



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

“El balano fronte *Xenobalanus globicipitis*, como
posible indicador de estancia temporal de la
ballena azul *Balaenoptera musculus* en
aguas de Baja California Sur”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
B I Ó L O G A

P R E S E N T A :
NINEL ITZEL GONZÁLEZ MORENO



DIRECTOR DE TESIS: DIANE GENDRON-LANIER

2004

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

"El balano foronte Xenobalanus globicipitis, como posible indicador de estancia temporal de la ballena azul Balaenoptera musculus en aguas de Baja California Sur"

realizado por

Ninel Itzel González Moreno

con número de cuenta 8922677-5 , quien cubrió los créditos de la carrera de: **Biología**

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario

Dra. Diane Gendron Lanier

Propietario

Dr. Luis Medrano González

Propietario

Dr. Guillermo Salgado Maldonado

Suplente

Dr. Fernando Alvarez Noguera

Suplente

M en C. Antonio López Serrano

Consejo Departamental de Biología

M en C. Juan Manuel Rodríguez Chávez

FACULTAD DE CIENCIAS



UNIDAD DE ENSEÑANZA
DE BIOLOGIA

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

| | |
|---|-----------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 5 |
| 1.1.1 Características generales de las especies estudiadas..... | 5 |
| 1.1.2 Pseudobalano <i>Xenobalanus globicipitis</i> | 9 |
| 1.1.3 Parásitos externos como indicadores..... | 12 |
| 1.1.4 Justificación..... | 13 |
| 1.1.5 Objetivos..... | 13 |
| II. ÁREA DE ESTUDIO..... | 14 |
| III. MÉTODO..... | 19 |
| 3.1 Trabajo en campo..... | 18 |
| 3.2 Trabajo en laboratorio..... | 20 |
| 3.2.1 Clasificación de las aletas dorsales..... | 21 |
| 3.2.2. Cuantificación de <i>Xenobalanus globicipitis</i> | 22 |
| 3.3 Análisis de datos..... | 23 |
| IV.RESULTADOS..... | 25 |
| 4.1 Datos generales..... | 25 |
| 4.2 Infestación por tipo de aleta..... | 29 |
| 4.3 Infestación por Áreas..... | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 4.5 Presencia del balano en función del tiempo..... | 33 |
| 4.6 Resumen de la infestación en ballena azul..... | 38 |
| V.DISCUSION..... | 39 |
| 5.1 Fijación del balano: tipo de aleta..... | 39 |
| 5.2 Condiciones favorables para el foronte..... | 40 |
| 5.3 . Áreas favorables para el balano | 41 |
| 5.4 Residencia estacional en zona costera..... | 41 |
| 5.5 Fijación de los balanos..... | 42 |
| 5.6 Inferencia sobre la presencia del balano en foto-recapturas..... | 44 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 47 |
| VII.REFERENCIAS..... | 48 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig 1 <i>Xenobalanus globicipitis</i> | 11 |
| Fig. 2. Área de estudio con subdivisión: GC= Zona costera del Golfo de California, GO = zona central oceánica, CO = zona costera de la costa occidental de la Península, COO = zona oceánica de la costa occidental de la Península, DCR = Domo de Costa Rica..... | 17 |
| Figura 3. Tipo de aletas de ballena azul..... | 21 |
| Figura 4. Cuantificación de <i>Xenobalanus Globicipitis</i> en aleta de ballena azul..... | 22 |
| Fig 5. Porcentaje de tipos de aletas en ballena azul en Baja California..... | 27 |
| Fig 6 Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron las crías donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mutilada..... | 28 |
| Fig 7. Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron las hembras lactantes donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mutilada..... | 28 |
| Fig 8. Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron los individuos solos donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mutilada..... | 29 |
| Fig.9. Porcentaje de la presencia de balanos en los diferentes tipos de aletas dorsal de los individuos solos en el golfo costero durante los meses de marzo y abril..... | 30 |
| Fig 10 Índice de infestación por tipo de aleta que presentaron los 3 grupos en el Golfo costero durante los meses de marzo y abril | 30 |
| Fig 11. Porcentaje de los individuos solos que presentaron balano durante los meses de marzo y abril en zonas costeras (GC=Golfo costero y CO=Costa occidental) y oceánicas (GCO=Golfo central oceánico, COO=Costa occidental oceánica y DCR= Domo Costa Rica)..... | 31 |
| Fig 12 Índice de infestación por área presentado en los individuos solos con aleta marcada durante los meses de marzo y abril, GC=Golfo costero, CO=Costa occidental, GCO=Golfo central oceánico, COO=Costa occidental oceánica y DCR= Domo Costa Rica..... | 31 |
| Fig 13 Índice de infestación que presentaron los 3 grupos con aleta angular durante los meses de marzo y abril en la zona del Golfo costero..... | 32 |

| | |
|--|----|
| Fig 14 Índice de infestación que presentaron los 3 grupos con aleta angular durante los meses de marzo y abril en la zona del Golfo costero..... | 32 |
| Fig. 15. Presencia de balanos en función del mes en la zona costera del Golfo de California..... | 33 |
| Fig 16 Índice de infestación para los individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo a mayo en el Golfo costero..... | 34 |
| Fig 17 Porcentaje de infestación de los individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo a mayo en el Golfo costero..... | 34 |
| Fig 18. Ejemplo de incremento en la cantidad de balanos en aleta de la ballena azul # 130 fotografiada en un intervalo de 12 meses..... | 36 |
| Fig. 19. Ejemplo de incremento en la cantidad de balanos en aleta de la ballena azul # 41 fotografiada en un intervalo de 11 meses..... | 37 |
| Fig. 20. Ejemplo de incremento en la cantidad de balanos en aleta de la ballena azul # 192 fotografiada en un intervalo de 10 meses..... | 37 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla I. Número de ballenas azules foto-identificadas que se usaron para el análisis de la presencia de Los balanos en aletas dorsales por año y área..... | 25 |
| Tabla II. Número de fotografías que corresponden a cada grupo de ballena azul (hembras lactantes, crías e individuos solos)..... | 26 |
| Tabla III. Recapturas fotográficas que muestra la permanencia e incremento en la cantidad de balanos en aleta dorsal de ballena azul en la zona costera del Golfo de California..... | 35 |
| Tabla IV. Recapturas fotográficas que muestra la permanencia e incremento en la cantidad de balanos en aleta dorsal de ballena azul durante un año en la zona costera del Golfo de California..... | 36 |
| Tabla V. Resumen de los análisis de la presencia -ausencia de balanos en aleta de ballena azul fotografiadas en Baja California. | 38 |

AGRADECIMIENTOS

Ante todo quiero agradecer a mis mecenas incondicionales, mis padres, por su paciencia y fe en mí.

A mi hermano Yuri hoy ausente y a la vez más presente que nunca en mi vida gracias por haberme dado la oportunidad de ser hermanos, siempre estarás en mi corazón.

A Diane por su infinita paciencia y flexibilidad para realizar este trabajo en condiciones poco usuales, gracias por no dejar de creer en mi capacidad.

A Ricardo Axa por su valiosa ayuda para realizar la presentación.

A todos los y las chicas del Laboratorio de Ecología, sobre todo a Irene Sánchez y Paty Guadarrama, que colaboraron con su orientación y conocimientos.

A los demás miembros de mi familia, por ser mi familia les doy las gracias.

A mis amigos, que no los menciono a cada uno porque ya saben quienes lo son.

Pero por sobre todo a mi motor que me impulsa a seguir adelante, mi hija .

Te amo Quetzá

RESUMEN

Estudios recientes de mamíferos marinos revelan que algunos ecto-parásitos pueden ser útiles en detectar movimientos de individuos y poblaciones de hospederos. En este trabajo se estudió al foronte *Xenobalanus globicipitis* adherido a la aleta dorsal de la ballena azul para determinar si el foronte se puede utilizar como un indicador de la estancia temporal de las ballenas azules presentes en las aguas de Baja California. Los datos de presencia y cuantificación del xenobalano sobre las aletas de ballenas azules derivaron del catálogo de individuos de ballena azul fotografiados en aguas de Baja California (CICIMAR $n = 398$) y del Domo de Costa Rica (Cascadia Research $n = 13$). La información fue analizada en cinco áreas geográficas: 1) zona costera del Golfo de California 2) zona costera de la costa occidental de Baja California, 3) zona central oceánica del Golfo de Baja California, 4) zona oceánica de la costa occidental de Baja California, y como comparación 5) el Domo de Costa Rica. Se cuantificó la presencia del balano en la aleta dorsal de la siguiente forma: 0= ausencia del balano; 1= presencia de uno; 2= presencia de 2; y 3= presencia de 3 o más balanos. Se categorizaron el tipo de aleta dorsal, tomando en cuenta la forma, el ángulo de inclinación de la misma respecto al lomo de la ballena y otras características como escisiones y marcas. Los resultados indican que el balano se encuentra en mayor cantidad en aletas dorsales fotografiadas en las zonas oceánicas que en las zonas costeras ($\chi^2 = 4.06$, $P < 0.05$). En la zona costera del Golfo de California, donde hubo mayor esfuerzo y fotografías, se encontró que el balano es más abundante en las aletas dorsales a finales de invierno (marzo y abril) que al principio del invierno (enero-febrero; $\chi^2 = 6.5$, $P < 0.05$). La aleta dorsal que presentó mayor frecuencia del balano fue la de tipo angular mientras que la aleta dorsal marcada fue la que presentó la mayor cantidad de balano. Se observó diferencia en la proporción de tipo de aleta entre hembras lactantes, crías y individuos solos, sin embargo la presencia del balano aparentemente esta influenciada por el tipo de aleta y no por el sexo o edad de los individuos. Las áreas donde se distribuyen las ballenas azules probablemente presentan condiciones propias para la propagación del foronte tales como la alta cantidad de nutrientes y la disponibilidad de hospederos, lo que dificulta su uso como un indicador de estancia temporal en las aguas de Baja California y en áreas oceánicas como el Domo de Costa Rica.

ABSTRACT

Recent studies on marine mammals have shown that some ectoparasites can be useful in detecting the movements of individuals or populations of the host. The present study deals with the occurrence of pseudostalked barnacles *Xenobalanus globicipitis* attached to the dorsal fin of blue whales (*Balaenoptera musculus*) to determine if this parasite can be used as an indicator of the temporal residency of blue whales in Baja California waters. Data on the presence and abundance of this barnacle on blue whale dorsal fins was derived from the catalogue of individual blue whales photographed off Baja California (CICIMAR = 398) as well as in the Costa Rica Dome (Cascadia Research n = 13). The information was examined for five geographic areas: 1) the coastal zone of the Gulf of California, 2) the coastal zone of the west coast of Baja California, 3) the central offshore zone of the Gulf of California, 4) the offshore zone of the west coast of Baja California and for comparison 5) the Costa Rica Dome. Quantification of *X. globicipitis* on the dorsal fin was indicated as follows: 0 = no barnacles detected; 1 = presence of one; 2 = presence of two; and 3 = presence of three or more barnacles. Dorsal fins were categorized by their general form, the angle of inclination with respect to the back and other characteristics such as cuts and marks. The results indicated that *X. globicipitis* was found in higher numbers on dorsal fins of whales photographed in offshore areas than in coastal zones ($\chi^2 = 4.06$, $P < 0.05$). In the coastal zone of the Gulf of California, where the search effort and number of photographs were greater, *X. globicipitis* were more abundant ($\chi^2 = 6.5$, $P < 0.05$) on dorsal fins photographed in late winter (March and April) compared to early winter (January-February). The most frequent presence of *X. globicipitis* was associated with whales having the hooked form of dorsal fin, while dorsal fins with prominent marks showed the highest number of attached *X. globicipitis*. Differences in dorsal fin shape were found between lactating females, calves and solitary individuals. It appears that the shape of the dorsal fin has a greater influence on the presence of *X. globicipitis* than the sex or age of the whales. The conditions in the areas of blue whale distribution included in this study, such as high concentrations of nutrients and presence of the host, that permit the propagation of the pseudostalked barnacle, are probably similar. This makes it difficult to use the barnacle as a clear indicator of the temporal residency of blue whales in Baja California waters and the productive waters of the Costa Rica Dome.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio científico de las migraciones de cetáceos y otros mamíferos marinos es de suma importancia ya que con esto se contribuye al conocimiento ecológico, los patrones de desplazamiento de los mamíferos marinos y a su conservación pero presenta grandes dificultades en el muestreo.

En este proyecto se explora la posibilidad de usar datos de una relación comensal tipo forosis entre el balano *Xenobalano globicipitis* y la ballena azul en el Golfo de California para usarlo como probable indicador del tiempo de residencia en que se encuentra la ballena azul en aguas de la Península de Baja California contribuyendo así al conocimiento de la migración de este cetáceo.

Las estaciones del año influyen en la migración de los cetáceos siendo más notables en altas latitudes donde el calentamiento latitudinal ocasiona florecimientos de fitoplancton alimentando a eufáusidos, copépodos y otros tipos de zooplancton que a su vez alimentan a calamares, peces, aves, focas y ballenas. Cuando los mares polares se congelan en invierno, la producción biológica decrece y muchas especies migran hacia zonas oceánicas más cálidas, normalmente pobres de vida marina (Carwardine *et al.*, 1997).

Las ballenas con barbas realizan básicamente migraciones norte-sur entre zonas frías que sirven de alimentación en verano y zonas de crianza más cálidas en invierno.

No todas las especies presentan estos patrones ya que se han observado a individuos en zonas distintas a las esperadas. Por ejemplo, se ha evidenciado la presencia de *Balaenoptera musculus* en distintas estaciones del año en el Pacífico Oriental Tropical, entre los 5° y 10 °N y 70 y 90 °W (Tomilin, 1967; Berzin, 1978) en particular en la

zona del Domo de Costa Rica (Reilly y Thayer, 1990). Esos autores sugieren que la presencia de las ballenas azules en el Domo de Costa Rica a lo largo del año se debe 1) a que el área es compartida por poblaciones del hemisferio norte y sur, 2) que la población consiste de juveniles no migrantes y 3) que la población consiste de residentes durante todo el año.

Rice (1974) describió, con base en datos de cacerías registrados de 1913 y 1935, el movimiento estacional de las ballenas azules entre el Golfo de Alaska y las Islas Aleutianas hacia la costa occidental de Baja California. Posteriormente, se comprobó, mediante la comparación de fotografías de identificación, que varios individuos que frecuentan el Golfo de California habían sido foto-recapturadas fuera de California (Calambokidis *et al.*, 1990). Los resultados obtenidos sobre las altas tasas anuales de reproducción de las ballenas azules, el largo periodo de residencia estacional de algunos individuos y la predominancia de hembras en zonas costeras de la Península de Baja California ahora confirman esta zona como de crianza y probablemente de reproducción de las ballenas azules del Pacífico Noreste (Gendron, 2002). Recientemente se realizaron dos estudios que confirman el movimiento de ballenas azules hacia la zona del Domo de Costa Rica, la cual fue descrita como posible zona de reproducción de la ballena azul del Pacífico norte (Stafford *et al.*, 1999; Mate *et al.*, 1999). Debido a que se encontró que existe una similitud continua en los sonidos de las ballenas azules registradas a lo largo de todo el Pacífico Oriental sugiriendo que se trata de una sola población.

De lo anterior, se denota la falta de información clara sobre el movimiento de la ballena azul en el Pacífico Oriental. Lo mismo ocurre cuando se analizan los lugares de alimentación reportados para esta especie. Se describen la zona del Domo de Costa Rica (Reilly y Thayer (1990) y las costas de la Península de Baja California (Gendron, 2002)

como áreas de alimentación. Lo mismo se reporta fuera de California en el Golfo de Farallones y Bahía Monterey de julio a noviembre (Calambokidis *et al.*, 1990; Schoenherr, 1991; Barlow, 1995; Croll *et al.*, 1998) indicando que esta especie se alimenta en diversas regiones oceanográficas desde latitudes tropicales hasta templadas a lo largo de la costa oeste de América.

Con base en la presencia de ectoparasitos encontrados sobre la ballena azul en contraste con la ausencia de estos en otras especies como la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) que se sabe migran a las zonas del Golfo de Alaska, Rice (1992) propuso que la población de ballena azul de California-Baja California está separada de las del Golfo de Alaska.

Los parásitos pueden ser utilizados como indicadores o marcadores de unidades poblacionales, migración y otros aspectos biológicos en animales marinos como pueden ser; la filogenia (Hoberg y Adams, 1992), migración local (Helle y Valtonen, 1981), distribución (Abril *et al.*, 1986), enfermedades (Aznar *et al.*, 1994; Balbuena y Raga, 1994) identificadores de unidades poblacional (Delyamure *et al.*, 1984; Balbuena y Raga, 1994) y comportamiento social (Best, 1969; Balbuena y Raga, 1994).

Sin embargo, el uso de parásitos carece de precisión genética, morfométrica o bioquímica que permita valorar los límites de las unidades poblacionales. Estas técnicas más costosas usualmente revelan “stocks” verdaderos o poblaciones con una base genética, mientras el uso de los parásitos tiende a indicar unidades ecológicas (patrones espaciales de distribución o abundancia en una escala a corto tiempo) (Spanakis *et al.*, 1989). Por lo que el uso de parásitos es un complemento para otros estudios y tiene todavía que desarrollarse en aplicaciones estadísticas, con el uso de métodos

multivariados dando entonces mayores evidencias relevantes para el manejo y conservación de sus hospederos (Balbuena y Raga, 1994).

A pesar de las limitaciones metodológicas, los parásitos pueden usarse como indicadores biológicos de mamíferos marinos. Los estudios de parásitos tienen la ventaja de ser relativamente baratos y de fácil aplicación, no requieren equipo sofisticado y aunque un conocimiento en sistemática es conveniente, no es esencial. Estas características lo hacen adecuado para aplicarse en países pobres.

Las especies de parásitos (marcadores) cuyas poblaciones varían cualitativamente o cuantitativamente con el área de distribución de su hospedero puede servir para identificar unidades poblacionales (MacKenzie 1987). Si una especie hospedera se distribuye en diferentes regiones geográficas se reflejará en su fauna parasítica, lo que permite detectar la movilidad potencial de individuos y población de hospederos (Lester, 1990); y si una especie hospedera se divide en dos o más poblaciones separadas geográficamente, sus respectivas faunas parasitarias pueden exhibir diferencias (Noble y Noble, 1964).

En un estudio reciente con *Tursiops truncatus* en Carolina del Norte durante 1997-1998 se encontró diferencia en el porcentaje de delfines con el cirrípedo *Xenobalanus globicipitis* entre meses cálidos y fríos, así como entre áreas oceánicas y estuarinas (Rittmaster *et al.*, 1999) Otro estudio sobre la incidencia de rémoras *Remilegia australis* en ballena azul avistadas desde las Islas Galápagos hasta el norte de California, mostró diferencias en la presencia de las rémoras entre la zona costera (4.3%) y oceánicas (13.7%) (Douglas y Calambokidis, 2001).

Este trabajo se enfoca en el análisis de la presencia de un balano de ámbito subtropical y templado, *X. globicipitis*, adherido a la aleta dorsal de la ballena azul, *Balaenoptera musculus* a partir de fotografías de individuos tomadas en diferentes áreas de las aguas adyacentes a la Península de Baja California y una pequeña muestra $n=13$ como referencia al Domo de Costa Rica para su posible uso como un indicador indirecto del tiempo de estancia de su hospedero.

1.1. Antecedentes

1.1.1 Características generales de las especies estudiadas

Ballena azul *Balaenoptera musculus* Linnaeus, 1758

Clase Mammalia
Orden Cetacea
Suborden Mysticeti
Familia Balaenopteridae
Especie *Balaenoptera musculus musculus*

La ballena azul es el animal más grande del planeta, llega a medir hasta 32 metros de largo y a pesar hasta 160 toneladas (Spencer, 1988). Las características distintivas de la ballena azul cuando emerge a la superficie se resumen en un dorso muy largo con la presencia de una aleta dorsal pequeña y a veces un vistazo de la aleta caudal. Su cuerpo es cilíndrico extremadamente largo, disminuyendo uniformemente hacia la cola.

Presenta un maxilar ancho, característica de la familia Balaenopteridae. En el lomo medio se forma una pequeña depresión en el perfil dorsal, donde descansa el opérculo nasal. Desde la garganta hasta el vientre se extienden de 55 a 94 surcos longitudinales que se extienden de la barbilla al ombligo cuando se alimenta, los cuales representan la característica de los rorcuales.

No hay dos ballenas azules que tengan el mismo patrón de pigmentación. Son generalmente de color azul grisáceo opaco en el lomo y costados, blancuzco el vientre,

arriba y a los costados presentan un patrón moteado de pequeños manchas grises. El patrón de estas machas permite diferenciar a los individuos (Sears *et al.*, 1990).

La aleta dorsal es de forma variada es muy pequeña (13 pulgadas) en comparación del tamaño del dorso y se encuentra situada a 3/4 del largo del lomo. Las aletas pectorales son 1/2 a 1/10 del largo del cuerpo, son pequeñas y delgadas, terminadas en punta, curvadas en su margen anterior, tienen un ligero color azul grisáceo y blancas por debajo. Las aletas caudales son anchas y miden cerca de 1/4 del largo del cuerpo, son ligeramente rectos, presentan una muesca en la línea media donde se juntan. Las barbas, lengua y paladar y todo el interior de la boca son de color negro. Presentan alrededor de 260-395 placas de cada lado de la boca, alcanzan una longitud de 1.55m de ancho (Klinowska, 1991).

Su alimentación consiste exclusivamente de eufáusidos en todos los océanos. En el Pacífico Norte el eufáusido *Thysanoessa inermis* forma la dieta básica (Nemoto, 1957) mientras que en el Golfo de California se alimenta de *Nyctiphanes simplex* (Gendron, 1992; Del Ángel Rodríguez, 1997). Un adulto puede ingerir cerca de 3 a 4 toneladas por día.

Cuando se alimentan, se les observa en pequeños grupos de 3 o 4 individuos o en parejas. Bucean a poca profundidad, sus inmersiones duran entre 8 y 25 minutos. El soplo producido al exhalarse es alto, vertical, delgado y columnar, el cual puede alcanzar una altura de 9-12 metros (Spencer, 1988).

Las crías nacen en aguas cálidas de latitudes bajas y retornan a climas fríos para alimentarse; el periodo de gestación dura 11 ó 12 meses; al nacer miden cerca de 7 a 8 metros, la lactancia dura un periodo de 6 a 7 meses y al destetarse miden cerca de 16m (Spencer, 1988). En 9 meses incrementa el doble de su peso y longitud. Alcanzan la

madurez sexual a los 8-9 años; y el intervalo de crianza se estima en 2 ó 3 años (Spencer, 1988).

Su vida se estima desde 30 (Slijper, 1962) hasta 80-90 años (Nishiwaki, 1972). Su población fue reducida por la caza incontrolada, poniéndola en peligro de extinción. En 1966 la International Whaling Commission impuso la prohibición de capturas de la ballena azul en el mundo (Seed, 1972; Mizroch *et al.*, 1984)

Su distribución comprende todos los océanos del planeta, de los trópicos a las capas polares. En el Pacífico Norte se cree que existen dos stocks, uno en el oeste y otro en el este (Nishiwaki, 1966; Stafford *et al.*, 1999). El stock del oeste en invierno se encuentra desde la isla de Ogasawara, Taiwan, Japón y la península coreana y migran en verano al norte de Japón, Kamchatka, Kurulis y Chukotka (IWC, 1981). El stock del este se mueve al centro y este de las islas Aleutianas, en el Golfo de Alaska en verano, migrando al sur de California y Baja California en invierno (Rice, 1974).

Se reconocen a 3 distintas subespecies de ballenas azules en el mundo (Spencer, 1988; Rice, 1998).

A) *Balaenoptera musculus musculus* Linnaeus 1758 (citado en Spencer, 1988).

La ballena azul del norte, se encuentra en el Atlántico y Pacífico Norte.

B) *Balaenoptera musculus intermedia* Burmeister, 1871 (citado en Spencer, 1988). La ballena azul del Antártico, es la más grande de las tres subespecies. La distribución se limita al hemisferio sur.

C) *Balaenoptera musculus brevicauda* Ichihara, 1966 (citado en Spencer, 1988).

La ballena azul pigmea, la más pequeña de las 3 subespecies. La primera descripción de su distribución fue al sur del Océano Indico cerca del Archipiélago de Kerguelen (50° latitud Sur, 70° longitud Este). Esta subespecie presenta diferencias en las proporciones

del cuerpo, tiene mas vértebras, el pedúnculo (región entre la aleta dorsal y la cola) es más corta y la región del tronco es mas larga que en las otras subespecies.

Existe poca información sobre las enfermedades de la ballena azul. Se ha sugerido que probablemente su selectiva dieta pueda ser la causa de que esté mucho menos expuesta a la infestación de parásitos a comparación de otras ballenas (Rice, 1978 en Yochem y Leatherwood, 1985). Los endoparásitos que se han encontrado incluyen *Bolbosoma nipponicum* Yamagaguti, 1939 (Acantocephala) en el intestino delgado y *Crassicauda crassicauda* (Trematoda) en el riñón (Yochem y Leatherwood, 1985). Markowski (1955) reporta los céstodos *Tetrabothrius affinis* Lonnerberg, 1891, *T. wilsoni* Leiper y Atkinson, 1914, y *T. schaeferi* Lonnerberg, 1891 (Platyhelminthes:Cestoda) así como *Priapocephalus grandis* Nybelin, 1922 y *Diplogonoporus balalaenopterae* Lonnerberg, 1892 .

De los ectoparásitos *Balaenophilus unisetus* Aurivillius, 1879 (Cirripedia) y *Odotobius ceti* Roussel de Vauzeme, 1834 (Thoracostoma) se encuentra en las barbas. *Penella* sp (Copepoda: Pennellidae) y *Xenobalanus globicipitis* Steenstrup, 1851 (Cirripedia) infestan la piel. Raramente son infectadas por *Cyamus balaenopterae* Barnard, 1931 (Anphipoda), y otro balano *Coronula reginae* Darwin, 1854 (Yochem y Leatherwood, 1985). Se conoce que hay una relación comensal de las diatomeas (microalgae) sobre la piel de la ballena azul, (Cockrill, 1960). Frecuentemente son hospederas de *Remora* sp (Echeneidae) (Rice y Caldwell, 1961).

1.1.2 Pseudobalano *Xenobalanus globicipitis*

Clase Cirripeda

Orden Thoracica

Familia Balanidae

Especie *Xenobalanus globicipitis* Steenstrup, 1851 (citado en Raga, 1985).

Balano sésil de cuerpo alargado, se encuentra encerrado en una membrana tubular llamada *corium* de coloración negruzca con matices violeta oscuros. El pseudo pedúnculo se une por su porción basal a una concha pequeña rudimentaria. Su tamaño oscila entre 2.8 y 3.9cm de longitud y 0.5 y 0.8 cm de anchura máxima. La concha se encuentra siempre embebida en la piel de los mamíferos sin llegar a ningún caso a estar en contacto con la capa de grasa. La concha es estrellada posee seis brazos blanquecinos constituyendo seis compartimentos de paredes cóncavas por su lado externo. El diámetro total de la concha oscila entre 0.6 y 0.7cm (Raga, 1985) . Se le encuentra en aletas y colas de marsopas, delfines y ballenas quedando hacia atrás cuando el hospedero va en movimiento. Existe un reporte del *Xenobalano* asociado con *Platylepas hexastylus* (balano no pedunculado) en *Tursiops* sp (Perrin *et al.*, 2002).

Xenobalanus globicipitis se fija normalmente en la aleta dorsal y en las aletas caudales de las siguientes especies :

Globicephala melaena, *Balaenoptera borealis*, *B. physalus*, *B. musculus*, *Tursiops truncatus*, *Delphinus delphis*, *Pseudorca crassedens*, *Grampus griseus*, *Phocena phocena*, *Feresa attenuata*, *Stenella coeruleoalba*, *Lissodelphis borealis*, *Lagenorhynchus obliquidens*, *L. obscurus*, y *Ziphius cavirostris*.

No existen reportes de la presencia del balano en otros sustratos inertes o en peces.

Anteriormente se consideraba habitante de aguas tropicales y subtropicales pero Rajaguru y Shantha (1992) publicaron registros en regiones mas frías en localidades del Atlántico Norte (Faroe Islands entre Madeira e Inglaterra, Madeira, Islas Azores y Nueva Inglaterra E.U.). También se ha registrado en el sur de las Islas Shetland. En el Pacífico Norte Islas Vancouver, California y Baja California, oeste del Océano Indico (Natal y Bahía Saldhana, Sudáfrica) (Nilsson .-Cantell, 1930) y en el mar de Australia en la gran barrera de coral (Pope, 1958).

El balano *X. globicipitis* ataca directamente a la piel de su hospedero, tiene una semejanza superficial a la aleta, siendo así como se adapta a vivir fijado a su hospedero. Su patología se limita a una pequeña úlcera en la piel en el punto de fijación incrustando su concha solo en la hipodermis y dermis (Raga, 1985). Debido a que no afecta a su hospedero se considera que tiene una relación comensal de tipo foretica, de acuerdo a las descripciones de relaciones biológicas de Begon *et al* 1989. Crecen en grupos cerrados, ésta agregación les permite una fertilización cruzada lo cual es común en crustáceos hermafroditas.

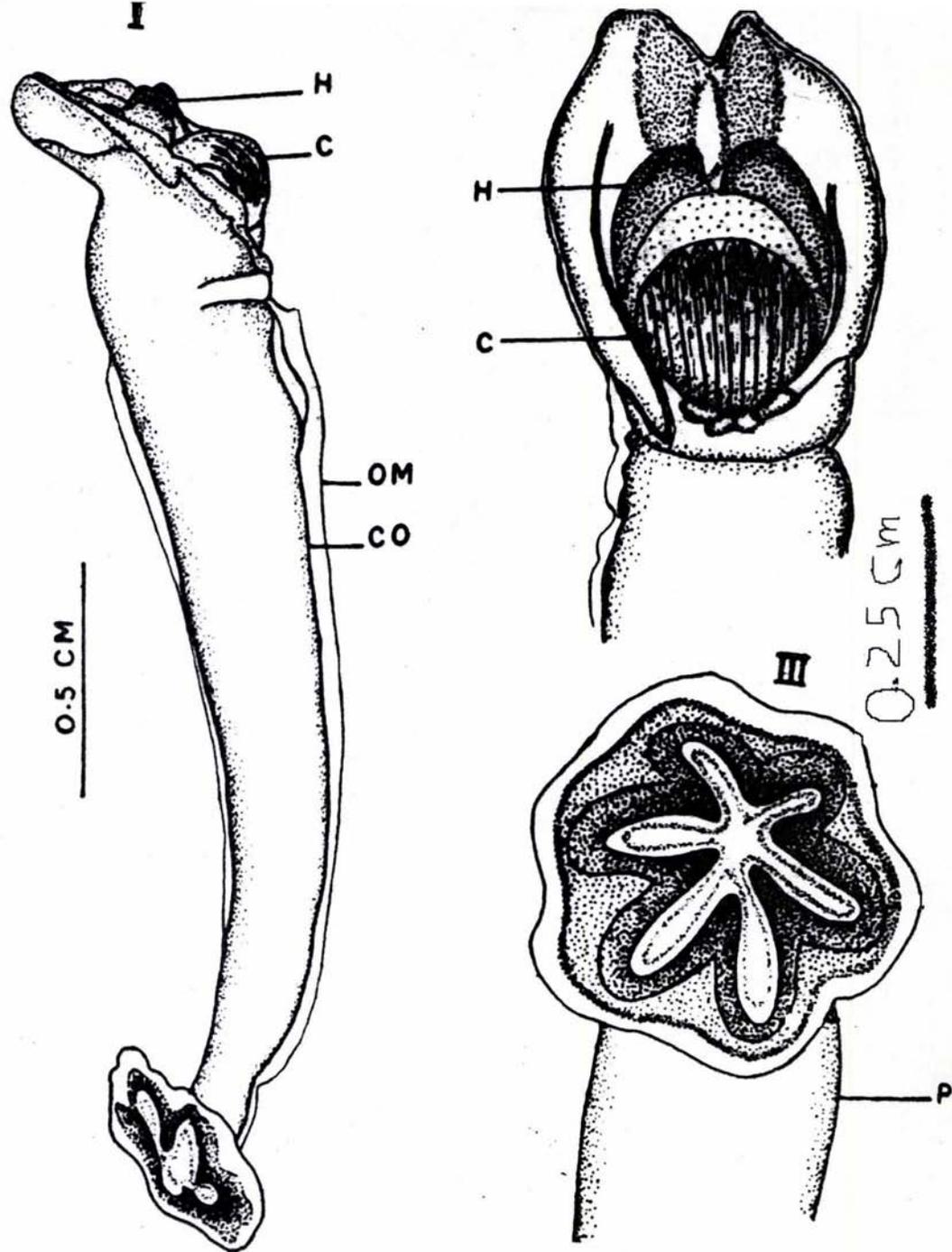


FIG. 1. *Xenobalanus globicipitis*. I, Animal completo II, Capucha III, Concha estrellada
 C: Cirros, CO: Corium, OM: Membrana exterior, P: Pseudopedunculo, H: Capucha

1.1.3. Parásitos externos como indicadores

Los parásitos pueden ser indicadores de masas de agua y etiquetadores biológicos. (Möller y Anders, 1983) así como indicadores de poblaciones de *Tursiops truncatus* (Walker, 1981; Reyes, 1989; Mead y Potter, 1990; Van Waerebeek *et al.*, 1990) del delfín común *Delphinus delphis* (Walker *et al.*, 1984; Hochberg *et al.*, 1985) de *Stenella coeruleoalba* (Dailey y Otto, 1982; Hochberg *et al.*, 1985) de *Lagenorhynchus obliquidens* (Dailey y Otto, 1982) y *Phocoenoides dalli* (Walker, 1990).

X. globicipitis, podría ser utilizado como un marcador de distribución de tiempo y espacio temporalidad en cetáceos y en particular en la ballena azul. Existen estudios donde se muestra una alta incidencia del foronte en delfines y rorcuales de aguas ibéricas, con una incidencia de *X. globicipitis* en los especímenes de *B. physalus* capturados de 1,74 %, valor similar al observado en *B. borealis* 2%, menor que 14% de *B. musculus* capturadas en aguas de California (Rice, 1963) y claramente inferior a las frecuencias de aparición sobre especies de odontocetos (Pilleri, 1970; Raga y Carbonell, 1985).

Xenobalanus globicipitis aparece también en delfines *L. obscurus* en un 38.9% (ES = 1.8%) en los meses de junio y diciembre (Van Waerebeek *et al.*, 1993). Este autor también sugiere que la fase diferencial de 6 meses como un factor estacional podría determinar el ciclo de vida del *Xenobalanus*, el cual podría servir como un marcador ecológico de temporalidad.

1.1.4 Justificación

Ya que el balano *Xenobalamus globicipitis* es un indicador de distribución geográfica en varios grupos de animales marinos, se propone verificar que puede ser un indicador de distribución espacio temporal de las ballenas azules fotografiadas en las aguas de la península de Baja California esperando que a mayor incidencia de infestación mayor será el tiempo de permanencia de las ballenas en el área.

1.1.5 Objetivos

- 1.-Determinar la infestación por *X. globicipitis* en las aletas dorsales de ballenas azules en las zonas oceánicas y costeras de la Península de Baja California y el Domo de Costa Rica según el tipo de aleta, el tipo de ambiente entre meses y los grupos de individuos (cría, hembras lactantes e individuos solos).
2. Analizar los cambios en la cantidad de *X. globicipitis* adheridos en la aleta dorsal de un mismo individuo fotografiados en distintos meses.

II. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio abarca el Pacífico Oriental Tropical (el cual es una provincia oceanográfica), delimitado al norte por la frontera de México con Estados Unidos y al sur por el límite del Domo de Costa Rica. En México, incluye las aguas de la Península de Baja California, tanto costera como oceánica y el Golfo de California. Actualmente la provincia de Baja California se considera una zona de transición, y la del Golfo una provincia relativamente aislada (De la Lanza Espino, 1991)

El Golfo de California se delimita al oeste por la Península de Baja California y al este por los estados de Sonora y Sinaloa. Presenta una orientación general Noroeste - Sureste y se une con el Océano Pacífico en su porción sur. Tiene una longitud y anchura cercanas a 1400 Km y 150 Km (en sus puntos máximo y mínimo) respectivamente y una superficie aproximada de 210,000 km². El Golfo de California se ha dividido en 4 regiones con base en su estructura termohalina vertical: el alto Golfo (entre la boca del Río Colorado y la Isla Tiburón), el Canal de Ballenas, el Golfo inferior (entre la Isla Tiburón y la línea imaginaria que une Cabo San Lucas y Mazatlán) y la Boca del Golfo limitada por la línea imaginaria de Cabo San Lucas a Cabo Corrientes (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991).

Las temperaturas superficiales del Golfo, comparadas con las masas de aguas vecinas del Pacífico, son más cálidas de abril a septiembre mientras que el resto de los meses son similares. Las variaciones de temperatura media superficial son de 9 °C en la boca, incrementándose hasta los 22 °C en la porción norte. El promedio anual de temperatura superficial es relativamente alto (24 °C) y fluctúa entre los 19 y 30 °C. Durante el

invierno la columna de agua muestra una isoterma en la región somera del norte del Golfo y en verano se presenta una diferencia de alrededor de 14 °C entre la superficie y los 150m (Badan-Dagon *et al.*, 1985).

La salinidad en los dos tercios norteños del Golfo fluctúa entre los 35 y 35.8 y son entre uno y dos mayores si lo comparamos con latitudes semejantes fuera del Golfo. El agua que llega hasta la parte norte del Golfo de California presenta valores de salinidad que van disminuyendo con la profundidad, lo cual perdura en casi todo el año, al final de primavera y durante verano y otoño. Las salinidades mayores se encuentran sólo en lugares someros y bahías cerradas, y ésta junto con la temperatura, es muy variable tanto estacional como anualmente en los primeros 150 m. Las aguas costeras presentan una salinidad considerablemente menor a los 34.6 durante la temporada de lluvias siendo mayor durante la primavera a lo largo de la costa de Baja California, respecto a la costa de Sonora, mientras que el verano las salinidades más altas se presentan en las porciones más centrales del Golfo (Álvarez-Borrego y Swartzlose, 1979).

En ambas costas del Golfo inferior se dan surgencias, así como en la parte sur de la Isla Tiburón. Las surgencias ocurren en ambas costas dependiendo de la dirección del viento, al parecer siendo mayores en la costa este que en la costa oeste del Golfo (Badan-Dagon *et al.*, 1985).

El flujo de corrientes es con tendencia sureste en el invierno y primavera, pero el verano y otoño es noroeste. Los efectos de las mareas, los vientos y el calentamiento por irradiación y la interacción con el Océano Pacífico producen una circulación vigorosa dentro del Golfo (Badan-Dagon *et al.*, 1985). Las masas de agua de la región norte son de origen local, formadas por el enfriamiento en invierno y por el calentamiento y evaporación en verano, mientras que las masas de agua de la porción sur del Golfo son

muy parecidas a las del océano adyacente, aunque modificadas en sus capas superficiales por la evaporación (Santamaría del Ángel y Álvarez-Borrego, 1994). Durante el invierno y principios de primavera, el agua del Pacífico Oriental Tropical se presenta solamente en la región de la boca, mientras que desde finales de la primavera y durante verano y otoño, invade el Golfo de California hasta la altura de la porción sur de las grandes islas (I. Tiburón e I. Angel de la Guarda).

En la costa occidental de la Península de Baja California ocurren surgencias costeras durante casi todo el año, intensificándose de marzo a junio cuando predominan los vientos del noreste (Reid *et al.*, 1958; Bakun y Nelson, 1975). Este ecosistema de surgencias produce las condiciones óptimas para el abastecimiento de nutrientes y florecimiento del fitoplancton, favoreciendo así a las especies herbívoras de la comunidad zooplanctónica. En la zona oceánica y costa occidental las surgencias se intensifican en primavera y principios de verano teniendo también un pico en otoño (Bacón y Nelson, 1975). Las imágenes satelitales indican que cerca de la costa se da la máxima biomasa de zooplancton en junio (Zuria-Jordan *et al.*, 1995).

El Domo de Costa Rica se ubica frente a las costas de Nicaragua y Costa Rica y tiene dimensiones y localización variables, relacionadas con las corrientes oceánicas que lo circundan. Wyrcki (1964) lo sitúa entre los 7.5°9' N y los 87°90' W con un diámetro aproximado de 200 Km; mientras Barberan *et al.*, (1984) lo localiza entre los 5°-12' N y 84°-92' W con un diámetro de entre 200 y 400 km. En cuanto a su permanencia o temporalidad Wyrcki (1964), Broenkow (1965) y Blackburn *et al.*, (1970) lo consideran como una característica permanente en el Pacífico Tropical Oriental, aunque con

variaciones estacionales a lo largo del año mientras que Hofmann *et al.* (1981) opinan que es una condición temporal. Longhurst y Pauly (1987) lo definen

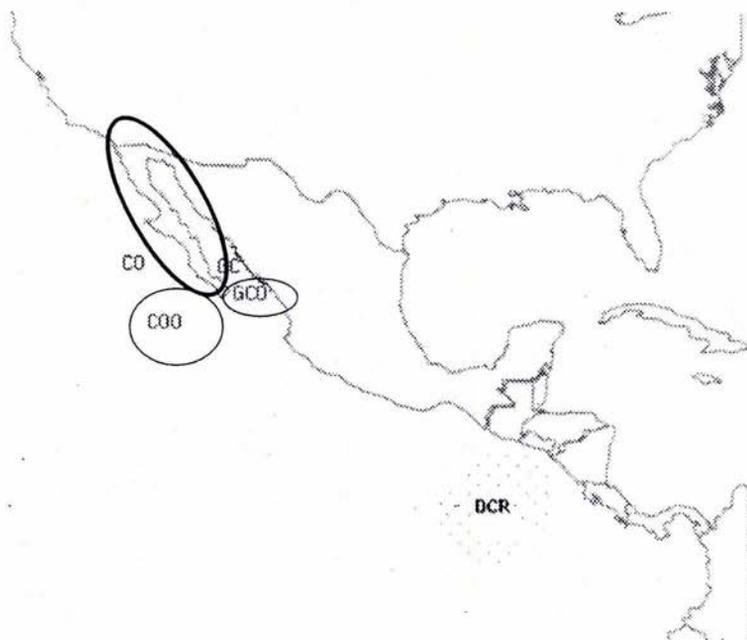


Fig. 2. Área de estudio: GC= Zona costera del Golfo de California, GO = zona central oceánica del Golfo de California, CO = zona costera de la costa occidental de la península, COO = zona oceánica de la costa occidental de la península, DCR = Domo de Costa Rica.

como un centro de surgencias semipermanente, con cambios de localización y forma pero permaneciendo en la misma región general. Su nombre se debe a que la termoclina se localiza entre los 10 y 15 m de profundidad, toma una forma de domo (Wyrcki, 1964; Barberan *et al.*, 1984); las características físicas y químicas de esta agua permiten el desarrollo de una alta productividad (Claudin-Zabarán, 1984; Flores-Zepeda, 1985) y una elevada producción pesquera registrada por (Blackburn *et al.*, (1970). Al estudiar el micronecton Wyrcki (1964) menciona que el sistema de corrientes presente en esta región lo conforman la Corriente Costera de Costa Rica, la Corriente Surecuatorial, la Contracorriente Ecuatorial, la Corriente Anticiclónica y el Flujo Ciclónico.

III. MÉTODO

3.1. Trabajo en campo

El presente estudio se basa en la cuantificación de balanos fijados en la aleta dorsal de la ballena azul fotografiadas e incluidas en la base de datos del catálogo de la ballena azul de Baja California del CICIMAR. Se incluyó como referencia las fotografías de individuos avistados en el Domo de Costa Rica (Cascadia Research $n = 13$). Las fotografías fueron tomadas con la técnica de foto-identificación descrita para la ballena azul (Sears *et al.*, 1990). Esta técnica consiste en tomar fotografías de ambos costados del animal posicionándose entre el sol y la ballena, perpendicular al flanco, justo enfrente de la aleta dorsal, evitando así el reflejo del brillo del cuerpo del animal. En cuanto a los balanos, éstos no se identificaron formalmente pero se infiere que de ellos se trata, de acuerdo a la ausencia de reportes de otro balano pedunculado para la ballena azul y de unos ejemplares de la especie *X. globicipitis* muestreados de una ballena azul varada cerca de la ciudad de La Paz, B.C.S. en junio 2000 (Gendron, datos no publicados).

Las fotografías se tomaron desde embarcaciones menores. Las ballenas se fotografiaron utilizando una cámara de 35 mm equipada con un lente de 80-300 mm y motor integrado, con una película blanco y negro ASA 400. Las salidas a campo en zonas costeras se realizaron desde embarcaciones menores mientras que para las zonas oceánicas se usaron como plataforma logística a cañoneros de la H. Armada de México y el Buque Oceanográfico EL PUMA (UNAM). Se incluyeron fotografías recabadas en los cruceros del Southwest Fisheries Science Center (SWFSC) de la National Oceanic

and Atmospheric Administration (NOAA) para regiones oceánicas de Baja California y del Cascadia Research Collective para la región del Domo de Costa Rica.

3.2. Trabajo de laboratorio

El material fotográfico del catalogo de ballena azul del CICIMAR y la pequeña muestra del Domo de Costa Rica fue revisado y se descartaron fotografías borrosas, poco claras, lejanas y de mal ángulo (tipo de aleta no determinada) en las que no se podía observar la presencia o ausencia de balanos.

Se hizo una clasificación de las aletas dorsales en 7 diferentes tipos (ver fig 3). Para ello se tomó en cuenta la presencia de la aleta, la forma general así como su ángulo de inclinación con respecto a la base de la aleta.

3.2.1 Clasificación de las aletas dorsales (Fig.2)

- 1.- Angular (Aleta falcada y con un ángulo menor a 40°)
- 2.- Ganchuda (Aleta falcada muy pronunciada)
- 3.- Triangular (Aleta con forma triangular de ángulo mayor a 70°)
- 4.- Levantada (Aleta redonda o puntiaguda hacia arriba y de ángulo mayor a 40°)
- 5.- Marcada (Aleta con una o más escisiones)
- 6.- Mutilada (Aleta mutilada por completo)

También se hizo una cuantificación de la presencia de los balanos basada en el número de forontes visibles.

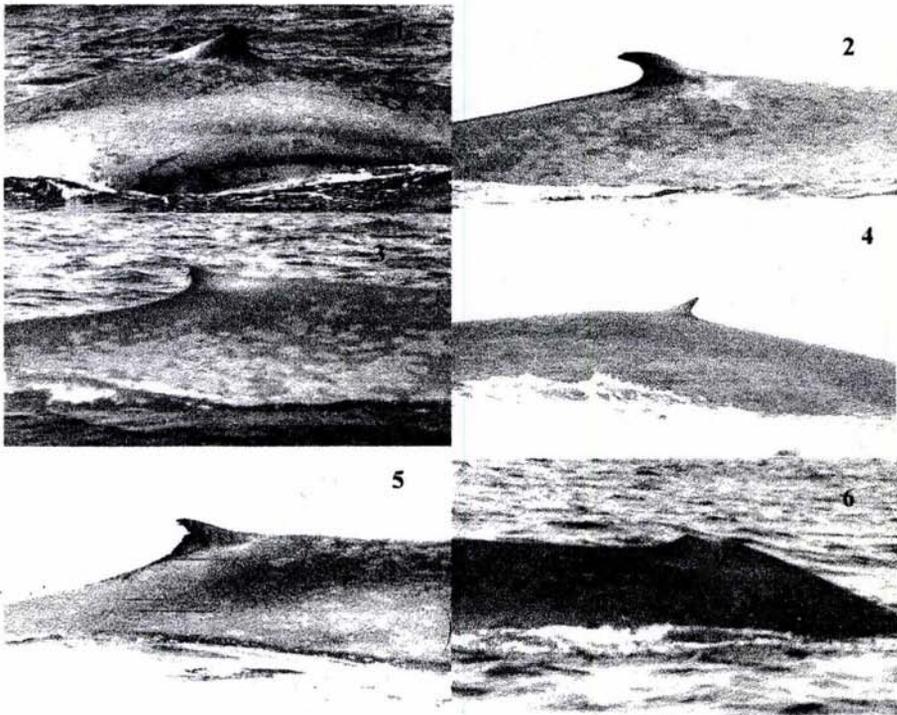


Fig 3 Tipos de aletas dorsales consideradas en el estudio.

3.2.2. Cuantificación de balanos

Se hizo una cuantificación de la presencia de los balanos basada en el número de forontes visibles.

0.-Ausencia (Aleta sin Balanos)

1.- Poco (la observación de 1 balano)

2.- Mediano (la observación de 2 balanos)

3.- Mucho ((la observación de más de 3 Balanos)

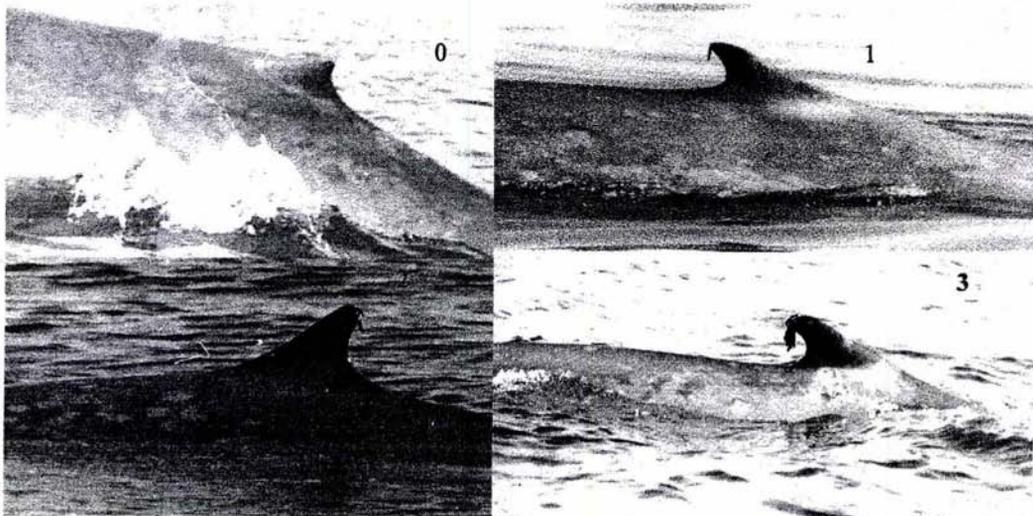


Fig.4. Cuantificación de balanos en aleta dorsal de ballena azul

3.3. Análisis de datos

Por tratarse de datos no paramétricos y una muestra de tamaño pequeño, se usó la prueba de χ^2 aplicando la fórmula $\chi^2 = \sum (f_o - f_e)^2 / f_e$ donde:

La frecuencia obtenida f_o = frecuencia obtenida en el muestreo

Frecuencia esperada f_e = (suma total de las frecuencias ordenadas en columnas) (suma total de las frecuencias ordenadas en filas) / N

N = \sum población total de la muestra. con una probabilidad de error menor a 0.05, utilizando como variables de criterio la presencia del parásito entre 1) tipos de aleta, 2) áreas oceánicas y costeras y 3) grupos de individuos solos, madres con cría y crías.

También se hizo un análisis de índice de infestación que se define como:

I = el número total de balanos en la muestra / el número total de aletas.

Este análisis se aplicó en muestras donde se tenían 3 variables constantes vs. Una variable diferente disminuyendo así el error por muestreo ya que existen más datos de la zona con mayor esfuerzo, utilizando las siguientes variables:

- 1) Los tres grupos, individuos solos, hembras y crías presentes en el Golfo costero durante los meses de marzo y abril vs. Seis tipos de aleta.
- 2) Individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo y abril vs. Las cinco zonas de estudio.
- 3) Los 3 grupos, individuos solos hembras y crías vs. Aleta angular en el Golfo costero durante los meses de marzo y abril.

3 bis) Los 3 grupos, individuos solos hembras y crías vs. aleta marcada en el Golfo costero durante los meses de marzo y abril.

4) Individuos solos de aleta angular en el Golfo costero vs los meses de febrero a mayo

Para la zona de mayor esfuerzo, de la cual existen más fotografías, se hizo un análisis de χ^2 entre cantidad de balanos y los meses de febrero a mayo en los cuales se tomaron las fotografías.

IV. RESULTADOS

4.1 Datos generales

La base de datos de individuos de ballena azul identificados por fotografía fue dividida entre áreas costeras: 1) del suroeste del Golfo de California, 2) a lo largo de la costa occidental de la Península de Baja California; y áreas oceánicas 3) del Golfo de California, 4) porción exterior fuera de la costa occidental de la Península y 5) en el Domo de Costa Rica (ver Tabla I). Del total de individuos identificados entre 1994 y 2000 ($n = 473$, sin considerar las fotos-recapturas de individuos) se escogieron 406 fotografías de identificación de ballena azul que permitieron determinar la presencia y ausencia de los balanos y también cuantificar la cantidad de *X.globicipitis* sobre las aletas dorsales. El mayor número de fotografías se obtuvo en la zona costera del suroeste del Golfo de California (entre la bahía de Loreto y bahía de La Paz) y corresponde a un esfuerzo de foto-identificación continuo desde la temporada de invierno-primavera 1994 hasta 2000 en ésta área.

Cuadro 1 Tabla I. Número de ballenas azules foto-identificadas (utilizadas) que se usaron para el análisis de la presencia de los balanos en aletas dorsales por año y área.

| AÑO | Zonas Costeras | | Zonas oceánicas | | |
|-------|--------------------|------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|
| | Golfo zona costera | Costa Occidental | Golfo Oceánico | Costa Occidental oceánica | Domo Costa Rica |
| 1994 | 49 | 3 | 0 | 3 | 0 |
| 1995 | 33 | 13 | 0 | 14 | 0 |
| 1996 | 41 | 12 | 0 | 4 | 0 |
| 1997 | 48 | 0 | 19 | 0 | 0 |
| 1998 | 42 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 1999 | 78 | 7 | 0 | 0 | 8 |
| 2000 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 319 | 35 | 19 | 25 | 8 |

Del total de individuos identificados, 8.4 % corresponden a crías, 11.3 % a hembras lactantes (vista acompañada de una cría) y 80.3 % a individuos solos.

Tabla II. Número de fotografías que corresponden a cada grupo de ballena azul (hembras lactantes, crías e individuos solos).

| GRUPO DE BALLENA AZUL | NÚMERO DE FOTOGRAFÍAS |
|-----------------------------|-----------------------|
| Hembras lactantes | 46 |
| Crías | 34 |
| Individuos solos (sin cría) | 326 |

Después de realizar la comparación entre fotografía se encontraron 100 recapturas de fotografías de individuos previamente identificados. Estas recapturas fotográficas correspondieron a individuos observados durante una misma temporada, y también en diferentes áreas y años.

Según las categorización que se hizo del tipo de aleta de ballenas azules de Baja California (Fig. 3), se encontró que el tipo de aleta dorsal angular fue el más común (42%). La segunda aleta más frecuente fue la aleta ganchuda (15%) seguida por la aleta triangular(14%). Los otros tipos de aleta, levantada, marcada y mutilada se presentaron, cada una, con una frecuencia menor a 11%.

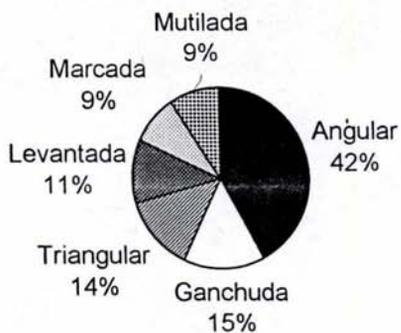


Fig. 5 Porcentaje de los tipos de aletas dorsales que presentan las ballenas azules de Baja California usadas en este trabajo.

Las crías presentaron una mayor proporción (20.6 %) de aleta de tipo ganchuda (Fig. 6), las hembras presentaron un porcentaje mayor de aletas triangulares seguido por aletas marcadas (Fig. 7) mientras que los individuos solos (sin cría) se observó un porcentaje similar entre los tipos de aleta (Fig. 8).

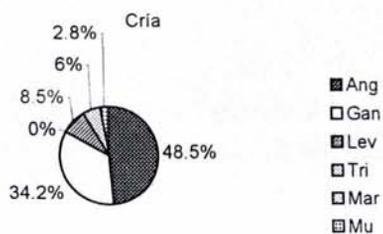


Fig 6. Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron las crías donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mitilada.

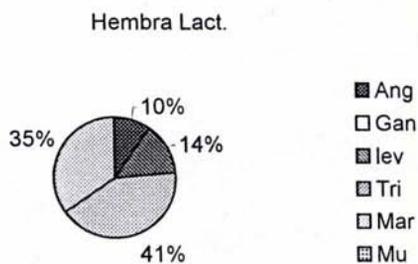


Fig 7. Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron las hembras lactantes donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mitilada.

Indiv. solos

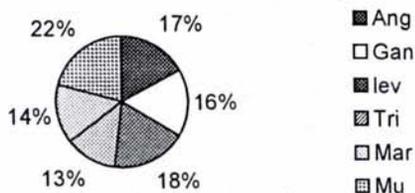


Fig 8. Porcentaje del tipo de aleta dorsal que presentaron los individuos solos donde Ang=angular, Gan=ganchuda, Lev=levantada, Tri=triangular, Mar=marcada, Mu=mutilada.

4.2 Infestación por tipo de aleta

La presencia del balano fue notoria en las aletas dorsales de tipo marcada ya que 50% del total de aleta marcada presentaron el balano. Con el análisis estadístico aplicado a los diferentes tipos de aleta de los individuos solos presentes en la porción costera del Golfo durante los meses de marzo y abril se observa que el tipo de aleta influye en la presencia de los balanos ($\chi^2 = 13.9$, $P = 0.05$, ver Tabla V, Fig 9). Los individuos solos con tipo de aleta marcada y ganchuda fotografiados en Golfo costero durante los meses de marzo y abril, presenta el mayor porcentaje de infestación de acuerdo al porcentaje total de cada tipo de aleta.

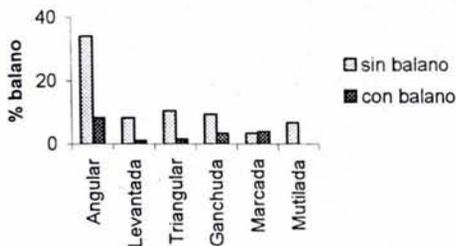


Fig. 9. Porcentaje de la presencia de balanos en los diferentes tipos de aletas dorsal de los individuos solos en el golfo costero durante los meses de marzo y abril.

Con el índice de infestación se corrobora que la aleta marcada fue la que presentó la mayor infestación para los tres grupos siendo mayor en las hembras lactantes (Fig. 10).

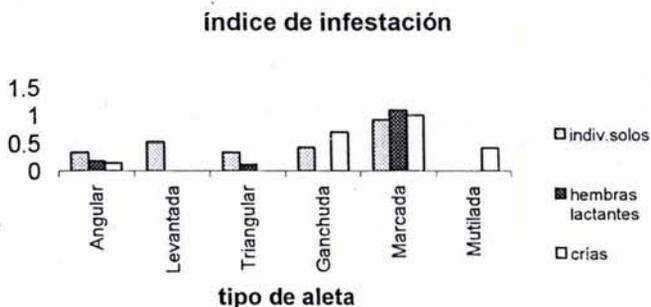


Fig. 10. Índice de infestación por tipo de aleta que presentaron los 3 grupos en la porción costera del Golfo de California durante los meses de marzo y abril.

4.3 Infestación por áreas

La presencia de balanos fue más frecuente para los individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo y abril en áreas oceánicas con un porcentaje de infestación Mayor (50%) comparado con el porcentaje de infestación (17.5%) en las áreas costeras ($\chi^2=4.06$, $P> 0.05$, Fig. 11)

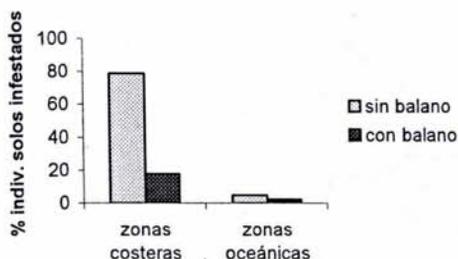


Fig. 11. Porcentaje de los individuos con aleta angular avistados solos y que presentaron balano durante los meses de marzo y abril en zonas costeras (GC=Golfo costero y CO= Costa occidental) y oceánicas (GCO=Golfo central oceánico, COO=Costa occidental oceánica y DCR Domo Costa Rica).

Índice de infestación

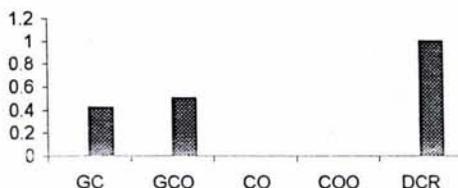


Fig 12 Índice de infestación por área presentado en los individuos solos con aleta angular durante los meses de marzo y abril en el GC= Golfo Costero, GCO=Golfo central oceánico, CO= Costa occidental, COO=Costa occidental oceánico y DCR=Domo de Costa Rica.

El índice de infestación nos indica que hay una mayor infestación en individuos solos del Domo de Costa Rica y del Golfo central oceánico que los presentes en áreas costeras.

4.4 Infestación por grupos

En los tres grupos (individuos solos, hembras lactantes y crías) no se encontró una diferencia significativa en la infestación por *X. globicipitis*, ($\chi^2 = 1.2$, $P > 0.05$, ver Tabla V). El análisis se aplicó a los tres grupos tomando como constante a las aletas marcadas en el Golfo costero durante los meses de marzo y abril, debido a que los grupos (hembras lactantes, crías e individuos solos) presentan dominancia de distintos tipos de dorsales, se escogió el tipo de aleta marcada ya que fue el que mostró una mayor infestación para los 3 distintos grupos (ver Fig. 10). Los resultados sugieren que la infestación no pareciera darse por el sexo o la edad del animal (individuos solos, hembras lactantes y crías) sino por el tipo de aleta.

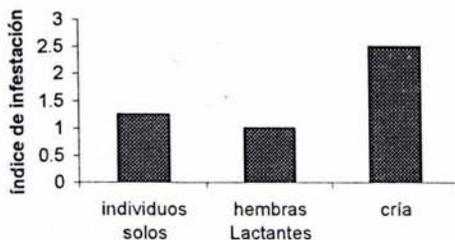


Fig 13. Índice de infestación que presentaron los 3 grupos con aleta marcada durante los meses de marzo y abril en la zona costera del Golfo de California.



Fig 14 Índice de infestación que presentaron los 3 grupos con aleta angular durante los meses de marzo y abril en la zona costera del Golfo de California.

4.5 Presencia del balano en función del tiempo

Para la zona costera del Golfo de California donde se realizó un mayor esfuerzo de búsqueda se observó un incremento en la cantidad de balanos para los 3 grupos (hembras lactantes individuos solos y crías) durante los meses de marzo y abril a comparación de lo meses de enero y febrero ($\chi^2 = 6.5$, $P > 0.05$, ver Tabla V.). Los resultados indican que el tiempo que permanecen las ballenas en esta zona favorece el desarrollo de los balanos.

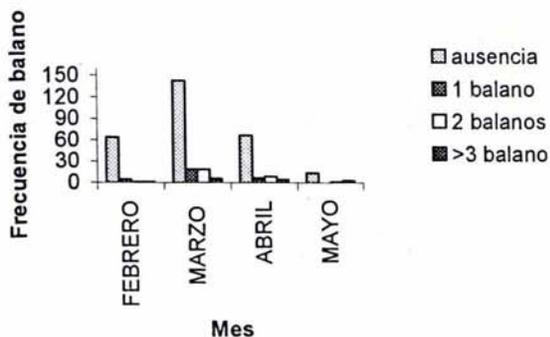


Fig. 15. Presencia y cantidad de balanos en función del mes en la zona costera del Golfo de California.

El índice de infestación en las aletas dorsales tipo angula de los individuos solos para los meses de febrero a mayo en la zona costera del Golfo mostró su máximo en el mes de abril (Fig 16.).



Fig 16. Índice de infestación para los individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo a mayo en la zona costera del Golfo de California.

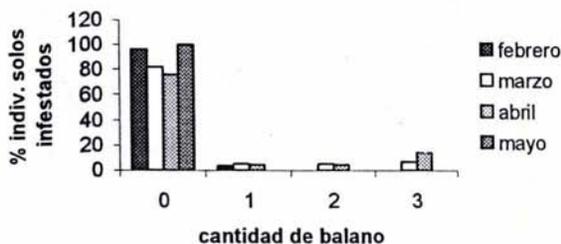


Fig. 17 Porcentaje de infestación de los individuos solos de aleta angular durante los meses de marzo a mayo en la región costera del Golfo de California.

Durante los meses de marzo y abril, se observa que las cantidades de 1 a 2 balanos se mantienen constantes, y se observa un incremento en el porcentaje de 3 balanos (Fig 17).

El incremento en el número de balanos en periodos cortos se observó en una recaptura fotográfica de ballena azul de un intervalo mínimo de 25 días y máxima de 75 días (Tabla III).

Tabla III. Recapturas fotográficas que muestran la permanencia e incremento en la cantidad de balanos en aleta dorsal de ballena azul en la zona costera del Golfo de California.

| Intervalos (días) | Avistamiento | Individuo | Fecha | Cantidad balanos | Subárea |
|-------------------|--------------|-----------|---------------|------------------|---------|
| 25 | 1° | 283 | 23 marzo 1999 | 1 | GC |
| | 2° | 283 | 16 abril 1999 | 2 | GC |
| 30 | 1° | 75 | 14 marzo 1994 | 2 | GC |
| | 2° | 75 | 13 abril 1994 | 2 | GC |
| 71 | 1° | 130 | 24 enero 1998 | 0 | GC |
| | 2° | 130 | 05 abril 1998 | 3 | GC |

Para determinar si al emigrar del área de Baja California, las ballenas azules pierden los balanos adheridos se comparó la cantidad de los mismos observados en aletas de individuos foto-recapturados entre años. Se encontró distintos casos: ausencia del balano en ambos años, incremento y decremento entre años. El caso del individuo # 41 (Ver Tabla IV) se puede explicar de 2 formas: la ballena perdió los balanos adquiridos en el primer avistamiento y después se volvió a infestar, o que la ballena no los perdió y adquirió un mayor número de balanos en cualquiera de los lugares que estuvo antes del último avistamiento.

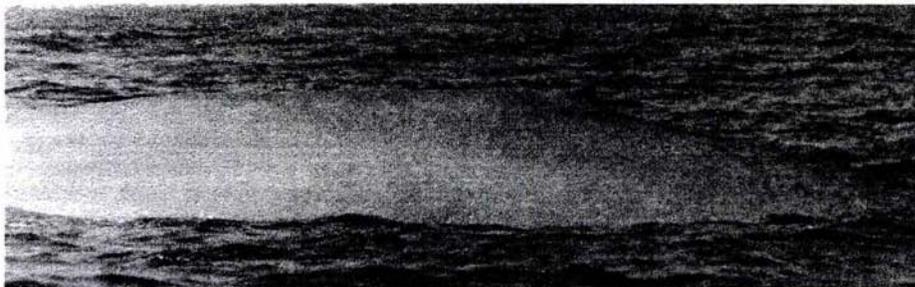


Fig 18. Ejemplo del incremento en la cantidad de balanos en la aleta del individuo 130 reavistado en un intervalo de 12 meses

Tabla IV. Recapturas fotográficas que muestra la permanencia e incremento en la cantidad de balanos en aleta dorsal de ballena azul durante un año en la zona costera del Golfo de California.

| Intervalos (meses) | Avistamiento | Individuo | Fecha | Cantidad <i>balano</i> | Subárea |
|--------------------|--------------|-----------|-----------------|------------------------|---------|
| 12 | 1° | 41 | 12 marzo 1994 | 3 | GC |
| | 2° | 41 | 09 marzo 1995 | 3 | GC |
| | 3° | 41 | 03 febrero 1996 | 0 | GC |
| 11 | 1° | 266 | 04 febrero 1999 | 1 | GC |
| | 2° | 266 | 22 enero 2001 | 2 | GC |
| 34 | 1° | 192 | 11 marzo 1999 | 1 | GC |
| | 2° | 192 | 18 enero 2000 | 3 | GC |

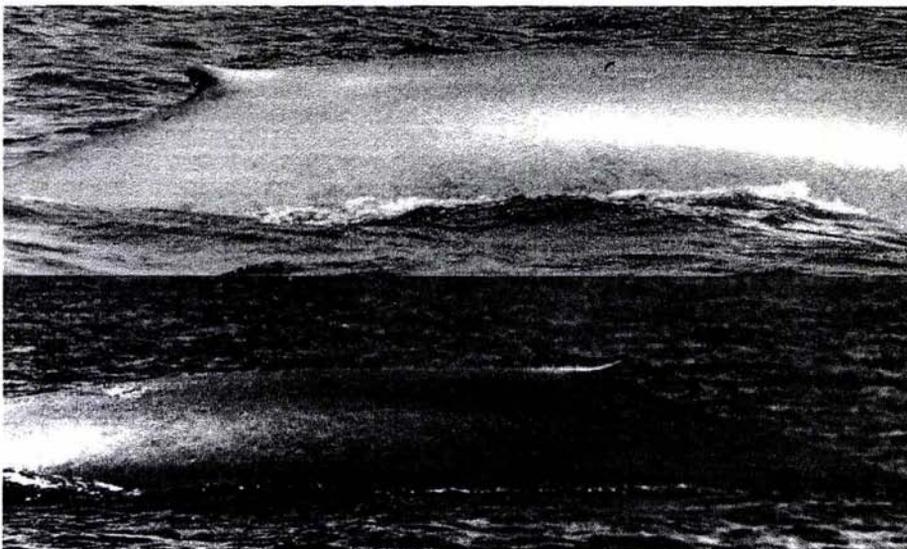


Fig.19. Ejemplo de como incrementa la cantidad de balanos en la aleta del individuo 41 revistado en un intervalo de 11 meses

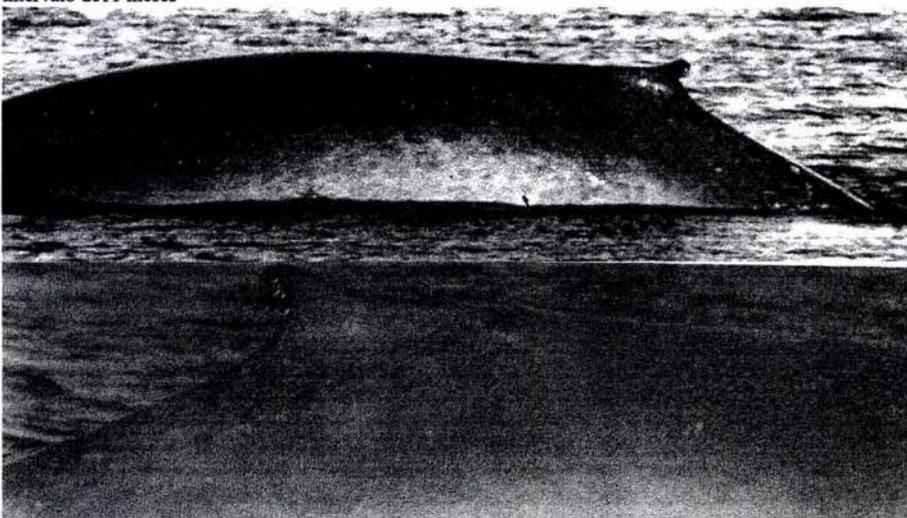


Fig.20. Ejemplo del incremento en la cantidad de balanos en la aleta del individuo 192 revistado en un intervalo de 10 meses

4.6 Resumen de la infestación en ballena azul

En los análisis de χ^2 aplicado a las diferentes variables hubo diferencias significativas para toda las variables excepto en la infestación por grupo. El balano se presentó en mayor porcentaje en aletas de tipo marcada al parecer sin distinción del grupo (Tabla V). Sin embargo, la incidencia en aleta de ballena azul fotografiada en zonas oceánicas fue menor pero con una cantidad mayor del balano (Fig. 11). Aparentemente, en el área costera del suroeste del Golfo de California la cantidad de balanos se incrementa conforme avanza el invierno hacia primavera, periodo en el que también se presenta un mayor número de hospederos en esta área.

Tabla V. Resumen de los análisis de la presencia -ausencia de balanos en aleta de ballena azul fotografiadas en Baja California.

| | Variable | Variables Constantes | Presencia | Ausencia | | |
|-------|-------------|--------------------------------|-----------|----------|---------------|---------|
| Aleta | Angular | Indiv solos | 25 | 144 | χ^2 13.9 | P<0.05 |
| | Ganchuda | | 21 | 37 | | |
| | Triangular | marzo y abril | 9 | 45 | | |
| | Levantada | Golfo costero | 7 | 36 | | |
| | Marcada | | 18 | 18 | | |
| Áreas | Costeras | Indiv.solos | 15 | 65 | χ^2 4.06 | P< 0.05 |
| | Oceánicas | Aleta angular marzo y abril | 2 | 1 | | |
| Grupo | cría | Aleta marcada | 2 | 0 | χ^2 3.8 | P <0.05 |
| | Indiv.solos | Marzo y abril | 8 | 4 | | |
| | Hem lact. | Golfo costero | 8 | 3 | | |
| Mes | Febrero | 5 tipos de aletas | 7 | 64 | χ^2 6.5 | P <0.05 |
| | Marzo | indiv.solos, hemb.lact. | 44 | 143 | | |
| | Abril | crías | 21 | 67 | | |
| | Mayo | 6 zonas | 4 | 14 | | |

V. DISCUSIÓN

Existen varios factores externos e internos que afectan directamente la relación de comensalismo entre un huésped y su hospedero. La colonización de un huésped depende de la probabilidad de encontrar a su hospedero y la compatibilidad entre los factores biogeográficos y ecológicos que requieren ambas especies. Por tratarse de un foronte los factores estudiados en este trabajo fueron relacionados con la ballena azul como el tipo de aleta dorsal donde se fija el balano, el área y meses donde se encuentran las ballenas y el tipo de animal (individuos solos, hembras con cría y crías).

5.1. Fijación del balano: tipo de aleta

La fijación del balano en general se da en las aletas dorsales y caudales de algunos cetáceos (Devaraj y Bennet, 1976; Raga, 1985; Rajaguru y Shantha, 1992). Debido a que solo un 25 % de las ballenas azules levantan la aleta caudal al zambullirse (Gendron, 2002), no se considero el análisis de ésta aleta en este estudio. Se encontró que para los tres grupos en conjunto la aleta angular presentó el mayor porcentaje. Las crías presentaron una mayor proporción de aleta dorsal de tipo ganchuda. Debido a que existe una mayor presencia de crías dentro del Golfo de California (Gendron, 2002), se generó una mayor frecuencia del tipo de aleta ganchuda en esta área respecto a otras.

La forma de la aleta dorsal de la ballena azul fue un factor que influyo en la probabilidad de fijación de los forontes. La aleta que presento el mayor porcentaje e índice de infestación del balano fue la aleta del tipo marcada, quizás debido a que en las escisiones se facilita la introducción de la concha para fijarse en las mismas. La aleta que presento el segundo porcentaje más alto de fijación fue la de tipo ganchuda. Esta forma

de la aleta puede tener características que la haga más propensa a la fijación del parásito por su forma más elongada y espaciosa de la que pueden fijarse una mayor cantidad de balanos.

.5.2. Condiciones favorables para los forontes:

Las altas frecuencias de balanos durante los meses de marzo y abril pueden explicarse por probables variables que favorecen la propagación de los forontes: éstas pueden ser la abundancia del hospedero y la concentración de nutrientes.

Las ballenas azules observadas a principios de invierno en la zona costera del Golfo de California (entre Loreto y La Paz) presentaron pocos balanos, y conforme fue avanzando el invierno aumento el número de ballenas y con ellas la presencia de balanos. La máxima abundancia de ballena azul se observa entre marzo y abril en ésta área del Golfo de California (Gendron, 2002) por lo cual, al parecer, también es cuando es más notoria la fijación del balano.

Durante este periodo (marzo-abril) la temperatura superficial (20-22° C) quizá favoreció la presencia de los balanos aunque existe un reporte del aumento de la población de la especie en aguas australianas con 18° C pero asociado a altos niveles de nutrientes en el mes de agosto (Orams y Schuetze, 1998). Es así como se observa que la temperatura es un factor que al parecer no influye en la presencia de los balanos.

Las aguas de surgencias se caracterizan por ser ricas en nutrientes. De diciembre a junio, en la mayor parte del Golfo de California ocurren surgencias (Badan-Dagon *et al.*, 1985). La presencia de altas concentración de nutrientes pueden favorecer al balano debido a un incremento de su alimento. Los balanos del orden Cirripedia que presentan cirros, como el *Xenobalano* se alimentan de microplacton (Barnes, 1977). Un estudio sobre *Lagenorhynchus obscurus* fuera de las costas de Perú reveló que existe un periodo

de abundancia de 6 meses del *X. globicipitis* aunado a un máximo de larvas nauplius del mismo balano, lo cual coincidió con el periodo de las surgencias más fuertes entre mayo a diciembre (Van Waerebeek *et al.*, 1993).

5.3. Áreas favorables para los balanos

Respecto a las áreas de estudio se observó una diferencia significativa en la presencia de balanos en aletas dorsales fotografiadas en zonas costeras y oceánicas. Se encontró una mayor frecuencia de la presencia de balanos en aletas fotografiadas en zonas costeras en comparación con las zonas oceánicas en concordancia con otros estudios. Con base en un estudio sobre *Tursiops truncatus* en aguas de Carolina del norte, Rittmaster *et al.*, (1999) encontraron una infestación cuatro veces mayor en los tursiones oceánicos que en los costeros.

5.4. Residencia estacional en zona costera

En la zona costera del Golfo de California (Loreto -La Paz) se reporta una residencia estacional promedio de 5.1 ± 11.2 días de las ballenas azules, aunque se reportan a ballenas que se reavistaron en un periodo hasta de 70 días (Gendron, 2002). En este lapso mayor a dos meses, el balano alcanza la madurez y seguramente se encuentra en condición de reproducirse. Esto podría explicar el aumento en el número de balanos observados sobre las aletas dorsales de las ballenas azules conforme transcurre su estancia en aguas de Baja California.

Además se tiene conocimiento sobre el movimiento migratorio de la ballena azul entre el Golfo de California y la costa occidental de la Península, el cual, al parecer, se rige por la variación estacional de la máxima productividad marina entre el Golfo de

California y la costa occidental de la península (Gendron, 2002). Van Waerebeek *et al.*, (1993) sugieren que los factores como, surgencias y la localización de los hospederos, costeros u oceánicos así como la profundidad en que se encuentren influyen en la probabilidad de infestación.

Se debe notar que el balano, al parecer, necesita de un movimiento continuo del agua, ya que se le encuentra en aleta dorsal y aleta caudal siendo probable una estrategia de alimentación. Sus hospederos son generalmente veloces como la *Stenella attenuata* que puede alcanzar velocidad hasta 21.5 nudos, *T. truncatus* con 15 nudos, *Balaenoptera physalus* y *B. musculus* con 18 nudos (Spencer, 1988).

5.5. Fijación de los balanos

Los balanos se encontraron preferentemente en aletas dorsales de tipo marcada, y fue visible el aumento de su colonización en el tiempo. Sugiriendo que el balano se reproduce durante en el tiempo en que la ballena permaneció en el área. Eso sugiere una sincronía entre la época de reproducción de balanos con la de crianza de la ballena azul, de forma similar a la relación del balano (*Cryptolepas rhachianecti*) con la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en lagunas de reproducción (Rice y Wolman, 1971). El índice de infestación fue mayor individuos solos de aleta angular en la región costera del Golfo de California en los meses de marzo y abril. Usando el tipo de aleta a marcada, el índice de infestación fue mayor para las crías indicando que la infestación esta dada por el tipo de aleta y no por la edad y sexo de los individuos.

Otros factores que pueden influir para la infestación de balanos sobre cetáceos son la movilidad, la hidrodinámica del hospedero, la función inmune de la piel en animales

débiles, la muda de piel y la mala regeneración de esta (Aznar *et al.*, 1994), por lo que las crías y animales enfermos, podrían serlos más endebles a la infestación de la larva del *X. globicipitis*. Esto se ha comprobado con la observación de altas cantidades de este balano en delfines enfermos, los cuales presentan poca movilidad y presentan una reducción en la función inmune y regenerativa de la piel (Aznar *et al.*, 1994; Perrin *et al.*, 2002).

5.6 Inferencia sobre la presencia del balano en foto-recapturas

En el análisis de la presencia del balano sobre aletas dorsales se observó a varias ballenas foto-recapturadas en distintos tiempos sin que presenten balano en la dorsal. Otras presentaron un aumento en la cantidad de balanos en un periodo de foto-recapturas desde un mínimo de 25 días hasta 3 meses después. Otras ballenas presentaron un incremento en su colonia de balanos en un periodo entre 2 y 3 años después. Se encontró un solo caso en el que al parecer no se registró cambio en la cantidad de balano en un intervalo de un año.

La incidencia del incremento en cantidad de balanos se interpreta de las siguientes formas:

*La ballena tuvo una estancia prolongada en la zona costera del Golfo de California dando así oportunidad a que la infestasen un mayor número de balanos.

* La ballena no perdió la colonia de balano durante su movimiento estacional entre el Golfo de California, la costa occidental de la Península y California, permitiendo su reproducción o adquiriendo a otros balanos a lo largo de su migración. Si las larvas de los balanos se encuentran ampliamente distribuidas a lo largo de la ruta de migración de la ballena azul, es probable que la infestación se diera en cualquiera de los lugares que transitara el huésped.

*Otro factor que puede influenciar la infestación es el contagio entre huéspedes de la misma especie u otra especie de cetáceo que se encuentren en la misma área que la ballena azul.

La fauna parasítica presente en un hospedero, puede dar indicaciones del hábitat en el que se ha venido desarrollando. En el presente caso, el foronte *X. globicipitis* nos podría indicar, por ejemplo, la permanencia de su hospedero en una región cuyas

condiciones son favorables para su propio desarrollo, como lo son aguas tranquilas y someras, con alta concentración de nutrientes. Sin embargo, viendo el registro de balanos en otros hospederos de distribución tanto templada y polares como templada cálida y tropical, este foronte al parecer no sería útil en determinar un hábitat favorable para su desarrollo. Existen registros de *X. globicipitis* en especies de distribución restringida a aguas templada fría como *Phocena phocena* y *Lissodelphis borealis* (Spencer, 1988) y en especies de distribución restringidas a aguas templada cálida y tropical como los *T. truncatus*, *Pseudorca crassedens*, *Feresa attenuata*, *Stenella coeruleoalba* (Spencer, 1988). Lo anterior sugiere que la ballena azul pudiera adquirir a los balanos tanto en aguas templadas frías de California, donde se les avistan a finales de verano y principios de otoño (Calambokidis *et al.*, 1990), como en el Golfo de California ya que se han reportado comúnmente este balano en aleta de *B. physalus* (Enríquez, 1996) el cual se sabe es residente de esta zona (Berubé *et al.*, 2002) También puede que las ballenas azules adquieren a los balanos en aguas oceánicas como el área del Domo de Costa Rica y fuera de la costa occidental de la Península de Baja California. De hecho se encontró una mayor proporción de ballena azul con balanos y mayor índice de infestación en áreas oceánicas comparado a las áreas costeras.

Debido a que se han observado a ballenas azules fuera de la costa occidental de Baja California (zona oceánica) en junio, agosto y octubre se sugiere la posibilidad de que no migran hasta California (Gendron, 2002) además de que existe evidencia de que se alimentan de *Euphausia eximia* en esta zona (Mejía -Acosta, 2003); por lo que el lapso de su estancia en esta zona podría generar una mayor probabilidad de infestación del balano. El Domo de Costa Rica, presenta una alta productividad biológica observándose ballenas azules durante todo el año, por lo que se ha sugerido que se trata de una

población residente o que sea una mezcla entre ballenas de ambos hemisferios (Reilly y Thayer, 1990). De la misma manera que las ballenas que se encuentran en la zona oceánica de Baja California, las ballenas del Domo de Costa Rica se encuentran en condiciones similares de surgencias para ser infestadas estas condiciones podrían ser gran cantidad de nutrientes y la disponibilidad de hospederos.

Éstas probables condiciones son las primordiales para el tipo de relación comensal que existe entre los balanos y las ballenas, pero en realidad aunque esta inferencia se hace en base a la escasa literatura y los resultados obtenidos, ignorando las causas reales que la generen, la presente investigación es un preámbulo de la relación existente entre el huésped/hospedero y al ampliar la muestra. Se podría dilucidar mas fácil y claramente cuales son las condiciones óptimas para la infestación y reproducción de este organismo.

VI CONCLUSIONES

1. El tipo de aleta de ballena azul es una característica que influye en la fijación de los balanos siendo las aletas marcadas las que presentan mayor infestación.
2. Existe una mayor cantidad de balanos por aleta en zonas oceánicas que en las zonas costeras donde hay una mayor numero de aletas infestadas pero con una cantidad menor de balanos por aleta.
3. En la zona costera del Golfo de California, se observó un incremento en el número de balanos en aletas dorsales de ballena azul conforme avanza el invierno lo que sugiere que el *X. globicipitis* se encuentra en condiciones favorables para su desarrollo en los meses de marzo y abril cuando se presenta la mayor frecuencia de ballenas en la zona costera del Golfo de California
4. Con los conocimientos de las condiciones que prevalecen en las áreas donde se distribuyen las ballenas azules, se dificulta la utilización del *X globicipitis* como un indicador de estancia de esta especie en aguas de Baja California Sur debido a que las áreas a las cuales migran también presentan condiciones propias como la alta cantidad de nutrientes y la disponibilidad de hospederos para la propagación de este foronte

VII. REFERENCIAS

- Abril, E; Almor, P; Raga, J.A. y Duguay, R. 1986. Parasitisme par *Anisakis typica* (Diesing, 1860) chez le dauphin bleu et blanc (*Stenella coeruleoalba*) dans le Nord-Est Atlantique. Bull. Soc. Zool. Fr. 111:131-133
- Álvarez-Borrego, S. y Swartzlose, R.A. 1979. Water masses of the Gulf of California. Ciencias Marinas 6:43-63
- Álvarez-Borrego, S. y Lara Lara, J.R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California pp 55-567 In The gulf and Peninsular provinces of the Californias. Dauphin J.P. y Simoneit, B. (Eds) American Association of Petroleum Geology Memoir No. 47
- Aznar, F.J; Raga, J.A. y Balbuena, J.A. 1994. Are epizoites biological indicators of a western Mediterranean striped dolphin die-off. Di. Aquat. Org. 18:159-163
- Badan Dagon, A; Koblinsky, C.J. y Baumgartner, T. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: Observations of surface thermal patterns. Oceanol. Acta. 8:13-22
- Bakun, A. y Nelson, C. 1975. Climatology of the upwelling related process off Baja California. CalCoFi Rep. 19:128-137
- Balbuena, J.A. y Raga, J.A. 1994. Intestinal helminths as indicators of segregation and social structure of pods of long-finned pilot whales (*Globicephalus melas*) off the Faroe Islands (Northeast Atlantic). Can. J. Zool. 69:141-145
- Barberan, J; Gallegos, A. y Padilla, A.R. 1984. The Costa Rica Dome during the onset of the 1982-83 El Niño. Trop. Ocean-Atmosph. News. 24:13-14
- Barlow, J. 1995. The abundance of cetaceans in California waters. Part1: ship surveys in summer and fall 1991. Fish. Bull. (U.S). 93:1-14
- Barnes, R. 1977. Zoología de los invertebrados. Tercera edición Interamericana: 528-530.
- Begon, M., Harper, J., Townsend, C. 1989. Ecology individual's populations and communities
- Berubé, M; Urbán R. J; Dizon, A.E; Brownell, R.L. y Palsboll, P.J. 2002. Genetic identification of a small and highly isolated population of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Sea of Cortez, México. Con. Gen. 3: 183-190
- Berzin, A.A. 1978. Whale distribution in tropical eastern Pacific waters. Rep. Int. Whal. Commn. 28:173-177

- Blackburn, M; Laurs, R.M; Owen, R.W. y Zeitzschel, B. 1970. Seasonal and areal??? changes in standing stocks of phytoplankton, zooplankton and micronekton in the Eastern Tropical Pacific. *Mar. Biol.* 7: 413-422
- Broenkow, W.W. 1965. The distribution of nutrients in the Costa Rica Dome in the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Limnol. Oceanol.* 10: 40-52
- Calambokidis, J; Steiger, G.H; Cabbage, J.C; Balcomb, K.C; Ewald, C; Kruse, S; Wells, R. y Sears, R. 1990. Sightings and movements of blue whales off Central California 1986-1988 from photoidentification of individuals. *Rep. Int. Whal. Commn. Spec. Iss.* 12:343-348
- Carwardine, M; Hoyt, E; Ewan, R. y Gill, P. 1997. Ballenas, delfines y marsopas. Edit Omega; Barcelona:78-79
- Claudín-Zabarán, J. 1984. Estudios sobre la fertilidad de la zona del Domo de Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México D.F.
- Cockrill, W.R. 1960. Pathology of the cetacea. A veterinary study on whales Part B. *Vet. J.* 116: 133-134
- Croll, D; Tershy, B; Hewitt, R; Demer, D; Fiedler, P; Smith, S; Armstrong, W; Popp, J; Kiekhefer, T; López, V; Urbán, J. y Gendron, D. 1998. An integrated approach to the foraging ecology of marine birds and mammals. *Deep-Sea Res. II* 45:1353-1371
- Dailey, M. y Otto, K.A. 1982. Parasites as biological indicators of the distributions and diets of marine mammals common to the eastern pacific. *Rep. Nat. Mar. Fish. Ser., SWFC.* La Jolla, California: 1-44
- De la Lanza Espino, G. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGI Editores, México. 269-470
- Del Angel-Rodriguez, J. 1997. Hábitos alimentarios y distribución espacio temporal de los rorcuales común (*Balaenoptera physalus*) y azul (*Balaenoptera musculus*) en la bahía de la Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, B.C.S. 68p
- Delyamure, S.L; Yurakhno, M.V; Popov, V.N; Shults, L.M. y Fay, F.H. 1984. Helminthological comparison of subpopulations of the Bering Sea spotted seal, *Phoca largha* Pallas. pp 61-64 *In: Soviet-American Cooperative Research on Marine Mammals. Vol 1-Pinnipeds.* Fay F.H. y Fedoseev G.A. (Eds) NOAA Tech Rep NMFS
- Devaraj, M. y Bennet, S. 1976. Occurrence of *Xenobalamus globicipitis* (streenstrup) on the finless black porpoise, *Neomeris phocaenoides* in Indian seas. *C Mar Fish Res Sub* 1:579-581

- Devaraj, M. y Bennet, S. 1976 . Occurrence of *Xenobalanus globicipitis* (streenstrup) on the finless black porpoise, *Neomeris phocoenoides* in Indian seas. C Mar Fish Res Sub 1:579-581
- Douglas, A. y Calambokidis, J. 2001. Regional and temporal patterns of remora occurrence on blue whales in the eastern pacific ocean. *In: Resumenes 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*:61
- Enriquez- P., L.M. 1996. Ocurrencia, movimientos, estructura social y tamaño de las agregaciones de rorcual común *Balaenoptera physalus* (linnaeus, 1758) en el Golfo de California, México. Tesis profesional, Universidad Autonoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur . México. 52p
- Flores-Zepeda, M. 1985. Determinación y comparación de las biomásas totales y parciales del zooplancton obtenido durante el crucero DOMO III en la Región del Domo de Costa Rica. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, U.N.A.M., México D.F.65p
- Gendron, D. 1992. Population structure of daytime surface swarms of *Nyctiphanes simplex* (Euphausiacea:Crustacea) in the Gulf of California, México. Mar. Ecol. Prog. Ser. 87:1-6
- Gendron, D. 2002. Ecología poblacional de la ballena azul, *Balaenoptera musculus* de la Península de Baja California. Tesis Doctoral, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Ensenada Baja California Norte México.112p
- i.e., E. y Valtonen, T. 1981. Comparison between spring and autumn infection by *Corynosoma* (Acanthocephalan) in the ringed seal *Pusa hispida* in the Bothian Bay of the Baltic Sea. Parasitol. 82:287-296
- Hofmann, E.E; Busalacchi, A.J. y O'Brien, J.J. 1981. Wind generation in the Costa Rica Dome. Science 214: 552-554
- Hoberg, E.P. y Adams, A.M. 1992. Phylogeny, historical biogeography, and ecology of *Anophryocephalus* spp. (Eucestoda: Tetrabothriidae) among pinnipeds of the Holarctic during the late Tertiary and Pleistocene. Can J. Zool. 70:703-719
- Hochberg, F.G.; Walker, W.A. y Gilpatrick, J.W.Jr. 1985. Occurrence of parasitic trematodes, *Nasitrema* sp in the common dolphin, *Delphinus delphis*, and striped dolphin, *Stenella Coeruleoalba*, of the eastern tropical Pacific Ocean . *In: Resumenes 6th Biennial Conference On the Biology Of Marine Mammals*: 22
- Ichihara, T. 1966. The pigmy blue whale, *Balaenoptera musculus brevicauda*, a new subspecies form the Antarctic pp 79-113 *In Whales, dolphins, and porpoises*. D.S. Norris (Eds) University of California Press, Berkeley and Los Angeles, Ca
- IWC, 1981. Report of the sub-committee on other protected species and aboriginal whaling, Blue Whales. Rep. Int. Whal. Commn. 32:107

- Klinowska, M. 1991. Dolphins, porpoises and whales of the world The IUCN (International Union of Conservation of Nature). Red Data Book. Switzeland and Cambridge U.K:401-402
- Lester, R.J.G. 1990. Reappraisal of the use of parasites for fish stock identification *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 41:855-864
- Longhurst, R.A. y Pauly, D.. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic, San Diego, California. 407 p.
- MacKenzie, K. 1983. Parasites as biologicals tags in fish population studies. *Appl. Biol.* 7:251-331
- MacKenzie, K. 1987. Parasites as indicators of host populations. In . *Jour. Parasitol.* 17:345-352
- Markowski, S. 1955. Cestodes of whales and dolphins from the Discovery collections. *Disc. Rep.* 27: 377-395
- Mate, R.B; Lagerquist, A.B. y Calambokidis, J. 1999. Movements of north pacific blue whales during the feeding season off southern fall migration . *Mar. Mammal Sci.* 15(4):1246-1257
- Mead, J.G. y Potter, C.W. 1990. Natural history of the bottlenose dolphins along the central Atlantic coasts of the United States pp165-195 *In The Bottlenose Dolphin S. Leatherwood y R.R. Reeves (Eds), Academic Press, San Diego*
- Mejía-Acosta, S.J. 2003. Dieta de la ballena azul, *Balaenoptera musculus* (CETACEA: BALAENOPTERIDAE) en aguas adyacentes a la Peninsula de Baja California, con base en el análisis del contenido fecal. Tesis profesional, Universidad Autonoma de Baja California, Ensenada, B.C. 57p
- Mizroch, S.A.; Rice, D.W. y Breiwick, J.M. 1984. The blue whale, *Balaenoptera musculus*. *Mar. fish. rev.* 46 (4):1-19
- Möller, H. y Anders, K. 1983. Krankheiten und parasiten der meeresfische. Verlag Möller, Kiel: 365
- Nemoto, T. 1957. Foods of baleen whales in the northern pacific. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.* 12:33-89
- Nilsson-Cantell, C.A. 1930 .Thoracic cirripedes collected in 1925-27. *Discovery Rep.* 2:223-2260

- Nishiwaki, M. 1966. Distribution and migration of the larger cetaceans in the North Pacific as shown by Japanese whaling results. pp 171-191 *In* Whales, Dolphins, and Porpoises K.S. Norris (Eds), Univ. of California press, Berkeley.
- Nishiwaki, M. 1972. General biology. pp 3-204 *In* Mammals of the sea. Biology and Medicine S.H. Ridgway (Eds), Springfield, Illinois.
- Noble, E.R. y Noble, G.A. 1964. Parasitology. pp724 *In* The biology of animal Parasites. Lea and Febinger (Eds), Philadelphia.
- Orams, B. M. y Schuetze C. 1998. Seasonal age/size- related occurrence of a barnacle (*Xenobalanus globicipitis*) on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). Mar. Mammal Sci. 14(1):186-189
- Pilleri, G. 1970 *Xenobalanus globicipitis* on *Delphinus delphis*, *Stenella styx* and *Tursiops truncatus*. Invest. Cetacea. 2:247-249
- Perrin, W.F; Würsig, B. y Thewissen, J.G.M. 2002. *Xenobalanus globicipitis* on *Delphinus delphis*, *Stenella styx*?? and *Tursiops truncatus*:75-77 *In* Pilleri, G. (Ed) Academic Press encyclopedia of marine mammals. Invest. Cetacea. 2:247-249
- Pope, E.C. 1958. The barnacle, *Xenobalanus globicipitis* Steenstrups in Australian Seas. Proc. R. Zool. Soc. N. S.W. 1956-1957:159-161
- Raga, J.A. 1985. Contribución al estudio del parasitismo y demas asociaciones en los cetáceos de la península ibérica. Tesis de Maestría, Universidad de Valencia: 15-17,106-118.
- Raga, J.A y Carbonell, E. 1985. New dates about parasites on *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833) (Cetacea:Delphinidae) in the western Mediterranean sea. Invest. Cetacea. 17:207-213
- Raga, J.A. y Sanpera, C. 1986. Ectoparásitos y epizoitos de *Balaenoptera physalus* (L., 1758) en aguas atlánticas ibéricas. Invest. Pes. Bar. 1986, 50(4): 492-493
- Rajaguru, A. y Shantha, G. 1992. Association between the sessile barnacle *Xenobalanus globicipitis* (Coronulidae) and the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Delphinidae) from the bay of Bengal, India, with a summary of previous records from cetaceans. Fish. Bull.(U.S) 90:197-202
- Reid, J.L. Jr; Roden, G.I. y Wyllie, J.G. 1958. Studies of the California current system. CalCoFi Rep. 5:28-57
- Reilly, S.B. y Thayer, V.G. 1990. Blue whale (*Balaenoptera musculus*) distribution in the eastern Tropical Pacific. Mar. Mammal Sci. 6:265-277
- Reyes, J.C. 1989. Helmintos parásitos de *Tursiops truncatus* (Cetacea, Delphinidae) en aguas de la costa peruana. Tesis profesional, Universidad Ricardo Palma, Lima. 98p

- Rice, D.W. y Caldwell, D.K. 1961. Observations on the habits of the whale sucker (*Remiligia australis*). *Nor Hvalfangst-Tid.* 5: 189-193
- Rice, D.W. 1963. Progress report on biological studies of the larger cetacea in the water off California. *Nor Hvalfangst -Tid.* 7:181-187
- Rice, D.W. 1974. Whales and whale research in the eastern North Pacific. pp170-195 *In* The whale problem: A status Report W.E. Schevil (Eds) Harvard Univ. Press, Cambridge, Massachussetts.
- Rice, D.W. 1978. Blue whale. pp30-35 *In* Marine mammals of eastern north pacific and arctic waters. D. Haley. (Eds) Pacific Search Press, Seattle
- Rice, D.W. 1992. The blue whales of the Southeastern North Pacific Ocean. *Rep. Nat. Mar. Fish. Ser., Quaterly Report* October-December 1992:1-3
- Rice, D.W. 1998. Marine mammals of the world, systematics and distribution. pp4-231 *In* The Society for Marine Mammalogy, Special Publication 4, D. Wartzok (Eds), *lugar*
- Rice, D.W. y Wolman, A.A. 1971. The life history and ecology of the gray whale (*Eschrichtius robustus*). pp142 *In* The American Society of Mammalogists. R. Orr y Schevill, W.E. (Eds), Special Publication 3 Rittmaster, K; Bowles, N; Barker, L; Thayer, V. y Odell, D. 1999. *Xenobalanus* barnacles on *Tursiops* dorsals fins in Beafourt, NC USA. *In resumenes* 13th Biennal Conference The Society for Marine Mammalogy:158
- Santamaria del Angel, E. y Alvarez-Borrego, S. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.* 99(C4):7411-7421
- Schoenherr, J.R. 1991. Blue whales feeding on high concentrations of euphausiids around Monterey submarine canyon. *Can. J. Zool.* 69:583-594
- Sears, R; Williamson, F; Wenzel, W.F; Berube, M; Gendron, D. y Jones, P. 1990. Photographic identification of blue whale (*Balaenoptera musculus*) in the Gulf of St. Lawrence, Canada *Rep. Int. Whal. Commn Spec. Iss* 12 : 335-342
- Seed, A. 1972. Baleen whales in Eastern North Pacific and Antartic Waters, *Pacific Search.* 197p
- Slijper, E.J. 1962. "Whales". Hutchinson, London.
- Spanakis, E; Tsimedines, N. y Zouros, E. 1989. Genetic differences between populations of sardines, *Sardina pilchardus*, and anchovy, *Engraulis encrasicolus*, in the Aegean and Ionian Seas. *J. Fish. Biol.* 35:417-437

- Spencer, W. T. 1988. Whales of the world. pp 133-289 In E.J. Brill (Eds), New York
- Stafford, M.K; Nieuirk, L.S. y Fox, G.C. 1999. An acoustic link between blue whales in the eastern tropical pacific and the northeast pacific. *Mar. Mammal Sci.* 15(4):1258-1268
- Tomilin, A.G. 1967. Mammals of the USSR and adjacent countries, Vol. IX. Cetacea, Israel Progam for Scientific Traslations, Jerusalem
- Walker, W.A; Hochberg, F.G. y Hacker, E.S. 1984. The potential use of the parasites *Crassicauda* (Nematoda) and *Nasitrema* (Platyhelminthes) as biological tags and their role in the natural mortality of common dolphins, *Delphinus delphis*, in the eastern North Pacific. *Rep. Nat. Mar. Fish. Ser., SWFC*. La Jolla, California . LJ-84-08C:313
- Walker, W.A. 1990. Geographic variation of the parasites *Crassicauda* (Nematoda) and *Phyllobothrium* (Cestoda) in *Phonenooides dalli* in the northern North Pacific, Bering and Okhotsk Sea. Document Rep. Int. Whale Commn no publicado SC/42/SM16
- Wyrcki, K. 1964. Upwelling on the Costa Rica Dome. U: S: Fish and Wildlife Serv. Fish Bull. 63: 353-372
- Van Waerebeek, K; Reyes, A; Read, J. y Mckinnon, J.S. 1990. Preliminary observations of the bottlenose dolphins from the pacific coasts of south America. pp143-154 In *The bottlenose Dolphins*. Leatherwood, S., Reeves, R (Eds), Academic Press San Diego,
- Van Waerebeek, K; Reyes, J.C. y Alfaro, J. 1993. Helminth parasites and phoronts of dusky dolphins *Lagenorhynchus obscurus* (Gray, 1928) from Peru. *Aquatic Mammals* 19(3): 159-169
- Yochem, P.K. y Leatherwood, S. 1985. Blue whale, *Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758) pp193-240 In *Handbook of the marine mammals, vol.3 the sirenians and baleen whales*, S.H. Ridgeway y R. Harrison (Eds). Academic Press, London
- Zuria-Jordan, I.L; Alvarez-Borrego, S; Santamaria del Angel, E. y Muller-Karger, F.E. 1995. Satellite estimates of phytoplankton biomass off southern Baja California. *Ciencias Marinas* 21:265-280