

179  
2 ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ANALISIS DE ALGUNOS ASPECTOS FISICOS Y BIOLOGICOS  
DE LOS VARAMIENTOS DE CETACEOS  
EN LA BAHIA DE LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR,  
MEXICO

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A I

LUZ ELENA RIZO DIAZ BARRIGA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

Dedicatoria.....	2
Poema.....	3
Indice.....	4
Indice de Figuras.....	5
Resumen.....	7
Introducción.....	9
Antecedentes.....	12
Area de Estudio.....	17
Materiales y Métodos.....	27
Resultados.....	33
Discusion.....	62
Conclusiones.....	71
Agradecimientos.....	74
Literatura citada.....	76

## INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Cuerpos de agua y dirección de las corrientes superficiales en la Bahía de La Paz.....	23
Fig. 2 Temperatura mensual del mar a un metro de profundidad en la Bahía de La Paz.....	26
Fig. 3 Localización de las cinco subareas de estudio en la Bahía de La Paz.....	28
Fig. 4 Registro de varamientos por estación y por especie de 1978 a 1989 en la Bahía de La Paz.....	40
Fig. 5 Número de especies varadas por años en la Bahía de La Paz en el periodo 1978-1989.....	42
Fig. 6 Frecuencia de varamientos por estaciones 1978-1989 combinados en un año.....	45
Fig. 7 Número de varamientos registrados en el periodo de 1978 a 1989 en la Bahía de La Paz.....	44
Fig. 8 Frecuencia de varamientos en la Bahía de La Paz en el año de "El Niño", 1983.....	47
Fig. 9 Localización de los varamientos masivos y solitarios entre Punta Coyote (zona 5 ) y San Juan de La Costa (zona cuatro).....	48

Fig. 10 Localización de los varamientos masivos registrados en la Bahía de La Paz de 1954 a 1989.....	49
Fig. 11 Localización de los varamientos solitarios entre punta Coyote (zona 5) y San Juan de La Costa (zona 4).....	50
Fig. 12 Localización de los varamientos registrados en las Islas Espíritu Santo y Partida de 1954 a 1989.....	51
Fig. 13 Batimetría de la zona sur en la Bahía de La Paz B.C.S. (según Surveys by U.S.S., 1942.....	53
Fig. 14 Batimetría de la Bahía de la Paz (según Cruz-Orozco <u>et. al</u> 1989.....	54

## RESUMEN

El presente trabajo intenta obtener toda la información existente de los registros de varamientos de cetáceos acontecidos en la Bahía de La Paz en el presente siglo. La recopilación de los varamientos confiables suma un total de 52 que incluye 151 individuos de 17 especies, los cuales fueron clasificados como varamientos solitarios y masivos ( 2 o más individuos) de acuerdo con el número de animales implicados. Incluye también todos los varamientos registrados por el CIB de 1978 a 1989.

Se consultaron todos los estudios posibles efectuados en la Bahía La Paz relacionados con su topografía (batimetría) y oceanografía (temperaturas, masas de agua, corrientes superficiales, etc.), para con esta información tratar de probar las hipótesis planteadas en la literatura que intentan explicar el fenómeno de varamientos.

Los resultados sugieren una mayor frecuencia de varamientos en el invierno y a principios de la primavera, lo cual coincide con un mayor número de avistamientos de cetáceos en el mar. Por otra parte, estos varamientos parecen estar relacionados con un área particular de la bahía denominada "la trampa". Esta se localiza entre el sureste y suroeste de la bahía la cual presenta una topografía irregular, profundidades someras y de gran extensión, interrumpidas por diversas cuencas aún no estudiadas. Estas características pueden ser causa de fallas en el sistema de navegación de los cetáceos y más aún en aquellos no familiarizados con las costas. Esta zona de mayor incidencia de varamientos se ve también influenciada por

corrientes superficiales que llevan aguas frías del Golfo de California, trayendo consigo grandes cardúmenes.

De acuerdo a la información recabada se podrían sugerir algunas conclusiones:

En cuanto a su presencia invernal en la bahía: 1) en el caso de muchos odontocetos puede explicarse a) por la abundancia de alimento para ellos durante esta estación, b) como reflejo de su ciclo migratorio en el que se internan en el golfo pasando por la Bahía de La Paz, (condición en la que se están incluidos los mysticetos).

En cuanto a sus varamientos: 2) los resultados confirman la hipótesis de Gilmore de que la parte sur de la bahía es una trampa natural para los cetáceos, especialmente para aquellos de hábitos oceánicos. 3) la depositación de algunos cuerpos en el sureste de la bahía (San Juan de la Costa) y al este de esta (sur de la Isla Espíritu Santo), a corrientes superficiales que desembocan en esas zonas. 4) El análisis de frecuencia por estaciones del año, indica también un número mayor de varamientos en invierno y primavera, dato que coincide con los avistamientos en el mar, lo cual apoya la idea de Mead (1979), que sugiere que los varamientos están asociados a la dinámica poblacional de las especies

## INTRODUCCION

Los mamíferos marinos han sido objeto de diversos estudios con el fin de conocer su biología y conducta, pero siguen guardando aún muchas interrogantes. En los últimos años las observaciones científicas en todo el mundo han despertado mayor interés en el público lo cuál ha redundado en un mejor apoyo para el conocimiento de este grupo.

Entre muchos aspectos la migración de los cetáceos es uno de los temas que más ha apasionado a los científicos. Este problema se ha abordado por medio de censos intensivos y sistemáticos, como los publicados por Rice y Wolman (1981) sobre ballena gris (Eschrichtius robustus), en las costas de California, y el de Aguayo y Rojas (1983), sobre migración y residencia del rorcual común (Balaenoptera physalus) en el Golfo de California.

Por otra parte censos de población en lobos marinos (Zalophus californianus), han indicado fluctuaciones de animales que son típicas de una conducta migratoria (Auricles et al. 1984). Estas migraciones indican que la presencia de estos animales es estacional y en muchas ocasiones se asocian a fenómenos como el de los varamientos masivos de cetáceos. Estos varamientos sobre todo los masivos, han provocado mucha discision y polémica. Incluso se han planteado varias hipótesis para explicar este fenómeno. entre estas la que más



aceptación tiene en el caso de los varamientos sencillos, es la planteada por Mead (1979) que explica la mortalidad como un reflejo de la dinámica poblacional en el mar. Clarke, Aguayo y Dieguez (1979) sugieren que el comportamiento alimenticio cerca de la costa en una playa con declive batimétrico gradual puede provocar la confusión de los organismos no familiarizados con este tipo de costas, como por ejemplo los cachalotes (Physeter macrocephalus), cuyos hábitos son oceánicos. Vidal y Findley (1984), sugieren que esta pudo ser la causa del varamiento masivo de los odontocetos de esa misma especie, en San Bruno, B.C.S. en 1979.

Una manera de estudiar este problema seria seleccionar una zona donde los varamientos ocurran con cierta frecuencia. Revisando la literatura se ha encontrado que la Bahía de La Paz, B.C.S., es zona propicia ya que presenta una alta ocurrencia de varamientos (Gilmore, 1957). El Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur ha registrado un total de 52 varamientos de 1910 a 1988 que suman 152 individuos de 17 especies y fueron clasificados como varamientos solitarios y masivos de acuerdo con el número de animales involucrados.

Por tal motivo se ha intentado el análisis de esa información como tema de la presente tesis con los siguientes objetivos:

1.- Explorar las posibles causas de los varamientos ocurridos en la Bahía de La Paz, durante el presente siglo.

2.- Analizar si estos varamientos están relacionados con un área específica, (a causa de la topografía) o con algún otro parámetro físico o biológico de las aguas de la Bahía de La Paz.

## ANTECEDENTES

La Bahía de La Paz es una región interesante desde el punto de vista biológico para el estudio de los mamíferos marinos debido a su proximidad con la entrada al Golfo de California, que es a su vez un paso obligado para muchos cetáceos que entran y salen de acuerdo con su patrón migratorio (Aurioles et al. 1982).

Los reportes de avistamientos y varamientos de cetáceos confirman este hecho. Estos parecen estar correlacionados con la época del año, ya que son más frecuentes en el invierno y primavera y van disminuyendo hacia el verano. Esta mayor frecuencia puede estar relacionada con la migración de estos animales, que se mueven de acuerdo a gradientes de temperatura (Aurioles y Muñoz, comen. pers., mayo 1989), así como la disponibilidad de alimento y el encuentro con el mismo (Gallo, comen. pers. 1989).

Los registros de varamientos han aportado información respecto a la permanencia estacional de muchos cetáceos. Este fenómeno ha creado grandes polémicas pero hasta el momento no se tiene una respuesta completamente satisfactoria para explicarlos.

Al hacer una breve síntesis de las investigaciones al respecto, se encontró que existen especies que comunmente se varan de manera masiva, como es el caso del género Globicephala con sus dos especies, G. macrorhynchus y G. malaena. Estas especies de hábitos pelágicos, quizás debido a

a su poca familiaridad con las costas, están sujetos a accidentarse en forma masiva, ya que son animales con organización social compleja.

Mead (1979) por ejemplo, ha informado de un varamiento de calderones en Miami, Florida, donde se observó que los miembros integrantes de un grupo se desplazaban cerca de las costas donde las pendientes eran poco pronunciadas. Días después se les encontró varados. Aguayo et al. (1986) señalaron sobre dos varamientos ocurridos en las aguas adyacentes a la Península de Yucatán, uno en septiembre de 1985 y el otro en enero de 1986. La especie involucrada fue G. macrorhynchus.

Otras especies cuya organización social es similar a la de los calderones también se ven involucrados en varamientos multiples como por ejemplo el cachalote (Physeter macrocephalus), que ocurre en el Golfo de California y del cual data el registro más antiguo que se tenga conocimiento en esta región. Gilmore (1957), informó de nueve individuos machos en Cabo Tepoca (Puerto Lobos) Sonora, en abril de 1953. Bryant et al. (1979) y Clarke et al. (1979) reportaron 46 individuos (38 machos y 9 hembras) en San Bruno Baja California Sur, el primero de enero de 1979. Este reporte involucra el mayor número de individuos que se tenga conocimiento para el Golfo de California. Por otra parte Balcomb (1981), observó otro varamiento de 17 individuos ocurrido en Huatabampito, Sonora, en septiembre de 1953. El reporte más reciente de esta especie es el de Vidal y Findley (1985) de tres cachalotes, que tuvo lugar el 26 febrero de 1983 al norte de Bahía Topolobampo, Sin.

Como se mencionó la Bahía de La Paz presenta una alta ocurrencia de varamientos de cetáceos. Fleischer et al. (1984), elaboró una lista parcial de ocho registros desde principios de siglo hasta los acontecidos en el año de 1983. En la última década solo se ha reportado dos masivos uno en julio de 1986 en el Mogote donde se vieron involucrados siete zifios de Baird (Berardius bairdii) (Auriolas y Muñoz, 1987; Michel y Fleischer, 1987), y el último el 13 de enero de 1989, con 31 animales del género Globicephala macrorhynchus, en la playa de Costa Baja al sureste de la Bahía de La Paz que fueron rescatados, (Urban, 1989).

El Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. desde 1978 a la fecha a registrado un gran número de varamientos tanto solitarios como masivos a lo largo de la Bahía de La Paz. Entre los que destacan especies de odontocetos, como son: el delfín común (Delphinus delphis), el tursiops (Tursiops truncatus), el delfín de Risso (Grampus griseus), el delfín cabeza de melón (Peponocephala electra), el cachalote (Physeter macrocephalus), el cachalote enano (Kogia simus), el calderon (Globicephala macrorhynchus), el zifio de Cuvier (Ziphius cavirostris), el zifio de Baird (Berardius bairdii) y la estenela listada (Stenella coeruleoalba). También existen registros de misticetos como son: el rorcual común (Balaenoptera physalus), el rorcual de Bryde (Balaenoptera edeni), la ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) y la ballena gris (Eschrichtius robustus)

(Auriolos et al. 1982 ; Auriolos y Muñoz, 1987).

Dado el gran número de reportes que se tienen, los estudiosos de los mamíferos marinos han tratado de explicar de muchas maneras este fenómeno. Por ejemplo la propuesta por Dudok van Hell (1966), quién concluye que probablemente todos los varamientos que se dan en playas arenosas de pendiente gradual, pueden deberse a fallas en el sistema de navegación de estos animales al no recibir el eco de los sonidos emitidos para ubicarse. Norris (1966) considera que las manadas de odontocetos quedan atrapados no solamente por playas arenosas con pendientes graduales, si no que también debe existir un gradiente negativo de temperaturas (termoclinas). Estos cambios térmicos bruscos pueden refractar los sonidos emitidos por un animal hacia arriba. Si este se desplaza hacia la orilla, podría tener interferencia y el eco desviarse del alcance auditivo del animal.

Por otra parte (Mead, 1979), propone que los varamientos son un reflejo de la mortalidad natural en el mar. Por otro lado Sergeant (1979), considera que los varamientos pueden ser atribuidos a dos grandes causas:

#### I. MORTALIDAD NATURAL.

- a) Accidente natural.
- b) enfermedades.

#### II. MORTALIDAD POR CAUSAS HUMANAS.

- a) Heridas causadas por la cacería.
- b) Accidentes con humanos a causa del choque de los animales con las propelas de las embarcaciones y actividades pesquera.

Clarke et al. (1979) y Vidal y Findley (1985) proponen que un varamiento masivo puede darse por alguna de las cinco siguientes causas:

- a) A un comportamiento alimentario cerca de la costa.
- b) Playas con declives batimétricos graduales.
- c) Tormentas que produzcan mezclas de agua y aire (burbujas).
- d) Explosiones subacuaticas.
- e) Enfermedades del oido interno.

Finalmente en 1979 en la reunión de Biología de Mamíferos Marinos: Insights through stranding, (in the final report to U.S. Marine Mammal Commission) se clasificaron todas las hipótesis en cuatro grupos quedando como sigue:

- 1.- Enfermedades
- 2.- Costas con pendientes poco pronunciadas
- 3.- Confusion magnetica
- 4.- Compulsion filetica

Estas causas engloban de manera general a todas las hipótesis planteadas.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía de La Paz, se localizó en la costa suroccidental del Golfo de California, entre los paralelos  $24^{\circ}46'$  N. y  $24^{\circ}07'$  N. y los meridianos  $110^{\circ}18'$  O y  $110^{\circ}38'$  O. Tiene un área aproximada de  $1632.6 \text{ km}^2$  y una línea de costa de  $127 \text{ km}$  (a partir de Cabeza Mechuda en el extremo noroeste, hasta Punta Coyote en el sureste). Está limitada al oeste, por la Sierra de la Giganta. Al sur, el Istmo de la Paz-Carrizal y la laguna de la Paz. Al sureste por la Sierra de La Victoria y al oriente por las islas Espíritu Santo y La Partida. Está comunicada con el Golfo de California por una gran abertura al noreste, entre Punta Cabeza Mechuda e Isla La Partida y al sureste por el Canal de San Lorenzo (Murillo, 1987).

La costa occidental de La Bahía puede ser clasificada como "costa de arrastre Neo-eje" (Inman y Nordestrom, 1971 en Murillo, 1987). Está caracterizada por una plataforma continental angosta y en partes inexistente. En su línea de costa prevalecen depósitos de playa. Estos depósitos sedimentarios costeros son más pronunciados al sureste en donde se desarrolla una amplia barrera denominada localmente "El Mogote". Esta barrera encierra una laguna con bordes de manglar rodeada de planicies de marea. En esta costa existe la presencia de acantilados interrumpidos por playas constituidas por material grueso. Por otra parte, la costa oriental se encuentra discontinua formando entrantes y salientes (Wright *et al*, 1973 en Alvarez-Borrego y Schwartlose, 1979).

La región costera al sur-oriente de la bahía es somera con profundidades menores a  $100 \text{ m}$ , tendiendo a aumentar hacia el centro



de la boca principal hasta 500 m (U.S. Navy Surveys, 1977 en Murillo, 1987). La distribución de los sedimentos del fondo marino está muy relacionada con la batimetría. Estos son aportados principalmente por rocas sedimentarias de la parte occidental así como rocas vulcano sedimentarias y transportados por la corriente litoral generada por la marea y el oleaje que fluye en general de norte a sur (Osuna, 1986).

**MARCO GEOLOGICO:** La Bahía de La Paz está rodeada de afloramientos rocosos pertenecientes a la provincia geológica de Baja California, subprovincia La Purísima-Iray. El material predominante a lo largo de la costa oeste está formado por areniscas y tobas félsicas; al sur por conglomerados, sedimentos litorales, lacustres y eólicos y al sureste y este, por basaltos volcánicos intermedios y tobas félsicas. La bahía forma parte de la fosa tectónica La Paz-Carrizal, limitada por fallas normales; una al noroeste y la otra al sureste con rumbos noroeste-sureste y norte-sur respectivamente (López-Ramos, 1982).

**METEOROLOGIA:** El régimen climático-oceanográfico en el Golfo de California es subtropical y debido a su posición entre dos zonas áridas adquiere un clima más continental que oceánico (Murillo, 1987). El gradiente barométrico generado a finales de invierno y principios de verano por la convergencia entre el centro atmosférico ciclónico del desierto de Sonora y el centro atmosférico anticiclónico del Pacífico Oriental, provoca que los vientos geostróficos se intensifiquen e induzcan el agua superficial del golfo hacia el sur, generando surgencias en la costa oriental manteniendo así un clima seco (Alvarez-Arellano, 1984). Se presenta

gran actividad convectiva en el Pacífico Oriental Tropical entre finales de mayo y principios de noviembre, con mayor intensidad en septiembre y octubre, esto produce, con frecuencia, huracanes que provienen de la costa sur de México o Centroamérica y se dirigen hacia el oeste o noroeste con velocidades entre 14,889 a 27,780 m/día , capaces de cambiar su dirección al norte o noroeste, las velocidades máximas de viento son de 77 m/seg y una presión atmosférica de 959 mb (Roden, 1964 ; Alvarez-Borrego,1983).

Los patrones de viento, surgencias y productividad muestran máximos en primavera y verano (Roden, 1964). En La Bahía de La Paz los vientos predominantes se presentan en primavera y verano; de marzo a mayo provienen del noroeste en la mañana y del sur por la tarde; y de junio a octubre del sureste, (Villaseñor-Casales, 1976). El clima en la bahía es cálido y seco, con lluvias escasas todo el año, predominando en invierno y verano, los vientos dominantes del noreste en invierno y principios de primavera propician el clima seco, la máxima precipitación se presenta entre junio y octubre, asociada a vientos del sureste; la radiación máxima se da a finales de verano, la mínima al inicio del invierno; la precipitación media anual es de 18 mm; la evaporación promedio anual de 215 mm y la humedad relativa está entre 62 y 70% (Pico, 1979 ). El servicio meteorológico mexicano (1928-1941), registró para la estación de La Paz (24°10' N ; 110°18'D), una precipitación anual de 173 mm con un promedio de 16 lluvias por año (Murillo, 1987).

MARCO OCEANOGRÁFICO: Circulación: Granados-Gallegos y Schwartzlose, (1974) determinaron el movimiento de las aguas superficiales del Golfo de California, encontrando que está

relacionado con los patrones de viento. Sus registros indican un patrón general en todo el Golfo, de flujo hacia el sur en el invierno y al norte en verano; en el interior del Golfo Norte algo de flujo que se desplaza al norte. Durante la primavera y el otoño el flujo puede ser en diversas direcciones, es decir que en el invierno puede estar caracterizada por una corriente hacia el sur en todo el golfo y en verano hacia el norte ( Alvarez-Borrego, 1983), estas corrientes al interactuar forman gradientes térmicos horizontales muy marcados, indicativos de frentes oceánicos (Roden, 1964; Wytky, 1967 en Murriilo, 1987).

El cuerpo de agua de la Bahía de La Paz, presenta un regimen de marea, mixto semidiurno. registrándose entre julio y septiembre los niveles más bajos de marea; el comportamiento de la velocidad de las corrientes de marea es variable, con las más altas de flujo y reflujó al norte de la Isla La Partida, en el Canal de San Lorenzo y en la boca de La Laguna de La Paz. Durante el proceso de flujo se llena la bahía por la boca norte y por el Canal de San Lorenzo, mientras que la laguna se vacía; Obeso-Nieblas, (1986), menciona que el proceso de reflujó, se inicia por el Canal de San Lorenzo y la parte norte de la Isla La Partida, registrando las velocidades mayores de flujo y reflujó en la boca del Canal y en la laguna. El transporte de agua neto en la bahía en un ciclo de marea es nulo, registrándose máximos durante el proceso de flujo y reflujó en la parte norte, y en zonas profundas; y los valores mínimos en las zonas más someras cercanas a la costa; la velocidad de este transporte es menor en partes profundas, aumentando en las zonas

someras, perdiéndose totalmente en la línea de costa (Obeso-Nieblas, 1986).

Masas de aguas en la Boca del Golfo de California: En la entrada del golfo se ha detectado la convergencia de tres masas de agua con características propias, que de acuerdo con diagramas de temperatura-salinidad, muestran claramente un mínimo y un máximo subsuperficial en la parte sur del golfo, entre los primeros 150 m de profundidad, y una por debajo de éstas entre 150 y 500 m. Las aguas superficiales del Pacífico Tropical Oriental y subsuperficial Subtropical invaden solamente la región de la boca del golfo en invierno y principios de primavera, mientras que en verano invaden prácticamente toda la boca del golfo; datos obtenidos en junio de 1957 indican la invasión de toda la parte sur del golfo, siendo esta más fuerte en octubre, (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). Estas masas de agua se forman a partir de:

1.- La Corriente de California: fluye hacia el sur a lo largo de la costa oeste de Baja California al rededor de la punta de la Península de Baja California, y su curso termina al incorporarse con la corriente Norecuatorial. Esta masa es poco estable y rica en nutrientes, con una temperatura y salinidad baja de 22°C y menor a 34.6‰ respectivamente (Roden y Groves, 1959).

2.- La Corriente Pacífico Tropical Oriental: al sureste de la boca del Golfo con una temperatura y salinidad intermedias. La salinidad fluctúa entre 34.92 a 36.6‰ y su temperatura mayor a 24°C. Tiene gran influencia en el verano, penetra al golfo a la altura de la Bahía de La Paz, limitando la influencia de la Corriente de

California y en invierno invaden la región de la Boca del Golfo (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979)

3.- La Corriente del Golfo de California: esta, agua producto del fenómeno de evaporación ejercidos sobre la masa de agua del Pacifico Subtropical Oriental, posee salinidades mayores o iguales a 34.92‰ y su temperatura fluctúa entre 22 y 25°C, fluye por encima de la Corriente de California y Pacifico Tropical (Roden y Groves, 1959; Stevenson, 1970 en Murillo, 1987)

4.- Del Pacifico Subtropical: Esta masa de agua subyace a las tres anteriores, su temperatura fluctúa entre 13 y 20°C y su salinidad varia entre 34.6 y 34.82‰. En invierno invade la región de la boca del golfo y en verano penetra hasta el sur de la Isla Angel de la Guarda. (Molina-Cruz, en prensa).

El movimiento o circulación del agua por surgencias, la canalización de corrientes de marea y la formación de frentes oceánicos, inducen una regeneración de nutrientes en la superficie. Los movimientos convectivos en invierno se registran al norte del golfo, donde el agua superficial y salina se hunde y es acarreada cercana al fondo con una componente de advección hacia el sur (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979).

Con base en la distribución superficial de los radiolarios, se sugiere un patrón de circulación superficial de agua en la Bahía de La Paz, en donde se ha observado que las aguas del Golfo de California penetran por la boca noroeste, originando una energía de oleaje que provoca una corriente litoral de norte a sur por su margen occidental y las aguas del Canal San Lorenzo que penetran por su boca sureste, generan una corriente hacia el norte y sur (Fig.1), (Murillo, 1987).

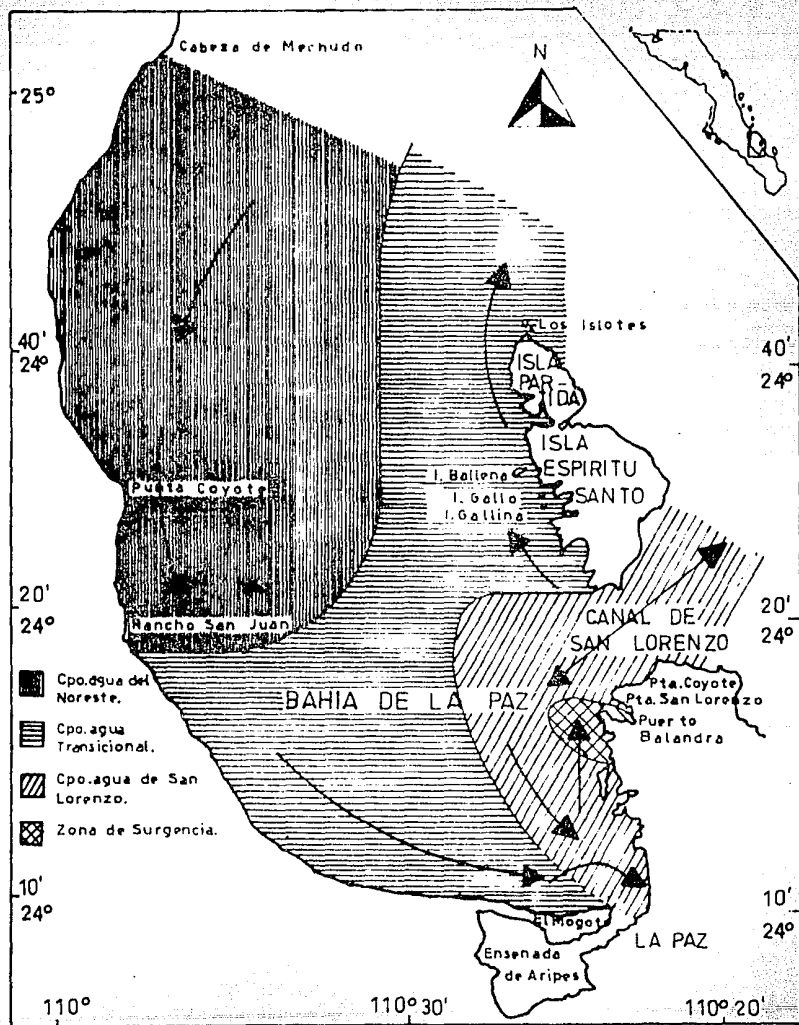


FIG. 1 CUERPOS DE AGUA Y DIRECCION DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES EN LA BAHIA DE LA PAZ (TOMADO DE MURILLO 1987).

A partir de un análisis micropaleontológico en la bahía, en 1987 se encontraron tres cuerpos de agua y una zona de surgencias (Fig.1), observándose que éstos mantienen una temperatura y salinidad dentro de límites más o menos fijos, que se les asignó un nombre de manera informal en función a su ubicación. Estos cuerpos de agua son:

a) Del Canal de San Lorenzo: se ubica en la región de mayor variabilidad estacional de temperatura, salinidad y oxígeno en el verano de 25°C ; 35‰ y 4.4 ml/l y de 24 a 24.7°C ; 34.4‰ a 35‰ y 4.7 ml/l respectivamente en el invierno (Centro de estudios de aguas litorales.SARH, 1983 inédito),

b) Transicional: influenciado por el cuerpo de agua del Canal de San Lorenzo y el del Noreste cuyos datos de temperatura, salinidad y oxígeno en el verano hasta 26°C ; entre 34.4 y 36.0‰ y entre 4.8 y 4.4 ml/l, y en el invierno son: 24.3°C y 24.5°C ; 34.4‰ ; 3.5 y 4.7 ml/l. (Fig. 1).

c) Noreste: Estacionalmente mantiene las condiciones más estables de temperatura, salinidad y oxígeno como se muestra en verano 26 y 27°C; entre 34.0 a 34.4 ‰ y 4.0 ml/l y en invierno de 24.5°C ; 34.2 a 34.8 ‰ y 4.6 y 4.7 ml/l, influenciado por las aguas del Golfo de California que penetran por la boca noreste. (Fig. 1)

d) Zona de Burgencia: que se presenta en el verano y principios del otoño, cuya temperatura y salinidad es de 24°C e, ( la más baja en toda el área); 35‰ y de 34.6 y 36 ‰ (las más altas en la Bahía). ubicada cerca de Punta Diablo, al sotavento cuando los vientos soplan del sur en verano-otoño, lo cual

origina un enriquecimiento de nutrientes en la superficie que favorecen a las especies características de esta zona, (Murillo, 1987) (Fig 1).

La temperatura superficial del mar en la Bahía a lo largo del año se desarrolla de la siguiente manera: en el invierno oscila entre 21 y 22.9°C ( 2°C); para la primavera entre 22.9°C y 25.2°C esta última temperatura se registra a finales de esta estación, con una variación mensual de 2 a 3°C, (Las estaciones de invierno y primavera son consideradas como la estación fría para la Bahía). La estación cálida encuentra su máximo valor al final del verano, cuando se registran temperaturas menores e iguales a 30.3°C. Para el mes de Julio se registra una temperatura promedio de 27.7°C variando a lo largo del mes entre 25.3 y 30.0°C. La estación templada (otoño), tiene un valor promedio de temperatura de 26.4°C, registrando su menor valor a finales de esta estación consistente en un promedio de 24.0°C, la variación de temperaturas a lo largo de esta estación va de 2 a 2.5 °C. (Aurióles et al, en prensa) (Fig. 2).



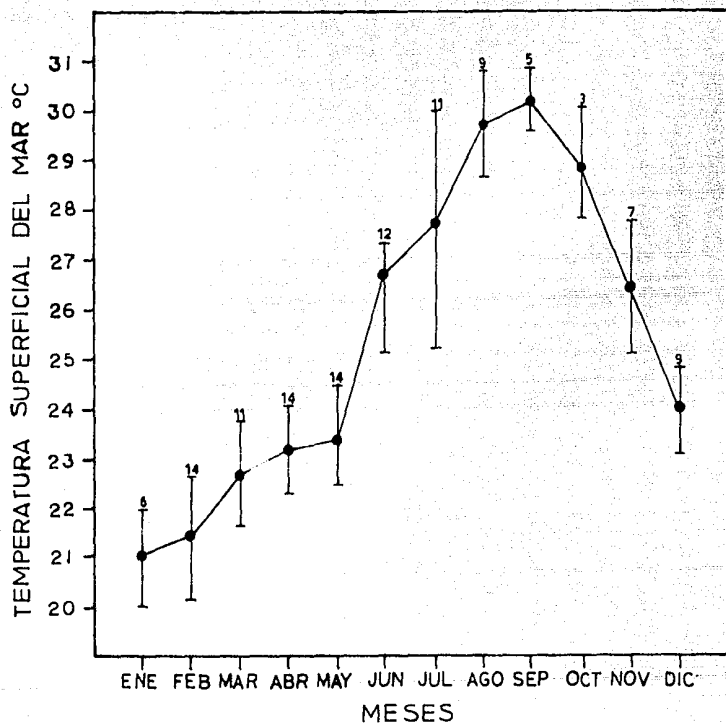


FIG:2 TEMPERATURA MENSUAL DEL MAR A UN METRO DE PROFUNDIDAD EN LA BAHIA DE LA PAZ (TOMADO DE AURIOLAS *et al.*, 1989).

## MATERIALES Y METODOS

Debido a la gran dimensión del área de la Bahía de La Paz y su topografía irregular, fué necesario dividir la costa en cinco zonas (Fig.3) de la siguiente forma :

1) Zona uno: que abarca desde la punta norte de la Isla La Partida hacia Punta Mechuda y hacia el paralelo 24°20' en el continente, con un área aproximada de 370 km<sup>2</sup>

2) Zonas dos y tres: localizadas en la parte media de la bahía, están delimitadas al norte por una línea imaginaria desde la Isla la Partida, hacia el continente. Al sur por otra línea imaginaria que divide a la mitad el Canal de San Lorenzo y finalmente una transversal a la altura del meridiano 110°30'N, la cual divide casi por la mitad al total de la bahía.

La zona dos, presenta un área de 480 km<sup>2</sup> aproximadamente siendo esta la mas grande y la tres al este de la Isla Espiritu Santo con 75 km<sup>2</sup> aproximadamente.

3) Zonas 4 y 5: localizadas al sur de la bahía presentan un área aproximada de 350 y 290 km<sup>2</sup> respectivamente, (las de más facil acceso) (Fig.3)

El estudio realizado consistió en dos etapas principales que fueron una de campo y la otra de laboratorio y gabinete. Para la primera etapa se realizaron recorridos mensuales, en busca de cetáceos varados y otros restos óseos. Estos fueron de dos tipos: a) Recorridos terrestres: 1.- Cubriendo la costa desde el Puerto de

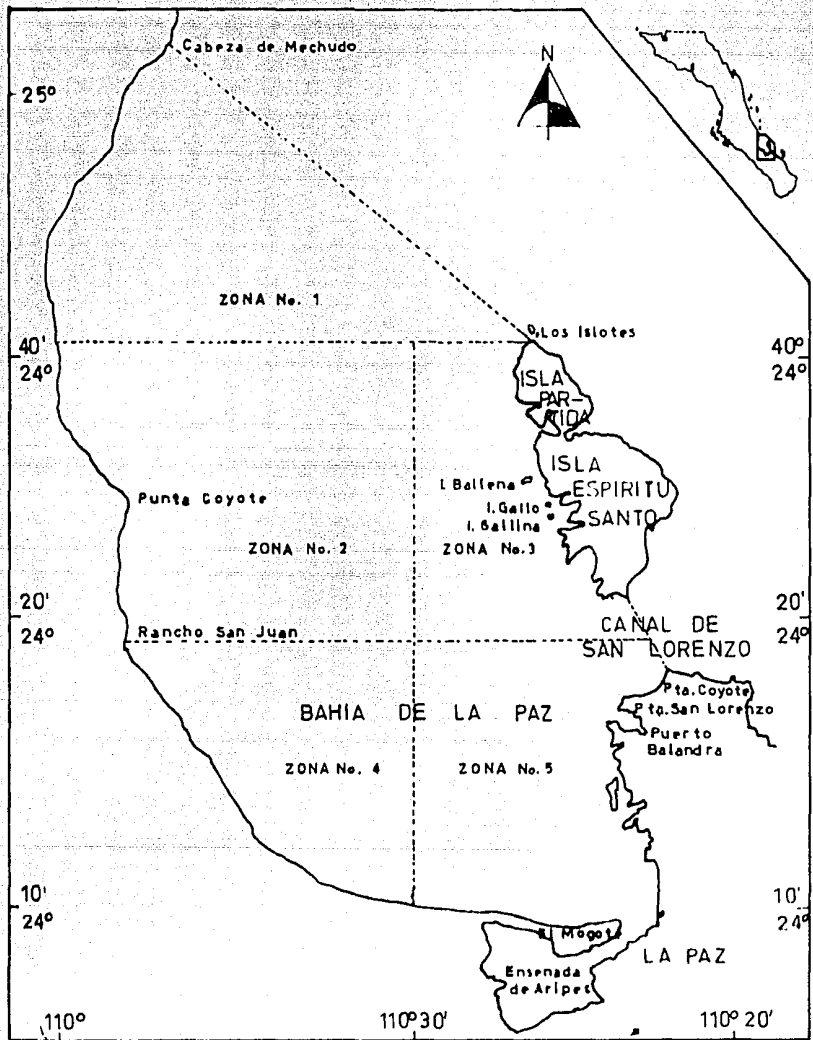


FIG.3 LOCALIZACION DE LAS CINCO SUBAREAS DE ESTUDIO EN LA BAHIA DE LA PAZ.

Pichilingue hasta el final del malecón en la ciudad de la Paz y retorno (con mayor frecuencia). 2.-De la punta del Mogote (frente al Puerto de la Paz) hasta 14 km hacia el oeste (límite oeste entre la zona 4 y 5) (Fig. 3). 3.- Desde el kilómetro diez de la carretera a San Juan de La Costa, cuando comienza a observarse la playa hasta la localidad de San Juan de La Costa. 4.- Desde el extremo oeste del recorrido del Mogote, hasta la primera playa observada por carretera a San Juan de La Costa hay un tramo no visto directamente por recorrido, pero fué registrado por medio de binoculares.

b) Recorridos en embarcaciones: Estos se realizaron desde el Puerto de Pichilingue hasta la punta norte de la Isla Espiritu Santo, cubriendo la costa oeste de la isla, la observación de la costa se hizo con binoculares. Cabe hacer notar que el recorrido terrestre desde la Paz a Pichilingue tuvo la misma frecuencia que los recorridos marinos de Pichilingue a Espiritu Santo, ya que la embarcación era transportada de la Paz a Pichilingue. Estos recorridos fueron mensuales de 1978 a mediados de 1979 y bimensuales a partir del segundo semestre de 1979 a 1982. De 1983 a 1985 fueron espaciados pero cubrieron todas las estaciones del año.

Algunos varamientos fueron registrados mediante el aviso de pescadores o gente que informaba de ellos y de ahí se visitaba el lugar. Es importante destacar que existe una muy buena comunicación sobre estos varamientos y es posible que la mayor parte de ellos hayan sido informados a la comunidad de la Paz y eventualmente, ya sea en forma directa o indirecta, al personal del CIB sobre todo los masivos.

Para la realización de los recorridos fué necesario llevar consigo binoculares (10 X 50), cuchillo de campo, machete, cinta métrica,

bolsas de plástico, cámara fotográfica, pala y guía de campo. Cuando se registraba algún individuo varado se le determinaban los siguientes datos generales; a) Lugar y fecha del registro, b) observación (comunicación o por recorrido) c) tipo de varamiento (individual o masivo), d) posición del cuerpo en la playa, e) tipo de sustrato, f) grado de descomposición y fecha aproximada de varamiento y g) colector (es).

Características del o de los individuos. a) Longitud total, b) forma y tamaño (altura y base) de la aleta dorsal, c) forma y tamaño (largo y ancho ) de las aletas pectorales, d) sexo , e) clase de edad (cria, juvenil, adulto), f) número de dientes en cada mandíbula y maxilares (si tenía), g) señas particulares (marcas, heridas, ectoparásitos, rasguños, etc), h) género y especie (si era posible). Posteriormente se procedió a coleccionar la cabeza o en caso de estar poco descompuesto se le enterraba lejos de la zona de marea, marcando el sitio para volver por él semanas después. El cráneo se etiquetaba anotando correctamente el número de registro, colocandolo en bolsas de plástico para ser transportado al lugar de estudio (CIB), donde se llevaría la siguiente etapa de limpieza.

El cráneo y el resto del cuerpo se pusieron en un costal de plástico (por separado) con pequeñas perforaciones, para después sumergirlos en el mar perfectamente anclados, para evitar que la marea los arrastrara, estos eran revisados diariamente para recoger los dientes que se encontraban flojos, anotando el número y posición del alvéolo del que fueron extraídos. Después de dos o tres semanas (según tamaño y especie), eran sacados del agua, raspando la carne y la grasa que aún tenían, inmediatamente eran secados al sol

Una vez secos se les ponía el número de registro en dos sitios del cráneo donde no se pudieran borrar por la manipulación del mismo; todos los demás huesos fueron etiquetados y colocados en cajas para ser armados posteriormente

Los cráneos colectados fueron medidos usando la lista de Shnell, Douglas and Hough, (1985). A los odontocetos se les extrajo un par de dientes (los más grandes), para contar bandas de crecimiento, de acuerdo con la técnica de Law et al. 1970, modificada ligeramente por Aurioles (Comen. pers). Que consiste en lo siguiente: se limpia el diente de tejido, una vez limpio se rebaja con un esmeril eléctrico en corte sagital hasta obtener una mitad (en caso de ser una pieza muy grande se usa segueta). La mitad del diente se pule con lijas de agua a partir de la de grano más grueso (320), para quitar las asperezas mas gruesas, posteriormente se procede a pulir con otra de grano mas fino (400), hasta que queda terso y finalmente se pule con la lija número (600), que le da el acabado deseado, obteniendo una superficie lisa y plana se enjuaga y se coloca en una solución al 10% de ácido fórmico, por un periodo variable (según tamaño y consistencia del diente), de tres a seis horas, luego se lava al chorro de agua y se seca al sol. Una vez secos, se procede a contar en un microscopio estereoscópico, cada banda de cementum que corresponde a un año (para el caso de Jursiops truncatus ) de acuerdo con (Klevezal y Kleinenberg, 1969). A la suma total de bandas se resta una que es la que se origina en la embriogénesis, y el número restante es considerada como la edad aproximada.

Para el análisis de los resultados y la contrastación con las

hipótesis planteadas en la literatura sobre causas de varamientos, se revisaron estudios oceanográficos que incluyeron temperaturas superficiales, salinidades, concentración de oxígeno disuelto y corrientes. Topográficos, como batimetrías y sedimentos y otros factores biológicos como son: distribución y abundancia de peces y macroinvertebrados (moluscos y crustáceos) en la Bahía a fin de establecer relaciones y plantear posibles explicaciones.

## RESULTADOS

### VARAMIENTOS EN LA BAHIA DE LA PAZ DE 1910 A 1989

Dado que los registros de varamientos ocurridos en el área no son muy numerosos y que la información se encuentra dispersa en diversos centros de investigación y universidades, dificultando su análisis, una de las metas de este trabajo fué la de recabar toda la información existente al respecto e integrarla a la del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C., desde 1978 hasta este último año (1989). La Tabla 1, muestra la información general de los varamientos confiables o publicados desde 1910.

Existen registros de principios de siglo en los que sólo se cuenta en algunos casos la especie de que se trata y el número aproximado de animales implicados, no especificando la localidad exacta. Por ello estos no aparecen en los mapas de localización. Algunos otros de mediados de siglo aún no han podido ser verificados en cuanto al número, especie y localidad, ya que son observaciones de pescadores y de otras personas que presenciaron el fenómeno. Estos últimos datos, aparecen en las figuras 5, 6, 7 y 8 y en la Tabla 1 de varamientos acontecidos en la Bahía de La Paz, pero en el análisis general y particular se guarda reserva de ser confirmados.

El Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, ha llevado un registro de varamientos individuales y masivos desde 1978, con una regular frecuencia, así como los avistamientos de cetáceos que visitan esta área año con año, en la Tabla 2, aparecen registros de estas especies en el período comprendido de 1978 a 1985, en donde se dan los valores porcentuales por estación en cada



Tabla 1. Registros de avistamientos de cetáceos en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México, 1910-1989.

Fecha	Nombre Científico	Localidad	#indv.	Referencia
1910	<u>Physeter macrocephalus</u>	La Paz	1	Fleischer (1984).
1946 *	<u>Physeter macrocephalus</u>	Paz	100	Fleischer (1984)
1953	Cetáceo no identificado	La Paz	1	Gilmore (1957)
1953	<u>Globicephala sp.</u>	La Paz	?	Gilmore (1957)
Jun/54	<u>Physeter macrocephalus</u>	Costa Baja	22	Gilmore (1957)
May/59	<u>Globicephala sp</u>	Costa Baja	35	Norris y Dohl (1980)
1966	<u>Globicephala sp</u>	Costa Baja	5	De la Farra (1984)
1977	<u>Stenella coeruleoalba</u>	Is. Espiritu Santo	1	Aguayo y Perdomo (1977)
1978	<u>Balaenoptera physalus</u>	La Paz	1	Fleischer (1984)
Mar/78	<u>Delphinus delphis</u>	Malecón de La Paz	1	CIBQ (1978)
May/78	<u>Delphinus delphis</u>	N.O. Isla E. Santo	1	CIBQ (1978)
Feb/79	<u>Physeter macrocephalus</u>	Is. Espiritu Santo	1	CIBQ (1979)
Feb/79 +	<u>Peponocephala electra</u>	S.O. Isla E. Santo	1	CIBQ (1979)
Feb/79	<u>Eschrichtius robustus</u>	El Mogote	1	CIBQ (1979)
1979 &	<u>Eschrichtius robustus</u>	Puerto de Pichilingue	2	Fleischer (1979)
Sep/80 +	<u>Ziphius cavirostris</u>	Playa el Caimancito	2	CIBQ & (1980)
Ene/82 +	<u>Grampus griseus</u>	El Centenario	1	Auriolas y Maravilla (1984)
Feb/83	<u>Delphinus delphis</u>	El Mogote	2	CIBQ (1983)
Feb/83	<u>G. macrorhynchus</u>	El Coyote Fiscal	1	CIBQ (1983)

Continuación de la Tabla 1.....

Mar/83	<u>Balaenoptera physalus</u>	Sur Isla E. Santo	1	Fleischer (1984)
Sep/83	<u>Balaenoptera physalus</u>	El Mogote	1	Fleischer (1984)
Agos/83	<u>Kogia simus</u>	Playa del CEAL	1	CIBQ (1983)
Oct/83	<u>Kogia simus</u>	El Esterito	1	Fleischer (1984)
Mar/83	<u>Steno bredanensis</u>	El Mogote	1	CIBQ (1983)
Oct/83	<u>Steno bredanensis</u>	El Muelle	1	CIBQ (1983)
Feb/83 +	<u>Pseudorca crassidens</u>	El Mogote	1	CIBQ (1983)
Mar/83	<u>Megaptera novaeangliae</u>	El Mogote	1	Fleischer (1984)
Jul/84 +	<u>Balaenoptera edeni</u>	Costa Baja	1	CIBQ (1984)
Oct/84	<u>Steno bredanensis</u>	San Juan de La Costa	1	CIBQ (1984)
Oct/84	<u>Stenella coeruleoalba</u>	N. Sn. Juan de La Costa	1	CIBQ (1984)
Nov/84	<u>Tursiops truncatus</u>	El Mogote	1	CIBQ (1984)
Ene/85	<u>Stenella coeruleoalba</u>	N. Sn. Juan de La Costa	1	CIBQ (1985)
Abr/85	<u>Tursiops truncatus</u>	San Juan de La Costa	1	CIBQ (1985)
Mar/85	<u>Kogia simus</u>	Costa Baja	1	CIBQ (1985)
May/85	<u>Delphinus delphis</u>	Isla Ballena	1	CIBQ (1985)
Mar/85	<u>Eschrichtius robustus</u>	Playa Hotel Gran Baja	1	CIBQ (1985)
May/85	<u>Kogia simus</u>	Punta Coyote	1	CIBQ (1985)
Jun/85	<u>Delphinus delphis</u>	El Mogote	1	CIBQ (1985)
Jul/86	<u>Berardius bairdii</u>	El Mogote	7	Aurioles y Muñoz (1987)
Ene/86	<u>Tursiops truncatus</u>	El Mogote	1	CIBQ (1986)
Inv/86	<u>Globicephala macrorhynchus</u>	Isla la Partida	1	Amador (Comen.pers)
inv/86	<u>Stenella coeruleoalba</u>	Las Tarabillas	1	CIBQ (1986)

Continuación de la Tabla 1.....

1986	<u>Tursiops truncatus</u>	San Juan de La Costa	1	CIB@ (1986)
Nov/87	<u>Tursiops truncatus</u>	San Juan de La Costa	1	CIB@ (1987)
Abr/88	<u>Tursiops truncatus</u>	San Juan de La Costa	1	CIB@ (1988)
Abr/88	<u>Delphinus delphis</u>	San Juan de La Costa	1	CIB@ (1988)
Ene/89	<u>Tursiops truncatus</u>	El Mogote	1	CIB@ (1989)
Feb/89	<u>Globicephala macrorhynchus</u>	El Cajete	1	CIB@ (1989)
Mar/89	<u>Kogia simus</u>	El Esterito	1	Fleischer (1989)
Agos/89	<u>Tursiops truncatus</u>	El Mogote	1	CIB@ (1989)
Sep/89	<u>Kogia simus</u>	El Mogote	2	CIB@ (1989)

\* Este reporte no es confiable, ya que el registro de varamiento masivo con mayor número de organismos del que se tenga conocimiento para esta especie, es el informado por Bryan et al. (1979) y por Clarke et al. (1979) con 56 individuos, varados en San Bruno, Baja California Sur, el primero de enero de 1979.

& Hasta el momento no se ha podido verificar el número de individuos que se vieron implicados en este varamiento, pero todo indica que el varamiento fué solitario.

+ Nuevos registros para la Bahía de La Paz

CIB@ Todos estos registros fueron, recabados por el grupo de Mamíferos Marinos del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur. A.C., como se en listan: Auriolos D; Muñoz E; Maravilla O; Sinel P; Fox C; Alvarado F y Rizo L.E

^ Nuevo registro para el Golfo de California (Auriolos, 1987).

Tabla 2. Frecuencia porcentual por estación de los registros de cetáceos en La Bahía de La Paz, B.C.S. en el período de 1978 a 1985

ESPECIE	ESTACION	REGISTRO	
		% Avistamiento	% Varamiento
<u>Tursiops truncatus</u>	primavera	26.92	3.84
	verano	23	-.-
	otoño	11.5	3.84
	invierno	30.76	4
No. total de registros: 26 = 100 o/o			
<u>Delphinus delphis</u>	primavera	35.71	28.57
	invierno	21.42	14.28
No. total de registros: 14 = 100 o/o			
<u>Kogia simus</u>	primavera	-.-	50.0
	invierno	-.-	50.0
No. total de registros: 4 = 100 o/o			
<u>Balaenoptera physalus</u>	primavera	69.23	7.6
	verano	7.6	-.-
	invierno	7.6	-.-
No. total de registros: 13 = 100 o/o			
<u>Eschrichtius robustus</u>	primavera	25.0	-.-
	invierno	25.0	50.0
No. total de registros: 4 = 100 o/o			
<u>Globicephala macrorhynchus</u>	primavera	16.6	-.-
	verano	5.0	-.-
	invierno	-.-	33.3
No. total de registros: 6 = 100 o/o			
<u>Steno bredanensis</u>	otoño	-.-	66.6
	invierno	-.-	33.3
No. total de registros: 3 = 100 o/o			
<u>Stenella coeruleopalba</u>	otoño	-.-	50.0
	invierno	-.-	50.0
No. total de registros: 2 = 100 o/o			
<u>Lagenorhynchus obliquidens</u>	primavera	66.6	-.-
	invierno	33.3	-.-
No. total de registros: 9 = 100 o/o			
<u>Megaptera novaeangliae</u>	primavera	66.6	-.-
	invierno	33.3	-.-
No. total de individuos: 3 = 100 o/o			

tipo de registro (varamiento /avistamiento), (Muñoz Ley, en proceso), observándose un incremento en el número de especies, durante el invierno y la primavera, debido quizá al descenso en los gradientes de temperatura y a un patrón migratorio que coincide con adecuadas condiciones oceanográficas y de alimento, (Fig. 4)

En el periodo de 1978 a 1986, fueron registradas seis nuevas especies nuevas en el Área, como por ejemplo el Zifio de Baird (Berardius bairdii), el que incurrió en un varamiento masivo en la localidad del Mogote (Aurióles y Muñoz, 1987 ; Michel y Fleischer, 1987), además otras especies como son: Peponocephala electra, Grampus griseus, Balaenoptera edeni, Pseudorca crassidens y Ziphius cavirostris, que son de nuevo registro en la Bahía, (Muñoz Ley, en proceso).

En esos mismos años se pudieron observar especies, ya registradas en la zona tiempo atrás, pero poco frecuentes, (Muñoz Ley en proceso) (Tabla 3)

#### VARIACION ESTACIONAL DE LOS VARAMIENTOS EN LA BAHIA DE LA PAZ

Como se expone en parrafos anteriores, la mayoria de los cetáceos, visitan la bahía, durante la estación fría (invierno y principios de la primavera), que es cuando el Golfo de California y la Bahía de la Paz presentan un patrón de circulación oceánico optimo, que coincide con la dispersión de la ictiofauna característica de aguas frías, hacia el sur del golfo y con los sitios y las épocas de concentración de peces pelágicos como la sardina (Sardinops sagax), que ocurre en aguas frías (Sokolov y Wong, 1972), aumentando de esta forma el recurso alimentario, factor

Tabla 3. Especies de cetáceos que se han registrado solo una vez en la Bahía de La Paz entre 1978 y 1985.

Nombre Científico	Estación/año	tipo registro
<u>Physeter macrocephalus</u>	invierno/1979	varamiento
<u>Peponocephala electra</u>	invierno/1979	varamiento
<u>Orcinus orca</u>	primavera/1981	avistamiento
<u>Ziphius cavirostris</u>	verano/ 1980	varamiento
<u>Pseudorca crassidens</u>	invierno/1983	varamiento
<u>Grampus griseus</u>	invierno/1982	varamiento
<u>Berardius bairdii</u>	verano/1986	varamiento
<u>Balaenoptera edeni</u>	verano/1984	varamiento

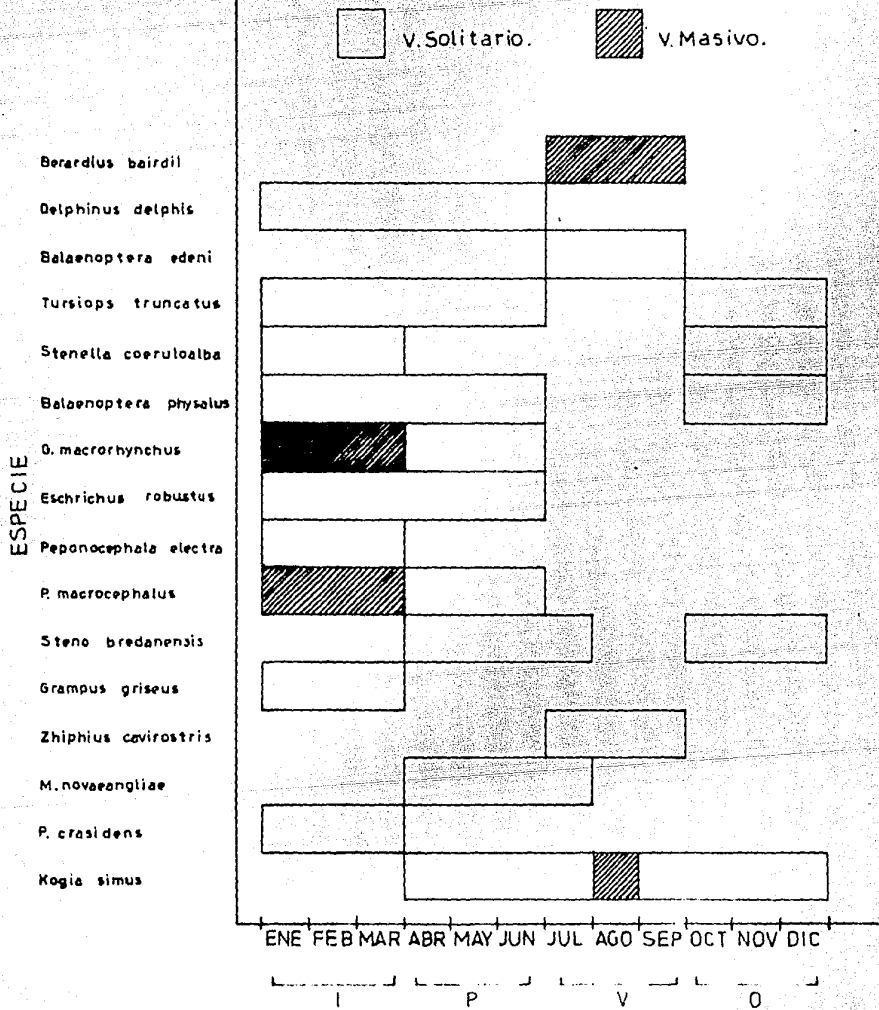


FIG.4 REGISTRO DE VARAMIENTOS POR ESTACION Y POR ESPECIE DE 1978 A 1989 EN LA BAHIA DE LA PAZ.

de gran importancia para los odontocetos migratorios (Fig. 3)

#### VARIACION ANUAL DE LOS VARAMIENTOS EN LA BAHIA DE LA PAZ

De acuerdo con los datos recabados desde principios de siglo, el número de registros de varamientos, no presenta la misma frecuencia un año con otro, pero guardan cierta similitud, en cuanto al número de especies y con la cantidad de organismos, en años que se pueden considerar normales.

Se recabó escasa información de los primeros años de este siglo, recuperandose solo siete registros para el período comprendido entre los años de 1910-1966; de los cuales solo se cuenta en algunos casos con el año y en otros no se cuenta ni la especie ni con el número de animales varados. Norris y Dohl (1980), reportan un varamiento acontecido en la playa de Costa Baja en 1959 donde se vieron implicados 35 calderones (Globicephala macrorhynchus) por ello y a la inquietud de la comunidad científica en el mundo, por dar una respuesta al fenómeno de los varamientos, a partir de 1978 el CIB, lleva un conteo sistemático de las especies varadas en la Bahía de La Paz, teniendo una frecuencia promedio de cuatro registros por año, de 17 especies con 105 individuos, que incluye tanto masivos como solitarios (Fig. 5)

Solo un varamiento masivo se ha reportado en los últimos cinco años, donde se vieron implicados siete animales de la especie (Berardius bairdii) en julio de 1986, (Aurioles y Muñoz, 1987; Michel y Fleischer, 1987). A principios de este año, 33 individuos de la especie Globicephala macrorhynchus, fueron rescatados, cuando quedaron atrapados (Urban, 1989)



NUMERO DE ESPECIES

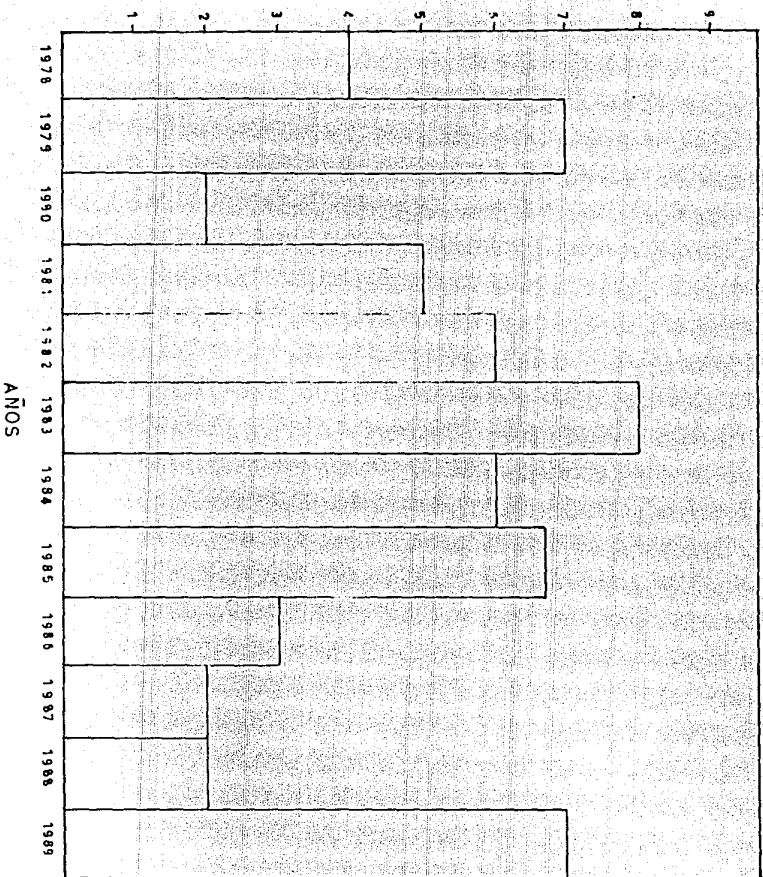


FIG. 5 NUMERO DE ESPECIES VARADAS POR AÑO EN LA BAHIA DE LA PAZ EN EL PERIODO 1978 A 1989.

El fenómeno de "El Niño": En el año de 1983 se presentó el fenómeno oceanográfico denominado "El Niño", que tiene alcances de carácter mundial. Su presencia en las costas de América se manifiesta generalmente a través de descensos drásticos en las pesquerías de peces como la anchoveta y con la consecuente mortalidad de las aves. La elevación de la temperatura y del nivel del mar son algunos de los cambios observados durante su aparición, (Pérez-Cruz y Molina, 1988; Valdez-Holgin y Lara, 1984), consecuencia del debilitamiento de los vientos alisios, lo cual inhibe a su vez el afloramiento de aguas superficiales frías ricas en nutrientes (surgencias), (Wyrki, 1977 en Murillo, 1987). El número de registros en este año en la bahía se vio incrementado en un 33%. La diferencia de este valor con respecto a la media de los varamientos de otros años fué significativa, (T-est. = 3.348, dF= 8,  $p > 0.05$  donde dF = grados de libertad y  $p$  = significancia). En cambio la frecuencia de observaciones en el mar se vió disminuida, pero no así la diversidad que se vió reflejada con los reportes de varamientos en ese año, (Figs. 6 y 7)

#### CLASIFICACION DE LOS VARAMIENTOS EN SENCILLOS Y MASIVOS

Conforme a lo definido por Dudok van Hell (1966), todo varamiento masivo es aquel en donde se ven implicados dos o más animales. La Bahía de la Paz es una zona que cuenta con varios de estos desde principios de siglo, ya que debió a su espectacularidad todos son reportados. Los varamientos sencillos dada su frecuencia se consideran comunes en la zona, rebasando hasta en un 95 % a los masivos, siendo indistinta la estación del año, en que se presentan (Fig. 8).

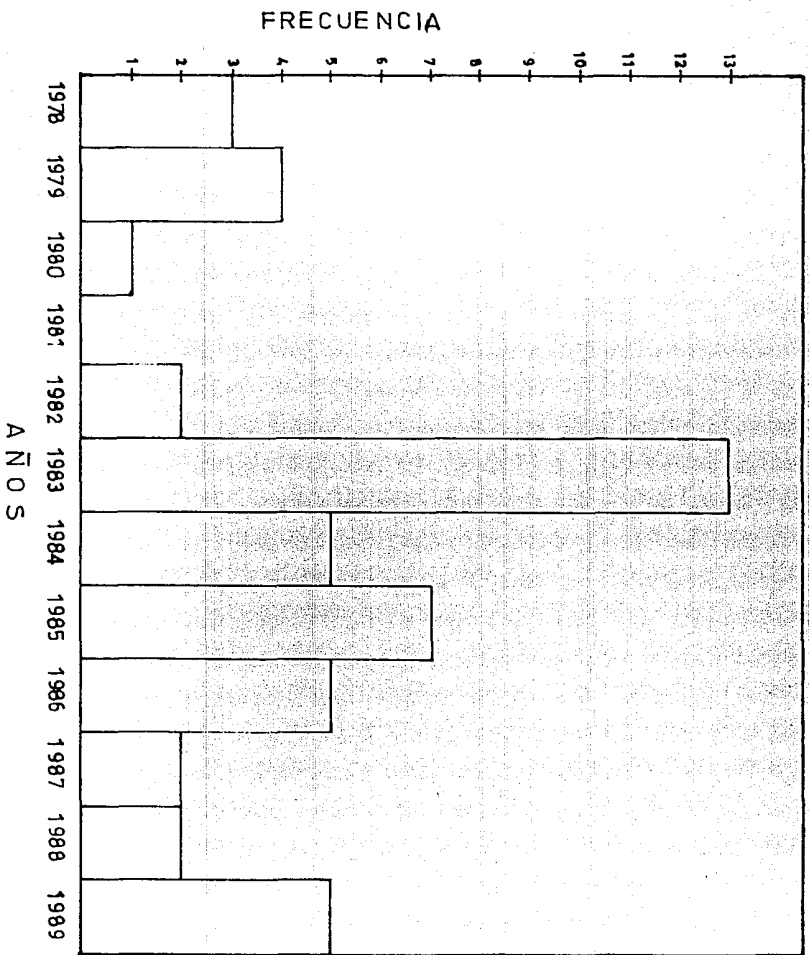


FIG.5. NUMERO DE VARANIDOS REGISTRADOS EN EL PERIODO DE 1978 A 1989 EN LA BAHIA DE LA PAZ.

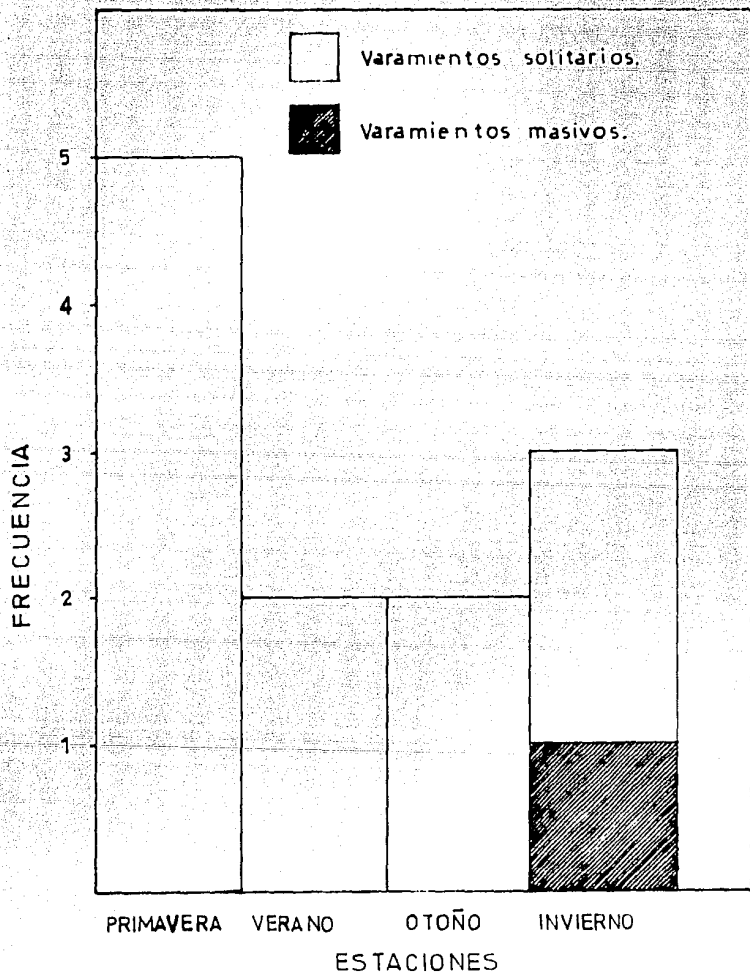


FIG.7 FRECUENCIA DE VARAMIENTOS EN LA BAHIA DE LA PAZ EN EL AÑO DE "EL NIÑO" 1983.

## LOS VARAMIENTOS Y EL MARCO AMBIENTAL

Varamientos por localidades: Las zonas 4 y 5, localizadas al sur de la bahía, presentan una mayor frecuencia, con 11 y 29 reportes respectivamente, de los cuales siete son masivos correspondientes a la zona 5, (Fig. 9), concentrados en su mayoría (5) en las localidades de Playa de Costa Baja, Playa el Coromuel y del Caimancito, (Fig. 10)

Los varamientos sencillos, no se presentan en un lugar específico, como en el caso anterior, ya que se han registrado a lo largo de todas las playas arenosas de la Bahía, (Fig. 11)

Dentro de la zona No. 3, se encuentran las Islas del Espíritu Santo, La Partida, Ballena, Gallo, Gallina y los Islotes (Fig. 8), área donde el fenómeno no es frecuente, con cuatro varamientos que representa el 9.8% de los registros recabados por el CIB, dato que indica una diferencia significativa en cuanto a reportes de varamientos durante el periodo de 1978 a 1989 con la zona 5 la que muestra el 43%, siendo igual el esfuerzo de observación en ambas.

Varamientos y su relación con los cuerpos de Agua. Teniendo como base el patrón de cuerpos de agua, en la bahía descrito en Murillo (1987) se obtuvo lo siguiente: 1.- En el Cuerpo de Agua del Canal de San Lorenzo: se registraron cuatro varamientos masivos, donde la mitad de ellos corresponden al género Globicephala macrorhynchus, y los restantes a las especies Ziphius cavirostris y Physeter macrocephalus, y 11 solitarios de 6 especies, destacando por su frecuencia Kogia simus, en el sureste de la bahía y al noroeste se contaron tres de igual número de especies y animales, localizados en la punta sur de la Isla Espíritu Santo

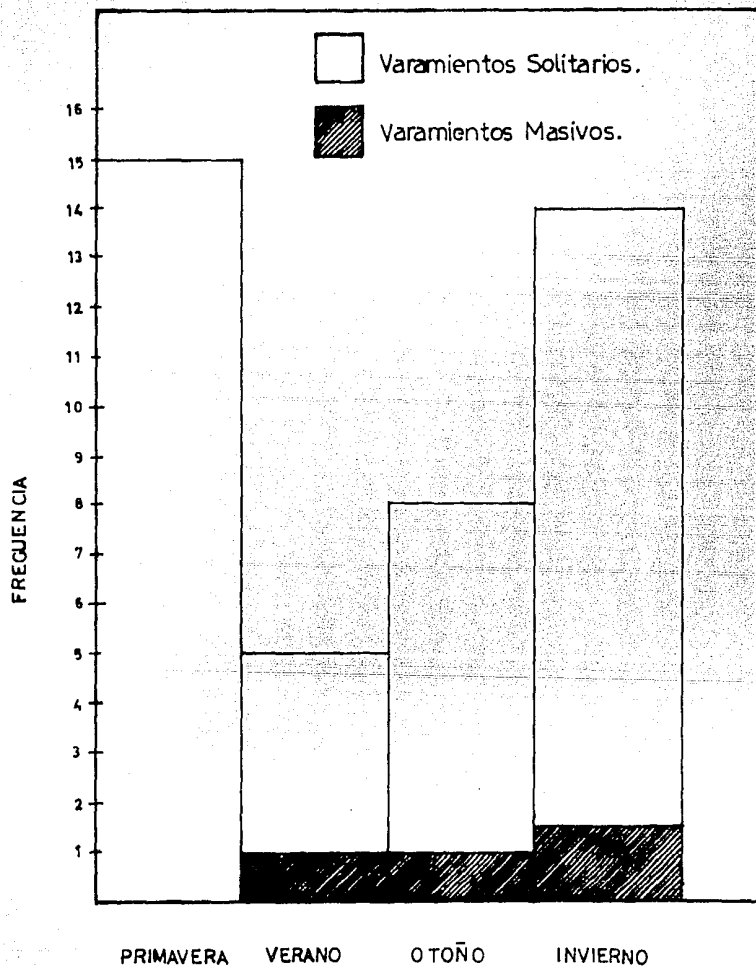


FIG. 9 FRECUENCIA DE VARAMIENTOS POR ESTACIONES DE 1978 A 1989 COMBINADOS EN UN AÑO.

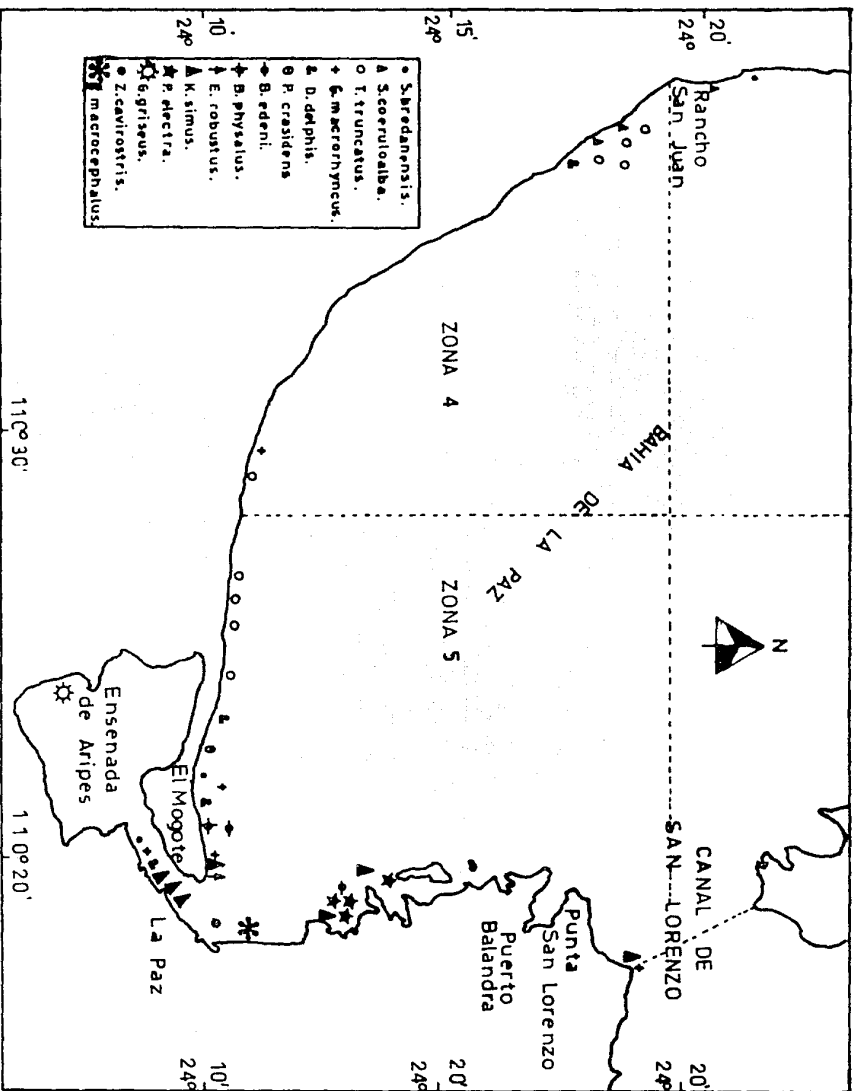
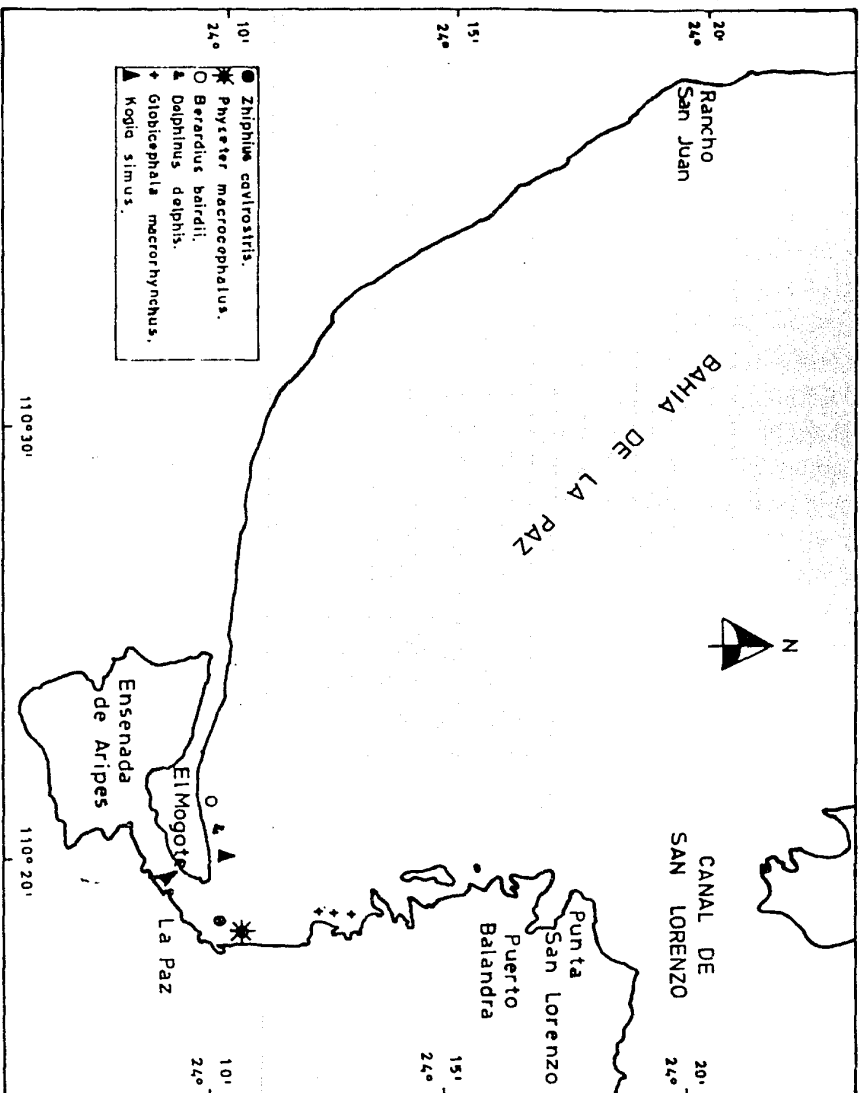
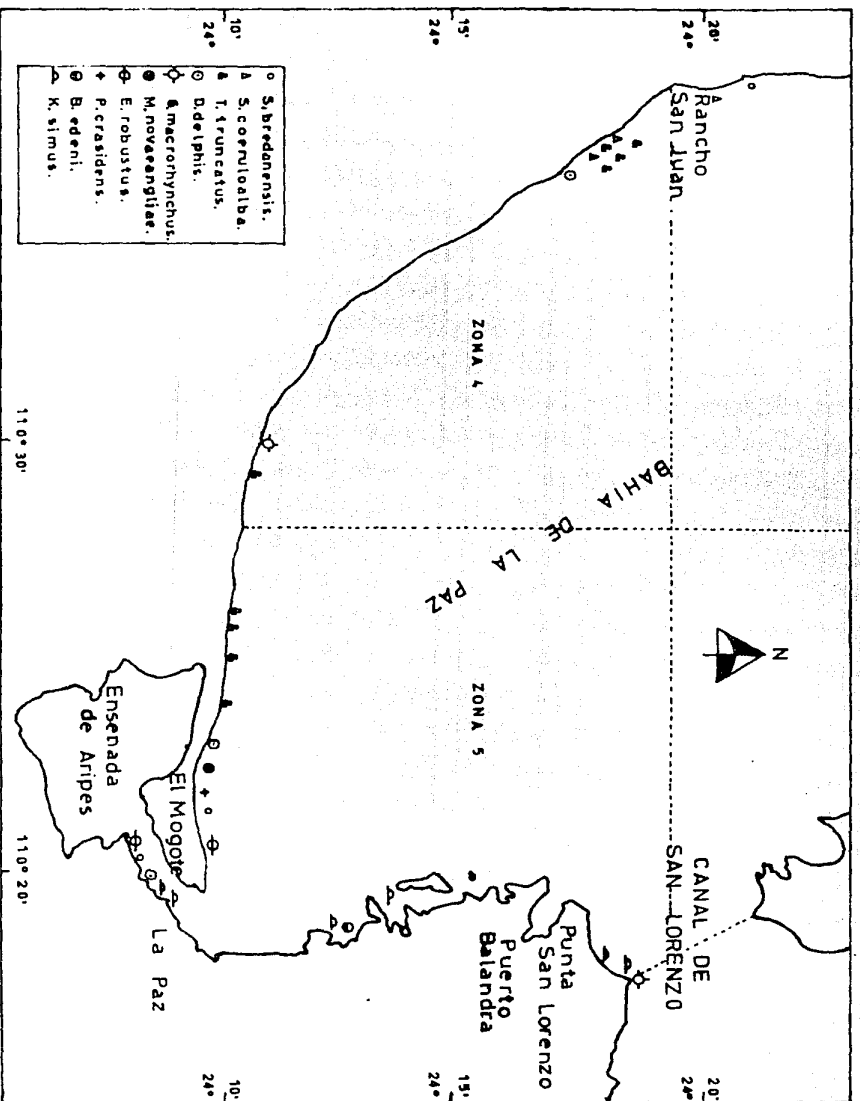


FIG. 9 LOCALIZACION DE LOS VARANIENTOS MASIVOS Y SOLITARIOS ENTRE PUNTA COYOTE (ZONA 5) Y SAN JUAN DE LA COSTA (ZONA 4).

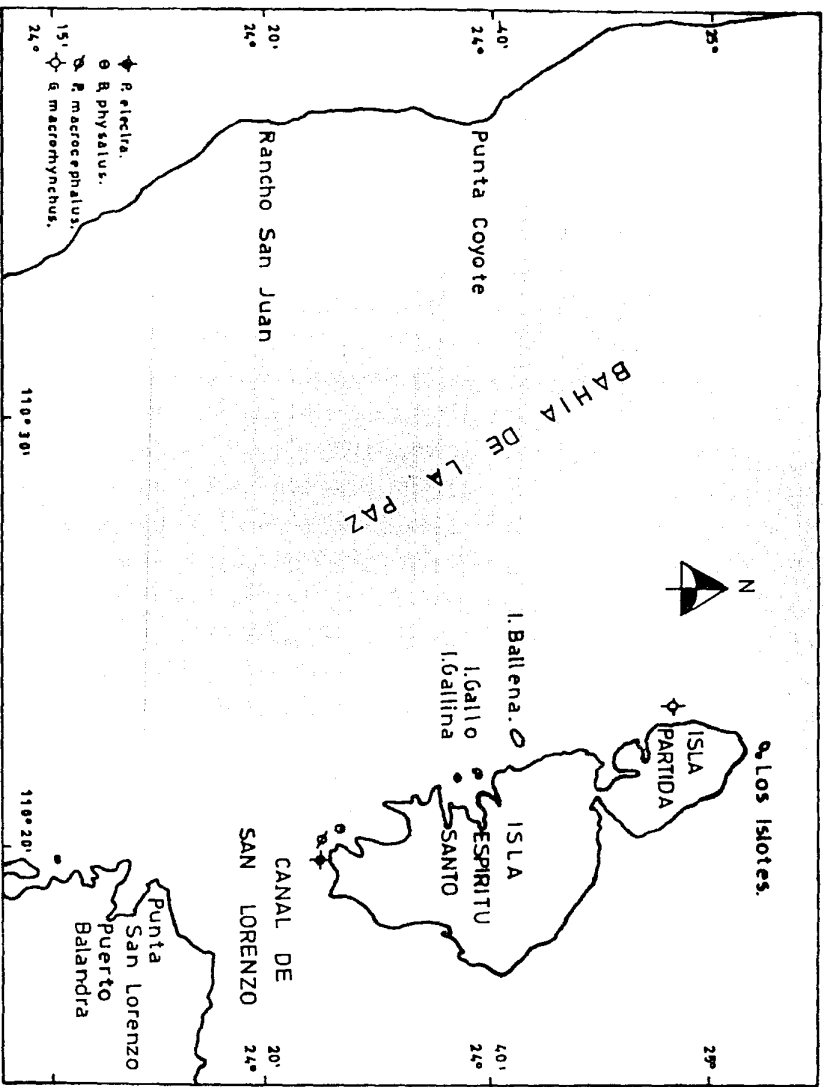
- 49 -  
 FIG. 10 LOCALIZACION DE LOS VARAMIENTOS MASIVOS REGISTRADOS EN LA BAHIA DE  
 LA PAZ DE 1954 A 1989.







50 - FIG. 11 LOCALIZACIÓN DE LOS "ARAMIENTOS SOLITARIOS REGISTRADOS ENTRE PUNTA COYOTE (ZONA 5) Y SAN JUAN DE LA COSTA (ZONA 4).



51  
 FIG. 12 LOCALIZACION DE LOS VARANIDOS REGISTRADOS EN LAS ISLAS  
 ESPIRITU SANTO Y PARTIDA DE 1954 A 1989.

2.- En el Cuerpo de Agua Transicional 1 se reporta un solo varamiento masivo involucrada la especie Berardius bairdii, siendo la más frecuente Tursiops truncatus, y uno en la costa occidental de Globicephala macrorhynchus en la Isla La Partida.

3.- Las zonas de la boca y la Ensenada de La Paz, (Fig.1) por su localización se ven afectadas por ambos cuerpos de agua, con siete reportes, todos solitarios, de los cuales seis son en la boca y el último dentro de la Ensenada.

Para el cuerpo de agua del noreste no se tiene información de varamientos.

Los varamientos y su relación con la batimetría: Dado que los registros con que se cuentan son de las zonas 3,4 y 5 el análisis batimétrico, se refiere a las mismas, resulta lo siguiente:

1.- La mayoría de los reportes en estas zonas se localizan en las áreas más someras de la bahía, cuyas playas son arenosas y extensas de declives graduales, las arenas son blancas y finas, que le dan transparencia a las aguas (Figs. 13 y 14).

2.- Los varamientos masivos, se localizan en mayor número (3) en la localidad de Costa Baja, ; dos en la región de las playas del Coromuel y el Caimancito, y los restantes dos en el Mogote, cuyos márgenes tienen una profundidad no mayor al metro y medio, y los bordes declinan suavemente, (Cruz-Orozco, comen.pers; Pedrín-Aviles, comen.pers.,1989) (Figs.13 y 14)

3.- Existe un buen número de reportes sencillos al norte del Mogote, donde, los sedimentos son menos finos, en su mayoría a base de gravas, (Pedrín-Aviles, comen. pers.,1989) (Fig. 11)

Los varamientos y la temperatura superficial del mar: La temperatura



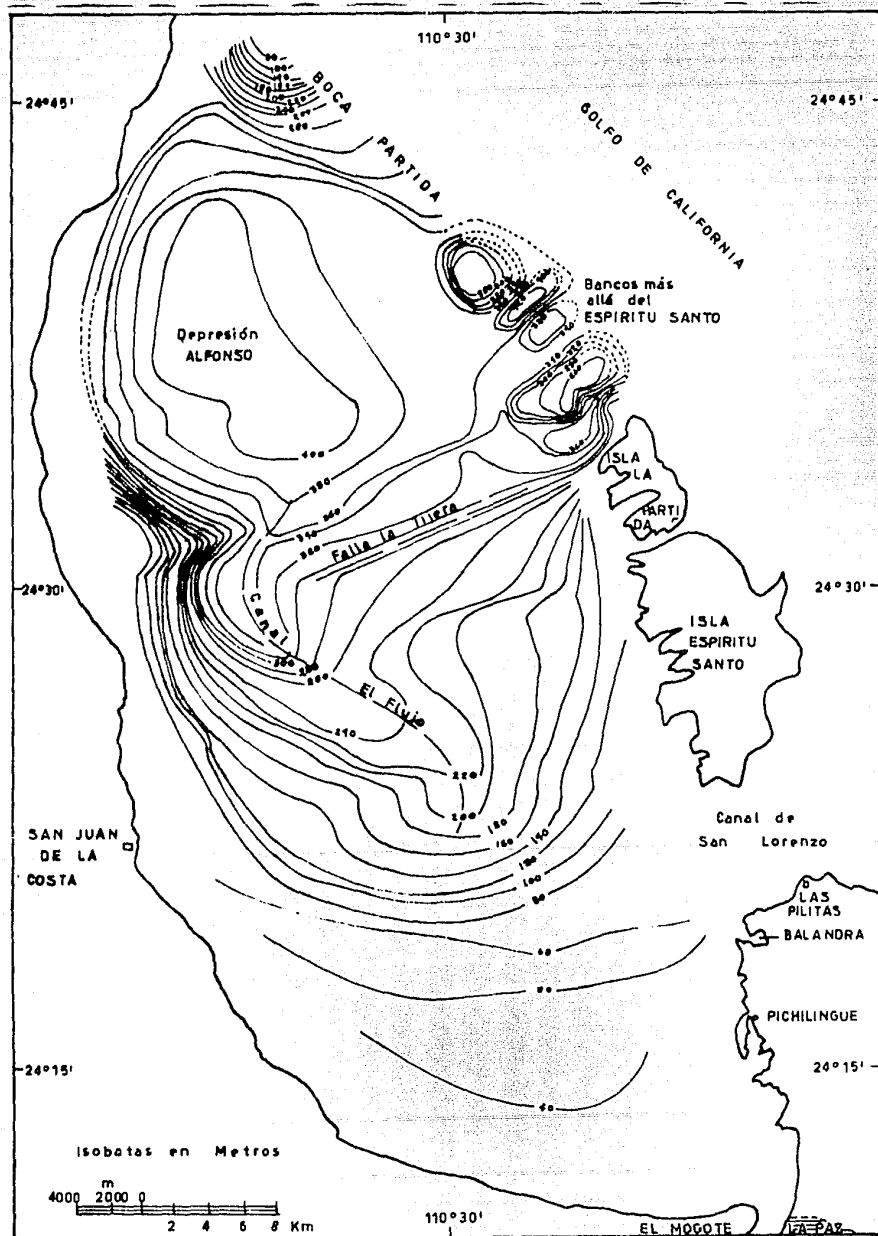


FIG.14 BATIMETRIA DE LA BAHIA DE LA PAZ (TOMADO DE CRUZ OROZCO et al 1989).

superficial en la Bahía es casi homogénea en toda su área. En el invierno y a principios de primavera tiende a descender en décimas de grado. La región sureste, es la zona más fría, ya que por su cercanía a la boca de la bahía se ve influenciada por Aguas del Golfo de California que son de menor temperatura, siendo una zona de alta productividad. Por tal motivo el número de animales y de especies observadas en este lugar es mayor con respecto a las otras, ya que peces como la sardina (Sardinops sagax), de aguas frías se concentran en esta área

#### LOS VARAMIENTOS Y LAS ESPECIES INVOLUCRADAS

Existen especies de cetáceos que incurren frecuentemente en el varamiento y que entran a la bahía, ya sea como paso en su ruta migratoria o en la búsqueda de alimento; como son los siguientes: El calderón (Globicephala macrorhynchus): delfín de hábitos oceánicos, que habita aguas templado-tropicales de todo el mundo, se desplaza en grupos familiares bien conformados siguiendo estacionalmente bancos de peces y calamares (Leatherwood et al. 1983). Este odontoceto visita todos los años la Bahía de La Paz, entre finales de invierno y principios de primavera, se han observado manadas entre el Canal de San Lorenzo y la playa de Costa Baja. En esta última área se han reportado los siguientes varamientos masivos; Norris y Dohl (1980) registraron 35 individuos en la primavera de 1959, posteriormente De la Parra et al. (1984) el de cinco animales en el año de 1966 y finalmente a principios de este año, tuvo lugar el rescate de un grupo de 33 calderones, que quedaron atrapados (Urbán, 1989).

Difícilmente por el tipo de sociabilidad compleja que presentan se ven animales solitarios, pero se han registrado varamientos individuales en otras zonas de la bahía.

El cachalote enano (Kogia simus): Este cetáceo ha sido poco observado por lo que poco se sabe de sus hábitos sociales. Aparentemente estos animales no forman grupos familiares grandes, los registros de varamiento en otras partes del mundo indican hembras con crías o animales solitarios (Walker, 1954). Los colegas de la Facultad de Ciencias, UNAM., han registrado esta especie en Bahía de Banderas, Jal. en varias oportunidades (Aguayo, 1986).

En la Bahía de La Paz, en los últimos años, se le han registrado varamientos en la zona 5, principalmente entre la playa de Costa Baja y la boca de la Ensenada de La Paz, que dan un total de cinco reportes y uno más en la Punta Coyote al sureste de la Bahía.

El delfín de dientes rugosos (Steno bredanensis): Mamífero marino pelágico que se distribuye en todo el Pacífico Oriental-Tropical, por lo que puede ser visto en cualquier época del año, prefiriendo aguas templadas al que se ha visto organizarse en pequeños grupos mezclándose con otros cetáceos como los tursiones o calderones, probablemente para comer de grandes cardúmenes de peces pelágicos y calamares. (Leatherwood et al. 1983)

El tursión (Tursiops truncatus): Este cetáceo es considerado residente en la zona ya que es visto todo el año con una regular frecuencia en diversas áreas dentro de la bahía. Acevedo (1989) contó en la primavera y parte del verano de 1987 12 individuos por grupo aproximadamente, teniendo como punto de observación la punta del Mogote donde se concentraban preferentemente en el verano.

Muñoz Ley (en proceso) observó grupos de tursiones desde el suroeste de la Isla Espíritu Santo hasta la boca de la Ensenada de La Paz a lo largo de un año, durante el período comprendido de 1978 a 1985. Los datos de varamientos indican una frecuencia en el invierno y primavera cerca de la región de San Juan de La Costa y en el Mogote, lo que sugiere que este mamífero se distribuye en diferentes áreas de la bahía, según la estación.

El delfín común (Delphinus delphis), se ha registrado en la Bahía de La Paz principalmente en el invierno y primavera formando grandes grupos. Su paso hacia el Golfo de California, puede deberse a la búsqueda de alimento (Aguayo comen. pers. 1989). Se sabe que peces como la sardina monterrey (Sardinops sagax) se concentran en regiones frías de la bahía (Castro-Aguirre, comen. pers. 1989). Este cetáceo ha incurrido en algunos varamientos solitarios, localizados al sur de esta (zonas 4 y 5) siendo más numerosos en esta última, y en una ocasión al noroeste de la Isla Espíritu Santo.

El Delfín listado (Stenella coeruleoalba), mamífero de hábitos oceánicos y de distribución tropical, ha sido registrado en el Golfo de California (Aguayo y Perdomo, 1985). Walker (1964) informa que tal vez se alimenta en el Golfo, cerca de las costas.

En la Bahía de La Paz solo se ha reportado varado. El primero de ellos fue registrado por Mullen et al. 1977 en Gallo, 1985 en la Isla Espíritu Santo; en dos ocasiones, en la localidad de San Juan de La Costa, en octubre y enero respectivamente (CIB, 1984 y 1985), y en el invierno de 1986 muy cerca de San Juan de la Costa en la playa de las Tarabillas (CIB, 1989).



La ballena gris (Eschrichtius robustus), dentro de su ruta migratoria hacia el norte del Golfo de Cortés, entra a la Bahía de La Paz, donde se le puede observar a partir de enero, hasta abril todos los años. Son contadas las ocasiones que incurre en un varamiento en la bahía y únicamente solitarios; dos reportes han sido confirmados de los tres que existen localizados en el Mogote y la boca de la Ensenada (frente al Hotel Riviera del Sol) (CIB, 1979 y 1985). Fleischer et al. (1984) reportó un varamiento masivo en el puerto de Pichilingue, en 1979, donde contó dos ballenas, pero según investigadores del CIB, solo se trataba de un ejemplar.

El rorcual común (Balaenoptera physalus) presenta varias poblaciones a lo largo de California. Una de ellas se extiende invernalmente hasta el sur de Baja California ( en las costas de Cabo San Lucas ) durante los meses de noviembre a enero; otra más reciente del alto Golfo de California y hacia el norte del Rio Colorado (Leatherwood et al. 1983 ; Aguayo y Rojas, 1983 ). En la Bahía de La Paz se le ha visto con mayor frecuencia en la primavera, habiendose registrado una vez en el Mogote (Fleischer et al. 1984) y otra más al sur de la Isla Espiritu Santo, (CIB, 1984) viendose implicado un animal en cada ocasión.

El cahalote (Physeter macrocephalus), no es una especie nueva en la zona, ya que se cuentan con registros que datan desde principios de siglo donde este animal incurria en el varamiento masivo. Del que no se tuvo registros de avistamientos o varamientos desde 1979.

en febrero de 1979 un individuo se encontró varado en la Isla Espiritu Santo (CIB). El último reporte que se tenga conocimiento fue de un individuo que se desplazaba cerca de la costa occidental de la Isla Espiritu Santo, en enero de 1989, año cuyas temperaturas superficiales descendieron notablemente (Bourillon comen. pers. 1989).

Nuevos registros para la costa occidental del Golfo de California y la Bahía de La Paz: El siguiente grupo de cetáceos, integran nuevos registros para el Golfo y la Bahía de La Paz y solo han sido detectados por medio de varamiento.

El delfín cabeza de melón (Peponocephala electra), encontrado en el invierno de 1979 al suroeste de la Isla Espiritu Santo, registrado y colectado por el Biol. Mar. Edgar Amador y posteriormente identificada por el Dr. Aurioles.

El zifio de Baird (Perardius bairdii), reportado con un varamiento masivo por Aurioles y Muñoz (1987) ; Michel y Fleischer, (1987), en julio de 1986 en el Mogote, con siete organismos. Los cráneos se encuentran distribuidos en tres centros de investigación en la U.A.B.C.S., en el C.R.I.P., de La Paz y en el C.I.B.

El siguiente grupo de registros pertenecen a especies nuevas para la Bahía de La Paz: El rorcual de Bryde (Balaenoptera edeni), cetáceo que es común alrededor de la boca del Golfo de California y que llega en el verano a la parte superior del golfo, cuya distribución se ve limitada a aguas con temperaturas promedio de 20°C, se encontró varado en la playa de Costa Baja, (CIB, 1984) el cual fué liberado.

El delfin de Risso (Grampus griseus), fue colectado en la Ensenada de La Paz (El Centenario), el 15 de febrero de 1982, por el personal del CIB, del cual se conserva el cráneo depositado en la colección de este centro.

La orca falsa (Pseudorca crassidens), encontrada y colectada, por el CIB, en febrero de 1983 en el Mogote, del que conserva la mandíbula, en la colección de este centro.

El zifio de Cuvier (Ziphius cavirostris), se le registró en un varamiento masivo encontrándose dos animales en la Playa del Caimancito (CIB, 1980).

## DISCUSION

### I.- Definición

Un primer problema previo al análisis de los resultados fué el concepto de varamiento, ya que existen diversas opiniones al respecto que se resumen de la siguiente manera: 1a. El arribamiento a las playas de animales vivos, y 2a. La depositación del o los cuerpos en la playa siendo indistinta la forma de llegada (muertos o vivos). Por tal motivo fué necesario buscar una definición que englobara ambas alternativas, ya que el Centro de Investigaciones Biológicas recabo ambos tipos de reportes y que la mayoría de estos, fueron de cetáceos encontrados muertos en las playas, siendo imposible determinar la manera de arribamiento y la causa de muerte. Por lo tanto un varamiento, es el encallamiento de un cetáceo (s) en la playa, independientemente de la forma de arribamiento, es decir vivos cuando el animal (es) sin movimiento (tal vez a causa de una gran tensión) es arrojado (s) hasta las playas o muerto (s) (de manera natural en el mar) ayudado (s) por mareas y corrientes. Los varamientos masivos involucran animales que se han varado vivos. Esto se asume así ya que la probabilidad de que dos o más animales mueran en el mar en la misma fecha y sean llevados por la corriente al mismo lugar es sumamente baja. Es más plausible asumir que navegaran juntos y llegaran de tal manera a la playa. El requerimiento más importante para poder asignar esta categoría es que los animales deben tener el mismo grado de descomposición y esto es posible cuando todavía tienen lo que se denomina "carcaje". No es

posible determinar si fueron o no integrantes de un mismo grupo cuando solo se encuentran los huesos, (aunque estén cerca uno de otro), porque ya no hay manera de medir la similitud en descomposición.

Los conceptos de varamiento masivo y solitario se retomaron de las definiciones propuestas por Dudok van Hell (1966), donde un varamiento masivo es la llegada de dos o más animales a la playa y uno solitario cuando encalla un solo organismo.

## II.- La Bahía de La Paz --" Permanencia invernal de diversos cetáceos".

De acuerdo con los registros de avistamientos y varamientos, es evidente que existe una mayor diversidad y número de cetáceos en la "estación fría" (invierno y primavera) que es cuando la temperaturas superficiales del mar son más bajas ( 21° y 22.9°C ) (Auriolles et al. 1982), meses que coinciden con la época de llegada de muchos odontocetos y misticetos que se mueven de acuerdo a los gradientes de temperatura. Por lo que en la Bahía de La Paz se ve incrementado el número de cetáceos migratorios.

Una razón de la permanencia en la bahía de los cetáceos con dientes (odontocetos), puede estar en función de los cambios climáticos estacionales que influyen con la concentración de peces pelágicos migratorios como la sardina monterrey (Sardinops sagax), especie de aguas frías que se desplaza desde el alto Golfo de California, por las costas oriental y occidental hasta los sitios de menor temperatura, denominados como zonas de alta productividad. Una

población de estos peces se concentra en la región sur de la bahía lugar donde las temperaturas son menores (Casas, 1983; Arvizu, 1987; Huato, 1988; Castro-Aguirre, comen. pers.), lo que sugiere que la estancia de los odontocetos en este lugar puede deberse a la abundancia de alimento.

### III.- La Bahía de La Paz - Una trampa natural

Gilmore (1957) consideró a la Bahía de La Paz como una trampa natural donde los cetáceos encuentran la muerte, cuando éstos entran a la bahía por la boca noreste (quizá de regreso del alto Golfo de California) pegados a la costa oriental de la península, confundiendo la salida de la bahía con la angosta boca de la Ensenada de La Paz por la que entran y salen topándose con los bancos de arena que quedan al descubierto al bajar la marea, quedando ahí atrapados.

La ubicación de los registros recabados confirma lo propuesto por Gilmore (1957), los cuales muestran que "la trampa" se localiza al sur de la bahía desde el Puerto de Pichilingue (sureste), hasta el Mogote (sur), concentrados en dos zonas: 1.- El Mogote y 2.- Costa Baja, (de mayor frecuencia de varamientos), (Figs. 5,6,7 y 8)

El análisis batimétrico y oceanográfico, indica que la profundidad en el sur de la bahía, no es la única explicación a la alta ocurrencia de varamientos, por lo siguiente:

1.- La batimetría en el área es irregular; las playas son arenosas de declives graduales, cuyas profundidades no son mayores al metro y medio en su línea de costa, seguidos por diversas cuencas de profundidad no conocida cerca de la misma (Figs. 13 y 14)

(Surveys, U.S.A., 1942 ; Cruz-Orozco, comen. pers.). Retomando lo propuesto por Norris (1966) sobre la refracción del sonido a causa de las termoclinas, se infiere que los animales de hábitos oceánicos pueden vararse por fallas en el sistema de navegación ya que de existir termoclinas, alterarían la recepción del eco (disminuyendo su velocidad o reflectándolo).

2.- La productividad del cuerpo de agua del Canal de San Lorenzo, (Fig. 9), donde se reporta abundancia de cardumenes de peces pelágicos en la temporada invernal explica la presencia de los odontocetos en esa área y para ese período.

#### IV.- Los varamientos y la mortalidad natural en el mar:

Mead (1979), considera que un gran número de varamientos sencillos, son a causa de la mortalidad en el mar, como un reflejo de la dinámica poblacional. Sargent (1979), clasifica en dos grupos las posibles causas de los varamientos solitarios:

##### I) Mortalidad Natural

- a) Enfermedades respiratorias, necrosis cerebral, etc.
- b) Senectud
- c) Predación

##### II) Mortalidad por acciones Humanas

- a) Heridas causadas por la cacería, o por el choque de los animales con las propelas de los barcos
- b) Daños causados por artes de pesca.

Los resultados obtenidos muestran una mayor frecuencia de varamientos sencillos a diferencia de los masivos, hecho que puede

estar relacionado con una mortalidad natural en el mar y la depositación de los cuerpos a causa de las corrientes o las mareas.

Britt y Howard 1983 y Brill et al. 1978, sugieren, que los cambios estacionales, provoca que el sistema inmune de los animales pequeños o viejos disminuya, haciendolos susceptibles de contraer enfermedades respiratorias a causa de virus, bacterias u hongos; estudios de cetáceos en cautiverio han demostrado mayor vulnerabilidad en el invierno, contrayendo neumonia originada por la bacteria Pasteurella neumoniae, aislada de los pasajes nasales, donde habita. Estos autores consideran que la contaminación del agua por altos niveles de plomo o de insecticidas, disminuyen las funciones del aparato inmune. Dieraub y Webber (1984) mencionan que los animales costeros tienen mayor contacto con comunidades humanas, lo que los hace más susceptibles a contraer la enfermedad

En el caso particular de los varamientos solitarios en la Bahía de la Paz, no fué posible realizar estudios microbiológicos, que aportaran evidencia de la o las causas de muerte, así como la inexistencia de análisis de contaminación en el mar o los animales, dado el grado de descomposición en que se encontraron los cuerpos.

En la Bahía de la Paz no se conocen casos de animales que mueran o se varen a consecuencia de los daños causados por artes de pesca, a excepción de un individuo del género (Delphinus delphis) el que se encontró varado en frente del Muelle Fiscal (malecón de La Paz) con heridas evidentes por el choque con la propele de un barco, conducido posteriormente hasta lugares más profundos perdiendose de vista (Aurióles y Muñoz comen. pers. 1988)



V.- Los varamientos masivos: Este tipo de varamiento ha causado mayor interés entre los cetólogos, atribuyendo el fenómeno a un comportamiento especial como puede ser: a) el altruismo reciproco y/o b) una sociabilidad compleja.

Norris et al. (1983) consideran que el altruismo reciproco puede explicar la llegada injustificada de animales a playas donde ya se encuentran varados otros de la misma especie. Esto en respuesta a un llamado de auxilio, y quizá en el intento de rescate queden a su vez atrapados. En la Bahía de La Paz no se ha observado este tipo de conducta, por lo tanto no puede probarse que la muerte masiva de los cetáceos en esta bahía se deba a una característica conductual.

Datos mundiales reflejan que casi en su totalidad los varamientos masivos corresponden a grupos familiares jerarquizados y de hábitos pelágicos (Aguayo comen. pers. abril 1990). Donde puede inferirse que la causa del varamiento puede deberse a la poca familiaridad del guía con las costas, conduciendo al resto del grupo a la muerte. Los reportes de varamiento masivo en la Bahía de La Paz indican que las especies pelágicas son más propensas a vararse; donde la explicación del accidente pudiera ser la desubicación, que causaría pánico y culminaría en un varamiento

VI.- Las Hipótesis: En el reporte final de la reunión de Biología de Mamíferos Marinos de 1979, se enlistaron cuatro causas de varamiento, que recopilan las planteadas anteriormente, y son:

Enfermedades: Qué afectan al oído medio; parasitismo; infecciones bacterianas o virales; necrosis cerebral, etc.

Confusion Magnética: Donde la alteración del campo magnético

terrestre, puede desviar a los cetáceos de su ruta migratoria.

**Compulsión Filética:** Que habla de la ancestría de los cetáceos cuyo origen fué terrestre y que posiblemente los actuales guarden alguna información atávica en el sistema subcortical, impulsandolos a buscar seguridad en tierra, cuando se encuentran en tensión o peligro.

**Costas con pendientes poco pronunciadas:** De playas arenosas sin salientes rocosas donde el sonido emitido por los animales al chocar pudiera hacer eco de tal suerte que los organismos no reciben respuesta, por que se pierde en la atmósfera al salir del agua.

Se analizaron cada una de las hipótesis anteriores contrastandolas con los resultados obtenidos en la Bahía de La Paz, concluyendose que ninguna de las arriba expuestas por si misma explica la frecuencia y causa de varamiento en la zona; por ello fué necesario realizar otros estudios más profundos referentes a las condiciones físicas y biológicas del lugar.

VII.- Los varamientos en la Bahía de La Paz: Para llevar a cabo el siguiente análisis fué necesario dividir el estudio en dos partes que son:

1) Físico.

a. topografía.

b. corrientes.

2) Biológico

a. mortalidad natural en el mar patológica y/o senectud.

b. dinámica poblacional.

1.a).- Topografía: Los cetáceos utilizan el sonido, para ubicarse, comunicarse o localizar alimento; sonidos solo audibles para estos mamíferos por la alta frecuencia con que son producidos, usando diferentes códigos que son empleados con diversos fines; este sistema es tan complejo y delicado que una alteración patológica en el individuo o disturbios físicos o magnéticos en el medio lo alteran, propiciando accidentes.

Dudok Van Hell (1966) concluyó, que los varamientos ocurridos en playas arenosas de pendiente gradual eran a causa de alteraciones en el radar de los animales, por que los sonidos emitidos por ellos para ubicarse podían perderse en la atmósfera, y al no recibir respuesta interpretarlo como ausencia de obstáculos, prosiguiendo su camino hasta zonas someras donde quedaban atrapados. Norris (1966), consideró, que además de una pendiente gradual debía existir un gradiente negativo de temperaturas, que refractaran y reflejaran el sonido en diferentes direcciones, fuera del alcance auditivo de los animales; esta refracción físicamente puede ser posible si se toma en cuenta que la velocidad del sonido en el océano, varía con la temperatura y salinidad, por lo que una termoclina marcada podría refractar el haz de sonido formando una zona de sombra o de silencio donde el sonido no pasa (Weihaupt, 1984)

En la Bahía de La Paz las zonas con mayor número de reportes son de poca profundidad, (Figs. 5 y 6), de declives batimétricos graduales y de topografía irregular donde se han detectado cuencas de profundidad no determinada. De lo que se deduce que si los animales no familiarizados a las costas entran a la bahía por el Canal de San Lorenzo o por la boca noreste, encontrarán en su paso extensas

zonas de bajos donde el rayo sónico al no encontrar obstáculos será refractado perdiéndose en el aire; y al no recibir respuesta el cetáceo puede quedar varado a causa del pánico.

1.b) Corrientes: Retomando y comparando lo anteriormente expuesto con la dirección de las corrientes que afectan a la Bahía, se infiere que los animales al quedar flotando sin poner resistencia, son arrastrados por éstas hasta las playas, lo que explicaría los varamientos en estas zonas.

Ahora bien si estos entraron enfermos o muertos a la bahía, también serán depositados en las playas; en San Juan de La Costa y en el Mogote si entra (n) por el noroeste a causa de la corriente superficial que se forma en esta boca. En las playas sureñas de la Isla Espíritu Santo si el mamífero está en el Canal de San Lorenzo, empujado hacia el norte por las corrientes de este lugar

2.a) Muerte Natural en el Mar: Como se expuso en la sección IV, los animales encontrados en las playas, quizá murieron en el mar por cualquiera de las causas ya expuestas anteriormente, pero aún se guardan diversas interrogantes, a causa del grado de descomposición que imposibilitó otros estudios que aportaran evidencias.

2.b) Dinámica Poblacional: En el análisis de frecuencia estacional de varamientos se encontró, un número mayor en el invierno y primavera, que coincide con la cantidad de animales observados en el mar, de lo que se deduce que la mortalidad puede ser un reflejo de su abundancia temporal en el área.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### VIII.- Los varamientos del tursi3n (Tursiops truncatus)

Existen especies de cet3ceos principalmente odontocetos, que ocurren en varamiento voluntario, para atrapar el alimento, por ejemplo la orca (Ocinus orca) y el tursi3n (Tursiops truncatus). Esta 3ltima especie es residente de la Bahia de La Paz. Se le ha encontrado varado frecuentemente en los 3ltimos a3os en las playas del Mogote y de San Juan de La Costa (suroeste de la bahia), lugar donde se le ha visto desplazarse en el verano (Mu3oz Ley, en proceso). El conteo de las bandas de dentina mostr3 que todos los individuos colectados no eran mayores a los once a3os, presumiblemente machos juveniles. Revisando la literatura se encontr3 que Tursiops truncatus es una especie social jerarquizada en la que los juveniles forman un grupo aparte dentro de la familia, siendo m3s vulnerables a enfermedades y depredadores, (Aguayo comen. pers. abril 1990) probablemente esta sea la causa de su mortalidad.

Un caso especial: En abril de 1988 a 14 km al oeste del Mogote se encontr3 varado un individuo de esta especie (T-061250488)\*, que tenia clavada una espina de raya en el costado derecho entre la segunda y tercera costilla; por la posici3n y la profundidad de la herida se infiere que lesion3 los pulmones y el coraz3n, provocando hemorragias internas y tal vez la muerte. La identificaci3n posterior de la espina indic3, que pertenecia a un ejemplar de la familia Myliobatidae, presumiblemente de la especie Myliobatis californicus, que habita aguas someras pegadas a la linea de costa; que al ser molestada puede dar un latigazo clavando la espina al agresor, (Castro-Aguirre, comen.pers. mayo 1988). Auri3les, (comen.pers. 1988) observ3 el comportamiento alimenticio de esta especie en

las playas de San Juan de La Costa, ( a 2 o 3 m de profundidad) similar al reportado por Leatherwood et al. (1983), donde estos animales persiguen y acosan a pequeños cardumenes para alimentarse. En 1978 Walsh et al., reportan siete varamientos de tursiones en el Atlantico, cuyo factor de muerte son las lesiones causadas por la espina de las rayas de la familia Myliobatidae. Al revisar detenidamente al animal, se encontró la dentadura deteriorada (dientes fracturados y careados), como los que presentaría un animal viejo, pero al estimar la edad en el laboratorio se leyeron no más de 11 bandas de dentina (macho joven). La playa donde se registró es de arenas gruesas donde se entierran numerosas rayas. Por lo que se cree que el cetáceo se alimentaba cerca de la playa (dado el desgaste de los dientes), cuando fué herido.

\*Clave del cráneo del tursión (Tursiops truncatus)

## CONCLUSIONES

1.- Los varamientos ocurridos en la Bahía de La Paz, se definieron como el o los encallamientos de cetáceos en las playas, independientemente del arribamiento a esta; es decir vivos o muertos.

2.- Definición de varamiento masivo, es el encallamiento de dos o más animales en un mismo evento ( mismo tiempo y lugar o área, definido por el mismo grado de descomposición).

3.- La presencia invernal de muchos odontocetos en La Bahía de La Paz, se explica por la abundancia de alimento para ellos durante esta estación

4.- La presencia invernal de muchos mysticetos en la Bahía de La Paz, se explica por que esta es un paso obligado hacia sus zonas de reproducción.

5.- Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de que el sur de la Bahía de La Paz es una "Trampa" natural para los cetáceos especialmente para aquellos de hábitos oceánicos.

6.-La depositación de los cuerpos en el sureste de la bahía (San Juan de La Costa ), puede ser el producto de las corrientes superficiales en la zona.

7.- La depositación de los cuerpos al sur de la Isla Espiritu Santo, pueden ser secuela de las corrientes superficiales que se generan en el Canal de San Lorenzo.

8.- Los varamientos masivos en Costa Baja (sur de la bahía) especialmente del calderon (Globicephala macrorhynchus), cuyos hábitos son oceánicos, se explican por la poca familiaridad de esta especie a las costas, cuando los animales siguiendo tal vez el alimento o una corriente fría queden atrapados entre los bajos característicos del lugar, pudiendo ser la misma explicación para otros cetáceos que se han registrado varados masivamente

9.- El análisis de frecuencia estacional sugiere un número mayor de varamientos en el invierno y la primavera, dato que coincide con la presencia invernal de los cetáceos en la zona.

10.- Los tursiones juveniles varados, en la Bahía de La Paz, en los últimos años pueden ser explicados como la mortalidad natural de esta categoría de edad, que es más vulnerable a enfermedades y depredadores.

#### RECOMENDACIONES

Los varamientos en la Bahía de la Paz requieren de estudios más específicos referente a otros parámetros oceanográficos como: fuerza y dirección de corrientes internas, determinación de temperaturas a diferentes profundidades para complementar el análisis propuesto en este trabajo en relación a la interferencia termal causada al sonido por termoclinas. Estrechar los periodos de recorridos a las playas de mayor frecuencia e iniciarlos en aquellos lugares donde no se han tenido oportunidad de hacerlos, con la finalidad de encontrar los cuerpos en buen estado para efectuar los estudios microbiológicos que aporten más evidencias acerca de las causas de muerte.



## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer sinceramente al Dr. David Aurióles G., director de esta tesis, por haberme invitado a colaborar con él, proporcionándome toda la información recabada de 1978 a 1988 sobre varamientos de cetáceos en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, así como la confianza, el apoyo incondicional, tiempo sin medida y dedicación.

Agradezco también al Dr. Anelio Aguayo Lobo, por sus enseñanzas y experiencias que me formaron en esta especialidad, y por todo su cariño, paciencia y confianza al asesorar este trabajo.

Al M. en C. Jorge Urbán Ramírez, quien fué mi orientador académico, ya que con el amor a su vocación y a los cetáceos, supo despertar en mí un mundo lleno de sorpresas y misterios.

Al Dr. José Ramírez Pulido, por el aliento y confianza despositada en mí.

Agradesco al Dr. Daniel Lluch B. director del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, A.C. por la oportunidad de trabajar en sus instalaciones y favorecerme con una beca alimenticia.

Al Dr. José Luis Castro-Aguirre, jefe del departamento de Recursos Marinos, de la división de Biología Marina del CIB, por brindarme un espacio donde poder trabajar, por sus consejos, comentarios y su constante apoyo.

A la Dra. Guadalupe de la Lanza E. sinodal y jurado, por su cooperación en el análisis oceanográfico.

Al biólogo Carlos Esquivel M. sinodal de este trabajo, por su ayuda en la correcta identificación de los ejemplares del delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) y por todo cariño.

Al biólogo Mario A. Salinas Zacarias, sinodal de esta tesis, por su constante estímulo y revisión crítica de este trabajo.

Al Dr. Rodolfo Cruz O. por su inestimable ayuda, sus comentarios bien atinados, proporcionándome los datos y mapas de su trabajo sobre sedimentología y batimetría en la Bahía de La Paz.

A Eduardo Muñoz Ley, compañero y colega, por compartir conmigo sus experiencias y su trabajo, por su ayuda y por su amistad desinteresada.

A Juan Pablo Gallo R., en primer lugar por sus comentarios sobre este trabajo que me sirvieron de apoyo, por su ayuda al proporcionarme referencias bibliográficas, por su confianza y amistad.

No puedo menos que agradecer al M. en C. Omar Vidal, quien siempre tuvo el tiempo para animarme y poner a mi disposición su literatura.

Al M. en C. Joaquín Arvizu, por sus comentarios sobre distribución y abundancia de la sardina y anchoveta en el Golfo de California y en la Bahía de La Paz, durante y después de "El Niño".

A Francisco Reynoso, curador de la colección Osteológica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, quien me proporcionó toda la ayuda, poniendo a mi disposición los cráneos de especies que se han encontrado varadas en la Bahía de La Paz.

Al biólogo Miguel Ángel Briones, por su incondicional apoyo y estímulo.

Un espacio aparte para agradecer a mi amigo el biólogo Antonio Leija Tristán por su constante e incondicional apoyo y amistad con que favorecida en los momentos difíciles y agradables a lo largo de mi trabajo.

A Roberto Lomeli, por su ayuda en la elaboración de mapas y figuras.

Al médico Juana Aguilar G. mi amiga de toda la vida, por su valiosa ayuda en la corrección de mapas y figuras.

A Marco Antonio Ortiz Barrera, por todas las facilidades brindadas para la mecanografía e impresión de este trabajo.

A los C.P.T. Filiberto Sánchez D. y Jorge Sánchez por su apoyo incondicional para la corrección e impresión de esta tesis.

A la Sra. Lic. Adela Ojeda Paullada, por su cariño y confianza depositada en mí.

A mis amigas Matilde y Adrianna, por su compañía, experiencias vividas juntas, por su ayuda y amistad, gracias.

Al Dr. Mario Monteforte, a los biólogos marinos Homero Rodríguez y Edgar Amador, al biólogo Jesús A. de León y a los geólogos marinos Gustavo Padilla y Sergio Pedrín, investigadores y compañeros del departamento, por toda su ayuda brindada y constante apoyo.

A mis compañeros del Club de Tesistas: Carlos, Marco Antonio, Juan Jacobo, Mercedes, Verónica, Pablito, Lalo y Rolando, por su constante espíritu de equipo, por su cariño y amistad.

A la bióloga Stephanie Fernández por la información brindada y su constante estímulo.

Nuevamente reitero mi agradecimiento a mis padres, Santiago y María de la Luz, por que sin su ayuda, apoyo, ánimo y amor no hubiera sido posible terminar este trabajo.

A sí mismo debo agradecer a parientes y amigos que tuvieron un detalle para mí.

A todos los compañeros del Centro de Investigaciones Biológicas por de una manera u otra siempre estuvieron dispuestos a ayudar.

Y por último quiero agradecer al "Tío Ramón" quién me brindó su casa desinteresadamente, digno representante de la cordialidad sudcaliforniana.

#### LITERATURA CITADA

- Aguayo L.,A y L. Rojas B. 1983. El rorcual común, Balaenoptera physalus, en el Golfo de California, México. VIII Reunión SOMEMMA, La Paz, Baja California Sur, México.
- Aguayo L.,A y A. Perdomo J. 1985. Rauge extension. A letter to de Editor. Marine Mammal Science, 1 (3):263.
- Aguayo L.,A. 1986. Perspectivas de la investigación de los mamíferos marinos en México. Primer Simposio Nacional sobre el desarrollo histórico de las investigaciones oceanográficas en México. Comisión Internacional de Investigación Oceanográfica. México, D.F.
- Aguayo L.,A., J.P. Gallo R., J. Urban R., L. Bourillon M., y I. Fuentes A., 1986. Varamientos de calderones (Globicephala macrorhynchus, Gray 1846) en las aguas adyacentes a la Península de Yucatan México. XI. Reunión SOMEMMA, Guaymas, Sonora México.
- Acevedo-Gutierrez, A. 1989. Uso del área por el tursión (Tursiops truncatus), en la Ensenada de La Paz, durante el verano de 1987- Tesis profesional licenciatura- U.A.B.C.S.
- Alvarez-Arellano, A. 1984. Evolución del frente termico de la boca del Golfo de California - Tesis de Maestria- UNAM. ICMI, 124 pags
- Alvarez-Borrego,S. y R.A. Schwartzlose. 1979. Masas de agua del Golfo de California- Ciencias Marinas, 6(1-2):43-63
- Alvarez-Borrego,S. 1983. Gulf of California in Ecosystems of the word 26, estuaries and enclosed seas, Bostweckh kelchum, ed. Elsevier Scientific, publishing Company Amsterdam, Oxford- New York, 427-449.
- Anónimo. 1979. Insights through strandings. In: Final Report to U.S. Marine Mammal Commission. Biology of Marine Mammal. Boston, Mass.
- Arvizu Moreno, J. 1987. Fisheries activites in the Gulf of California, México. CALCOFI Rep. 28:32-36.
- Auriolés G.D., C. Fox., F. Sincel. 1982. Mamíferos marinos avistados en la Bahía de La Paz y cercanías . VII Reunión de la SOMEMMA, La Paz, Baja California Sur.
- Auriolés G.,D., O. Maravilla Ch., F. Muñoz L. 1984. Ocurrencia de mamíferos poco comunes en la Bahía de La Paz, B.C.S. IX Reunión de la SOMEMMA, La Paz, Baja California Sur.
- Auriolés G.,D. y E. Muñoz L. 1987. Varamiento de siete ballenas picudas (Berardius bairdii), en las cercanías de La Paz, Baja California Sur, México, XII. Reunión SOMEMMA., La Paz Baja California Sur.

Aurioles, D. 1987. Stranding of seven Baird's Beaked whales in the southwestern Gulf of California. Abstracts of the VII Biennial Meeting on Marine Mammal Biology, 5-9 Diciembre 1987, Miami Florida.

Aurioles G., D., J.P. Gallo R., E. Muñoz L., J. Equido. (en prensa) El Delfin de costados blancos (Lagenorhynchus obliquidens) residente estacional del Golfo de California. Anales del Inst. Biol. Ser. Zool., UNAM.

Berdegue, J.A. 1956. La foca fina, el elefante fino y la ballena gris en Baja California y su problema de conservación. Ed. Inst. Mex. Rec. Nat. Rev., A.C. 38 pp México D.F.

Balcomb K.C. 1981. Mass Stranding at Huatabampito, México. Cetus 3(2):5-8

Bryant P. 1979. The Baja Sperm whale mass stranding- whale watcher. Jour Amer. Cetacean. Soc. 3(2)10

Brill L. R., M.L. Sevenich., T.J. Sullivan., J.D. Sustman., R.E. Witt. 1978. Behavioral evidence for hearing through the lower jaw by an echolocating dolphin (Tursiops truncatus) - Marine Mammal Science 4(3): 223-230

Britt J.O. Jr., E.B. Howard. 1983. Bacterial diseases in pathology of marine mammal diseases - Edwin B. Howard ed. CRC. Press, Inc. Boca Ratón, Florida 2:146-167

Casas, V.M. 1983. Distribución en tiempo y espacio de las especies de sardina y macarela en Bahía Magdalena, Baja California Sur. Tesis Maestría. CICIMAR-IPN. 168 pp.

Clarke R., A. Aguayo L. y A. Dieguez, 1979. Una varazón masiva de cachalotes cerca de Santa Rosalía, Baja California Sur, en enero de 1979. IX Reunión SOMEMMA, La Paz, B.C.S., México.

Centro de Estudios de Aguas Litorales (Inédito) Tabla de Datos Obtenidos del crucero oceanográfico 1982/1983. Secretaria de Asentamientos y Recursos Hidraulicos.

De la Parra Venegas R., D.J. Amares G., B.F. Galvan P. 1984. Resultados preliminares sobre el registro de observaciones de cetáceos en la costa del municipio de Ahome Sinaloa en Memorias del IX. Reunión SOMEMMA, La Paz Baja California Sur.

Dekebeusse G., D.Bossart., W.Glenn Y., D.K. Odell., G.W. Patton. 1988. Ray encounters as a mortality factor in Atlantic Bottlenose dolphin (Tursiops truncatus). Mar. Mamm. Sci. 4(2):154-162

Dieraub A.L.VDM y M.A. Webber. 1984. The potential of a West Coast Marine mammal strandings network (presentada en el simposio de la comision Oceanica Costera de California. Asilomar

Dudok van Hell, W.H. 1966. Navigation in cetacea. In: Cetacea, Whales Dolphins and Porpoises. K.S. Norris Ed. Univ. Calif. Press, Berkeley and Los Angeles (1966) 27:397-603

Fleischer L., F. Cervantes., R. Fuentes y E. Michel. 1984. New Records of whales strandings at the Bay of La Paz, Baja California Sur, México, IX. Reunión SOMEMMA. La Paz, Baja California Sur México.

Gallo R., J.P. 1986. Notas acerca de un ejemplar del delfín listado Stenella coeruleoalba (cetacea: Delphinidae) en San Blas, Nayarit, México. An.Inst. Biol. U.N.A.M. Ser. Zool. (3):1035-1038

Gilmore R.M. 1957. Whales aground in Cortéz Sea. Pacific. Dis. Acad. Sci. Sn Francisco. 10(1):22-27

Granados-Gallegos., J.L. y R.A. Schawartloze. 1974. Corrientes Superficiales en el Golfo de California En: Memorias V. Congreso Nacional. Ocean. Escuela de Ciencias Marinas. ITM. Guaymas Sonora.

Huato Soberanis L. 1988. Fluctuaciones Espacio Temporales en estructura de talla de Sardinops sagax en el Golfo de California. CICIMAR-IPN. 64pp.

Klevezal G.A. y Kleinenberg S.E. 1969. Age determination of mammals from annual layers in the theth and bones. Academy of Sc. of the U.S.S.R. Jerusalem 1-128pp.

Leatherwood S., R.R. Reeves., W.F. Perrin y W.E. Evans. 1983. Cetacean data form (appendix D) pp.238-240 In: Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and adyancent Artic Waters a guide to their identification, U.S. Dept. Commerce, NOAA. Tech Rep. NMFS 245 pp.

Lluch Belda Daniel 1969. El lobo marino de california (Zalophus californianus) c) Lesson 1828, (Allen 1880), observaciones sobre la ecología y explotación de dos mamíferos de Baja California. Ed. Inst. Mex. Rec. Nat. Rev., A.C. 69 pp. México D.F.

López-Ramos E. 1982. Geología de México. Ed. Escolar 3: 1-57.

Mead J.G. 1979. An analysis of cetacean strandings along Eastern Coast of the U.S.A. In: final report to U.S. Marine Mammal. Comm.

Michel E. y Fleischer L. 1987. Reporte de un varamiento masivo de especimenes de Berardius bairdii (Stejneger, 1983) en la Bahía de La Paz B.C.S., México, XII Reunión SOMEMMA, La Paz Baja California Sur.

Molina-Cruz A. ( en prensa). Evolución Oceanologica de la boca del Golfo de California. Ann. Inst. Cienc. del Mar y Limn. UNAM

Muñoz-Ley E. (en proceso) Frecuencia y Abundancia Relativa de los Cetáceos de La Bahía de La Paz en el periodo 1978-1985 - Tesis profesional. UABCS.

Murillo Jiménez, J.M. 1987. Algunas características Paleocceanográficas y cuerpos de agua inferidos a partir del registro micropaleontológico (Radiolaria). En la Bahía de La Paz, B.C.S., México- Tesis profesional de Geología Marina. UABCS.

Norris K. 1966. Some observations on the migrations and orientation of marine mammals Ed. R. Stormm, Oregon State University. Press 125 pags.

Norris S.K. y T. Dohl. 1980. Structure and funtion of cetacean scholls In: Behaviour cetacean. Ed. L.M. Herman 5:211-261.

Norris S.K. y B. Mohl. 1983. Can odontocetes delibitate prey whith sound? The American Naturist 2 pp.

Obeso-Nieblas., M. 1986. Propagación de la constituyente M2 de la marea en la Bahía de La Paz, B.C.S. México, mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico- Tesis Maestría- CICIMAR, I.P.N. 123 pp.

Osuna Valdez I. 1986. Evolución holocenica de la Laguna de La Paz. B.C.S., México- Tesis Profesional, U.A.B.C.S., La Paz Baja Californa Sur.

Pérez-Cruz, L.L y Molina Cruz., A. 1988. El Niño 1983: efectos sobre la distribución de los silicoflagelados del Golfo de California. Ciencias Marinas 4(3):19-38

Pico E. 1979. Informe preliminar del programa de estudios ecológicos de la Bahía Concepción, Estero San Lucas y Bahía de La Paz, B.C.S., Reprt. Inc. c 113 1975:58-66.

Rice D.V., A.A. Wolman y D.E. Withrow 1981. Gray Whales on the winter grounds in the Baja California. Rep. Inst. Whal. Comm. 31,447-489.

Roden G.I. y G.W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigation the Gulf of California. Jour. of Marine Research 18 (1):10-35.

Roden G.I. 1964. Oceanographic aspects of Gulf of California geology of the Gulf of California- Van andel Tj. and G.G. Shor (ed) Ann Assoc. Petrol. Geol. Mar. 3:30-58.

Sergeant D.E. 1979. Ecological aspects of cetacean strandings in Bilogy of Marine Mammals Insights thoug Strandings in final report to U.S. Marine Mamm. Comm. 109-120.

Schell D., G., M.E. Douglas., D.J. Hough. 1985 Sexual domorphism in spotted dolphins (Stenella attenuata) in the Eastern Tropical Pacific Ocean. Marine Mammal Science 1(1):1-14

Sokolov V.A. y M. Wong. 1972. Investigaciones efectuadas sobre peces pelágicos del Golfo de California (sardina crenuda y anchoveta) en Inf. Científica I.P.N./SI México.

Surveys by the U.S.S. 1942. The Southern Part of Lower California Magdalena Bay to La Paz. No. 1664.

Urbán Ramirez, Jorge 1989. Varamiento y rescate de una manada de calderones de aletas cortas (Globicephala macrorhynchus) en la Bahía de La Paz, B.C.S. XIV Reunión SOMEMMA 28- 31 de marzo U.A.B.C.S. La Paz

Valdez Holguin y Lara J.,R. 1984. Productividad primaria en el Golfo de California, efectos del evento del "El Niño" 1982-1983 Ciencias Marinas 13(2):24-50

Vidal O. y L. Findley. 1985. Los cachalotes Physeter macrocephalus reporte sobre un varamiento multiple (mimeo) IX Reunión SOMEMMA 29-31 marzo U.A.B.C.S. La Paz 17 pp.

Villaseñor-Casales A. 1976. Distribución vertical de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en la Bahía de La Paz, B.C.S., México durante la primavera de 1976. C.I.B. y SCRIPPS Inst. of Ocean. Memorias 2:49-63.

Walker Ernest Pillsburg 1964. Mammals of the world. Ed. Walker Ernest. Baltimore, U.S.A.

Weihaupt G.J. 1984. Propiedades Físicas y Químicas del Agua de Mar. En: Exploración de los Océanos (Introducción a la oceanografía) C.E.C.S.A., 6:232-253.

Wright L.,D., H.H. Roberts., J.M. Coleman., R.L. Kipfer y L.W. Bowden. 1973. Process form variability of multiday, coast Baja California, coastal studies. Inst. L.J.V. Baton Rouge La 70803 tech. report 137: 54