VI.6 Análisis estadístico.

Las concentraciones de los residuos se normalizaron a través de su logaritmo. Se hicieron análisis de varianza (ANOVA) buscando diferencias entre las diferentes áreas. Cuando se detectaron diferencias significativas se usó la prueba de Tukey para discriminar los grupos. Cuando en alguna muestra no se detectó un residuo se asignó un valor de 0.0005 (la mitad del valor del límite de detección), para permitir su transformación a logaritmos. Se sumaron el pp'-DDT y el pp'-DDD, ya que existe una conversión de DDT a DDD en muestras almacenadas (Jefferies y Walker 1966).

Las áreas se compararon por medio de las frecuencias de residuos que no aparecieron en todas las muestras por medio de pruebas de Chi-cuadrada (X^2). Se hizo la correlación entre el grosor de las cáscaras de los huevos y la concentración de pp'-DDE.

Se hizo un análisis de componentes principales para tratar de explicar las varianzas con base en la presencia de diferentes compuestos en cada muestra, por área usando el programa Orden (E. Excurra, Centro de Ecología, UNAM), complementándose con pruebas de Tukey para comparar los sitios.

VII RESULTADOS.

VII.1 Análisis Químico.

VII.1.1 El DDT y sus isómeros.

VII.1.1.1 pp'-DDE.

Se detectó pp'-DDE en todas las muestras (Tabla V), con una concentración (en peso húmedo) promedio en la región de $3.467 \mu\text{g g}^{-1}$ y un máximo de $12.637 \mu\text{g g}^{-1}$, en Isla San Martín (Tabla VI). No se encontraron diferencias significativas entre las 4 sitios de muestreo. De todos los compuestos identificados y cuantificados, el pp'-DDE fué el que presentó las mayores concentraciones, en todos los sitios y en todas las muestras (Tabla VI).

VII.1.1.2 op'-DDE.

Se encontró op'-DDE en todas las áreas por lo menos en el 61% de las muestras analizadas. La prueba de X^2 de frecuencias por sitios fué significativa ($P = 0.05$). Agrupándose North Island con Islas Los Coronados e Islas Todos Santos con Isla San Martín (Tabla V).

La concentración varió de 0.014 a $0.042 \mu\text{g g}^{-1}$. Hubo diferencias significativas entre áreas ($P < 0.001$). La concentración mínima se registró en Isla San Martín y la máxima en Islas Los Coronados (Tabla V). Fué indistinguible Islas Los Coronados de North Island , North Island de Islas Todos Santos e Islas Todos Santos de Isla San Martín.

Tabla V. Frecuencia de residuos organoclorados por area y prueba de X^2 de frecuencias.

Compuesto	North Island I. Coronados I. Todos Santos I. San Martin.				$X^2_{0.05,3}=7.815$
	N = 10	N = 21	N = 23	N = 21	
pp'-DDE	1	1	1	1	
op'-DDE	0.9 ^a	0.9 ^a	0.5 ^b	0.3 ^b	29.557
pp'-DDT	0.6 ^b	0.7 ^b	0.9 ^a	0.5 ^b	33.469
op'-DDT	0.3	0.4	0.3	0.2	ns*
pp'-DDD	0.2 ^b	0.6 ^a	0.3 ^b	0.3 ^b	10.939
op'-DDD	0.8 ^a	0.5 ^b	0.4 ^b	0.1 ^c	29.983
α HCH	1 ^a	0.9 ^{ab}	0.7 ^b	0.9 ^a	28.05
β HCH	0.1 ^b	0.6 ^a	0.6 ^a	0.5 ^a	16.953
HCB	0.9 ^a	0.5 ^b	1 ^a	1 ^a	37.93
Oxyclordano	0.8	1	0.9	1	ns*
BPCs	1	1	1	1	

* no significativo.

a, b y c prueba de Tukey.

Tabla VI. Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island N = 10	I. Coronados N = 21	I. Todos Santos N = 23	I. San Martín N = 21	P
pp'-DDE	3.703 (2.179-9.340)	4.233 (1.229-12.185)	2.545 (0.717-12.263)	3.386 (0.376-12.637)	
op'-DDE	0.021 ^{ab} (0.003-0.061)	0.042 ^a (0.010-0.116)	0.018 ^{bc} (0.005-0.058)	0.014 ^c (0.006-0.064)	< 0.001
DDT ¹	0.069 ^b (0.034-0.124)	0.092 ^{ab} (0.032-0.354)	0.139 ^a (0.045-0.614)	0.041 ^b (0.010-0.285)	< 0.001
op'-DDT	0.026 (0.015-0.050)	0.022 (0.003-0.050)	0.030 (0.006-0.067)	0.010 (0.003-0.024)	
op'-DDD	0.016 ^a (0.007-0.050)	0.007 ^b (0.002-0.019)	0.009 ^b (0.003-0.030)	0.007 ^b (0.006-0.008)	< 0.001

¹ suma del pp'-DDT mas el pp'-DDD (ver Jefferies y Walker 1966).

a, b y c prueba de Tukey.

VII.1.1.3 DDT.

Se encontró pp'-DDT en el 73% de la muestras y pp'-DDD en el 29%. La prueba de X^2 de frecuencias fué significativa para ambos compuestos ($P=0.05$). En cuanto al pp'-DDT Islas Todos Santos fué estadísticamente superior de las demás, que no fueron diferentes entre sí. El pp'-DDD en Islas Los Coronados fué estadísticamente superior a las demás, que no fueron diferentes entre sí (Tabla V).

La concentración de DDT varió de 0.041 a 0.139 $\mu\text{g g}^{-1}$, hallándose diferencias significativas entre sitios ($P < 0.001$). La máxima concentración se encontró en los huevos de Islas Todos Santos y la mínima en Isla San Martín (Fig.3). Islas Los Coronados fué indistinguible tanto de Islas Todos Santos como de Islas San Martín y North Island (Tabla VI).

El DDT en esta región se encuentra principalmente en forma de pp'-DDE, que representa un 96%(± 4.06) de porcentaje medio del DDT total.

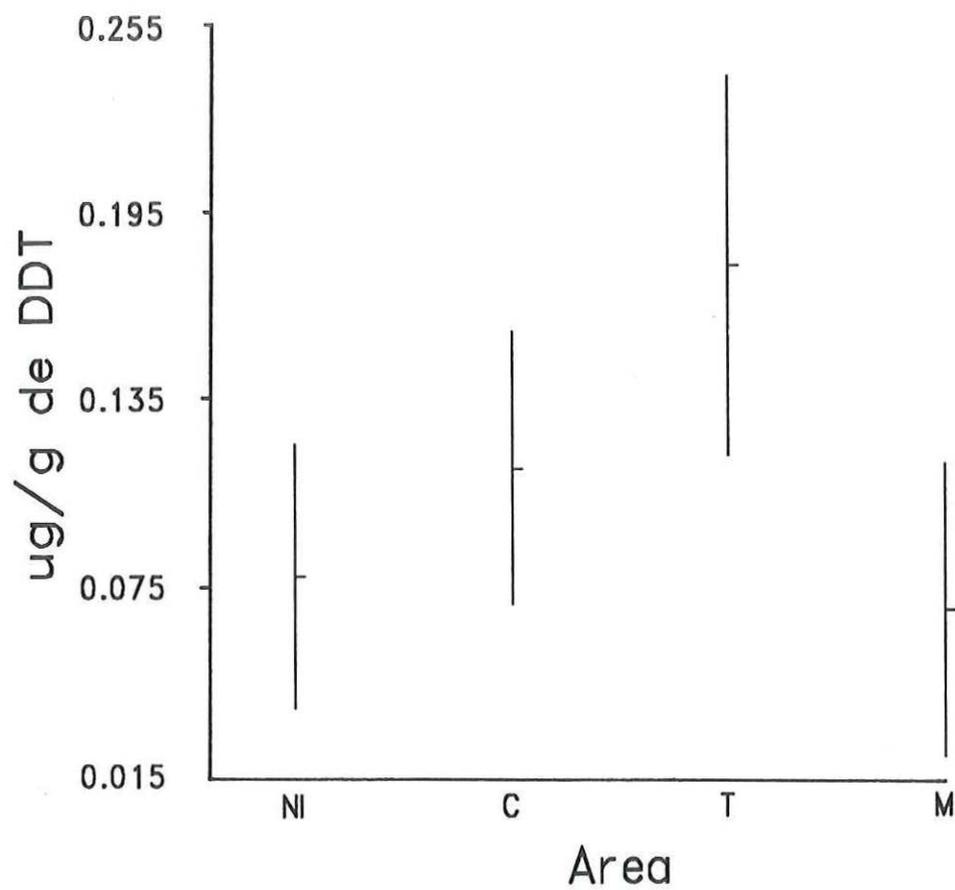


Fig. 3 Concentración media e intervalo de confianza de DDT ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).

VII.1.1.4 op'-DDT.

El op'-DDT, se encontró en el 30% de las muestras. No se encontraron diferencias significativas en la prueba de X^2 de frecuencias (Tabla V).

La concentración varió entre 0.010 y 0.030 $\mu\text{g g}^{-1}$. No hubo diferencias significativas entre las muestras de los diferentes sitios.

VII.1.1.5 op'-DDD.

El op'-DDD se detectó en el 39% de las muestras. La prueba de frecuencias de X^2 fué significativa ($P=0.05$). North Island fué estadísticamente superior a todos los sitios e Isla San Martín estadísticamente inferior. Islas Los Coronados e Islas Todos Santos fueron indistintas entre sí, tuvieron una presencia de muestras con op'-DDD intermedia (Tabla V).

El intervalo de concentración fué de 0.007 y 0.016 $\mu\text{g g}^{-1}$. Se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P < 0.001$). North Island fué estadísticamente superior a los otros tres sitios, que no fueron diferentes entre sí (Tabla VI).

VII.1.2 HCH.

Dentro del complejo HCH, se detectó el isómero α HCH en el 88% de las muestras y el isómero β HCH en el 51%. La prueba de X^2 de frecuencias fué significativa para ambos compuestos. En el α HCH, son indistinguibles North Island, Islas Los Coronados e Isla San Martín, igualmente indistinguibles Islas Los Coronados de Islas Todos Santos. En

β HCH, se encontró en sólo una muestra de North Island y en 10 a 13 muestras de los demás sitios (Tabla V).

Se encontraron diferencias significativas entre sitios para el α HCH ($P < 0.001$), más no para el β HCH (Tabla VII). El α HCH tuvo un intervalo de concentración de 0.009 y 0.038 $\mu\text{g g}^{-1}$. La más alta concentración se encontró en North Island e Isla San Martín, que fueron indistinguibles. La más baja se encontró en Islas Todos Santos. Islas Los Coronados tuvieron (Fig. 4) una concentración intermedia a los otros sitios (0.015 $\mu\text{g g}^{-1}$).

Tabla VII. Media geométrica de pesticidas clorados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island	I. Coronados	I. Todos Santos	I. San Martín	P
	N = 10	N = 21	N = 23	N = 21	
α -HCH	0.038 ^a (0.017-0.073)	0.015 ^b (0.007-0.030)	0.009 ^c (0.003-0.026)	0.033 ^a (0.017-0.105)	< 0.001
β -HCH	* (nd -0.049)	0.151 (0.060-0.374)	0.139 (0.045-0.581)	0.160 (0.078-0.353)	
HCB	0.009 ^b (0.002-0.027)	0.025 ^b (0.003-0.066)	0.133 ^a (0.015-0.727)	0.022 ^b (0.006-0.189)	< 0.001
Oxyclordano	0.025 ^b (0.003-0.055)	0.047 ^a (0.012-0.168)	0.028 ^{ab} (0.005-0.160)	0.032 ^{ab} (0.011-0.109)	0.004

* sólo se detectó en una muestra.

a y b prueba de Tukey

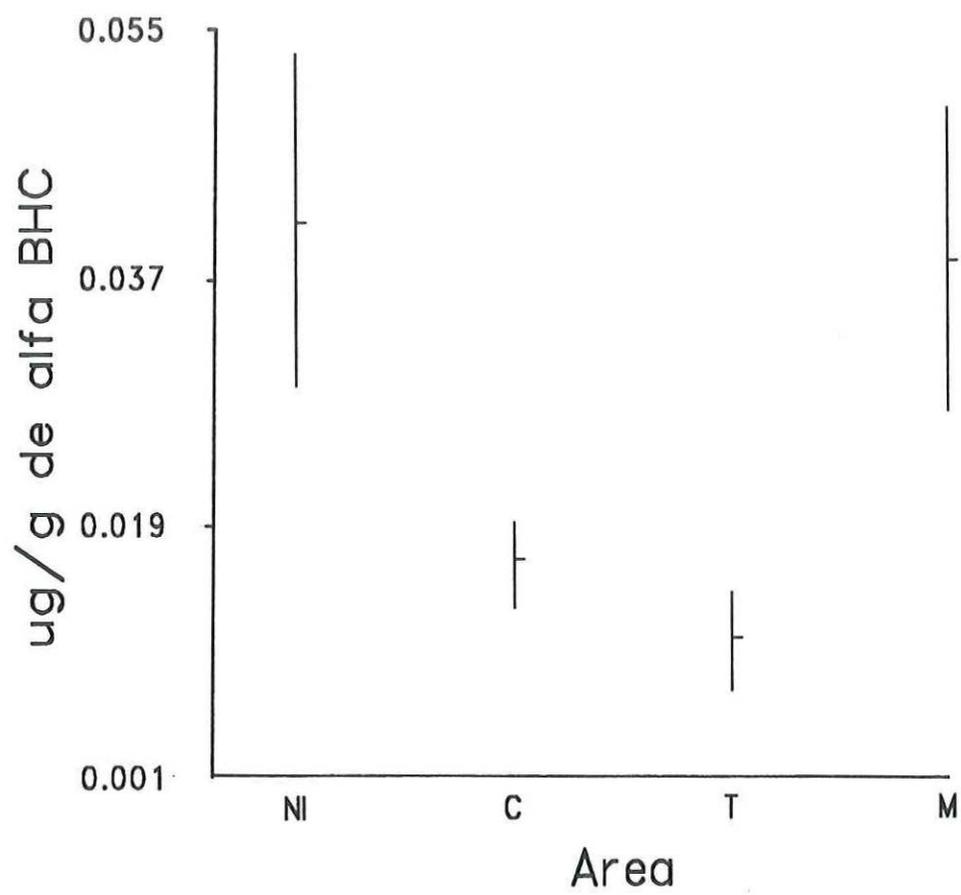


Fig. 4 Concentración media e intervalo de confianza de α HCH ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).

VII.1.3 Hexaclorobenceno (HCB).

El HCB se detectó en en el 95% de las muestras analizadas. La prueba de X^2 de frecuencias fué significativa. Islas Los Coronados, fué estadísticamente inferior a los otros tres sitios, que fueron indistinguibles entre sí (Tabla V).

Se encontró diferencia altamente significativa entre áreas ($P < 0.001$). Islas Todos Santos ($0.133 \mu\text{g g}^{-1}$) tiene la mayor concentración (Tabla VII). El resto de las áreas forma un grupo de baja concentración (Fig. 5).

VII.1.4 Oxyclordano.

El Oxyclordano, se encontró en todos los sitios y en la mayoría de las muestras (96%). La prueba de X^2 de frecuencias no fué significativa.

La concentración varió entre 0.025 y $0.047 \mu\text{g g}^{-1}$. Se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P=0.04$). El valor mínimo correspondió a North Island y el máximo a Islas Los Coronados. Los otros dos sitios no fueron distinguibles de ninguno de estos (Tabla VII).

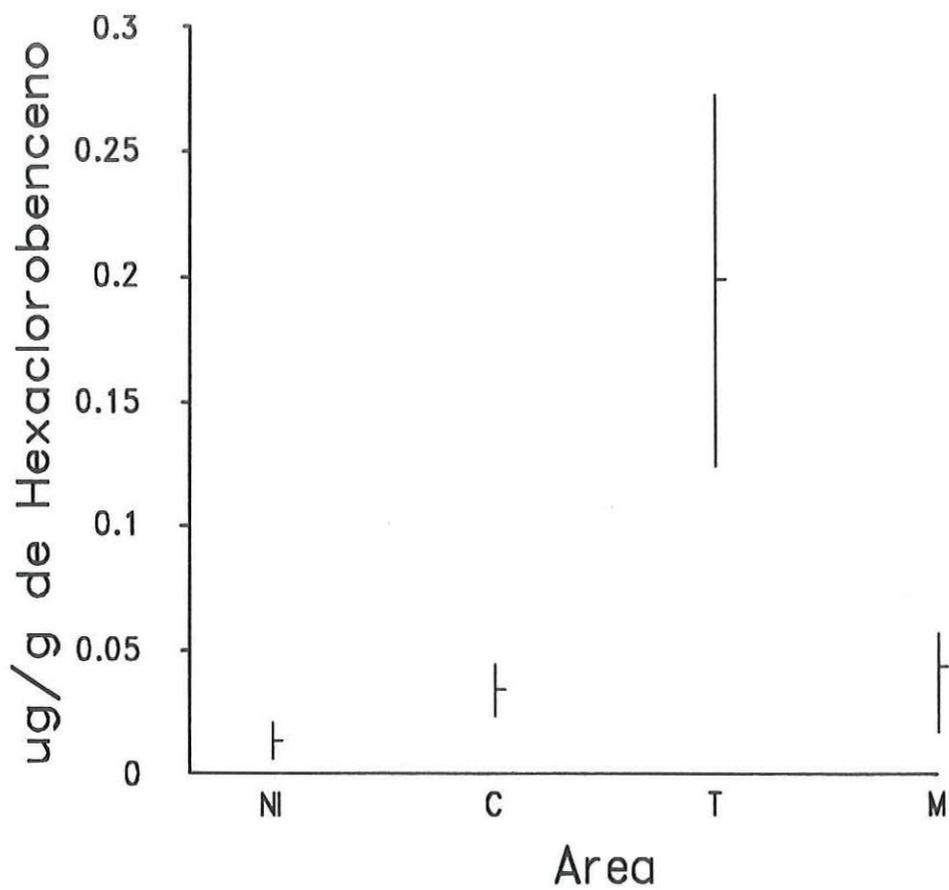


Fig. 5 Concentración media e intervalo de confianza de HCB ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).

VII.1.5 BPCs.

Los bifenilos policlorados (BPCs), se encontraron en todas las muestras de todos los sitios. Se detectaron y cuantificaron 22 congéneres de las mezclas Aroclor 1254 y 1260 (Fig.6). Hubo variación de frecuencias de los congéneres entre sitios.

Se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P=0.03$). La concentración promedio varió entre 0.644 y $1.457 \mu\text{g g}^{-1}$ (Tabla VIII). El valor mínimo correspondió a Islas Todos Santos y el máximo a North Island. Fueron indistinguibles de ambas áreas Islas Los Coronados e Isla San Martín (Fig. 7).

VII.1.6 Análisis de los erizos.

Debido a que el erizo fué la presa más importante en la dieta alimenticia de la gaviotas en Islas Todos Santos (Tabla IX), se colectaron de la zona intermareal rocosa de éste sitio 15 erizos. Las concentraciones medias encontradas en los erizos fueron de $0.014 \mu\text{g g}^{-1}$ de pp'-DDE, con $0.003 \mu\text{g g}^{-1}$ de op'-DDT, $0.061 \mu\text{g g}^{-1}$ de α HCH, con $0.004 \mu\text{g g}^{-1}$ de HCB y $0.017 \mu\text{g g}^{-1}$ de BPCs (Tabla IX).

VII.2 Análisis de componentes principales.

En el análisis de componentes principales (datos binarios) complementado con pruebas de Tukey, en el Eje 1 (60% de la variabilidad total) se distingue a North Island y a Islas Los Coronados y no se distingue a Islas Todos Santos de Isla San Martín (Fig. 8).

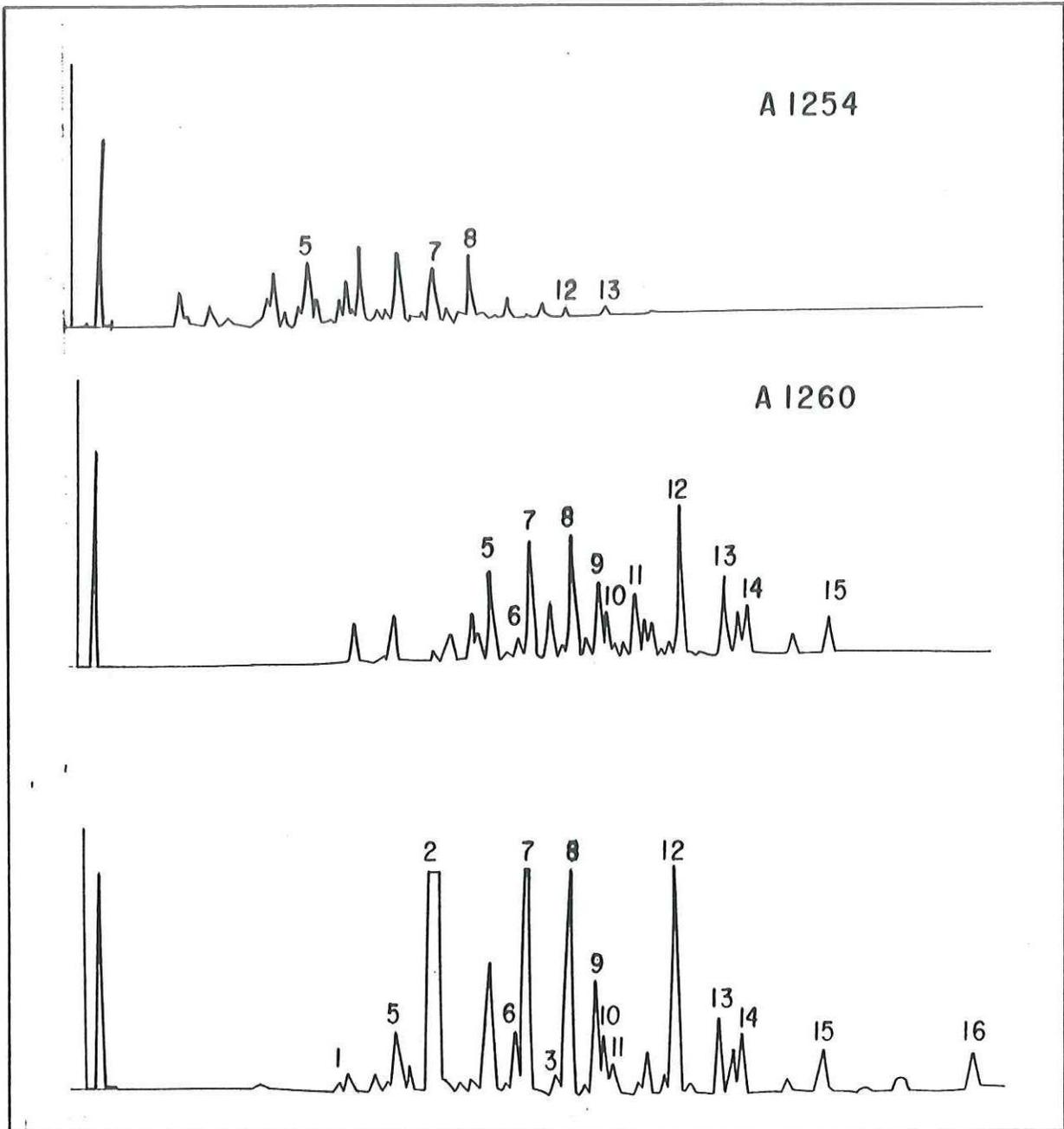


Fig. 6 Cromatograma típico de los huevos de Islas Todos Santos, comparado con las mezclas de estándares de BPCs A1254 y A1260.

1 Oxyclordano	6 146	12 180
2 pp'-DDE	7 173	13 170
3 pp'-DDT	8 138	14 196
BPCs:	9 187	15 194
4 101	10 183	16 Decaclorobifenil
5 149	11 178	

Tabla VIII. Media geométrica de bifenilos policlorados (A1254 y A1260) en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo, seco y lípidos) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island N = 10	I. Coronados N = 21	I. Todos Santos N = 23	I. San Martín N = 21	P
Peso húmedo:					
BPCs	1.457 ^a (0.680-4.253)	0.935 ^{ab} (0.332-2.653)	0.644 ^b (0.161-2.912)	0.804 ^{ab} (0.120-4.668)	0.03.
Peso seco:					
BPCs	5.402 ^a (2.484-17.838)	3.440 ^{ab} (1.254-10.158)	2.222 ^b (0.449-10.187)	2.927 ^{ab} (0.388-17.436)	0.01
Peso lípidos:					
BPCs	30.676 ^a (16.524-79.427)	21.262 ^{ab} (6.546-53.206)	11.470 ^b (3.660-60.310)	15.680 ^{ab} (1.744-129.843)	0.01

a y b prueba de Tukey.

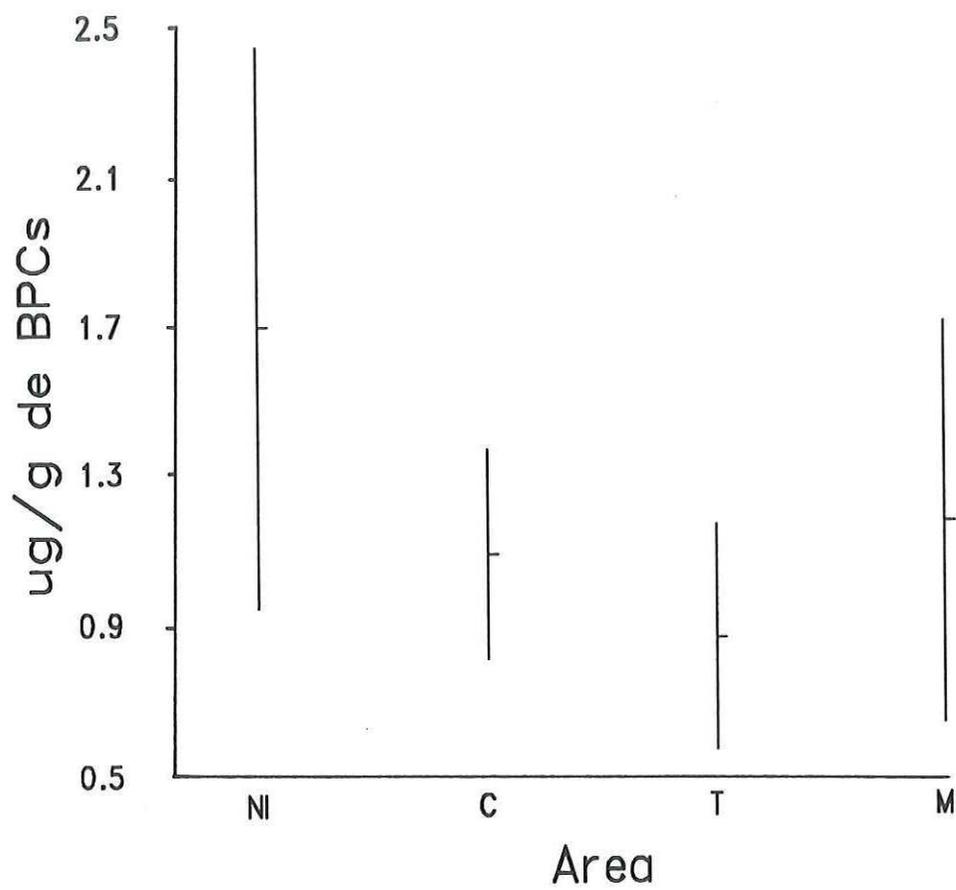


Fig. 7 Concentración media e intervalo de confianza de BPCs ($\mu\text{g g}^{-1}$, A1254 y A1260, peso húmedo).

Tabla IX. Presencia de residuos organoclorados en el erizo púrpura (*Strongylocentrotus purpuratus*), de Isla Todos Santos ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo).

Compuesto	Conc.Promedio. (N=3*)
pp'-DDE	0.014
op'-DDT	0.003
α HCH	0.011
HCB	0.004
BPCs	0.017

* 3 homogenizados de 5 erizos cada uno.

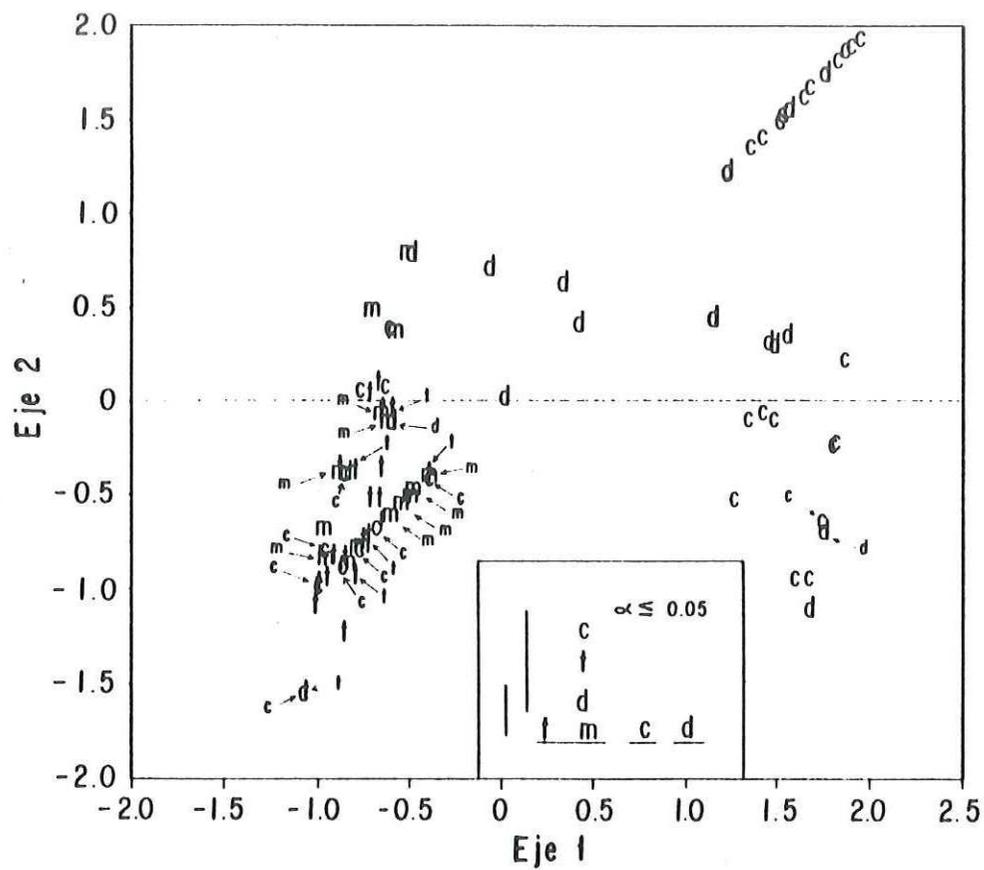


Fig. 8 Posición de las muestras sobre los dos primeros ejes del análisis de componentes principales, basado en los datos binarios. d= North Island, c= Islas Los Coronados, T= Islas Todos Santos y m= Isla San Martín.

VII.3 El pp'-DDE y grosor de las cáscaras.

El grosor promedio general de las cáscaras colectadas fué de 0.363 mm con intervalo entre 0.293 y 0.414 mm (n=75). Se encontraron diferencias significativas entre sitios ($P < 0.001$, 99% confianza). Los huevos de Isla San Martín se distinguen por las cáscaras más gruesas. Los huevos de Islas Todos Santos tuvieron las cáscaras más delgadas y no se distinguen de Islas Los Coronados. North Island no se distingue de los otros tres sitios (Fig. 9).

No se encontró correlación significativa entre el grosor de las cáscaras y las concentraciones de pp'-DDE ($r = 0.19$ peso húmedo, $r = 0.16$ peso seco y $r = 0.15$ peso lípidos).

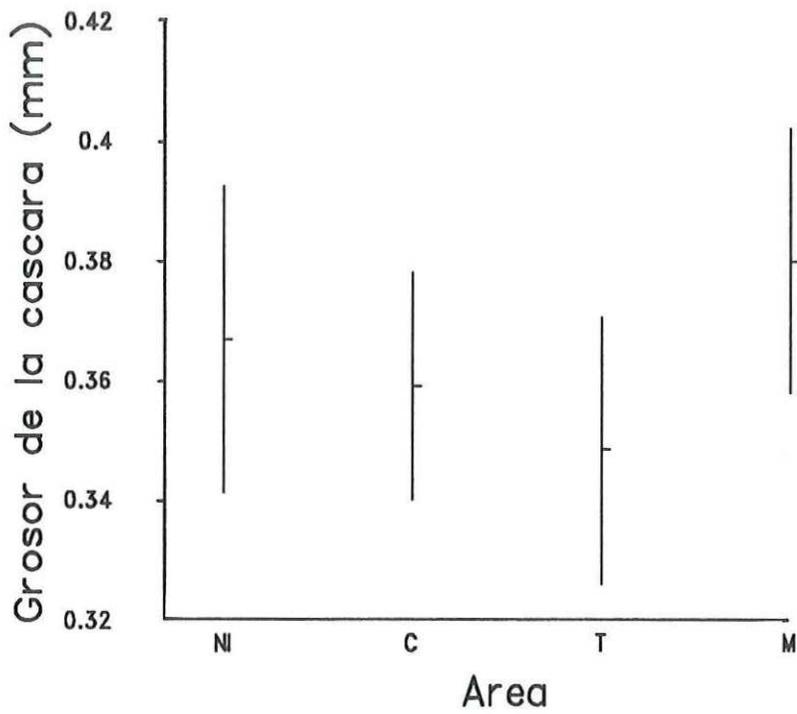
VII.4 Condiciones de las colonias reproductivas.

A pesar de que habitualmente existe saqueo en las colonias de la Gaviota Occidental, durante el año de muestreo la productividad de en Islas Todos Santos e Isla San Martín, fué de 1 y 2 pollos por nido. En Islas Todos Santos se observaron numerosos pollos en las rocas y sobre el agua, reclamando alimento al adulto. En la colonia de Isla San Martín los pollos fueron abundantes y alcanzaron buena talla. En Islas Los Coronados, la tasa de sobrevivencia de los pollos fué pobre (W. Everett com. pers. San Diego Nat. Hist. Mus. San Diego). No fué posible visitar la colonia de North Island, debido a que el acceso a este sitio está restringido.

La masa de lípidos por huevo no presentó diferencias significativas entre áreas y tuvo una media de 5.6 g ± 0.7 en todas la muestras (n=75).

VII.5 Análisis de los restos de alimentos.

La Tabla X muestra las dietas en Islas Todos Santos e Isla San Martín. En estas dos sitios se encontraron muy pocos restos de basura en los alrededores de los nidos. En Islas Todos Santos, se encontró basura asociada con restos de fogatas.



(Tukey: NI^{ab}, C^b, T^b, M^a).

Fig. 9 Grosor promedio y desviación estándar por área de las cáscaras de los huevos (mm).

Tabla X. Dieta alimenticia de la Gaviota Occidental en la colonia reproductiva de Islas Todos Santos e Isla San Martín durante 1991.

Tipo de Presa	Porcentaje de frecuencia por ocurrencia*
Islas Todos Santos (N=64):	
<i>Strongylocentrotus purpuratus</i>	50
Restos de pollos	34
Restos de moluscos (no identificados)	10
<i>Modiolus capax</i>	6
Restos de peces (no identificados)	6
Isla San Martín (N=56):	
Peces:	
Peces no identificados	30
<i>Chilara taylori</i>	19
<i>Genyonemus lineatus</i>	21
<i>Otophidium scrippsi</i>	25
Fam. Scianidae	2
Moluscos:	
O. Polyplacophora	9
Bivalvos	7
Fam. Acmaeidae	2
Crustaceos no identificados	2

* algunos de los restos por nido tenían hasta 3 tipos de presa.

VIII DISCUSION

VIII.1 La Gaviota Occidental como bioindicador en la región.

La alta productividad de huevos y pollos observada en las colonias, junto con la naturaleza de los restos alimenticios encontrados en las colonias (Tabla XIV) indican una fuente constante de alimento marino en las colonias de Islas Todos Santos e Isla San Martín. Los huevos tuvieron una media de 5.6 g \pm 0.7 de lípidos en todas la muestras (n=75), esto es un poco por debajo del valor promedio de 6.8 g \pm 0.2 reportado por Carey *et al.* (1980), para 4 huevos de ésta especie.

En los erizos (*Strongylocentrotus purpuratus*) colectados en el intermareal rocoso en Islas Todos Santos, se encontraron los mismos residuos que en los huevos de esta área (Tabla VI y IX). Esto avala la presencia de estos residuos en el área. Al mismo tiempo, ya que el erizo constituyó un importante porcentaje (50%) de los residuos de la dieta de las gaviotas anidantes en Islas Todos Santos (Tabla X) puede haber sido una fuente importante de organoclorados.

En el Eje 1 del análisis de componentes principales North Island e Islas Los Coronados se distinguen probablemente por estar sometidas cada una a diferentes condiciones físicas (Fig. 8). Puede ocurrir que Islas Todos Santos no se distingue de Isla San Martín porque comparte características físicas y están cercanas a valles agrícolas.

VIII.2 DDT (pp'-DDT y pp'-DDD), op'-DDT y HCB.

Las concentraciones del pp'-DDT, op'-DDT y HCB encontrados en el área parecen reflejar condiciones locales (Fig. 3 y 4, Tabla VI). Su concentración media es más elevada en Islas Todos Santos (0.030 μ g g⁻¹ de op'-DDT y 0.139 μ g g⁻¹ de pp'-DDT) adyacente al

Valle agrícola de Maneadero. Aunque Isla San Martín está cerca del Valle de San Quintín, el movimiento y dispersión de masas de agua son más dinámicas que en la Bahía de Todos Santos (S. Alvarez Borrego com. pers. C.I.C.E.S.E., Ensenada, B.C.). Isla San Martín está separada de la costa por un canal de 5 km de ancho en aguas de oceano abierto y no se encuentra limitando una Bahía como sucede con Islas Todos Santos (Fig.1). Si el transporte es por agua, estas condiciones hidrodinámicas posiblemente ocasionan que se diluyan y/o dispersen los pesticidas que ingresan a las aguas que rodean Isla San Martín, contrariamente a lo que sucede en Islas Todos Santos.

La presencia de op'-DDT es de especial importancia porque éste se degrada mucho más rápidamente que cualquier otro isómero del DDT. Al constituir un 20% del DDT técnico grado comercial (Lamont *et al.* en Anderson *et al.* 1982) su presencia indica el uso actual de formulaciones insecticidas que incluyen DDT. Aunque los registros recientes de la S. A.R.H. (1991) no mencionan el uso del DDT en el Valle de Maneadero, si mencionan el uso de importantes volúmenes de Kelthano en el Estado. Esto pudiera explicar sólo en algún grado la presencia de DDT, ya que éste constituye según la última restricción para su fabricación impuesta por la EPA, un $\pm 0.1\%$ de la formulación del Kelthano (Clark *et al.* 1990). El pp'-DDT tuvo una frecuencia aproximadamente 50% superior al op'-DDT. Este último tuvo una frecuencia significativamente mayor en Islas Todos Santos (Tabla V). En la Bahía de Todos Santos, los vientos soplan de la tierra al mar durante la noche y al revés durante el día (Pavia y Reyes 1983; E. Pavia com. pers. C.I.C.E.S.E., Ensenada, B.C.). Esto causa un transporte atmosférico de los pesticidas hacia el mar, provenientes del Valle de Maneadero, lo que puede explicar las mayores concentraciones de op' y pp'-DDT y HCB en las Islas Todos Santos. La condición Santana en la Bahía de Todos Santos, juega un papel muy importante en el transporte atmosférico de partículas de tierra a mar, debido a la

gran intensidad con que se llega a presentar (J. García López com. pers. C.I.C.E.S.E., Ensenada, B.C.).

Estas partículas pueden llegar también por vía de arroyos temporales que desembocan en el Estero de Punta Banda. Pineda López (1989) encontró op'-DDT y pp'-DDT en sedimentos aledaños a la boca de un arroyo de temporal. Galindo Bect y Flores Baez (1991) encontraron los mismos pesticidas en mejillón (*Mytilus edulis*) en el mismo sitio. Las concentraciones de DDT total que en éstos trabajos se reportan del orden de $0.04 \mu\text{g g}^{-1}$ (peso húmedo) en mejillones y 0.9 a $3.55 \mu\text{g g}^{-1}$ (peso seco) en peces (Tabla I y II), comparados con las concentraciones de DDT total que se encontraron en los huevos de Islas Todos Santos de $0.139 \mu\text{g g}^{-1}$ (peso húmedo) y $0.605 \mu\text{g g}^{-1}$ (peso seco), indican una acumulación en las gaviotas del área.

Aunque se ha tratado de explicar el aporte de los isómeros op' y pp'-DDT al medio, por parte del Kelthano, esta fuente los produce solo en baja cantidad (Clark *et al.* 1990) y no llegaría a acumularse a niveles relativamente altos como en la gaviota del orden de $0.614 \mu\text{g g}^{-1}$ de pp'-DDT en Islas Todos Santos, $0.354 \mu\text{g g}^{-1}$ en Islas Los Coronados y $0.285 \mu\text{g g}^{-1}$ en Isla San Martín (Tabla VI). Por lo tanto existe uso DDT en el Valle de Maneadero.

La presencia de los isómeros de DDT en North Island e Islas Los Coronados no se pueden explicar por emisiones de descarga de aguas residuales. Los reportes para 1988 de la descarga de Point Loma registra sólo $5 \mu\text{g/l}$ de DDT total (SCCWRP 1990). Es el transporte atmosférico lo que explica la presencia de DDT en la Bahía del Sur de California (Bidleman y Christensen 1979 y Bidleman *et al.* 1981). Este puede ser una causa de su presencia en las muestras de North Island e Islas Los Coronados, dado el flujo de viento de norte a sur, paralelo a la costa (Bakun y Nelson 1977; Pavía y Reyes 1983).

Los pesticidas que se registraron en los huevos de Isla San Martín, podrían provenir de los campos de cultivo cercanos. Sin embargo, debido a las condiciones prevalecientes de viento durante el año en éste sitio, no se favorece el transporte atmosférico, de tierra a mar (Gorsline y Stewart 1962; Martori 1989). Este transporte probablemente sólo se restrinja a épocas del año, cuando la condición Santana, llega a tener efecto hasta éste punto (J. García López com. pers.). Otra posible fuente es la de las avionetas de fumigación, que descargan en el mar el sobrante de los pesticidas, después de fumigar un cultivo (B. Luhrs com. pers. Fumigaciones Luhrs, San Quintín, B.C.).

Ya que en Isla San Martín, solo se encontraron al op'-DDT y pp'-DDT en pocas muestras y en cantidades bajas ($0.010 \mu\text{g g}^{-1}$ de op'-DDT y $0.041 \mu\text{g g}^{-1}$ de pp'-DDT), estos pueden provenir del Kelthano usado en los cultivos de San Quintín (S.A.R.H. 1991). Otra posible fuente es el transporte atmosférico desde la Bahía de Todos Santos, si existe uso de DDT grado insecticida en el Valle de Maneadero.

VIII.3 pp'-DDE

Este residuo estuvo presente en todas las muestras (Tabla V, VI) y constituye las concentraciones más elevadas (0.717 a $12.637 \mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo). Del 100% del total del DDT cuantificado en los huevos analizados, el pp'-DDE representa un 97%. Este compuesto es de muy lenta degradación y generalmente representa un banco de material que está reciclándose continuamente. El origen de éste residuo se debe buscar en la costa de Los Angeles, California donde a fines de la década de los 1960s y principios de los 1970s, se desechaban grandes cantidades de éste producto (Burnnet 1971). Young *et al.* (1977), reportaron alrededor de 200 toneladas métricas de DDT total en los 30 cm superficiales de los sedimentos en 10 km^2 en las costas de Palos Verdes, California, como producto de estas emisiones.

En términos generales y sin ser estrictos, en cuanto a diferencias interespecíficas, al comparar los niveles de concentraciones actuales de los residuos organoclorados en los huevos de gaviota de Islas Los Coronados e Isla San Martín, con las registradas en 1969 y 1970 en huevos de pelícano (Jehl 1973) y cormorán Gress *et al.* (1973) en estos mismos sitios, se observa que los niveles encontrados en éste trabajo indican que las concentraciones han disminuído en los huevos de Islas Los Coronados en un orden de 16 y 7 veces respectivamente y en un orden de 1.7 veces en las concentraciones de los huevos de la gaviota con respecto al pelícano que Jehl (1973) reporta para Isla San Martín (Tabla XII, ver Apéndice). Sin embargo, es significativo que actualmente en Isla San Martín las concentraciones de los huevos de Gaviota Occidental ($66.053 \mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos) son mayores que las que Gress *et al.* (1973), registró en la misma área para el Cormorán de Doble Cresta ($41 \mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos), en éste caso hay que tener en cuenta que el cormorán se desplaza mayores distancias que la gaviota y con ello posiblemente se "diluyen" los contenidos de DDE en su cuerpo al estar en áreas relativamente descontaminadas. Esto sugiere que por las concentraciones registradas en los huevos de gaviota de Isla San Martín en éste sitio las condiciones de contaminación no han cambiado mucho con respecto al pasado, aunque no se puede afirmar en un sentido estricto que los niveles han aumentado, porque se trata de dos especies con hábitos alimenticios diferentes. Es difícil el tratar de explicar el origen local del pp'-DDE en Isla San Martín porque las condiciones prevalecientes de vientos no favorecen un aporte atmosférico desde el valle agrícola de San Quintín.

VIII.3.1 El grosor de las cáscaras y el pp'-DDE.

La no existencia de una correlación significativa entre el grosor de las cáscaras de los huevos y el pp'-DDE de los mismos, puede deberse a que la Gaviota Occidental, es sólo

moderadamente sensible a los efectos de pp'DDE (Peakall 1975) y a que los niveles de concentración (0.376 a 12.637 $\mu\text{g g}^{-1}$, peso húmedo), son bajos en relación con los niveles en años pasados (Jehl 1973). La correlación negativa que Hickey y Anderson (1968) reportan para la Gaviota *L. argentatus* la obtuvieron con niveles alrededor de 7 veces más que la máxima concentración que se obtuvo en éste trabajo.

Esto indica que en los últimos 20 años el ecosistema marino costero del sur de California y norte de Baja California y es ahora mucho más saludable.

Sin embargo, hay un adelgazamiento de 9% en las cáscaras de huevo de la Gaviota Occidental entre 1937 y 1945 (Fig. 10). En 1972 el adelgazamiento era de 19%. En 1992 hubo un engrosamiento en un 6% en relación con 1972. El período entre 1937 y 1972, abarca la época de crisis del DDT por la que pasaron las aves de las Costas de California y Baja California (Gress *et al.* 1973; Jehl 1973 Tabla I). A partir de 1972 se ha manifestado el efecto de la prohibición del uso del DDT.

Las diferencias significativas que se obtuvieron en el grosor de las cáscaras entre áreas (Fig. 9), pueden deberse al tipo del alimento, mas que a las concentraciones de DDE en él. Las gaviotas que se especializan en mejillón o peces ven favorecida su formación de la cáscara del huevo, porque estas presas poseen altos contenidos de calcio metabolizable (Pierotti y Annet 1990). En Isla San Martín consumieron peces más que cualquier otro alimento lo que explicaría sus cáscaras más gruesas (Fig. 9). Las gaviotas de Islas Todos Santos fueron más generalistas, lo que las llevó a fijar menos calcio (Tabla X).

VIII.4 α , β y γ HCH.

Los isómeros α β y γ HCH, constituyen el complejo HCH grado técnico pesticida. El α y β HCH constituyen la parte inerte y el γ HCH el insecticida (Ware 1978). El uso de

éste pesticida está autorizado para su empleo en la agricultura en México (Diario Oficial de la Federación 1991). Otro pesticida, el Lindano, que a pesar de su alto costo es utilizado, contiene aproximadamente un 99 % de γ HCH, el cual puede isomerizarse rápidamente a α HCH en el ambiente (Tanabe *et al.* en Elliot *et al.* 1988).

Debido a que el α HCH es el más volátil y soluble en agua de los hidrocarburo clorados que comunmente se encuentran en el medio, puede estar sujeto a grandes variaciones geográficas, en función del transporte atmosférico (Elliot *et al.* 1988). Esto explica las diferencias significativas entre sitios. Su alta volatilidad permite una dispersión geográfica amplia (Elliot *et al.* 1988). Por esto se explica el que se haya encontrado en un 89% de las muestras analizadas.

En la Bahía de San Diego, se ha detectado al β HCH en los mejillones de 1 sola estacion de las 22 analizadas (California State Mussel Watch 1988). En éste trabajo en este mismo sitio (Tabla VI) solo se detectó en una muestra. La casi ausencia de β HCH en los huevos de North Island refleja el que éste residuo no está siendo descargado en grandes cantidades por el emisor de Point Loma.

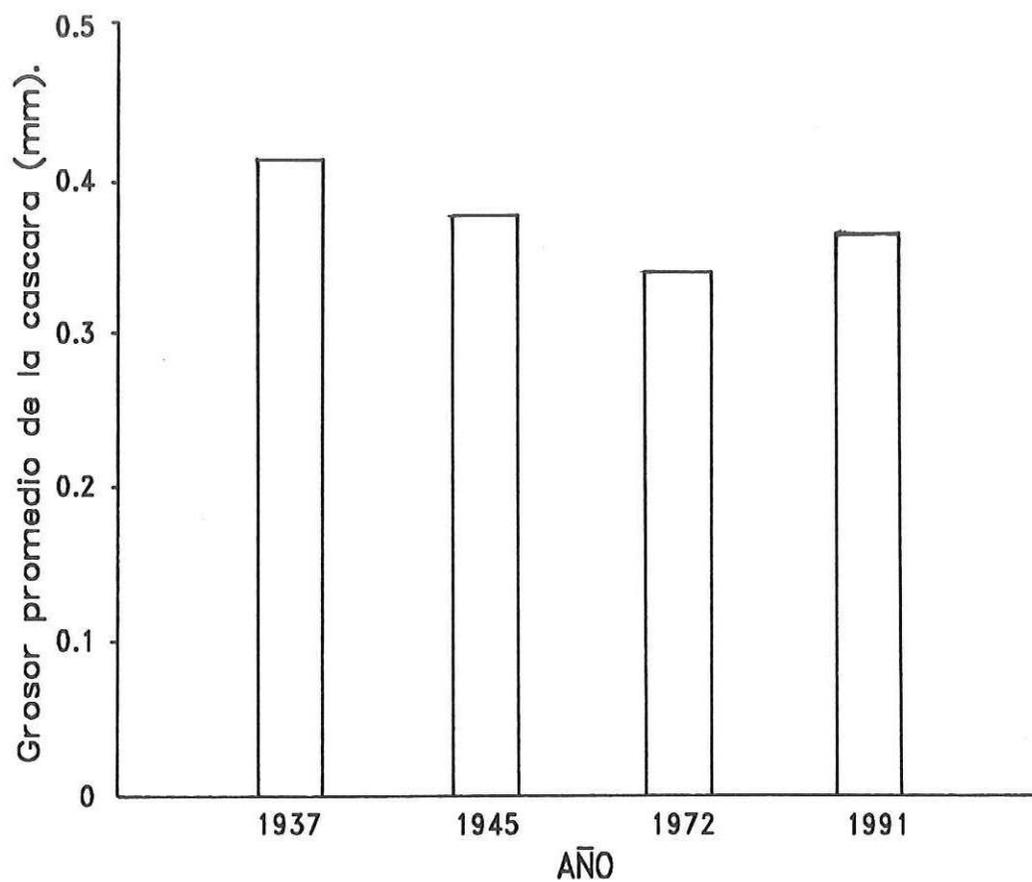


Fig. 10 Grosor medio de las cáscaras de huevos de *Larus occidentalis*, entre 1937 a 1991. (Fuentes: 1937, Risebrough y Anderson com. pers. en Hunt y Hunt (1973), 1945, L. Kiff com. pers.; 1972, Hunt y Hunt (1973); 1991, éste trabajo.)

VIII.5 Oxyclordano.

Este residuo se ha detectado desde hace tiempo en muestras colectadas en localidades cercanas a North Island e Isla San Martín. En la Bahía de San Diego, el California State Mussel Watch (1988) lo ha monitoreado durante 10 años encontrándolo en el 77% de las estaciones analizadas. En una colonia de Golondrina *Sterna caspia* en North Island, Ohlendorf *et al.* (1985) lo detectaron en el 40% de los huevos analizados. En San Quintín, fué detectado por Mora *et al.* (1987, Tabla I) en Patos Golondrinos (*Anas acuta*), aunque en menos del 10% de las muestras analizadas (N = 32).

En éste trabajo, este residuo se encontró en la mayoría de las muestras de los cuatro sitios (Tabla V). La diferencia entre los huevos de Golondrina Marina (Ohlendorf *et al.* 1985, Tabla I) y los de Gaviota Occidental (éste trabajo) en este sitio, pueden ser atribuidos al patrón de dispersión de las especies: local en la Gaviota Occidental (G. Hunt com. pers. , L. Spear com. pers. , Coulter 1975 y Spear 1988) y de largo alcance en la Golondrina Marina (A.O.U. 1983), es decir, el origen de éste pesticida es local. El registro de este residuo en los Mejillones de la Bahía de San Diego (California State Mussel Watch 1988) avala lo anterior.

Algo similar ocurre con las diferencias entre los Patos Golondrinos (Mora *et al.* 1987) y los huevos de gaviota en San Quintín. El Pato Golondrino es migratorio.

Al parecer las concentraciones de Oxyclordano en los huevos de los cuatro sitios, no siguen un patrón definido (Fig. 11). Resulta notoria la presencia de éste residuo en concentraciones más altas (0.025 y $0.047 \mu\text{g g}^{-1}$, Tabla VII) y en el 100% de las muestras de Islas Los Coronados. El aporte del Oxyclordano a la región puede tener varios orígenes. Su ubicuidad se debe a que éste se deriva del Clordano (Menzie 1974), un pesticida

bastante estable (Elliot *et al.* 1988) que ha sido usado de manera intensiva en la agricultura mundial (Ware 1978).

Las concentraciones y frecuencias relativamente altas (incluso mayores que North Island) en los sitios restantes (Tabla V y VI) pueden ser indicio de uso en los Valles de Maneadero y San Quintín.

VIII.6 BPCs.

North Island se distingue por su mayor concentración promedio de BPCs ($1.457 \mu\text{g g}^{-1}$ Tabla VI). Los cromatogramas de las muestras de este sitio, tienen frecuencias de aparición similar en los picos de los congéneres de BPCs ligeros y pesados. Esto sugiere que las muestras de North Island, reflejan una fuente de origen de BPCs. Isla San Martín se encuentra cercana a un núcleo urbano (San Quintín, B.C.), poco industrializado, cuya principal actividad económica es la agricultura y explotación pesquera. En Isla San Martín, aparecen más frecuentemente los picos de congéneres pesados (que por su mayor número de cloros son menos susceptibles a la degradación, por tanto más estables y son menos volátiles). Por lo tanto, la presencia de BPCs ahí, no puede explicarse más que por aporte externo: ya sea marino o atmosférico. El aporte por corrientes marinas parece ser el más importante, porque a diferencia de los congéneres ligeros (que son más volátiles), los congéneres pesados son más susceptibles a asociarse con el material particulado fino (V. Camacho Ibar com. pers., V. Macías Zamora com. pers., I.I.O., UABC, Ensenada, B.C.). Conforme la masa de agua se va alejando de un punto de origen de BPCs, los congéneres de mayor peso molecular permanecen en el agua y los de menor peso molecular se volatilizan.

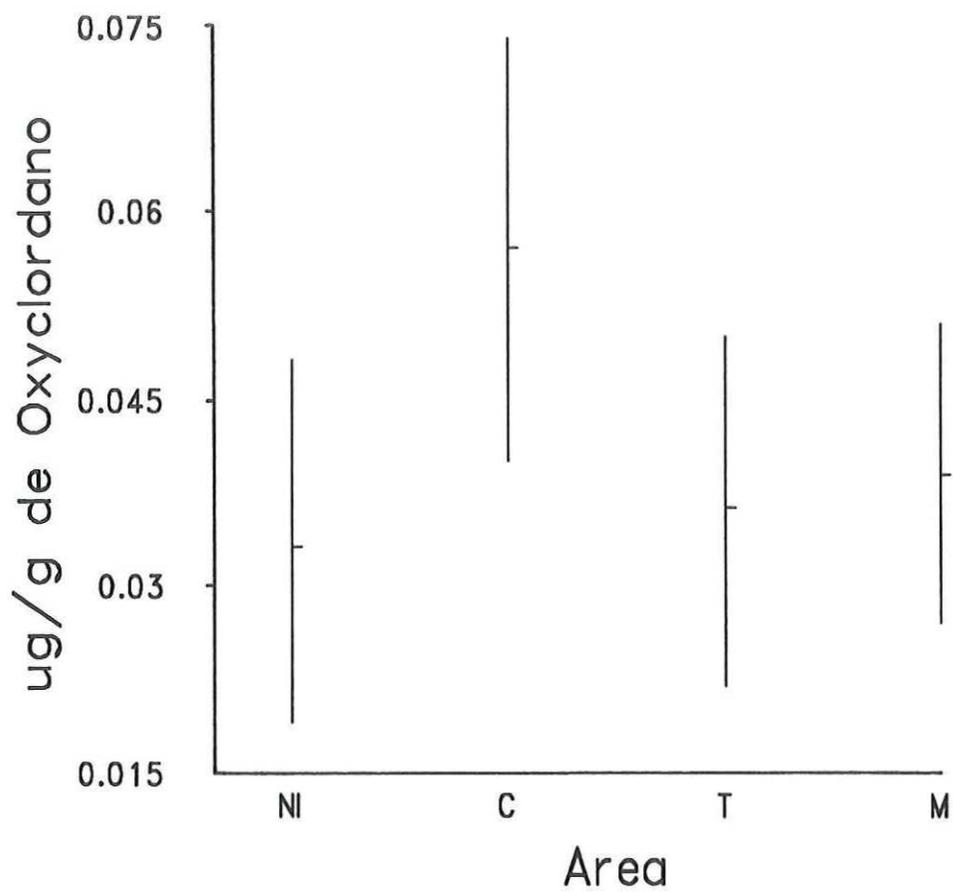


Fig. 11 Concentración media e intervalo de confianza de Oxyclorendano (ug g^{-1} , peso húmedo).

El transporte horizontal de contaminantes por corrientes desde las costas de California hacia aguas mexicanas ha sido documentado para metales traza (Martin y Broenkaw 1975; Flegal *et al.* 1986), asociados con surgencias costeras (Segovia *et al.* 1991; Sañudo y Flegal 1992).

El transporte de hidrocarburos clorados por corrientes marinas no ha sido bien estudiado. Sin embargo, existe una alta asociación de los hidrocarburos clorados con partículas finas que permanecen en suspensión en la columna de agua (Williams 1986), debido a la estructura molecular plana de los BPCs (V. Macías Zamora com. pers.). Si es posible que los BPCs y los demás hidrocarburos clorados altamente estables pueden ser transferidos hacia el fondo oceánico en un tiempo similar al del DDT, que es de 4 años (Woodwell *et al.* 1971), éste tiempo es suficiente para que los residuos organoclorados sean transportados lejos de su origen. El transporte y dispersión lateral de partículas depende del movimiento de la masa de agua (Pierce 1976).

Hay una tendencia de los BPCs a aumentar en Isla San Martín con respecto a Islas Todos Santos (Fig. 5), en concordancia con las diferencias en concentraciones de α HCH (Fig. 4). Este patrón se ha encontrado en Mejillones en localidades cercanas a estos dos sitios (Gutiérrez Galindo *et al.* 1983b, Tabla II). Es posible que éste incremento de los BPCs y α HCH en el área de San Quintín, se deba a un transporte por corrientes subsuperficial desde la Bahía de San Diego hasta San Quintín y sean expuestos en la superficie de la columna de agua en éste área por las surgencias que se intensifican en Punta Colonet (Barton y Argote 1980, García Cordova 1983,) y en San Quintín (NMFS/NOAA 1992, Lara Lara *et al.* 1980, Millán Núñez *et al.* 1982). Las surgencias durante abril y mayo son las más fuertes en esta área (NMFS/NOAA 1992, Fig. 12). Al ser expuestos son incorporados por el fitoplancton (Harding y Philipps 1978) a la cadena trófica.

Comparativamente con Isla San Martín, en las Islas Todos Santos las surgencias en términos generales son débiles (Jackson 1986, G. Gaxiola Castro com. pers., C.I.C.E.S.E, Ensenada, B.C.) el transporte hacia arriba de contaminantes sucede por la acción de ondas internas que chocan con la plataforma continental (Pineda 1991).

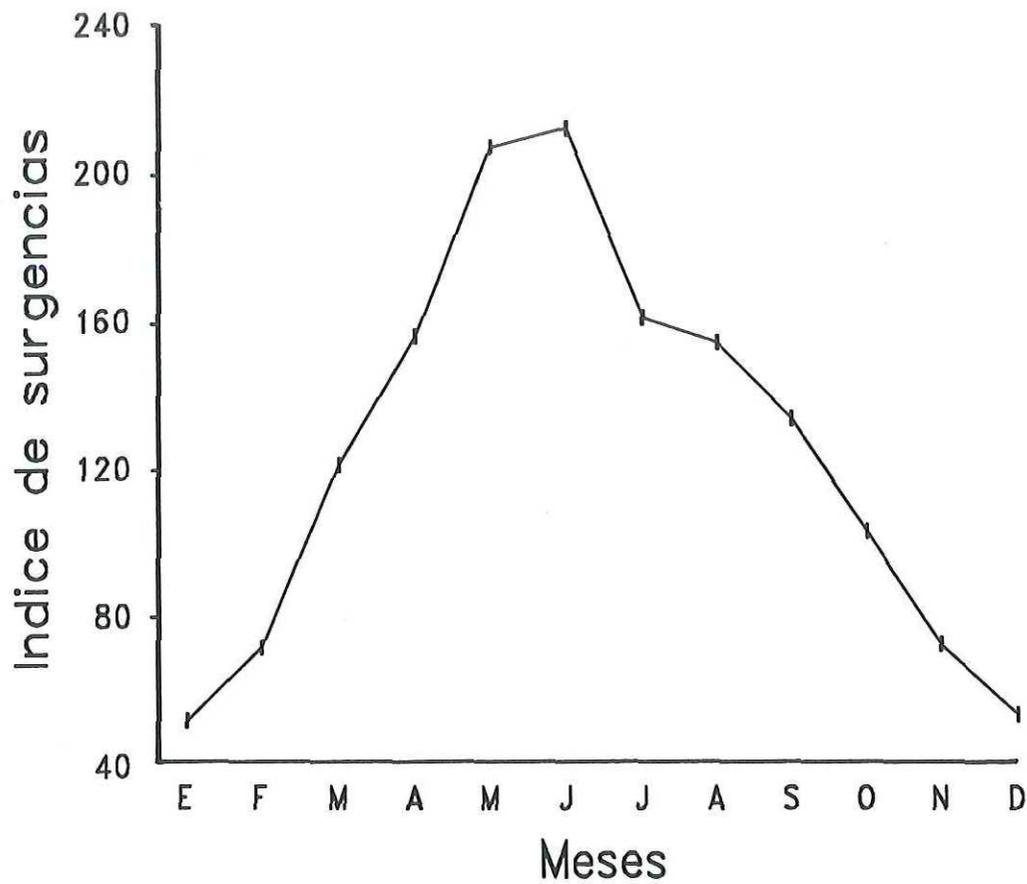


Fig. 12 Patrón estacional promedio del Índice de Bakun extraído de una base de datos generada desde 1946 a 1990 para los 30° lat. N (NMFS/NOAA 1992).

VIII.7 Discusión general.

El DDT que se encuentra en el área se compone casi en su totalidad por pp'-DDE, que se detecta en concentración y frecuencia uniforme en las cuatro áreas. En general, el nivel de concentración en el cual se detectó no representa un problema para la reproducción de la Gaviota Occidental en la región. Los grosores de las cáscaras reflejan una recuperación en relación con grosores registrados en épocas pasadas. El resto de los residuos encontrados, se mantienen en niveles de baja concentración y aunque su frecuencia es distinta para algunos compuestos (excepto el pp'-DDE, op'-DDT, Oxyclordano y los BPCs), todos están incorporados a la trama trófica en toda la región.

North Island se distingue de todos los demás sitios por presentar el mayor número de frecuencias altas (> 0.8) dentro del total de residuos encontrados. Esto es debido a que cercano a ésta se encuentra un emisor de residuos contaminantes (Point Loma). Es de especial significancia la presencia frecuente y mucho más alta de β HCH en el resto de las áreas, porque esto sugiere que existen otras fuentes de aporte de residuos a la región. En particular, las otras fuentes son los pesticidas usados en los valles de Maneadero que al parecer son el DDT, HCH y HCB.

IX CONCLUSIONES.

A partir del presente trabajo se concluye que:

Las concentraciones de los residuos DDT (pp'-DDT y pp'-DDD), op'-DDE, op'-DDD, α BHC, HCB, Oxyclordano y BPCs en los huevos de Gaviota Occidental difieren entre las cuatro areas de muestreo. El pp'-DDE, op'-DDT, y β BHC, se distribuyen uniformemente en las cuatro areas.

Todos los residuos observaron bajos niveles de concentración, excepto el pp'-DDE y los BPCs, en algunas muestras. El pp'-DDE, el op'-DDT, el α BHC, el HCB y los BPCs se encontraron en el erizo *Strongylocentrotus purpuratus*, la presa mas importante de la Gaviota Occidental en Islas Todos Santos.

El pp'-DDE constituyó el componente mas abundante del complejo DDT y sus niveles de concentración fueron los mas altos dentro de los residuos detectados. Sin embargo, no representan problema para la reproducción de la Gaviota Occidental. Por lo contrario, la reproducción fue óptima, al menos en Islas Todos Santos e Isla San Martin y se detectó una recuperación del grosor del cascarón del huevo.

Los niveles de concentración actuales de DDT, DDE y BPCs en los huevos de aves de la región se han reducido considerablemente con relación a los detectados en los 1960's y 1970's, reflejando con ello un proceso de recuperación en el ecosistema costero del sur de California y norte de Baja California.

No se encontró correlación alguna entre los niveles de pp'-DDE y el grosor de las cáscaras de los huevos. La diferencias de grosor de las cáscaras entre sitios ($P < 0.001$), pudieron deberse a la calidad de alimento que consumieron en los distintos sitios.

La concentración promedio y la frecuencia mas elevada de pp'-DDT en Islas Todos Santos, indican que una de las fuentes de DDT, además del Kelthano, es posiblemente el uso ilegal de DDT en el Valle de Maneadero.

La mayor concentración de HCB en las muestras de Islas Todos Santos, con respecto a los otros sitios, indica un posible uso en el Valle de Maneadero.

Una posible explicación de la tendencia a aumentar que se observa en las concentraciones de los BPCs en Isla San Martín con respecto a Islas Todos Santos es el que existe un transporte por corriente subsuperficial y los niveles de éste residuo se incrementan en los alrededores de Isla San Martín por la intensificación de las surgencias.

LITERATURA CITADA.

- Addison, R.F. 1976. Organochlorine compounds in aquatic organisms: their distribution, transport and physiology significance. A.P.M. Lockwood (Ed.). Effects of Pollutants on Aquatic Organisms. Cambridge University Press.
- Alvarez Borrego, J. y S. Alvarez Borrego. 1982. Temporal and spatial variability of temperature in two coastal lagoons. CalCOFI rep. 23:188-197.
- Alvarez, L.G., V.M. Godínez y M.F. Lavin. 1990. Dispersión en la franja costera de Tijuana Baja California. Ciencias Marinas 16:87-109.
- Anderson, D.W. e I.T. Anderson. 1976. Distribution and status of Brown Pelicans in the California Current. *American Birds* 30:3-12 .
- Anderson, D.W. y J.J Hickey. 1976. Dynamics of storage of organochlorine pollutants in Herring Gulls. *Environmental Pollution* 10:183-200.
- Anderson, D.W., H.G. Lumsden y J.J. Hickey. 1970. Geographical Variation in the Eggshell of Common Loons. *Canadian Field Naturalist* 84:351-356.
- Anderson, D.W., J.J. Hickey, R.W. Risebrough, D.F. Hughes y R.E. Christensen. 1969. Significance of Chlorinated Hydrocarbon Residues to Breeding Pelicans and Cormorants. *Canadian Field Naturalist* 83:91-111 .
- Anderson, D.W., J.R. Jehl, Jr., R.W. Risebrough, L.A. Woods, Jr., L.R. DeWeese y W.G. Edgecomb. 1975. Brown Pelicans: improved reproduction off the southern California coast. *Science* 190:806-808.

- Anderson, D.W., W.T. Castle, L.A. Woods Jr. y L.A. Ayres. 1982. Residues of op'-DDT in Southern California coastal sediments in 1971. *Environmental Contamination and Toxicology* 29:429-433.
- A.O.U.(American Ornithologists' Union). 1983. Check-list of North American Birds. Sixth edition. Allen Press. Lawrence Kansas. 877 pp.
- Bakun, A. y C.S. Nelson. 1977. Climatology and upwelling related processes off Baja California. *CalCOFI Rep.* 19:107-127.
- Barton, E.D. y M.L. Argote. 1980. Hydrographic variability in an upwelling area off northern Baja California in June 1976. *Journal of Marine Research* 38:631-649.
- Bidleman, T.F., E.J. Christensen, W.N. Billings y R. Leonard. 1981. Atmospheric transport of organochlorines in North Atlantic gyre. *Journal of Marine Research* 39:443-464 .
- Bidleman, T.F. y E.J. Christensen. 1979. Atmospheric Removal Processes for High Molecular Weight Organochlorines. *Journal of Geophysical Research* 84:7857-7862
- Bitman, J., H.C. Cecil, S.J. Harris, G.F. Fries. 1969. DDT induces a decrease in eggshell calcium. *Nature* 224:44-46.
- Bligh, E.G. y W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipic extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology* 37:911-917.
- Braune, B.M. y R.J. Norstrom. 1989. Dynamics of organochlorine compounds in Herring Gulls: III. tissue distribution and bioaccumulation in Lake Ontario gulls. *Environmental Toxicology and Chemistry* 8:957-968.

- Burnett, R. 1971. DDT residues: distribution of concentrations in *Emerita analoga* (Stimson) along Coastal California. *Science* 174:606.
- California State Mussel Watch. 1988. Ten year Data Summary. Water Quality Monitoring Rep. No. 87-3. Division of Water Quality. 313 pp.
- Carey, C., H. Rahn y P. Parisi. 1980. Calories, water, lipid and yolk in avian eggs. *Condor* 82:335-343.
- Clark, D.R. Jr., J.W. Spann y C.M. Bunck. 1990. Dicofol (Kelthane)-induced eggshell thinning in captive American Kestrels. *Environmental Toxicology and Chemistry* 9:1063-1069.
- Clark, D.R. y A.J. Krynitsky. 1983. DDT: recent contamination in New Mexico and Arizona?. *Environment* 25:27-31.
- Clark, D.R., J.W. Spann y C.M. Bunk. 1990. Dicofol (Kelthane)-induced eggshell thinning in captive American Kestrels. *Environ. Toxicol. Chem. Pergamon Press.* 9:1063-1069.
- Coulter, M.C. 1975. Post-breeding movements and mortality in the Western Gull, *Larus occidentalis*. *Condor* 77:243-249.
- Crivelli, A.J., S. Focardi, C. Fossi, C. Leonzio, A. Massi y A. Renzoni. 1989. Trace Elements and Chlorinated Hydrocarbons in Eggs of *Pelecanus crispus*, a World Endangered Bird Species Nesting at Lake Mikri Prespa, North-western Greece. *Environmental Pollution* 61:235-247.

- De Voogt, P. y U.A. Th. Brinkman. 1989. Production, properties and usage of polichlorinated biphenyls. Kimbrough and Jensen (Eds.). Halogenated biphenyls terphenyls, naphtalenes, dibenzodioxins and related products. Elsevier Science (Biomedical Division) 3-53 .
- Denton , C.A. 1940. Some observations on dyes to laying hens. Poultry Science 19:281-285 .
- D.O.F. (Diario Oficial de La Federación). 1991. Catálogo Oficial de Plaguicidas 1991. Agosto 1991. 455:240.
- Elliot, J.E., R.J. Norstrom y J.A. Keith. 1988. Organochlorines and Eggshell in Northern GGannets (*Sula bassanus*) from Eastern Canada, 1968-1984. Environmental Pollution 52:81-102 .
- Enderson, J.H. y D.D. Berger. 1970. Pesticides: eggshell thinning and lowered production of young in Praire Falcons. BioScience 20:355-356.
- Epply, R.W. 1986. People and the Plancton. Plancton Dynamics of the Southern California Bight. R.W. Epply (Ed.). Springer Verlag, New York 289-303 .
- Everett, W.T. y D.W. Anderson. 1991. Status and conservation of the breeding seabirds on offshore Pacific Islands of Baja California and the Gulf of California. Seabird Status and Conservation: A supplement. J. Croxall (Ed). International Council for Bird Preservation Technical Publication 11:115-139.
- Fiedler, P.C. 1984. Some effects of El Niño 1983 on the Northern Anchovy. CalCOFI Report 25:53-58.

- Flegal, A.R., K. Itoh, C.C. Peterson y C.S. Wong. 1986. Vertical profile of lead isotopic compositions in the north-east Pacific. *Nature* 321:689-690.
- Fry, D.M. y C.K. Toone. 1981. DDT-induced feminization of gull embryos. *Science* 213:922-924.
- Galindo Bect, M.S. y B.P. Flores Báez. 1991. DDT in *Mytilus edulis*: spatio-temporal variations in the Punta Banda Estuary, Baja California, Mexico. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology* 46:179-184.
- García Córdova, J.A. 1983. Variaciones hidrográficas y eventos de surgencia frente a Punta Colonet, B.C. en Julio de 1980. Tesis Licenciatura, Ciencias Marinas, UABC. 116 .
- Garmon, L. 1982. Puzzled Over PCBs. *Science News* 121:361-363.
- Gilbertson, M. 1989. Production, properties and usage of polichlorinated biphenyls. Kimbrough and Jensen (Eds.). Halogenated biphenyls terphenyls, naphtalenes, dibenzodioxins and related products. Elsevier Science (Biomedical Division) 103-127.
- Goldman, E.A. 1951. Biological Investigations in Mexico. Smithsonian Miscellaneous Collections. Smithsonian Institute. Washington 476 pp.
- Gómez Valdéz, J. 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. *Ciencias Marinas, UABC* 9:75-86.
- Gorsline, D.S. y R.A. Stewart. 1962. Benthic marine exploration of Bahía San Quintín, B.C. 1960-61. *Pacific Naturalist* 2:275-280.

- Gress, F., R.W. Risebrough, D.W. Anderson, L.F. Kiff y J.R. Jehl. 1973. Reproductive failures of Double-crested Cormorants in southern California and Baja California. *Wilson Bulletin* 85:197-208.
- Grier, J.W. 1982. Ban of DDT and subsequent recovery of reproduction in Bald Eagles. *Science* 218:1232-1235.
- Grinnel, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. U.C. *Publications in Zoology* 32:300.
- Gutiérrez Galindo, E.A., B.P. Flores Baez y S.A. Sañudo Wilhelmy. 1983b. Variación espacial y temporal de bifenilos policlorados (Aroclor 1254) en el mejillón *Mytilus californianus* (Conrad). Parte II. *Ciencias Marinas, UABC* 9:19-25.
- Gutiérrez Galindo, E.A., S.A. Sañudo Wilhelmy y B.P. Flores Baez. 1983a. Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorados en el mejillón *Mytilus californianus* (Conrad) de Baja California. Parte I. *Ciencias Marinas, UABC* 9:7-18.
- Harding, L.W. Jr. y J.H. Phillips Jr. 1978. Polychlorinated biphenyls: Transfer from microparticules to marine phytoplankton and the effect on photosynthesis. *Science* 202:1189-1198 .
- Harris, M.P. 1965. The food of some *Larus* gulls. *Ibis* 107:43-53.
- Hickey, J.J. y D.W. Anderson. 1968. Chlorinated Hydrocarbons and eggshell changes in raptorial and fish-eating birds. *Science* 162:271-273.

- Hunt, G.L. y J.L. Butler. 1980. Reproductive ecology of Western Gulls and xantus' murrelets with respect to food resources in the Southern California Bight. *CalCOFI Report* 21:62-67.
- Hunt, G.L. y M.W. Hunt. 1973. Clutch size, hatching success and eggshell thinning in Western Gulls. *Condor* 75:483-486.
- Hunt, G.L. y M.W. Hunt. 1976. Exploitation of fluctuating food resources by Western Gulls. *Auk* 93:301-307.
- Jackson, G.A. 1986. *Physical Oceanography of the Southern California Bight. Plancton Dynamics of the Southern California Bight.* R.W. Epply (Ed.). Springer Verlag, New York 52 pp.
- Jefferies, D.J. y C.H. Walker. 1966. Uptake of pp'-DDT and its post-mortem breakdown in the avian liver. *Nature(Lon.)* 212:533-534.
- Jehl, J.R. 1973. Studies of a declining population of Brown Pelicans in northwestern Baja California. *Condor* 75:69-79.
- Kadlec, J.A. y W.H. Drury. 1968. The structure of the New England Herring Gull population. *Ecology*. 49:644-676.
- Keith, J.A. e I.M. Gruchy. 1972. Residue levels of chemical pollutants in North American birdlife. *Proceedings of the International Ornithology Congress* 15:437-454.
- Keith, J.O. 1966. Insecticide contaminations in wetlands habitats and their effects on fish-eating birds. *Journal of Applied Ecology* 3:71-85.

- Keith, J.O., L.A. Woods Jr. y E.G. Hunt. 1971. Reproductive failure in brown pelicans on the Pacific Coast. Transactions of the Natural American Wildlife Natural Resources Conference 35:56-64.
- Kiff, L.F. and D.B. Peakall. 1980. Eggshell thinning and organochlorine residues in the bat and aplomado falcons in Mexico. Proceedings XVII International Ornithology Congress Berlin, Alemania 949-952.
- Kiff, L.F., D.R. Peakall y S. R. Wilbur. 1979. Recent Changes in California Condor Eggshells. Condor 81:166-172.
- Kimbrough, R.D. 1991. Consumption of fish: Benefits and perceived risk. Journal of Toxicology and Environmental Health 33:81-91.
- King, J.R. 1972. Adaptive periodic fat storage by birds. Proceedings of the International Ornithology Congress 15:200-217.
- Lara Lara, J.R., S. Alvarez Borrego y L.F. Small. 1980. Variability and Tidal Exchange of Ecological Properties in a Coastal Lagoon. Estuarine Coastal Marine Science 11:613-637.
- MacGregor, J.S. 1974. Changes in the amount and proportions of DDT and its metabolites, DDE and DDD, in the marine environment off Southern California, 1949-72. Fisheries Bulletin 72:275-293.
- Martin, M., D. Crane, T. Lew y W. Seto. 1980. California Mussel Watch: 1979-1980 synthetic organic compounds in mussels *Mytilus californianus* and *M. edulis*, along the California coast and selected harbors and bays. Part II. State Water Resources

Control Board, Sacramento, California, U.S.A. Water Quality Monitoring Report 80-8.

Martin, M., M.D. Stephenson, D.R. Smith, E.A. Gutiérrez- Galindo y G. Flores-Muñoz. 1988. Use of silver in mussels as a tracer of domestic wastewater discharge. *Marine Pollution Bulletin* 19:512-520.

Martori, J.I.O. 1989. Variabilidad de la circulación y sus causas en Bahía San Quintín, B.C. Tesis de Maestría. C.I.C.E.S.E. 110 pp.

McNicholl, M.K. 1975. Larid Site Tenacity and Group Adherence in Relation to Habitat. *Auk* 92:98-104 .

Menzie, C.M. 1974. Metabolism of pesticides an update. United States Department of the Interior. Fish Wildl. Serv. Special Scientific Report-Wildlife 184. Washington, D.C. 486 .

Millán Núñez, R., S. Alvarez Borrego y D.M. Nelson. 1982. Effects of Physical Phenomena on the Distribution of Nutrients and Phytoplankton Productivity in a Coastal Lagoon. *Estuarine Coastal Shelf Science* 15:317-335.

Mora, M.A., D.W. Anderson y M.E. Mount. 1987. Seasonal variation of body condition and organochlorines in wild ducks from California and México. *Journal Wildlife Management* 51:132-141.

NMFS/NOAA. 1992. North Pacific Ocean wind-driven transport computed from FNWC monthly average surface pressure data. Datos no publicados. Monterey, Ca.

- Norstrom, R.J. 1988. Bioaccumulation of polychlorinated biphenyls in Canadian wildlife. J.P. Crine ed. Hazards, Decontamination and Replacement of PCB. Plenum Press, New York, N.Y. 85-100 .
- Norstrom, R.J., T. P. Clark, D.A. Jeffrey, H.T. Won y A.P. Gilman. 1986. Dynamics of organochlorine compounds in Herring Gulls (*Larus argentatus*) I. distribution and clearance of [¹⁴C]DDE in free-living Herring Gulls (*Larus argentatus*). Environmental Toxicology and Chemistry 5:41-48.
- Ohlendorf, H.M. R.W. Risebrough y K. Vermeer. 1978. Exposure of marine birds to environmental pollutants. United States Department of the Interior. Fisheries and Wildlife Service, Wildlife Research Report 9. Washington, D.C. 40 pp.
- Ohlendorf, H.M. y K.C. Marois. 1990. Organochlorines and selenium in California Night-Heron and Egret eggs. Environmental Monitoring and Assessment 15:91-104.
- Ohlendorf, H.M., F.C. Schaffner, T.W. Custer y C.J. Stafford. 1985. Reproduction and contaminants in Terns at San Diego Bay. Colonial Waterbirds 8:42-53.
- Olsen, C.R., N.H. Cutshall e I.L. Larsen. 1982. Pollutant-particle associations and dynamics in coastal marine environments: A Review. Marine Chemistry. 11:501-533.
- Owen, O.S. 1980. Natural Resource Conservation. An Ecological Approach. Macmillan New York. 883 pp.
- Pavía, E. y S. Reyes. 1983. Variaciones espaciales y estacionales del viento superficial en la Bahía de Todos Santos, B.C. Rev. Ciencias Marinas, UABC 9:151-167 .

- Peakall, D.B. 1975. *Physiological effects of chlorinated hydrocarbons on avian species*. R. Hague y V.H. Freed (Eds.). *Environmental dynamics of pesticides*. Plenum Press. New York, N.Y. 343-360.
- Pearce, P.A., J.E. Elliot, D.B. Peakall y R.J. Norstrom. 1989. *Organochlorine Contaminants in eggs of Seabirds in the Northwest Atlantic, 1968-1984*. *Environmental Pollution* 56:217-235 .
- Peirotti, R. y C.A. Annet. 1990. *Diet and reproductive output in seabirds*. *BioScience* 40:568-574.
- Pierotti R. y C. Annet. 1987. *Reproductive consequences of dietary specialization and switching in an ecological generalist*. *Foraging Behavior*. Plenum Press, New York 417-442.
- Pierotti, R. 1981. *Male and female parental roles under different environmental conditions in the western gull*. *Auk* 98: 532-549.
- Pierce, J.W. 1976. *Marine Sediment Transport and Environmental Management*. D.J. Stanley y D.J.P. Swift (Eds.). John Wiley & Sons. New York, N.Y. 602 pp.
- Pimentel, D. y C.A. Edwards. 1982. *Pesticides and Ecosystems*. *BioScience* 32:595-600.
- Pineda López, M. 1989. *Medición de niveles de DDT y sus metabolitos en sedimentos superficiales en el estero de Punta Banda, Baja California*. Tesis Licenciatura, Ciencias Marinas, UABC. 78 pp.
- Pineda, J. 1991. *Predictable Upwelling and Shoreward Transport of Planktonic Larvae by Internal Tidal Bores*. *Science* 253:548-554.

- Proc. Sym. Biol. of California Island. 1967. Santa Bárbara Botanic Garden. Ralph N. Philbrick (Ed.). 363 pp.
- Ramade, F. 1987. Ecotoxicology. John Wiley & Sons. 262 pp.
- Ratcliffe, D.A. 1970. Changes attributable to pesticides in egg breakage frequency and eggshell thickness in some birds. *Journal of Applied Ecology* 7:67-116.
- Reid, J.L. Jr., G.I. Roden y G. Wyllie. 1958. Studies of the California Current System. California Cooperative Fisheries Investigation Progress Report 1 July 1956-1 January 1958 29-57 .
- Risebrough, R.W., P. Reiche, D.B. Peakall, S.G. Herman y M.N. Kirven. 1968. Polychlorinated biphenyls in the global ecosystem. *Nature* 220:1098-1102.
- Roudybush, T.E., C.R. Grau, M.R. Petersen, D.G. Ainley, K.U. Hirsch, A.P. Gilman y S.M. Patten. 1979. Yolk formation in some charadriiform birds. *Condor* 81:293-298.
- S.A.R.H. 1991. (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). Productos Aplicados en los Principales Cultivos de la Zona del Valle de Maneadero y San Quintín, B.C. Reporte Interno. Programa de Sanidad Vegetal en el Estado de Baja California.
- Sañudo, S.A. y R. Flegal. 1992. Anthropogenic Silver in the Southern California Bight: A New Tracer of Sewage in Coastal Waters. *Environmental Science Technology* 26: 2147-2151 .
- Sañudo, W.S y A. R. Flegal. 1991. Trace element distributions in coastal waters along the US-mexican boundary: relative contributions of natural processes vs. anthropogenic inputs. *Marine Chemistry* 33:371-392.

- SCCWRP. 1988. Southern California Water Research Project Annual Report 1987. J.M. Nelson, ed. Southern California Coastal Water Research Project, Long Beach, Ca. 101 pp.
- SCCWRP. 1990. Southern California Water Research Project Annual Report 1989-90. C.N. Cross, ed. Southern California Coastal Water Research Project, Long Beach, Ca. 102 pp.
- Schreiber, R.W. 1970. Breeding biology of western gulls (*Larus occidentalis*) on San Nicolas Island, California 1968. *Condor* 72:133-140.
- Secretaria de Marina. 1974. Direccion General de Ocenografia y Señalamiento Maritimo. Estudio Geográfico de la Región de Ensenada, B.C. Ensenada, B.C. 465 pp.
- Segovia, J.A., F. Delgadillo y M.V. Orozco. 1991. Evidencia de contaminación de la Costa Noroccidental de Baja California, México. Memoria del IV Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar. 30 de Septiembre-4 de Octubre 1991. Coquimbo, Chile 126 pp.
- Solomons, T.W.G. 1982. Química Orgánica. Editorial Limusa, México, D.F. 1125 pp.
- Spear, L.B. 1988. Dispersal patterns of Western Gulls from southeast Farallon Island. *Auk* 105:128-141.
- Stickel, L.F. 1968. Organochlorine pesticides in the environment. United States Department of the Interior. Special Scientific Report--Wildlife 119. Washington, D.C. 32 pp.

- Stickel, L.F., S.N. Wiemeyer y L.F. Blus. 1973. Pesticide residues in eggs of wild birds: adjustment for loss of moisture and lipid. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 9:193-196.
- Suárez Vidal, C.E. 1972. Niveles de organoclorados en diversas especies de peces de la Bahía de Todos Santos. UABC. Tesis de Licenciatura.
- Tinbergen, N. 1960. *The Herring Gull's world*. Harper Torchbooks, New York.
- Ware G.W. 1978. *The Pesticide Book*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, Ca. 197 pp.
- Wiemeijer, S.M. y R.D. Porter. 1970. DDE thins eggshells of captive american kestrels. *Nature* 227:737-738.
- Williams, P.M. 1986. *Chemistry of Dissolved and Particulate Phases in the Water Column. People and the Plancton. Plancton Dynamics of the Southern California Bight*. R.W. Epply (Ed.). Springer Verlag, New York 53-83.
- Winant, C.D. y A.W. Bratkovich. 1981. Temperature and currents of the southern California shelf: A description of variability. *Journal of Physical Oceanography* 11:71-86.
- Woodwell, G.M., P.P. Craig y H.A. Johnson. 1971. DDT in the Biosphere: where does it go?. *Science* 174:1101-1107.
- Wooster, W.S. y J.L. Reid, Jr. 1963. *Eastern Boundary Currents. The Sea*. Ed. M.N. Hill. Interscience Publ. New York, N.Y. 554 pp.

Wurster, C.F. Jr. 1971. Chlorinated hydrocarbon insecticides and the world ecosystem. *Man's Impact on Environment*. T.R. Detwyler (Ed.) McGraw-Hill, Inc. San Francisco, Ca. 555-564.

Wurster, C.F. Jr. y D.B. Wingate. 1971. DDT residues and declining reproduction in the Bermuda Petrel. *Man's Impact on Environment*. T.R. Detwyler (Ed.) McGraw-Hill, Inc. San Francisco, Ca. 572-577 .

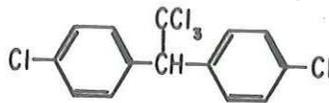
Young, D.R., D. McDermott y T.C. Heesen. 1977. Sediments as Sources of DDT and PCB. *Marine Pollution Bulletin* 8:254-257.

Young, D.R., T.C. Heesen, G.N. Esra y E.B. Howard. 1979. DDE-contaminated fish off Los Angeles are suspected in deaths of captive marine birds. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology* 21:584-590.

APENDICE.

Descripción de los compuestos encontrados.

DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis(*p*-clorofenil)etano).

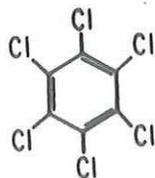


Fué el primer insecticida sintético usado en gran escala. Se obtiene a partir de la clorinación de dos radicales bencénicos. Inicialmente fué utilizado durante la Segunda Guerra Mundial para combatir los insectos transmisores de enfermedades. Posteriormente fué aplicado en la agricultura (Ramade 1897). Desde su redescubrimiento en 1940, se han usado 1.81 billones de kilogramos de DDT en todo el mundo para el control de insectos. Ochenta porciento de este total se ha utilizado en la agricultura (Ware 1978).

Las mezclas comerciales de DDT, tienen principal componente al isómero *pp'*-DDT (Ohlendorf *et al* 1978). El *op'*-DDT constituye alrededor del 20% (Lamont *et al.* en Anderson *et al.* 1982). El DDT se degrada en DDE y DDD, que son tóxicos a los organismos (Kupfer 1967). El DDE está distribuído en todo el mundo (Wurster 1971).

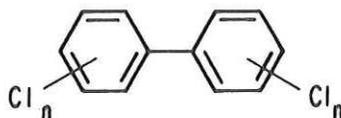
Un pesticida común es el Kelthano, cuyo principal producto es el dicofol, el cual se obtiene a partir del DDT. Las formulaciones antiguas de Kelthano contenían *op'* y *pp'* isómeros de DDT, DDE y DDD. Por restricciones impuestas por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA), el DDT total en la formulación del Kelthano, fué reducido a $\pm 2.5\%$ en Mayo de 1986 y a $\pm 0.1\%$ a fines de 1988 (Clark *et al.* 1990).

Hexaclorobenceno (1,2,3,4,5,6-hexaclorobenceno).



Es un pesticida sintético clorado que se introdujo al mercado en 1945, para el tratamiento de las semillas y del suelo, en el combate de hongos (Ware 1978). También se ha usado como fungicida en las pinturas (Ramade 1987). Puede entrar en el medio marino como producto de desecho de plantas manufactureras de hidrocarburos clorados como percloroetileno y tetracloruro de carbono (E.P.A. 1973, en Ohlendorf *et al.* 1978).

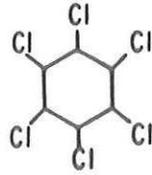
Bifeniles Policlorados (BPCs; $C_{12}H_{10-n}Cl_n$, $n = 1$ a 10)



Son una serie de 209 compuestos químicos (*congéneres*), en los cuales 1 a 10 átomos de cloro se encuentran unidos a un grupo bifenilo. Se obtienen a partir de la clorinación del grupo bifenilo con cloro gaseoso. Desde 1929 se han producido 1.5 millones de toneladas métricas de BPCs en todo el mundo (Kimbrough 1991). La producción total mundial alcanzó en 1980 1.1×10^9 kg en 1976 (De Voogt y Brinkman 1989).

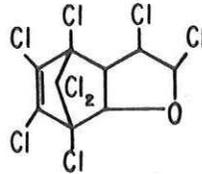
Las mezclas de BPCs, tienen estabilidad térmica, resistencia a los ácidos, bases y otros químicos, estabilidad bajo condiciones de oxidación e hidrólisis, baja solubilidad en agua, poca inflamabilidad, alta resistividad eléctrica, constantes dieléctricas favorables y baja presión de vapor. Por ello se usan intensivamente en la fabricación de líquidos enfriadores de flúidos eléctricos, capacitores y transformadores, como plasticizantes,

Hexaclorociclohexano (BHC; 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano).



Es un compuesto que se fabrica clorinando el benceno, dando origen a 5 isómeros, llamados *alfa*, *beta*, *gamma*, *delta* y *epsilon* BHC. De éstos el único con propiedades insecticidas es el *gamma* BHC. Este es el menos estable y se degrada a *alfa* BHC, los demás isómeros constituyen la parte inerte de la mezcla insecticida normal de BHC. El Lindano, nombre comercial del BHC, contiene un 99% de *gamma* BHC, pero su precio es muy alto, por lo que resulta impráctico para usarse en la agricultura (Ware 1978).

Oxyclordano(1-exo,2-endo,4,5,6,7,8-octacloro-2,3-exo-epoxy-2,3,3a,4,7,7a-hexahidro-4,metanoindeno).



Es un metabolito que se ha obtenido por la administración oral a animales con *gamma* y *alfa* Clordano (Menzie 1974). El Clordano es un insecticida que pertenece a los *Cyclodienos*, un grupo de insecticidas muy comunes y muy utilizados (Ware 1978). Debido a su relativa estabilidad ante la luz ultravioleta se han usado intensivamente para el tratamiento del suelo, en el combate de termitas y de insectos que se reproducen en la tierra y cuyas larvas se alimentan de las raíces de las plantas.

lubricantes, tintas, agentes laminizantes e impregnantes, pinturas, adhesivos, ceras, aditivos en cementos y plásticos. líquidos selladores, aceites de inmersión.

Al lado del DDE, los BPCs, son aparentemente los hidrocarburos clorados contaminantes mas abundantes en el mundo (Risebrough *et al.* 1968). Debido a los daños que éstos compuestos causan a los organismos y por representar altos riesgos a la salud humana se han restringido y prohibido su fabricación y su uso.

Tabla XI Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso seco) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

North Island Compuesto	I. Coronados N = 10	I. Todos Santos N = 21	I. San Martín N = 23	N = 21	P
pp'-DDE	13.727 (6.923-35.718)	15.570 (4.584-46.582)	8.777 (2.472-44.401)	12.332 (1.490-46.050)	
op'-DDE	0.077 ^{ab} (0.013-0.238)	0.015 ^a (0.037-0.447)	0.060 ^{bc} (0.009-0.211)	0.049 ^c (0.020-0.235)	< 0.001
DDT ¹	0.300 ^b (0.141-0.518)	0.418 ^{ab} (0.157-1.415)	0.605 ^a (0.202-2.678)	0.189 ^b (0.039-1.124)	< 0.001
op'-DDT	0.095 (0.058-0.172)	0.115 (0.013-0.182)	0.107 (0.023-0.246)	0.036 (0.010-0.088)	
op'-DDD	0.067 ^a (0.029-0.238)	0.030 ^b (0.008-0.080)	0.038 ^b (0.012-0.139)	0.030 ^b (0.026-0.031)	< 0.001

¹ suma del pp'-DDT mas el pp'-DDD (ver Jefferies y Walker 1966).

a, b y c prueba de Tukey.

Tabla XII Media geométrica del DDT y sus isómeros encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island N = 10	I. Coronados N = 21	I. Todos Santos N = 23	I. San Martín N = 21	P
pp'-DDE	77.946 (39.596-171.037)	81.655 (29.590-255.511)	45.301 (10.057-214.051)	66.053 (9.676-222.613)	
op'-DDE	0.441 ^{ab} (0.057-1.357)	0.823 ^a (0.240-2.437)	0.317 ^{bc} (0.080-1.018)	0.246 ^c (0.082-1.163)	0.001
DDT ¹	1.358 ^b (0.607-2.255)	1.654 ^{ab} (0.751-5.451)	2.058 ^a (0.670-9.290)	0.449 ^d (0.029-2.505)	< 0.001
op'-DDT	0.557 (0.332-0.912)	0.386 (0.058-0.880)	0.523 (0.114-1.227)	0.182 (0.061-0.425)	
op'-DDD	0.286 ^a (0.125-1.419)	0.112 ^b (0.024-0.324)	0.115 ^b (0.024-0.506)	0.121 ^b (0.120-0.123)	< 0.001

¹ suma del pp'-DDT mas el pp'-DDD (ver Jefferies y Walker 1966).

a, b y c prueba de Tukey.

Tabla XIII Media geométrica de pesticidas clorados relacionados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso seco) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island N = 10	I. Coronados N = 21	I. Todos Santos N = 23	I. San Martín N = 21	P
α HCH	0.139 ^a (0.063-0.257)	0.056 ^b (0.024-0.113)	0.033 ^c (0.013-0.088)	0.121 ^a (0.060-0.392)	< 0.001
β HCH	– (nd -0.191)	0.554 (0.209-1.361)	0.471 (0.162-2.103)	0.587 (0.272-1.290)	
HCB	0.032 ^b (0.006-0.095)	0.092 ^b (0.009-0.246)	0.459 ^a (0.059-2.589)	0.079 ^b (0.021-0.688)	< 0.001
Oxyclordano	0.096 ^b (0.009-0.232)	0.174 ^a (0.044-0.646)	0.098 ^{ab} (0.014-0.576)	0.117 ^{ab} (0.039-0.400)	0.006

a y b prueba de Tukey.

Tabla XIV Media geométrica de pesticidas clorados relacionados encontrados en las áreas de muestreo ($\mu\text{g g}^{-1}$, peso lípidos) e intervalo. Promedio del % lípidos = 7.94.

Compuesto	North Island N = 10	I. Coronados N = 21	I. Todos Santos N = 23	I. San Martín N = 21	P
α HCH	0.790 ^a (0.403-1.582)	0.286 ^b (0.126-0.728)	0.167 ^c (0.062-0.403)	0.649 ^a (0.258-2.917)	< 0.001
β HCH	- (nd-0.824)	2.842 (1.602-6.567)	2.427 (0.674-10.140)	3.309 (1.475-7.014)	
HCB	0.186 ^b (0.042-0.621)	0.473 ^b (0.041-1.290)	2.367 ^a (0.303-11.633)(0.105-3.718)	0.423 ^b	< 0.001
Oxyclordano	0.539 ^b (0.060-1.111)	0.912 ^a (0.283-3.519)	0.495 ^{ab} (0.074-2.779)	0.629 ^{ab} (0.196-1.985)	0.006

a y b prueba de Tukey.