



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS



DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS
Y BIOLOGÍA MARINA

HÁBITOS ALIMENTICIOS E ISÓTOPOS DE ^{13}C Y ^{15}N DEL TIBURÓN
MAKO *Isurus oxyrinchus* (RAFINESQUE, 1810) EN LA COSTA
OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR

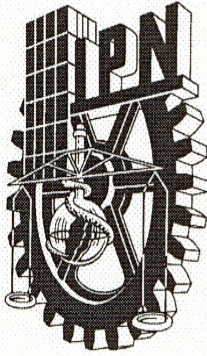


TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS
(MANEJO DE RECURSOS MARINOS)

PRESENTA

BIOL. MAR. PAULA MARGARITA VELASCO TARELO



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

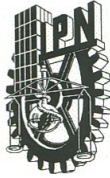
En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 10 del mes Junio del año 2005, el (la) que suscribe PAULA MARGARITA VELASCO TARELO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A030425 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA y cede los derechos del trabajo titulado: “HÁBITOS ALIMENTICIOS E ISÓTOPOS DE ¹³C Y ¹⁵N DEL TIBURÓN MAKO *Isurus oxyrinchus* (RAFINESQUE, 1810) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR” al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: paulatarelo@hotmail.com

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

PAULA MARGARITA VELASCO TARELO

nombre v firma



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 13:00 horas del día 6 del mes de Junio del 2005 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"HÁBITOS ALIMENTICIOS E ISÓTOPOS DE ¹³C Y ¹⁵N DEL TIBURÓN MAKO *Isurus oxyrinchus* (RAFINESQUE, 1810) EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR"

Presentada por el alumno:

VELASCO
Apellido paterno

TARELO
materno

PAULA MARGARITA
nombre(s)

Con registro:

A	0	3	0	4	2	5
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. FELIPE GALVAN MAGAÑA

PRESIDENTE

DRA. LAURA SANCHEZ VELASCO

SECRETARIO

DR. AGUSTIN HERNANDEZ HERRERA

SEGUNDO VOCAL

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

TERCER VOCAL

MC. EDUARDO FRANCISCO BALART PÁEZ

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



ÍNDICE	PÁGINA
I. LISTA DE FIGURAS	1
II. LISTA DE TABLAS	4
III. GLOSARIO	6
IV. RESUMEN	8
V. ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	12
2. ANTECEDENTES	15
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVO	18
4.1 OBJETIVOS PARTICULARES	19
5. ÁREA DE ESTUDIO	20
6. METODOLOGÍA	21
6.1 TRABAJO EN CAMPO	21
6.2 TRABAJO DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	21
6.3 ANÁLISIS CUANTITATIVOS	22
6.3.1 ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA	22
6.3.1.1 MÉTODO NÚMÉRICO	22
6.3.1.2 MÉTODO GRAVIMÉTRICO	22
6.3.1.3 MÉTODO DE FRECUENCIA DE APARICIÓN	22
6.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS	23
6.4.1 AMPLITUD DE DIETA (ÍNDICE DE LEVIN)	23
6.4.2 SOBREPONICIÓN DE DIETA (ÍNDICE DE MORISITA- HORN)	23
6.5 ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO	24

6.5.1 POSICIÓN TRÓFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIMENTO	25
6.5.2 TIPIFICACIÓN ISOTÓPICA	25
7. RESULTADOS	27
7.1 TRABAJO DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	27
7.2 ANÁLISIS CUANTITATIVOS	29
7.2.1 ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) DEL ESPECTRO	29
7.2.1.1 IIR POR SEXOS	33
7.2.1.2 IIR DE JUVENILES Y ADULTOS	40
7.2.1.3 IIR POR LOCALIDADES DE MUESTREO	46
7.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS	54
7.4.1 AMPLITUD DE DIETA (ÍNDICE DE LEVIN)	54
7.4.2 SOBREPOSICIÓN TRÓFICA (ÍNDICE DE MORISITA-HORN)	55
7.5 ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO	56
7.5.1 POSICIÓN TROFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIMENTO	57
7.5.2 TIPIFICACIÓN ISOTÓPICA DE TIBURONES MAKU	59
8. DISCUSIÓN	65
8.1 ESPECTRO TRÓFICO	65
8.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURONES MAKU MACHOS Y HEMBRAS	68
8.3 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURONES MAKU JUVENILES Y ADULTOS	69

8.4 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURÓN MAKO POR LOCALIDADES	70
8.5 AMPLITUD DE DIETA	72
8.6 SOBREPOSICIÓN TRÓFICA	73
8.7 ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO	75
8.7.1 POSICIÓN TRÓFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIMENTO	75
8.7.2. TIPIFICACIÓN ISOTÓPICA	76
9. CONCLUSIONES	81
10. LITERATURA CITADA	83
11. APÉNDICE 1	94

LISTA DE FIGURAS	PÁGINA
Figura 1. Especies del genero <i>Isurus</i> .	10
Figura 2. Distribución geográfica del tiburón mako <i>Isurus oxyrinchus</i> .	11
Figura 3. Ubicación de las tres principales localidades de muestreo. Punta Lobos (PL), Punta Belcher (PB) y Las Barrancas (LB).	18
Figura 4. Valores promedio de isótopos de carbono ¹³ C y nitrógeno ¹⁵ N en el agua de mar propuesto por Fry (2003).	24
Figura 5. Presas principales en los contenidos estomacales del tiburón mako, en la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	28
Figura 6. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako machos de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	32
Figura 7. Presas principales en los contenidos estomacales, de tiburones mako hembras de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	35
Figura 8. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako adultos de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	39

Figura 9. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako juveniles en la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	41
Figura 10. Presas principales de tiburones mako de la localidad de Punta Lobos B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	45
Figura 11. Presas principales en los contenidos de tiburones mako de la localidad de Punta Belcher, B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	48
Figura 12. Presas principales de los tiburones mako de la localidad de las Barrancas, B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).	51
Figura 13. Medias y desviaciones estandars de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de tiburones mako <i>Isurus oxyrinchus</i> y valores isotópicos puntuales de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de sus presas.	57
Figura 14. Media y desviación estandar de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) procedentes de tiburones mako por temporadas calida y templada de las localidades: Las Barrancas (LB), Punta Belcher, (PB) y Punta Lobos (PL) de la costa occidental de B.C.S.	59

Figura 15. Media y desviación estandar de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) procedentes de tiburones mako juveniles y valores isotópicos puntuales procedentes de tiburones mako adultos de las localidades: Las Barrancas (LB), Punta Belcher, (PB) y Punta Lobos (PL) de la costa occidental de B.C.S. 60

Figura 16. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles (JUV) y adultos (ADUL), machos (M) y hembras (H), de la localidad de Punta Lobos. 61

Figura 17. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles (JUV) y adultos (Adul), machos (M) y hembras (H), de la localidad de Punta Belcher en las temporadas calida (CAL) y templada (TEM). 62

Figura 18. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles y adultos de la localidad de Las Barrancas en las temporadas cálida y templada. 63

LISTA DE TABLAS

PÁGINA

TABLA 1. Total de estómagos de tiburón mako analizados en diferentes años y localidades de muestreo, Punta Lobos (PL), de Punta Belcher (PB), Las Barrancas (LB), de Punta Abreojos (PA), Cabo San Lucas (CSL) y San Lazaro (SL). Con contenido alimenticio (C) vacíos (V).	25
Tabla 2. Organismos presa del tiburón mako <i>Isurus oxyrinchus</i> en la costa occidental de Baja California Sur.	29
Tabla 3. Organismos presa de tiburones mako machos, en la costa occidental de B.C.S.	33
Tabla 4. Organismos presa de tiburones mako hembras, en la costa occidental de B.C.S.	36
Tabla 5. Organismos presa de tiburones mako adultos de la costa occidental, de B.C.S.	40
Tabla 6. Organismos presa de tiburones mako juveniles de la costa occidental de B.C.S.	42
Tabla 7. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Punta lobos, B.C.S.	46

Tabla 8. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Punta Belcher, B.C.S.	49
Tabla 9. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Las Barrancas, B.C.S.	52
Tabla 10. Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin del tiburón mako <i>Isurus oxyrinchus</i> . Valores < 3 especialista y valores >3 generalistas.	53
Tabla 11. Valores de sobreposición trófica obtenidos a partir de Índice de Morisita-Horn del tiburón mako <i>Isurus oxyrinchus</i> . Valores > 0.29 indican sobreposición baja, 0.30 - 0.65 sobreposición media y 0.66 – 1 sobreposición alta.	54
Tabla 12. Total de biopsias de músculos de tiburones mako analizados para isótopos estables de carbono y nitrógeno procedentes de diferentes años, sexos: machos (M) y hembras (H), etapas de vida: adultos (A) y juveniles (J) y localidades de muestreo: Punta Lobos (PL), Punta Belcher (PB) y Las Barrancas (LB).	55

GLOSARIO

Hábito alimenticio: Estudio detallado que provee una descripción del alimento que es ingerido recientemente por los organismos con el fin de comprender la interacción ecológica entre el depredador y la presa, por lo que es preciso conocer la cantidad de alimento ingerido y la frecuencia alimenticia del depredador (Harvey y Kitchel, 2000; Carrier *et al* 2004).

Amplitud de dieta: Estima la amplitud de nicho trófico de los depredadores con respecto a sus presas (Krebs, 1985).

Traslapamiento de dieta: En individuos de una mismas especie que comparten mismo tiempo y espacio estima relaciones interespecíficas que probablemente repercutan en competencia y en individuos que no comparten mismo tiempo y espacio es posible determinar si los depredadores se están alimentando de presas de comunidades similares o distintas (Krebs, 1985).

Generalista: Especies que no presentan selectividad en el alimento o por una presa en particular (Calow Tytler, 1985).

Especialista: Especies que presentan selectividad en el alimento o por una presa en particular, concentrando sus energías en la búsqueda de ciertas presas (Calow Tytler, 1985; Gerking, 1994).

Isótopo: Átomos con el mismo numero de protones y electrones pero diferente numero de neutrones, pudiéndose reconocer en un mismo elemento diferentes isótopos con diferencias en enlaces de alta energía (Jardine *et al* 2003).

Nivel trófico: Clasificación funcional de los organismos en una comunidad conforme a sus relaciones alimenticias bajo un sistema ordenado en que cada categoría o nivel alberga aquellos organismos que se alimentan del mismo o similar alimento. Posición de los organismos en la cadena alimenticia, determinado por la transferencia de energía de un nivel a otro (Lindeman, 1942; Gerking, 1994).

RESUMEN

Se recolectaron muestras de estómagos y músculos de tiburones makos capturados en la pesquería ribereña de la costa occidental de Baja California Sur para realizar el estudio de los hábitos alimenticios y análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Se analizaron 269 estómagos, de los cuales 135 tenían alimento (131 juveniles y 4 adultos). Se reconocieron 31 presas, de las cuales 72 % fueron peces, siendo los más importantes *Prionotus albirostris* (65 % de Índice de importancia Relativa), *Scomber japonicus* (5 %); 27 % de cefalópodos, donde los más importantes fueron *Dosidicus gigas* (23%) y *Ancistrocheirus lesueuri* (4 %); y 1 % de crustáceos. Se clasificó al tiburón mako como un depredador selectivo ($Bi = 2.7$). En el análisis por sexos se registraron presas similares ($C\lambda = .99$); sin embargo, los machos presentaron una dieta menos selectiva ($Bi=3.4$) comparado con las hembras ($Bi=2$). Las presas consumidas por adultos fueron principalmente pelágicas ($Bi = 4.5$) y de mayor tamaño; mientras que los juveniles consumen principalmente presas bentónicas, principalmente *P. albirostris* ($Bi=2.6$), por lo que existen diferencias alimentarias entre juveniles y adultos ($C\lambda = 0.08$). En relación con las áreas de muestreo: en Punta Lobos las presas principales fueron: *A. lesueuri* (61 % y *D. gigas* 18 %); en Punta Belcher: (*D. gigas* 38 %, *S. japonicus* 31 % y *A. lesueuri* 14 %); y en Las Barrancas los makos consumen un porcentaje alto de *P. albirostris* (89 %). Se encontraron tres niveles tróficos mediante los valores isotópicos de nitrógeno $\delta^{15}N$, siendo *Isurus oxyrinchus* quien obtuvo una posición ápice tanto en los juveniles ($\mu=18.10 \text{ ‰} \pm 0.82$) como en los adultos ($\mu= 18.72 \text{ ‰} \pm 0.57$). Las presas importantes como *S. japonicus* ($\delta^{15}N$: 17.36 ‰) y *P. albirostris* ($\delta^{15}N$: 16.73 ‰) presentaron una posición trófica similar a la de su depredador; mientras que la presa *Coryphaena hippurus* ($\delta^{15}N$:17.82 ‰) presentó una posición trófica menor. Las presas *D. gigas* ($\delta^{15}N$ 15.68 ‰ y 15.54 ‰) presentaron valores similares a los tiburones makos juveniles y una posición trófica menor con respecto a los tiburones adultos, al igual que las presas *Mugil cephalus* ($\delta^{15}N$ 11.02 ‰) y *P. planipes* ($\delta^{15}N$ 12.30 ‰). En los valores isotópicos de carbono $\delta^{13}C$ las presas consideradas como fuentes principales de alimento de tiburones mako fueron más de origen oceánico: *C. hippurus* (-16.11 ‰), *S. japonicus* (-16.92 ‰), *P. albirostris* (-17.53 ‰), así como *D. gigas* de 30 g y 11 kg (-17.94 ‰ y -16.24 respectivamente). Las presas consideradas fuente de alimento menos importantes fueron: *M. cephalus* ($\delta^{13}C$: -10.01 ‰) de origen costero y *P. planipes* ($\delta^{13}C$: -19.03 ‰) de la zona oceánica. Por áreas geográficas los valores de nitrógeno $\delta^{15}N$ en los tiburones makos presentaron variaciones: en Las Barrancas se presentó el valor isotópico ($\delta^{15}N$) más alto tanto en temporada cálida ($\mu =18.69\text{‰} \pm 0.62$) como en temporada templada ($\mu =18.64\text{‰} \pm 0.35$), seguida por las localidades de Punta Lobos ($\mu =17.95 \text{ ‰} \pm 0.84$) y Punta Belcher ($\mu =17.76 \text{ ‰} \pm 0.59$ en temporada templada y $\delta^{13}C$: $\mu =17.01\text{‰} \pm 0.84$ durante la temporada cálida). Los adultos presentaron valores mayores de nitrógeno con respecto a los juveniles, mientras

que por sexo en las localidades de Punta Lobos y Las Barrancas los machos presentaron valores de $\delta^{15}\text{N}$ mayores que las hembras. La combinación de resultados utilizando dos métodos de análisis (contenidos estomacales e isótopos de Carbono y Nitrógeno) permite observar que entre los tiburones makos juveniles y adultos existen diferencias tróficas, siendo la localidad de Las Barrancas un área de alimentación importante para los tiburones mako juveniles.

ABSTRACT

Stomach contents and muscles of mako sharks were sampled from the shark artisanal fisheries from the western coast of Baja California Sur, Mexico to know the feeding habits and carbon and nitrogen stable isotopes analysis. A number of 269 stomachs were reviewed, which 135 had food (131 juveniles and 4 adults). I identified 31 prey, included 72 % fishes, and the most important fishes were *Prionotus albirostris* (65 % of Index of Relative importance), *Scomber japonicus* (5 %); 27 % of cephalopods, where the squids *Dosidicus gigas* (23%) and *Ancistrocheirus lesueuri* (4 %) were the most important; and 1 % of crustaceans. The mako shark was classified selective predator ($Bi = 2.7$). By sex the sharks fed on similar prey ($C\lambda = .99$); however, the males had a diet less selective ($Bi=3.4$) in relation with females ($Bi=2$). The prey consumed by adults were mainly pelagics ($Bi = 4.5$) and bigger size; whereas the juveniles predate mainly on benthic prey as *P. albirostris* ($Bi=2.6$). I found feeding differences between juveniles and adults ($C\lambda = 0.08$). By geographic areas: in Punta Lobos the main prey were: *A. lesueuri* (61 % and *D. gigas* 18 %); in Punta Belcher: (*D. gigas* 38 %, *S. japonicus* 31 % and *A. lesueuri* 14 %); and in Las Barrancas the mako sharks predate highly on *P. albirostris* (89 %). Using isotopic values of nitrogen ($\delta^{15}N$), I found three trophic levels where the mako shark had a higher trophic level in juveniles ($\mu=18.10 \text{ ‰} \pm 0.82$) and adults ($\mu= 18.72 \text{ ‰} \pm 0.57$). The most important prey as *S. japonicus* ($\delta^{15}N$: 17.36 ‰) and *P. albirostris* ($\delta^{15}N$: 16.73 ‰), had a trophic position similar to the mako shark; however the prey *Coryphaena hippurus* ($\delta^{15}N$:17.82 ‰) had a lower trophic level. The prey *D. gigas* ($\delta^{15}N$ 15.68 ‰ and 15.54 ‰), had a similar trophic level comparing with makos sharks juveniles, but a lower trophic level in relation to adult sharks. Also the prey *Mugil cephalus* ($\delta^{15}N$ 11.02 ‰) y *P. planipes* ($\delta^{15}N$ 12.30 ‰) had low values. Using carbon isotopes ($\delta^{13}C$), the most important prey had origin in oceanic waters as: *C. hippurus* (-16.11 ‰), *S. japonicus* (-16.92 ‰), *P. albirostris* (-17.53 ‰), and *D. gigas* of 30 g and 11 kg (-17.94 ‰ and -16.24 respectively). The less important prey were: *M. cephalus* ($\delta^{13}C$: -10.01 ‰) from coastal waters and *P. planipes* ($\delta^{13}C$: -19.03 ‰) from oceanic waters. By geographic waters the nitrogen isotopic values in mako sharks had changes: in Las Barrancas had higher isotopic values during warm season ($\mu =18.69\text{‰} \pm 0.62$), and temperate season ($\mu =18.64\text{‰} \pm 0.35$), followed by the locations Punta Lobos ($\mu =17.95 \text{ ‰} \pm 0.84$) and Punta Belcher ($\mu =17.76 \text{ ‰} \pm 0.59$ in temperate season and $\delta^{13}C$: $\mu =17.01\text{‰} \pm 0.84$ during the warm season). The adults had higher nitrogen isotopic values in relation to juveniles; whereas by sex in locations of Punta Lobos and Las Barrancas the males had higher nitrogen isotopic values comparing with females. The combination of results using two methods (stomach contents and Carbon and Nitrogen isotopic values) permit to observe trophic differences between

juveniles and adults Las Barrancas location is an important feeding area for mako shark juveniles.

1. INTRODUCCIÓN

Isurus oxyrinchus pertenece a los tiburones de la familia Lamnidae, los cuales se distinguen por ser de nadadores veloces, con hocico cónico, aberturas branquiales alargadas que hacen eficiente el intercambio gaseoso, cuerpo extremadamente fusiforme, segunda aleta dorsal extremadamente reducida y pedúnculo caudal dorso-ventralmente aplanado (Castro, 1983). El genero *Isurus* presenta dos especies: *I. paucus* e *I. oxyrinchus*, siendo esta última la más abundante que presenta un hocico menos puntiagudo y aletas pectorales considerablemente mas cortas que la cabeza de su congénere (Figura 1) (Castro, 1983; Compagno, 2002).

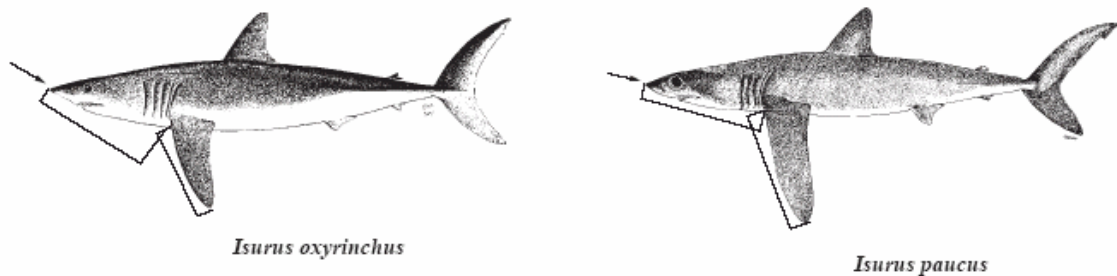


Figura 1. Especies del genero *Isurus*.

Isurus oxyrinchus ó tiburones mako son organismos extremadamente activos y veloces que pueden recorrer hasta 60 km/h, son organismos endotérmicos que presentan temperatura corporal por arriba de los 7 - 10 °C con respecto a la temperatura del agua de mar y presentan una distribución circumtropical (Figura 2), pero son más abundantes en aguas templadas por debajo de los 16 ° C (Applegate, 1977; Carey y Teal, 1968; Stevens, 1983; Compagno, 1995; Heist *et al.*, 1996; Mollet *et al.*,2000).



Figura2. ■ Distribución geográfica del tiburón mako *Isurus oxyrinchus*.

El tiburón mako es mundialmente de interés comercial debido a su carne de alta calidad y aletas para consumo humano por lo que representa una especie importante para pesquerías palangreras. Asimismo es una especie atractiva para pescadores deportivos (Fischer, *et al*, 1995; Ribot-Carballal, 2002).

En la costa occidental de Baja California Sur *Isurus oxyrinchus* tiene un registro máximo de talla de 290 cm de longitud total (LT), pero las tallas más abundantes son entre 90 cm y 160 cm LT, que corresponden a etapa juvenil, por lo que se ha determinado como un área de alumbramiento ó bien un área de crianza (Ramírez-González, 2002; Ribot-Carballal, 2003; Conde-Moreno, 2005). Áreas que se caracterizan por presentar aguas altamente productivas donde juveniles pueden encontrar abundante alimento (Castro, 1983; Hoyos-Padilla, 2001).

Los miembros de esta especie son considerados consumidores que ocupan la posición tope en la cadena alimenticia marina (Hoening y Gruber, 1990; Cortes, 1999). Sin embargo aun existen pocos estudios de alimentación del tiburón mako a nivel mundial, de manera que se cuenta con información insuficiente sobre su composición de dieta y otros técnicas de identificación de patrones alimenticios como lo son análisis isotópicos, la cuales permiten describir y proveer las bases

para el entendimiento de interacciones tróficas de la cadena alimenticias marina (Vander *et al.*, 1999).

Por ello los tiburones makos capturados de la pesquería artesanal ribereña multiespecífica de la costa occidental de Baja California Sur, fueron utilizados para el presente estudio con el fin de aplicar los dos tipos de análisis complementarios que se emplean en trabajos de alimentación: Análisis de contenidos estomacales que determinan los hábitos alimenticios y análisis de isótopos estables de elementos ligeros como el carbono y nitrógeno procedentes de músculos que permiten determinar las interacciones tróficas en los ecosistemas basado en la dieta asimilada a largo plazo (Pinkas *et al.*,1971; Roman-Reyes, 2003; Jardine, 2003).

2. ANTECEDENTES

Los estudios con respecto a la biología del tiburón mako se han enfocado más a trabajos de edad y crecimiento y reproducción. Estos trabajos han determinado que los machos alcanzan su madurez sexual alrededor de los 180 cm (LT) que corresponden a los 7 u 8 años de edad y las hembras maduran a una talla mayor de 270 - 290 cm tanto en el Atlántico como en el Pacífico (Cailliet *et al.*, 1983; Pratt y Cassey, 1983; Mollet *et al.*, 2000; Conde-Moreno, 2005). En la costa occidental de B. C. S. la estructura de edades del tiburón mako esta representada por 18 grupos de edad, siendo más frecuente los organismos de 1-5 años (Ribot-Carballal, 2003). Por lo que las capturas inciden mayormente sobre tiburones juveniles y solo algunos machos llegan a presentarse en etapa adulta (Conde-Moreno, 2005)

Con respecto a su reproducción, son vivíparos aplacentarios que a partir de los 6 cm (LT) los embriones presentan ovofagia; su gestación probablemente es de 15 a 18 meses de duración en ambos hemisferios, por lo que se cree que su ciclo reproductivo es de 2 a 3 años. El número de crías varia de 2 a 18 por hembra con intervalos de longitud que están entre 66-70 cm (Stevens, 1983; Cailliet *et al.*, 1983; Mollet *et al.*, 2000).

Con respecto a su alimentación, se cuenta con información de cuatro estudios procedente del Atlántico por autores como:

Stillwel y Kohler (1982) quienes analizaron el contenido estomacal de 399 makos capturados en el Atlántico Noroeste, presentado un intervalo de tallas de 67 a 328 cm. El análisis demostró que los teleósteos se encontraron en un 67 % de los estómagos, de los cuales el pez *Pomatomus saltarix* constituyó el 77.5 % del volumen de la dieta y los cefalópodos se encontraron en un 15%. Dentro de este espectro trófico se encontraron diferencias y selección de alimento, donde en tiburones mako capturados cercanos a la costa (prof. < 90 m) consumieron *P. saltarix* (especie considerada poco abundante para esa zona) y en aguas mas

oceánicas (prof. > 90 m) la dieta estuvo compuesta principalmente por cefalópodos. También determinaron diferencias estacionales debido a la disposición ó no de la presa en el ambiente, y entre juveniles y adultos señalando que tal diferencia es debido al tamaño de la presa, la cual aumenta de tamaño conforme crece el organismo.

Vasker-Junior y Rincón-Filho (1998) analizaron 32 estómagos de tiburón mako capturado en el sur de Brasil durante 1990-1991; Encontraron que esta especie presentó un hábito ictiófago, siendo las presas más abundantes *Brama brama* y *Lepidocyblum flavobronneum*. Cortez (1999) determina los niveles tróficos de diferentes especies de tiburones mediante la caracterización de dieta procedente de registros de diversas capturas a nivel mundial y menciona que el tiburón mako *I. oxyrinchus* a nivel mundial representa un nivel trófico alto, correspondiente al nivel IV; sin embargo pone énfasis a la falta de información sobre la composición específica de su dieta en áreas determinadas, que permitirían describir su interacción trófica en la comunidad.

Estrada *et al* (2003) mediante el análisis de isótopos de carbono y nitrógeno de diferentes especies de tiburones pelágicos de las costas de Cape Cod, Gran Bretaña, encuentran que los valores isotópicos de *Isurus oxyrinchus* corresponden a una posición trófica alta; también mencionan que los valores de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) presentaron diversas variaciones atribuyéndolo a la tendencia de esta especie de alimentarse tanto de aguas oceánicas y costeras.

3. JUSTIFICACIÓN

El tiburón mako es considerado un recurso vulnerable debido a su baja fecundidad y lento crecimiento, lo que los hace susceptibles a la explotación y la recuperación de la población tiende a ser lenta (Stevens *et al.*, 2000).

Considerando que el tiburón mako es un depredador tope y que un cambio en el tamaño de la población (abundancia), en la distribución o en su ciclo de vida pueden afectar la comunidad marina (Cortes, 1999, Stevens *et al.*, 2000). El presente trabajo plantea el conocer el ambiente trófico, basado en análisis de contenidos estomacales e isótopos estables de Carbono y Nitrógeno con el fin de estimar su importancia como depredador tope de la comunidad marina, que en conjunto con otros estudios biológicos sobre aspectos de reproducción, edad y crecimiento entre otros, permitirá aportar información para un manejo adecuado de la especie.

), que ha dado lugar a una preocupación internacional. Por ello la convención sobre Comercio Internacional de Especies (CITES), emitió una resolución pidiendo que la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y otras organizaciones, establecieran programas para coleccionar y organizar información necesaria sobre aspectos biológicos y comercialización de las poblaciones de tiburones (García-Gómez, 2000).

Por lo tanto el presente trabajo aporta información en el ámbito trófico del tiburón mako *I. oxyrinchus*, con el fin de estimar su importancia en la cadena alimenticia como depredador tope en la comunidad marina; que conjuntamente con otros estudios biológicos como reproducción, edad y crecimiento entre otros, permitirán recomendar bases para el manejo pesquero y el mejor aprovechamiento de este recurso y explotación de manera sustentable ó bien la conservación de esta especie en la costa occidental de Baja California Sur.

4. OBJETIVO

Determinar los hábitos alimenticios y valores de isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{14}\text{N}$) del tiburón mako *Isurus oxyrinchus*, de la costa occidental de Baja California Sur.

4.1 OBJETIVOS PARTICULARES

- Conocer la composición específica de la dieta del tiburón mako.
- Determinar si existen diferencias alimenticias entre machos y hembras, así como entre juveniles y adultos.
- Determinar si existen diferencias a lo largo de costa occidental de B.C.S. en los componentes alimenticios del tiburón mako.
- Reconocer la interacción trófica de *Isurus oxyrinchus* y sus principales presas mediante los valores de isótopos de carbono y nitrógeno.
- Establecer la relación de los valores isotópicos y el hábito alimenticio del tiburón mako, en la costa occidental de B. C. S.

5. ÁREA DE ESTUDIO

Los muestreos de contenidos estomacales de tiburones mako se realizaron a lo largo de la costa occidental de Baja California Sur, siendo tres campos pesqueros los más importantes: Punta Lobos (PL) ubicado en $23^{\circ} 24' 27''$ Latitud Norte y $110^{\circ} 13' 58''$ Longitud Oeste, Punta Belcher (PB) entre $24^{\circ} 34' 59''$ Latitud Norte y $112^{\circ} 4' 17''$ Longitud Oeste, y Las Barrancas (LB) en $25^{\circ} 59' 52''$ Longitud Norte y $112^{\circ} 11' 42''$ Latitud Oeste (Figura 3).

Las localidades de Punta Lobos y Punta Belcher se encuentran en la zona denominada Magdalena Sur con temperaturas medias anuales de $20 - 22^{\circ} \text{C}$ y La localidad de Las Barrancas ubicada en la zona del Golfo de Ulloa con temperatura media anual de $18 - 20^{\circ} \text{C}$. (Schmitter-Soto, 1992)

Punta Belcher y Las Barrancas ubicadas entre los 24° y los $26^{\circ} 50'$ Longitud Norte la plataforma no presentan accidentes topográficos que interrumpen el relieve, cuya máxima extensión de esta se presenta en la parte central del área con una pendiente suave, la cual se incrementa hacia el norte y el sur, donde la anchura de la plataforma se reduce. Punta Lobos esta ubicada al sur de los 24° Longitud Norte la plataforma se caracteriza por ser reducida y de accidentado relieve (Schmitter-Soto, 1992).

En las tres localidades la circulación de las aguas superficiales está en relación con el patrón de vientos, por lo que, durante el invierno, es dominante hacia el sureste. Permitiendo el mayor desarrollo de la Corriente de California, la cual tiene su origen en los 40°N extendiéndose hasta 1000 km de distancia de la costa. Esta corriente se presenta a profundidades de 100 y 300 m, siendo más intensa durante la primera mitad del año (Álvarez-Arellano, 1987).

En el verano el viento es dominante hacia el noroeste, ocasionando que la Corriente de California gire hacia el oeste continuando como parte de la Corriente Norecuatorial y recibiendo agua de la Contracorriente Ecuatorial. El encuentro de las dos o tres masas de aguas de diferente propiedad influyen en la costa occidental

y suroriental de Baja California provocando un impacto biológico significativo en las poblaciones debido a la alta productividad por el afloramiento de plancton (Álvarez-Arellano, 1987; Franks, 1992 y Torres-Orozco, 1993).

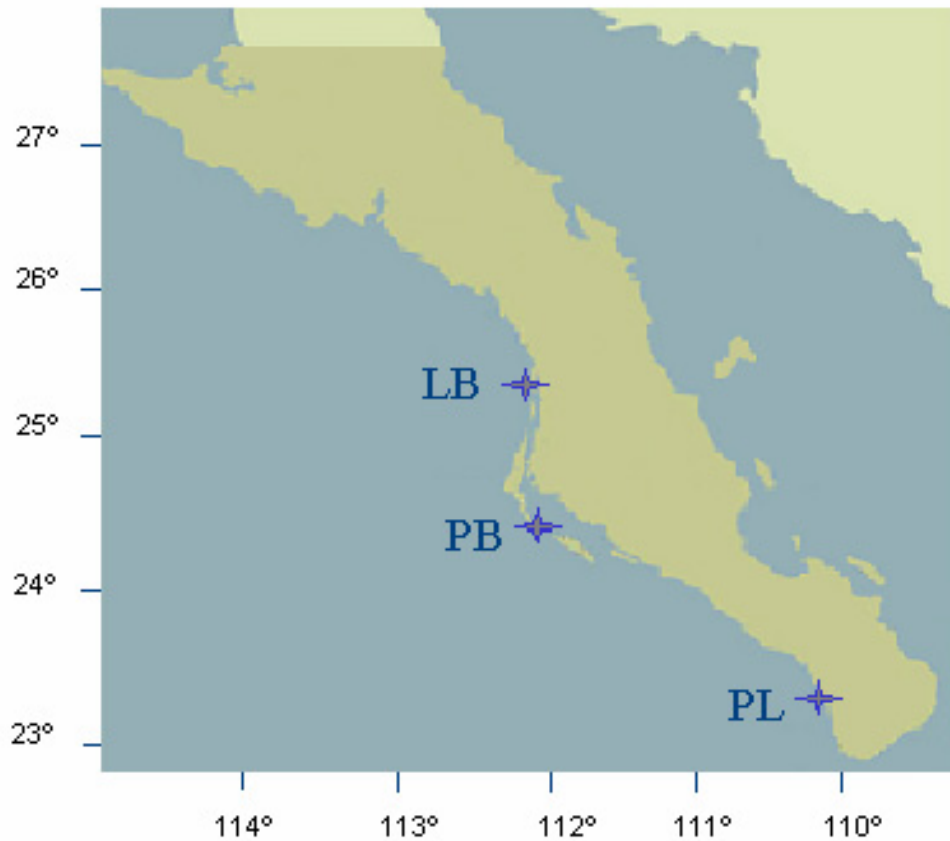


Figura 3. Ubicación de las tres principales localidades de muestreo. Punta Lobos (PL), Punta Belcher (PB) y Las Barrancas (LB).

6. METODOLOGÍA

6.1 TRABAJO EN CAMPO

Los muestreos se realizaron mensualmente en campos pesqueros de la costa occidental de B.C.S. presentándose las mayores abundancias de captura de tiburones mako en las localidades de Punta Lobos, Punta Belcher y Las Barrancas.

A cada organismo se le registro el sexo, la longitud total (LT) y posteriormente se disectó el tiburón para la extracción del estómago. El contenido

estomacal fue depositado en bolsas de plástico, previamente etiquetadas y posteriormente fijadas en una solución de formaldehído al 10 %. Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en la ciudad de La Paz, Baja California Sur, para su análisis.

6.2 TRABAJO DE LABORATORIO Y ANALISIS DE INFORMACIÓN

En el análisis del contenido estomacal, se separaron las diferentes presas y se identificaron hasta el menor taxón posible dependiendo del estado de digestión de la presa.

En la identificación de peces que presentaron un estado de digestión mínimo se utilizaron las claves y trabajos Miller y Lea (1972), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995) y Thomson *et al.* (2000).

En los peces que presentaron un estado de digestión elevado, la determinación taxonómica se realizó por medio del esqueleto axial y apendicular por conteo y morfología de vértebras utilizando las claves de Clothier (1950), Clothier y Baxter (1969), Miller y Jorgensen (1973) y Monod (1968).

Los crustáceos se identificaron por medio de los exoesqueletos o por restos de éstos, utilizando las claves de Garth y Stephenson (1966), Brusca (1980) y Fischer *et al.* (1995).

La identificación de cefalópodos se realizó por medio del aparato mandibular comúnmente conocido como "pico", utilizando las claves de Wolff (1982, 1984) y Clarke (1962, 1986). Debido a la rápida digestión de las partes blandas del cuerpo, se considero que a las especies de cefalópodos que presentaron una mayor abundancia fuera realizado el retrocálculo gravimétrico mediante las siguientes formulas:

Dosidicus gigas (Clarke, 1986)

$$\ln p = 2.18 + 2.487 \ln r$$

Ancistrocheirus lesueuri (Clarke, 1986)

$$\ln p = -0.194 + 3.56 \ln r$$

Donde, p = es el peso y r = longitud rostral del pico inferior (Clarke, 1986)

6.3 ANÁLISIS CUANTITATIVOS

6.3.1 ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA

La aplicación del Índice de Importancia Relativa propuesto por Pinkas *et al.* (1971), se uso para dimensionar la importancia de cada componente alimenticio, utilizando tres métodos:

6.3.1.1 MÉTODO NÚMÉRICO

Con este método se contabilizó el número de organismos de cada tipo presa, de cada estómago analizado. Posteriormente los valores obtenidos fueron expresados en porcentaje, sobre el total de los organismos presa encontrados de todos los estómagos analizados (Hyslop, 1980).

6.3.1.2 MÉTODO GRAVIMÉTRICO

Con este método registró el peso en gramos (g) de los organismos encontrados de cada tipo presa. Posteriormente los valores fueron expresados en porcentaje sobre el total del peso (g) de todos los organismos presa encontrados de todos los estómagos analizados (Hyslop, 1980).

6.3.1.3 MÉTODO DE FRECUENCIA DE APARICIÓN

Con este método se contabilizó la frecuencia de cada tipo presa de los contenidos estomacales del tiburón mako. Posteriormente estos valores fueron expresados en porcentaje sobre el total de estómagos con contenido estomacal (Hyslop, 1980).

Realizados estos tres métodos fueron utilizados en el Índice de Importancia Relativa:

$$\%IRI = (\%G + \%N)\%FA$$

Donde $\%IRI$ = es el índice de importancia relativa; $\%G$ = el porcentaje en peso; $\%N$ = el porcentaje en número y $\%FA$ = el porcentaje en frecuencia de aparición (Pinkas *et al*, 1971 Cailliet *et al*. 1996).

El Índice de Importancia Relativa fue aplicado al total de tiburones mako que presentaron contenido estomacal (General), por sexos, por juveniles y adultos de tallas establecidas por Conde-Moreno (2005), y en las tres principales áreas de muestreo Punta Lobos, Punta Belcher y Las Barrnacas. Con el fin de encontrar diferencias en los hábitos alimenticios del tiburón mako.

6.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS

6.4.1 AMPLITUD DE DIETA (ÍNDICE DE LEVIN)

Con el fin de conocer la estrategia alimenticia, generalista o especialista del tiburón mako por sexos, en juveniles y adultos y por localidades, se empleó el Índice de Levin, mediante la formula:

$$Bi = 1 / \sum pi^2$$

Donde Bi es el Índice de Levin del depredador y $\sum pi^2$ es la sumatoria de los cuadrados del porcentaje del número de las tipos presa. Valores bajos ($1 < Bi < 2$) indican que son consumidores especialistas, valores medios ($2.1 < Bi < 3$) indican que son consumidores menos especialistas y valores altos ($Bi > 3$) representan a los consumidores generalistas (Krebs, 1998).

6.4.2 SOBREPOSICIÓN DE DIETA (ÍNDICE DE MORISITA-HORN)

Para determinar la sobreposición de la dieta entre juveniles y adultos, sexos y localidades, se utilizó el índice de Morisita-Horn :

$$C\lambda = 2 \frac{\sum_{i=1}^n (Pxi * Pyi)}{(\sum_{i=1}^n Pxi^2 + \sum_{i=1}^n Pyi^2)}$$

donde $C \lambda$ = índice de Morisita-Horn de sobreposición entre depredador x y depredador y , P_{xi} = proporción numérica de la presa i del total de presas usadas por el depredador x ; ; P_{yi} = proporción numérica de las presas i usadas por el depredador y , y n = total de número de presas. Los valores < 0.29 indican sobreposición baja, valores de $0.30 - 0.65$ sobreposición media y valores > 0.66 indican sobreposición alta de dietas, El valor de I indica que todos los componentes alimenticios son homogéneos (Horn, 1966; Langton, 1982; Smith y Zares, 1982).

6.5 ANALISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

Debido a que se contó con el análisis estomacal de tiburones mako, el análisis de isótopos de carbono ^{13}C y nitrógeno ^{15}N se utilizó como método de corroboración del hábito alimenticio del tiburón mako a largo plazo. El tamaño de muestra fue representativo de uno a tres organismo de cada categoría objetivo: localidad, sexo, juvenil ó adulto. También se tomaron muestras de presas principales (*Prionotus albirostris*, *Dosidicus gigas* y *Scomber japonicus*) ó no (*Pleuroncodes planipes*, *Mugil cephalus* y *Coryphaena hyppurus*) del contenido alimenticio con el fin de establecer niveles ó posiciones tróficas del depredador y sus presas y la corroboración de la(s) principal(es) fuente(s) de alimento(s) del tiburón mako.

La colecta de muestras del tiburón mako se obtuvo de músculo adherido a la vértebra ubicada en la parte anterior del cuerpo y el de las presas de la parte antero-dorsal en peces, del manto en cefalópodos y cuerpo completo en artrópodos.

Las muestras de tiburón mako y de las presas se colocaron en viales previamente lavados y esterilizados para realizar la extracción de humedad del músculo mediante una liofilizadora LABCONCO, a una temperatura promedio de -50°C en vacío a 50×10^3 ámbares. Posteriormente se realizó la extracción de lípidos colocando la muestra en un horno de microondas marca MARSX en

solución acetona hexano 1: 1, con temperatura y presión controlada (Román-Reyes, 2003).

La muestra libre de lípidos fue secada y molida en un mortero de agata, se pesó 0.001 g en una balanza analítica y posteriormente se colocó en una cápsula de estaño de 8 x 5 mg. La determinación de las abundancias de isótopos estables de carbono ($^{13}\text{C} / ^{12}\text{C} = \delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($^{15}\text{N} / ^{14}\text{N} = \delta^{15}\text{N}$) fueron medidas en un espectrómetro de masa de razones isotópicas (EMRI) (20-20 espectrómetro de masas, PDZEuropa, Sandbach, UK), posteriormente se realizó la combustión de las muestras a CO^2 (bioxido de carbono) y N^2 (nitrógeno) a 1000 °C en un analizador elemental en línea (PDZEuropa ANCA-GSL). Los gases fueron separados en una columna Carbosieve G (Supelco, Bellefonte, PA, USA) antes de introducirlo al espectrómetro de masas. Las razones de isótopos fueron comparadas con gases estándares (1.1237×10^{-2} para el $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ y 3.677×10^{-3} para $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) inyectados directamente del espectrómetro de masas, antes y después que se calcularan los valores promedios de las muestras así como los $\delta^{15}\text{N}$ (AIR) y $\delta^{13}\text{C}$ (PDB). Los valores de δ se calculan mediante la formula $\delta X(\text{‰}) = [(R_{\text{muestra}}/R_{\text{estandar}})-1] \times 1000$ (Hansson *et al.*, 1997, Sarakinos *et al.*, 2002; Jardine *et al.*, 2003). Este último procedimiento fue elaborado por personal técnico de la Universidad de California en Davis, CA.

6.5.1 POSICIÓN TRÓFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIEMNTO

El nitrógeno determina niveles ó posiciones tróficas a través de la cuantificación por enriquecimiento isotópico de 3 ‰ que indicaría un aumento en el nivel trófico, y el carbono permite reconocer la fuente de alimento del depredador por la cuantificación de enriquecimiento de 1- 0 ‰ respecto a su presa (Sarakinos *et al.*, 2002; Jardine *et al.*, 2003).

6.5.2 TIPIFICACIÓN ISOTOPICA

Variaciones en los valores isotópicos de carbono ^{13}C ó nitrógeno ^{15}N permiten verificar variaciones en los hábitos alimenticios por efecto de los valores de origen (Figura 4) (Hansson *et al.* 1997; Das *et al.* 2000; Jardine *et al.*, 2003; Estrada *et al.* 2003)

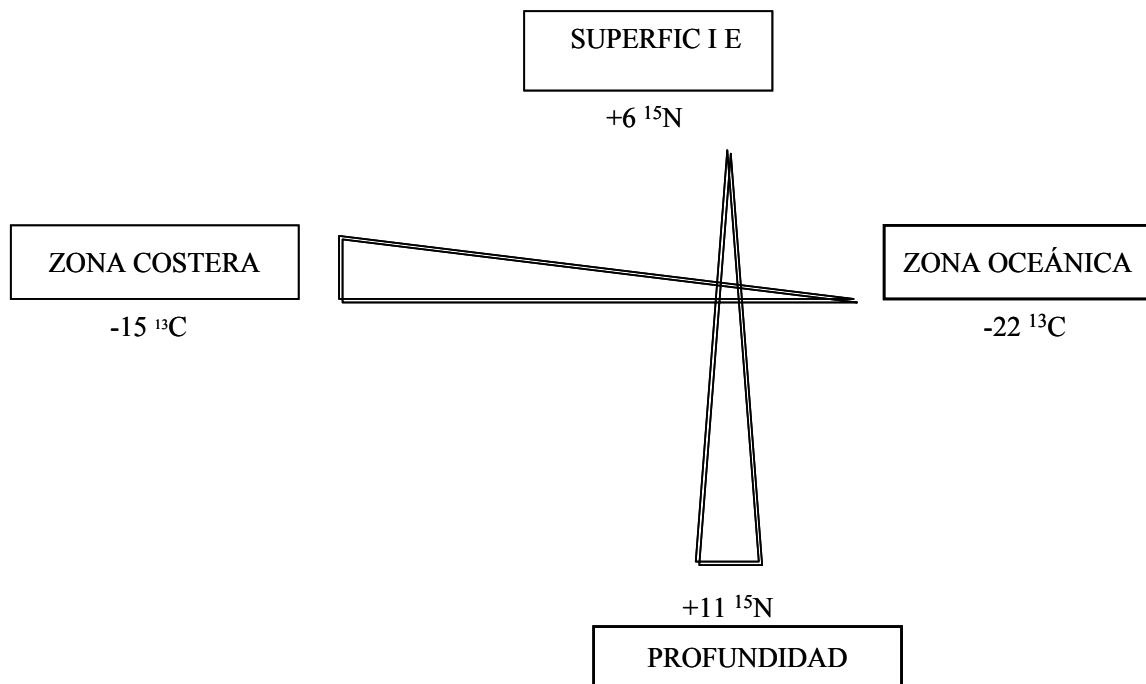


Figura 4. Valores promedio de isótopos de carbono ^{13}C y nitrógeno ^{15}N en el agua de mar propuesto por Fry (2004).

7. RESULTADOS

7.1 TRABAJO DE LABORATORIO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se analizaron un total de 269 estómagos de tiburones mako. La estructura de tallas estuvo conformada por una talla mínima de 77 cm y una talla máxima de 290 cm (L.T), que correspondieron a 12 adultos machos y el resto por juveniles comprendidos por 142 hembras y 115 machos; en el análisis estomacal solo 135 presentaron contenido correspondiendo al 49 %, donde 132 fueron juveniles comprendidos en 67 machos y 64 hembras y 4 adultos machos, y 4 de ellos no sexados (Apéndice 1) (Tabla 1).

TABLA 1. Total de estómagos de tiburón mako analizados en diferentes años y localidades de muestreo, Punta Lobos (PL), de Punta Belcher (PB), Las Barrancas (LB), de Punta Abreojos (PA), Cabo San Lucas (CSL) y San Lazaro (SL). Con

LOCALIDAD	AÑO										TOTAL
	2000		2001		2002		2003		2004		
	C	V	C	V	C	V	C	V	C	V	L
PL	3	3	17	13	1						37
PB	4	14	12	21	14	31	5				101
LB							50	37	25	15	127
PA							1				1
CSL					1						1
SL									2		2
TOTAL	7	17	29	34	16	31	56	37	27	15	269

contenido alimenticio (C) vacíos (V).

A partir del trabajo taxonómico tenemos que el espectro trófico del tiburón mako en la costa occidental de B.C.S. está representado por 4 especies de cefalópodos comprendidos en 4 familias, 1 especie de octópodo, 1 especie de crustáceo y 19 especies de peces comprendidos en 16 familias (Tabla 2).

En el análisis por sexos se determinó que los machos se alimentaron de 4 especies de cefalópodos comprendidos en 4 familias, 1 especie de octópodo, 1 especie de crustáceo y 15 especies de peces comprendidos en 13 familias, y las hembras de 3 especies de cefalópodos comprendidos en 3 familias, 1 especie de crustáceo y 12 especies de peces comprendidos en 12 familias (Tabla 3 y 4).En adultos se presentaron 4 especies de cefalópodos comprendidos en 4 familias y 2 especies de peces comprendidos en dos familias, en juveniles 4 especies de cefalópodos comprendidos en 4 familias, 1 especie de octópodo, 1 especie de crustáceo y 19 especies de peces comprendidos en 16 familias (Tabla 5 y 6).

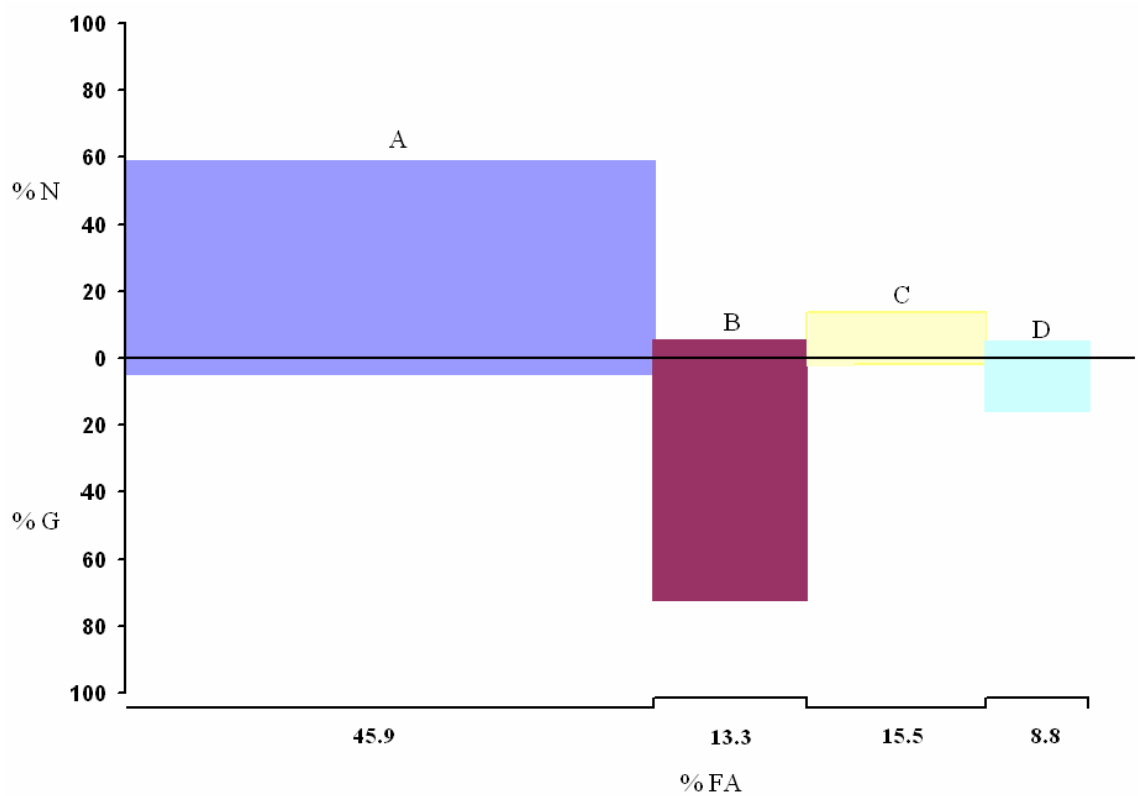
En el análisis por localidades Punta Lobos presentó 3 especies de cefalópodos comprendidos en 3 familias, 1 especie de octópodo, 1 especie de crustáceo y 6 especies de peces comprendidos en 5 familias (Tabla 7), Punta Belcher conformó 3 especies de cefalópodos comprendidos en 3 familias, 1 especie de crustáceo y 9 especies de peces comprendidos en 8 familias (Tabla 8), y Las Barrancas presentó 2 especies de cefalópodos comprendidos en 2 familias, 1 especie de octópodo, 1 especie de crustáceo y 10 especies de peces comprendidos en 10 familias (Tabla 10).

7.2 ANÁLISIS CUANTITATIVOS

7.2.1 ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA (IIR) DEL ESPECTRO TRÓFICO

En el porcentaje numérico el triglido *Prionotus albirrostris* ocupó el primer lugar (59 %), seguido por *Scomber japonicus* (13.6 %) y *Pleuroncodes planipes* (5.8 %); en el porcentaje gravimétrico las presas que presentaron los mayores valores fueron *Dosidicus gigas* (72.3 %) y *Ancistrocheirus leseuri* (15.9 %) pero cabe recalcar que en ellas, por considerarse especies de cefalópodos frecuentes del espectro trófico fue llevado a cabo su respectivo retrocálculo y del resto de las presas solo se consideró el peso en diferentes estados de digestión en que se encontrara, por lo que presentaron valores bajos; en el porcentaje de aparición las presas más frecuentes fueron *P. albirrostris* (45.5 %), *S. japonicus* (15.4 %) y *D. gigas* (13.2 %) (Figura 5).

Respecto al Índice de Importancia Relativa, que incorpora los tres porcentajes anteriores, muestra que los peces presentaron un alto porcentaje de importancia, de 71.54% en la alimentación del tiburón mako, siendo las presas más importantes el triglido *Prionotus albirrostris* (66 %) y la macarela *Scomber japonicus* (5%); el segundo grupo en importancia estuvo representado por los cefalópodos con el 27.20%, siendo *Dosidicus gigas* (23%) y *Ancistrocheirus leseuri* (4%) las presas más importantes; y el grupo de los crustáceos aportaron 1.28% siendo la langostilla *Pleuroncodes planipes* la especie principal (Figura 5).



% IIR

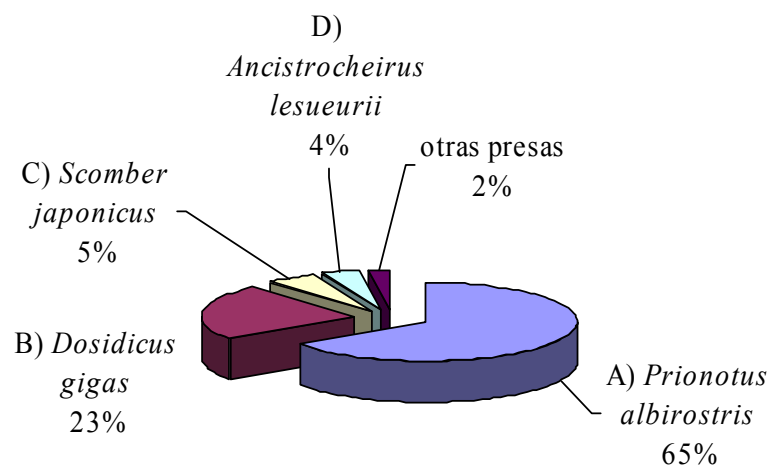


Figura 5. Presas principales en los contenidos estomacales del tiburón mako, en la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 2. Organismos presa del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* en la costa occidental de Baja California Sur.

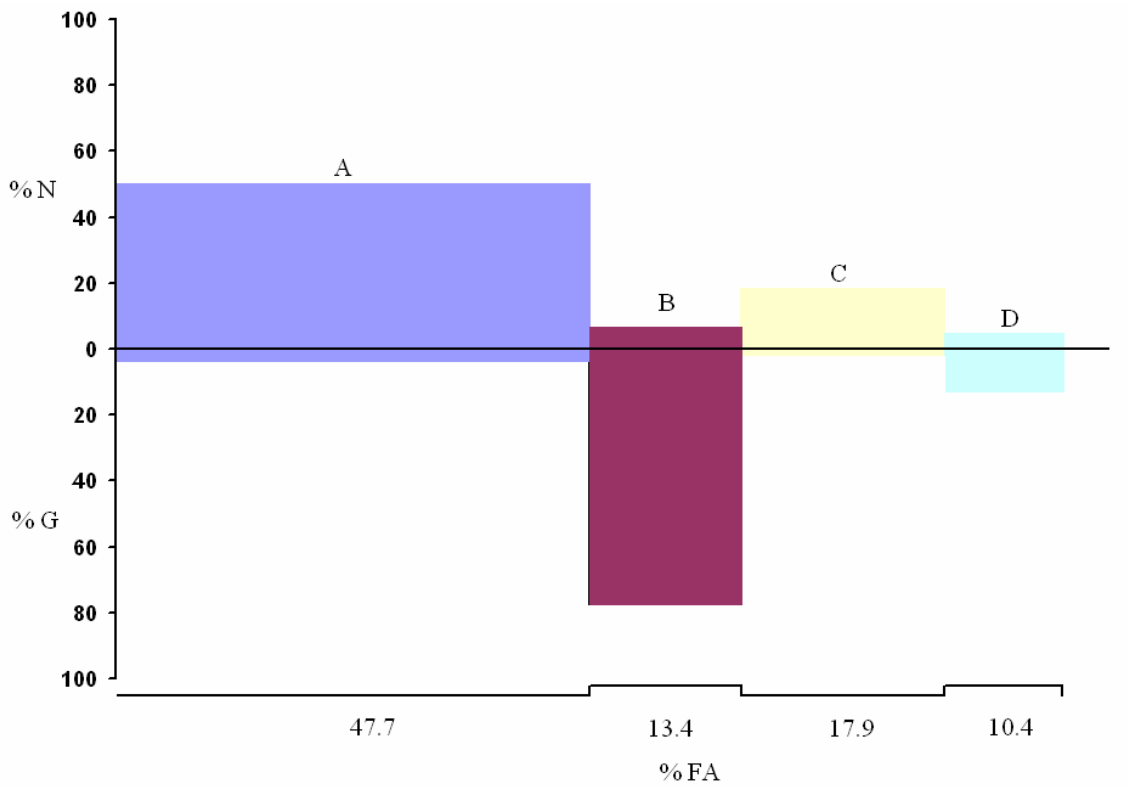
GENERAL								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	% FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	33	5.16	90896.70	72.34	18	13.33	1033.22	23.17
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	29	4.53	20024.08	15.94	12	8.89	181.92	4.08
Gonatidae								
<i>Gonatus</i> spp.	2	0.31	2.00	0.00	2	1.48	0.47	0.01
Mastigoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	2	0.31	2.00	0.00	1	0.74	0.23	0.01
Octopoda								
Argonautidae								
<i>Argonauta</i> spp.	1	0.16	1.00	0.00	1	0.74	0.12	0.00
restos de cefalópodo	2	0.31	36.87	0.03	2	1.48	0.51	0.01
Subtotal	69	10.78	110962.66	88.30			1216.46	27.28
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	37	5.78	36.58	0.03	13	9.63	55.95	1.25
Subtotal	37	5.78	36.58	0.03			55.95	1.25
OSTEICHTHYES								
Triglidae								
<i>Prionotus albirostris</i>	376	58.75	5671.35	4.51	62	45.93	2905.42	65.16
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	87	13.59	2340.40	1.86	21	15.56	240.43	5.39
<i>Auxis</i> spp.	1	0.16	123.51	0.10	4	2.96	0.75	0.02
<i>Euthynnus lineatus</i>	2	0.31	33.06	0.03	2	1.48	0.50	0.01
Carangidae								
<i>Caranx caballus</i>	2	0.31	437.47	0.35	2	1.48	0.98	0.02
<i>Decapterus macarellus</i>	2	0.31	76.05	0.06	3	2.22	0.83	0.02
Sciaenidae								
<i>Umbrina rancador</i>	6	0.94	727.08	0.58	5	3.70	5.62	0.13
Aridae								
<i>Arius platypogon</i>	1	0.16	1.20	0.00	1	0.74	0.12	0.00
Lutjanidae								
<i>Lutjanus</i> spp.	2	0.31	18.79	0.01	2	1.48	0.49	0.01
Mugilidae								
<i>Mugil cephalus</i>	7	1.09	80.03	0.06	4	2.96	3.43	0.08
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	4	0.63	79.69	0.06	2	1.48	1.02	0.02

Muraenessocidea									
<i>Cynoponticus coniceps</i>	5	0.78	253.20	0.20	4	2.96	2.91	0.07	
Tetraodontidae									
<i>Balistes polylepis</i>	1	0.16	16.34	0.01	1	0.74	0.13	0.00	
Synodontidae									
<i>Synodus evermani</i>	4	0.63	402.59	0.32	4	2.96	2.80	0.06	
Sphyraenidae									
<i>Sphyraena ensis</i>	2	0.31	921.34	0.73	3	2.22	2.32	0.05	
Ephippidae									
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	1	0.1563	363.38	0.29	1	0.74	0.33	0.01	
Belonidae									
<i>Tylosurus acus pacificus</i>	6	0.94	59.90	0.05	1	0.74	0.73	0.02	
Hemiramphidae									
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	1	0.16	7.82	0.01	1	0.74	0.12	0.00	
Coryphaenidae									
<i>Coryphaena hypurus</i>	1	0.16	2500.00	1.99	1	0.74	1.59	0.04	
restos de pez	14	2.19	59.54	0.05	8	5.93	13.24	0.30	
Subtotal	534	83.44	14661.13	11.67			3186.42	71.46	
TOTAL	640	100	125660.3676	100	N=135		4458.832	100	

7.2.1.1 IIR POR SEXOS

En machos las presas que registraron los mayores valores del porcentaje numérico fueron *Prionotus albirostris* (49.6 %), *Scomber japonicus* (18 %) y *Dosidicus gigas* (Figura 6), y en hembras *P. albirostris* (70.3 %), *S. japonicus* (7.33) y *Ancistrocheirus leseuri* (4.4 %) (Figura 6 y 7). En el porcentaje gravimétrico tanto en machos como en hembras las presas que presentaron los mayores valores porcentuales fueron los cefalópodos *D. gigas* (77.5 %) (62.2 %) y *A. leseuri* (12.7 %) (20.62) seguido por el pez *P. albirostris* (3.1 %) (6.5 %) (Figura 6 y 7). En el porcentaje de aparición las presas más frecuentes en machos fueron *P. albirostris* (41.7 %), *S. japonicus* (17.9 %) y *D. gigas* (13.4 %) (Figura 6 y 7), y en hembras *P. albirostris* (53.1 %), *D. gigas* 15.6 %) y *S. japonicus* (14 %) (Figura 6 y 7).

En el Índice de Importancia Relativa de machos y hembras las presas principales fueron similares pero con variaciones en los valores porcentuales (Tabla 3y 4). En machos la presas más importantes fueron *Prionotus albirostris* (55.2 %), *Dosidicus gigas* (28.1 %) y *Scomber japonicus* (8.8 %), y en hembras *P. albirostris* (73.7 %), *D. gigas* (18.6 %) y *Acistrocheirus leseuri* (3.53 %) (Figura 6 y 7)



% IIR

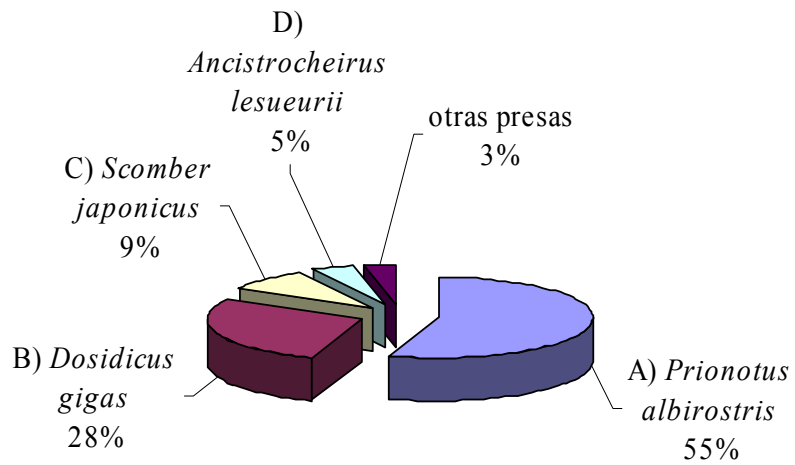


Figura 6. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako machos de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 3. Organismos presa de tiburones mako machos, en la costa occidental de B.C.S.

MACHOS									
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	%FA	IIR	%IIR	
MOLLUSCA									
Cephalopoda									
Ommastrephidae									
<i>Dosidicus gigas</i>	23	6.20	60585.72	77.56	9	13.43	1125.16	28.18	
Ancistrocheiridae									
<i>Anchistroseurus leseurii</i>	17	4.58	9983.61	12.78	7	10.45	181.41	4.54	
Gonatidae									
<i>Gonathus</i> spp.	2	0.54	2.00	0.00	2	2.99	1.62	0.04	
Mastigoteuthidae									
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	1	0.27	1.00	0.00	1	1.49	0.40	0.01	
Octopoda									
Argonautidae									
<i>Argonauta</i> spp.	1	0.27	1.00	0.00	1	1.49	0.40	0.01	
restos de cefalópodo	1	0.27	7.59	0.01	1	1.49	0.42	0.01	
Subtotal	45	12.13	70580.92	90.36			1309.41	32.80	
CRUSTACEA									
Malacostraca									
Galatheidae									
<i>Pleuroncodes planipes</i>	26	7.01	23.45	0.03	7	10.45	73.53	1.84	
Subtotal	26	7.01	23.45	0.03			73.53	1.84	
OSTEICHTHYES									
Triglidae									
<i>Prionotus albirostris</i>	184	49.60	2477.32	3.17	28	41.79	2205.19	55.24	
Scombridae									
<i>Scomber japonicus</i>	67	18.06	1236.03	1.58	12	17.91	351.79	8.81	
<i>Auxis</i> spp.	2	0.54	35.16	0.05	2	2.99	1.74	0.04	
<i>Euthynnus lineatus</i>	2	0.54	33.06	0.04	2	2.99	1.74	0.04	
Carangidae									
<i>Umbrina rancador</i>	2	0.54	487.06	0.62	2	2.99	3.47	0.09	
Lutjanidae									
<i>Lutjanus</i> spp.	2	0.54	18.29	0.02	2	2.99	1.68	0.04	
Mugilidae									
<i>Mugil cephalus</i>	2	0.54	21.19	0.03	1	1.49	0.85	0.02	
Opidiidae									
<i>Ophiodon iris</i>	2	0.54	31.30	0.04	2	2.99	1.73	0.04	
Muraenessocidae									
<i>Cynoponticus coniceps</i>	3	0.81	186.59	0.24	3	4.48	4.69	0.12	
Tetradontidae									
<i>Balistes polylepis</i>	1	0.27	16.36	0.02	1	1.49	0.43	0.01	
Synodontidae									
<i>Synodus</i> spp	2	0.54	293.32	0.38	2	2.99	2.73	0.07	

Sphyraenidae								
<i>Sphyraena ensis</i>	2	0.54	921.34	1.18	3	4.48	7.70	0.19
<i>Sphyraena</i> spp.	5	1.35	1201.95	1.54	3	4.48	12.92	0.32
Ephippidae								
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	1	0.27	362.38	0.46	1	1.49	1.09	0.03
Belonidae								
<i>Tylosurus acus pacificus</i>	6	1.62	59.90	0.08	1	1.49	2.53	0.06
Coryphaenidae								
<i>Coryphaena hypurus</i>	1	0.27		0.00	1	1.49	0.40	0.01
restos de pez	12	3.23	44.55	0.06	1	1.49	4.91	0.12
Subtotal	300	80.86	7508.10	9.61			2609.13	65.36
TOTAL	371	100.00	78112.47	100.00	n = 67		3992.07	100.00

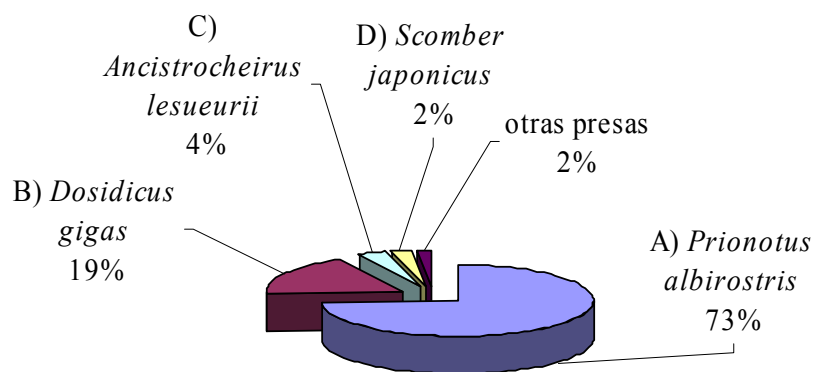
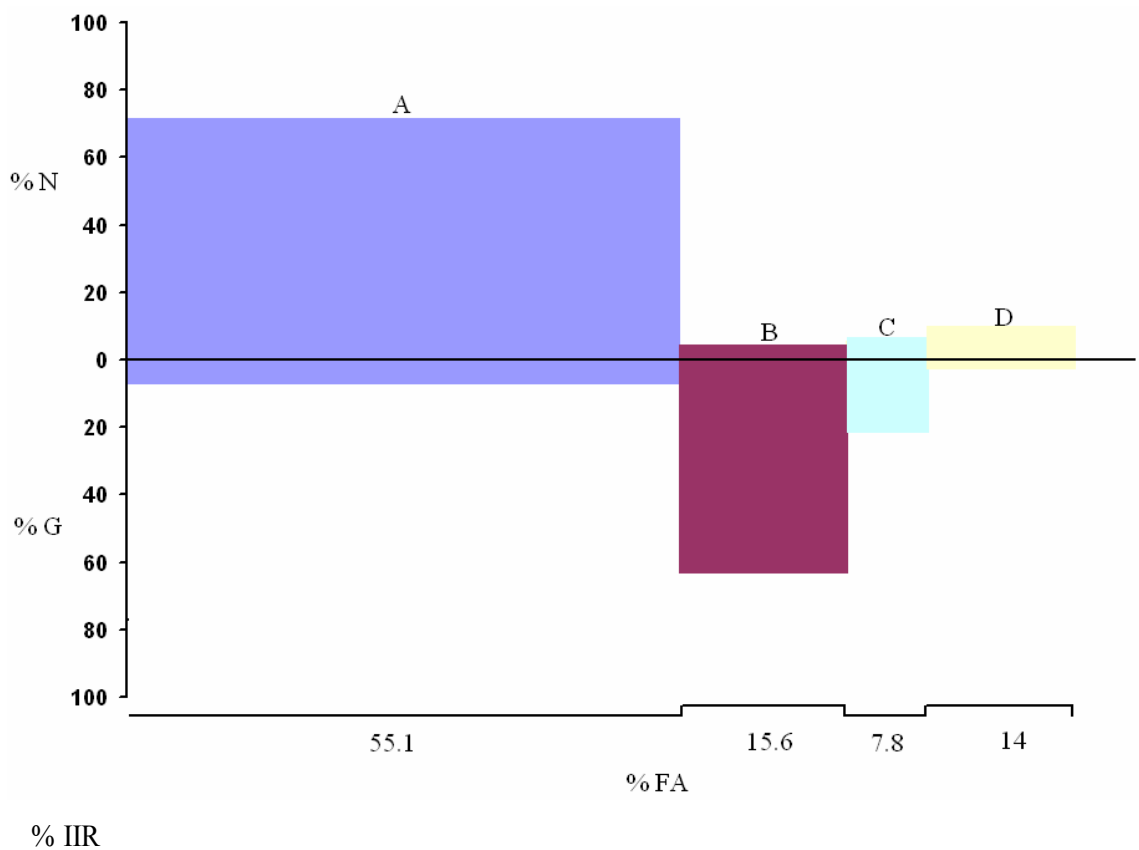


Figura 7. Presas principales en los contenidos estomacales, de tiburones mako hembras de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 4. Organismos presa de tiburones mako hembras, en la costa occidental de B.C.S.

HEMBRAS								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	10	3.66	30310.99	62.25	10	15.63	1029.82	18.60
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	12	4.40	10040.48	20.62	5	7.81	195.42	3.53
Mastigoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	1	0.37	1.00	0.00	1	1.56	0.58	0.01
restos de cefalópodo	1	0.37	26.28	0.05	1	1.56	0.66	0.01
Subtotal	24	8.79	40378.74	82.92			1226.48	22.16
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	11	4.03	12.60	0.03	6	9.38	38.02	0.69
Subtotal	11	4.03	12.60	0.03			38.02	0.69
OSTEICHTHYES								
Triglidae								
<i>Prionotus albirostris</i>	192	70.33	3194.03	6.56	34	53.13	4084.72	73.79
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	20	7.33	1104.37	2.27	9	14.06	134.91	2.44
<i>Auxis</i> spp.	1	0.37	61.35	0.13	2	3.13	1.54	0.03
Carangidae								
<i>Caranx caballus</i>	2	0.73	437.47	0.90	2	3.13	5.10	0.09
<i>Decapterus macarellus</i>	2	0.73	76.05	0.16	3	4.69	4.17	0.08
Sciaenidae								
<i>Umbrina roncador</i>	4	1.47	240.02	0.49	3	4.69	9.18	0.17
Aridae								
<i>Arius platypogon</i>	1	0.37	1.20	0.00	1	1.56	0.58	0.01
Mugilidae								
<i>Mugil cephalus</i>	5	1.83	58.84	0.12	3	4.69	9.15	0.17
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	1	0.37	35.98	0.07	1	1.56	0.69	0.01
Muraenessocidae								
<i>Cynoponticus coniceps</i>	2	0.73	66.61	0.14	1	1.56	1.36	0.02
Synodontidae								
<i>Synodus</i> spp	2	0.73	109.27	0.22	2	3.13	2.99	0.05

Hemiramphidae								
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	1	0.37	7.82	0.02	1	1.56	0.60	0.01
Coryphaenidae								
<i>Coryphaena hyppurus</i>	1	0.37	2500.00	5.13	1	1.56	8.59	0.16
restos de pez	2	0.73	14.99	0.03	2	3.13	2.39	0.04
Subtotal	238	87.18	8304.49	17.05			4270.79	77.16
TOTAL	273	100	48695.83	100	n = 64		5535.28	100

7.2.1.2 IIR DE JUVENILES Y ADULTOS

En el porcentaje numérico los juveniles consumieron principalmente *Prionotus albirostris* (59.9 %), *Scomber japonicus* (13.8 %) y *Pleuroncodes planipes* (5.9 %) (Figura 9), y los adultos *Ancistrocheirus leseuri* (40 %), *Dosidicus gigas* (10 %) y *Euthynnus lineatus* (10 %) (Figura 8). En el porcentaje gravimétrico tanto en juveniles como adultos las presas que presentaron los mayores valores porcentuales fueron los cefalópodos *D. gigas* (74.2%) (3.5 %) y *A. leseuri* (13.5 %) (95.7 %) y la tercera presa en importancia *P. albirostris* (4.7 %) para juveniles y *E. lineatus* (0.4 %) para adultos (Figura 8 y 9). En el porcentaje de frecuencia de aparición las presas mas frecuentes en los contenidos estomacales de juveniles fueron *P. albirostris* (47.3 %) *S. japonicus* (16 %) y *D. gigas* (13.7 %) (Figura 9), y en adultos los cefalópodos *A. leseuri* (75 %) y *D. gigas* (50 %) (Figura 8).

En el Índice de Importancia Relativa, los juveniles presentaron presas similares al espectro trófico debido a que estos conformaron el mayor número de estómagos con contenido (131 organismos), v siendo las presas más importantes el pez bentónico costero *Prionotus albirostris* (66.3 %), y presas de hábitat pelágico como *Dosidicus gigas* (23.6 %) y *Scomber japonicus* (5.5 %) (Figura 9); y en los adultos aunque conformaron el menor numero de estómagos (4 organismos) su alimentación fue principalmente de organismos de hábitat pelágico como los cefalópodos *Ancistrocheuris leseuri* (83.9 %), *D. gigas* (5.5) y pez *Euthynnus lineatus* (2.1 %)(Figura 8).

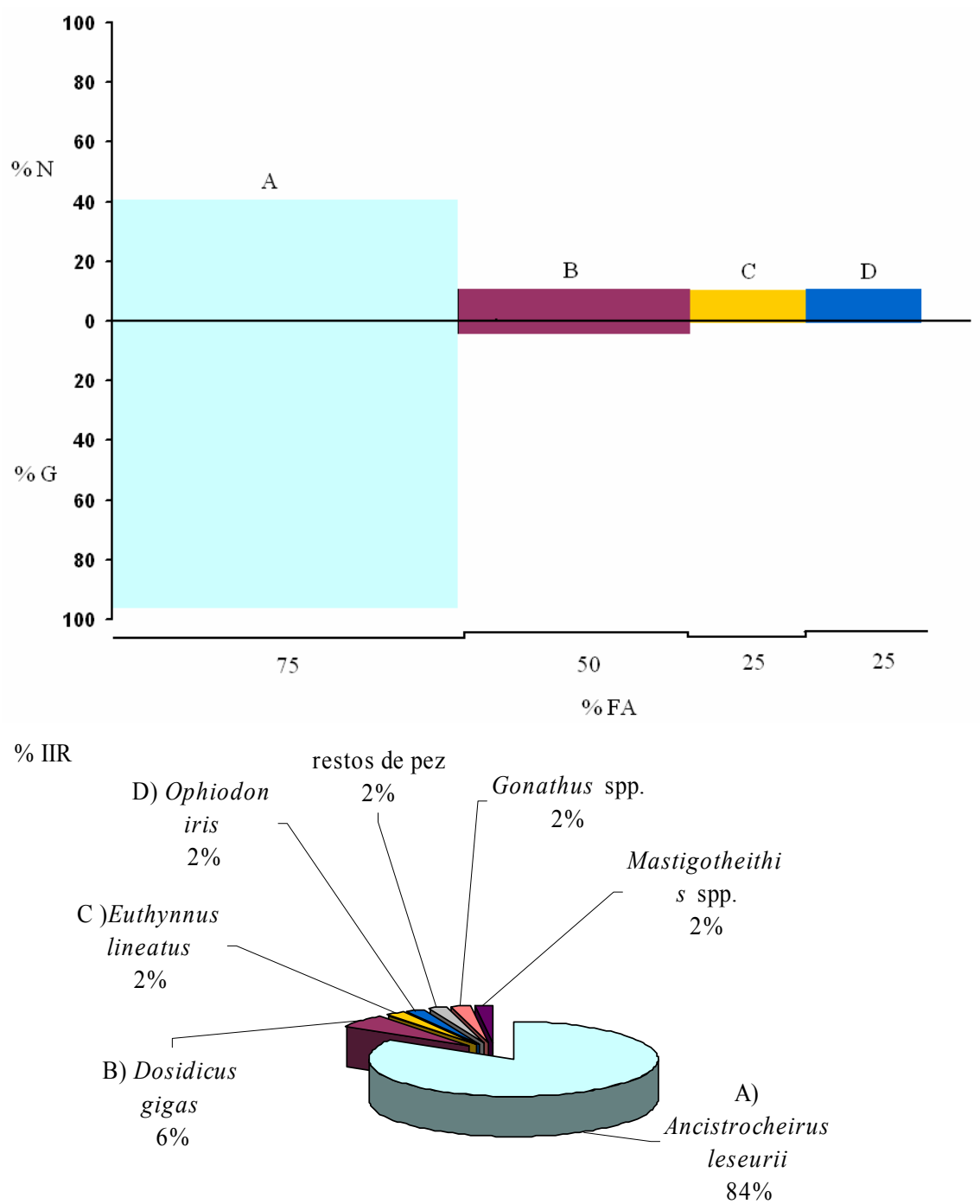
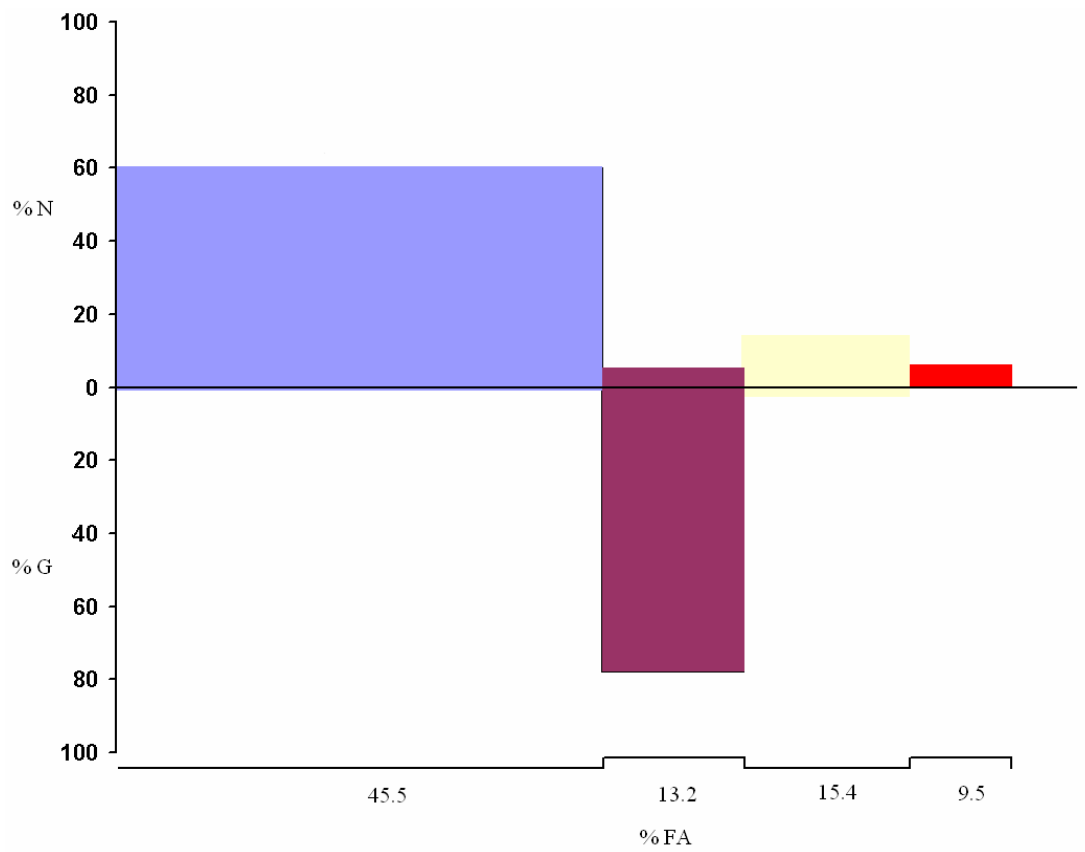


Figura 8. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako adultos de la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 5. Organismos presa de tiburones mako adultos de la costa occidental, de B.C.S.

ADULTOS									
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	% FA	IIR	%IIR	
MOLLUSCA									
Cephalopoda									
Ommastrephidae									
<i>Dosidicus gigas</i>	1	10	135.94	3.56	2	50.00	677.85	5.59	
Ancistrocheiridae									
<i>Anchistroseurus leseurii</i>	4	40	3660.03	95.77	3	75.00	10182.58	83.96	
Gonatidae									
<i>Gonathus</i> spp.	1	10	1	0.03	1	25.00	250.65	2.07	
Mastigoteuthidae									
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	1	10	1.00	0.03	1	25.00	250.65	2.07	
Subtotal	7	70	3797.97	99.38			11361.73	93.69	
OSTEICHTHYES									
Scombridae									
<i>Euthynnus lineatus</i>	1	10	15.26	0.40	1	25.00	259.98	2.14	
Ophidiidae									
<i>Ophiodon iris</i>	1	10	6.19	0.16	1	25.00	254.05	2.09	
restos de pez	1	10	2.36	0.06	1	25.00	251.54	2.07	
Subtotal	3	30	23.81	0.62			765.58	6.31	
TOTAL	10	100	3821.78	100	n = 4		12127.31	100.00	



% IIR

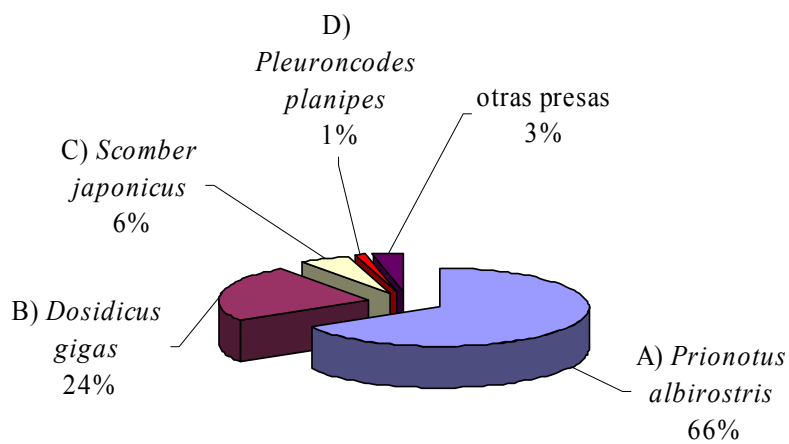


Figura 9. Presas principales en los contenidos estomacales de tiburones mako juveniles en la costa occidental de B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 6. Organismos presa de tiburones mako juveniles de la costa occidental de B.C.S.

JUVENILES								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	% FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	31	4.94	89642.56	74.26	18	13.74	1088.32	23.60
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	25	3.99	16364.06	13.56	9	6.87	120.53	2.61
Gonatidae								
<i>Gonatus</i> spp.	1	0.16	1.00	0.00	1	0.76	0.12	0.00
Mastogoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	1	0.16	1.00	0.00	1	0.76	0.12	0.00
Octopoda								
Argonautidae								
<i>Argonauta</i> spp.	1	0.16	1.00	0.00	1	0.76	0.12	0.00
restos de cefalópodo	2	0.32	36.87	0.03	2	1.53	0.53	0.01
Subtotal	61	9.73	106046.48	87.85			1209.75	26.23
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	37	5.90	36.58	0.03	13	9.92	58.86	1.28
Subtotal	37	5.90	36.58	0.03			58.86	1.28
OSTEICHTHYES								
Triglidae								
<i>Prionotus albirostris</i>	376	59.97	5671.35	4.70	62	47.33	3060.54	66.37
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	87	13.88	2340.40	1.94	21	16.03	253.51	5.50
<i>Auxis</i> spp.	1	0.16	123.51	0.10	4	3.05	0.80	0.02
<i>Euthynnus lineatus</i>	1	0.16	17.80	0.01	1	0.76	0.13	0.00
Carangidae								
<i>Caranx caballus</i>	2	0.32	437.47	0.36	2	1.53	1.04	0.02
<i>Decapterus macarellus</i>	2	0.32	76.05	0.06	3	2.29	0.87	0.02
Sciaenidae								
<i>Umbrina rancador</i>	6	0.96	727.08	0.60	5	3.82	5.95	0.13
Aridae								
<i>Arius platypogon</i>	1	0.16	1.20	0.00	1	0.76	0.12	0.00
Lutjanidae								
<i>Lutjanus</i> spp.	2	0.32	18.79	0.02	2	1.53	0.51	0.01
Mugilidae								
<i>Mugil cephalus</i>	7	1.12	80.03	0.07	4	3.05	3.61	0.08
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	3	0.48	73.50	0.06	1	0.76	0.41	0.01
Muraenossocidea								
<i>Cynoponticus coniceps</i>	5	0.80	253.20	0.21	4	3.05	3.08	0.07

Tetraodontidae								
<i>Balistes polylepis</i>	1	0.16	16.34	0.01	1	0.76	0.13	0.00
Synodontidae								
<i>Synodus evermani</i>	4	0.64	402.59	0.33	4	3.05	2.97	0.06
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena ensis</i>	2	0.32	921.34	0.76	3	2.29	2.48	0.05
Ephippidae								
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	1	0.16	363.38	0.30	1	0.76	0.35	0.01
Belonidae								
<i>Tylosurus acus pacificus</i>	6	0.96	59.90	0.05	1	0.76	0.77	0.02
Hemiramphidae								
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	1	0.16	7.82	0.01	1	0.76	0.13	0.00
Coryphaenidae								
<i>Coryphaena hypurus</i>	1	0.16	2500.00	2.07	1	0.76	1.70	0.04
restos de pez	13	2.07	57.18	0.05	1	0.76	1.62	0.04
Subtotal	529	84.37	14629.12	12.12			3342.92	72.49
TOTAL	627	100	120712.18	100	n = 131		4611.53	100

7.2.1.3 IIR POR LOCALIDADES DE MUESTREO

En las localidades de muestro que presentaron un mayor número de tiburones mako con contenidos estomacales fue posibles la aplicación de análisis cuantitativos para cada localidad: Punta Lobos, el campamento localizado más al sur, con 36 organismos en 15 muestreos mensuales del 2000-2002 de los cuales 21 prestaron contenido estomacal, Punta Belcher con 101 organismos en 20 muestreos mensuales del 2000-2003 de los cuales 35 presentaron contenido estomacal, y Las Barrancas campamento localizado más al norte con 127 organismos en 6 muestreos mensuales del 2003-2004 de los cuales 75 presentaron contenido estomacal.

PUNTA LOBOS

En porcentaje numérico las presas mayormente consumidas fueron *Ancistrocheurus leseuri* (31.1 %), *Dosidicus gigas* (8.89%) y restos de peces (17.78 %); en porcentaje gravimétrico las presas con los valores porcentuales mayores fueron los cefalópodos *A. leseuri* (58.4 %) y *D. gigas* (34.4 %), y peces de la familia Sciaenidae (3.67 %); en el porcentaje de frecuencia de aparición la presa más frecuente fue *A. leseuri* (23.8 %), seguido por la aparición de restos de peces (19 %) y *D. gigas* (14.2 %). En el Índice de Importancia Relativa las presas más importantes fueron los cefalópodos *A. leseuri* (61.19 %) y *D. gigas* (17.7 %), como también fueron significativos los restos de peces (9.8 %)(Figura 10).

PUNTA BELCHER

En porcentaje numérico las presas mayormente consumida fueron *Scomber japonicus* (30.3 %), *Prionotus albirostris* (28 %) y *Pleuroncodes planipes* (14.3 %); en el porcentaje gravimétrico las presas que obtuvieron los mayores valores porcentuales fueron los cefalópodos *Dosidicus gigas* (64.2 %) y *Ancistrocheirus lesueuri* (29.7 %), y el pez *S. japonicos* (2.7 %); en porcentaje de frecuencia de aparición las presas mas frecuentes fueron *S. japonicus* (34.2 %), *D. gigas* (20 %) y *P. albirostris* (17.1 %). En el Índice de Importancia Relativa, las presas más

importantes fueron *D. gigas* (37.9 %), *S. japonicus* (30.5 %) y *A. lesueurii* (14.3 %) (Figura 11).

LAS BARRANCAS

EN porcentaje numérico la presa mayormente consumida fue *Prionotus albirostris* (80.6 %) seguido por *Dosidicus gigas* (4.7 %) y *Scomber japonicus* (2.3 %); en porcentaje gravimétrico la presas con mayores valores porcentuales fueron *D. gigas* (85.8 %), *P. albirostris* (8.2 %) y *Sphyræna ensis* (1.3 %); en porcentaje de frecuencia de aparición la presa más frecuente fue *P. albirostris* (72 %), seguido por *S. japonicus* (13.3 %) y *P. planipes* (12 %). En el Índice de Importancia Relativa la presa más importante en su alimentación fue *P. albirostris* (89.5 %) como también lo fueron *D. gigas* (8.4 %) y *S. japonicos* (0.69 %) pero en menor importancia (Figura 12).

% IIR

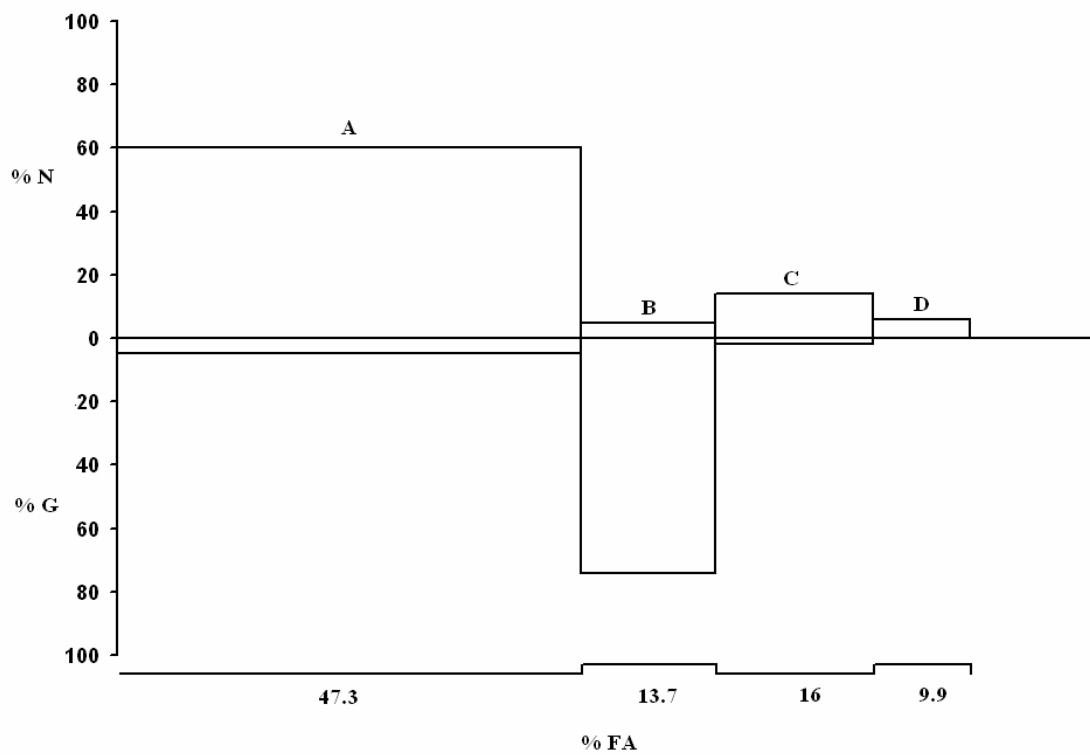
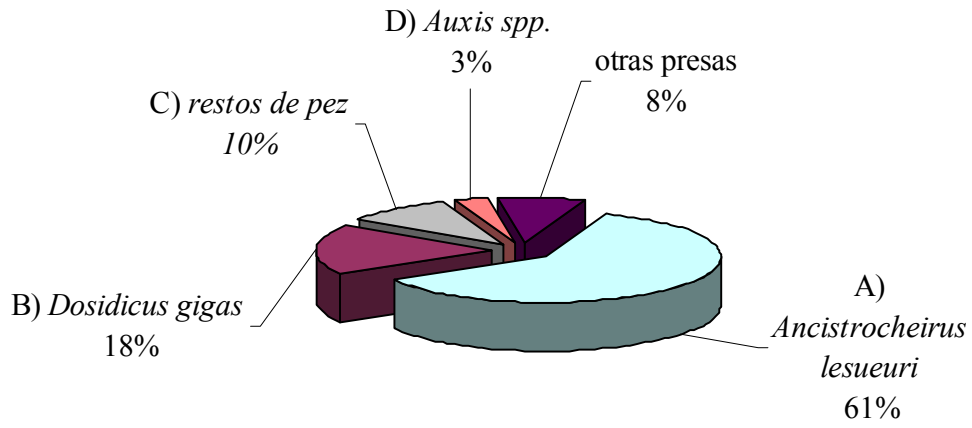


Figura 10. Presas principales de tiburones mako de la localidad de Punta Lobos B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 7. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Punta lobos, B.C.S.

PUNTA LOBOS								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	% FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	4	8.89	3721.89	34.47	3	14.29	619.45	17.77
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	14	31.11	6313.69	58.48	5	23.81	2133.09	61.19
Mastigoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	1	2.22	0.20	0.00	1	4.76	10.59	0.30
restos de cefalópodo	1	2.22	29.28	0.27	1	4.76	11.87	0.34
Subtotal	20	44.44	10065.06	93.22			2775.00	79.61
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	1	2.22	1.00	0.01	1	4.76	10.63	0.30
Subtotal	1	2.22	1.00	0.01			10.63	0.30
OSTEICHTHYES								
Scombridae								
<i>Eutinus lineatus</i>	2	4.44	63.97	0.59	2	9.52	47.97	1.38
<i>Eutinus lineatus</i>	2	4.44	33.06	0.31	2	9.52	45.24	1.30
<i>Auxis</i> spp.	3	6.67	96.51	0.89	3	14.29	108.01	3.10
Carangidae								
<i>Decapterus macarellus</i>	1	2.22	15.83	0.15	1	4.76	11.28	0.32
<i>Decapterus macarellus</i>	1	2.22	5.00	0.05	1	4.76	10.80	0.31
Sciaenidae								
	2	4.44	396.49	3.67	2	9.52	77.30	2.22
Aridae								
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	1	2.22	2.00	0.02	1	4.76	10.67	0.31
<i>Ophiodon iris</i>	1	2.22	22.25	0.21	1	4.76	11.56	0.33
Muraenessocidae								
<i>Cynoponticus coniceps</i>	2	4.44	66.61	0.62	1	4.76	24.10	0.69
Hemiramphidae								
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	1	2.22	7.82	0.07	1	4.76	10.93	0.31
restos de pez	8	17.78	20.99	0.19	4	19.05	342.33	9.82
Subtotal	24	53.33	730.53	6.77			700.20	20.09
TOTAL	45	100	10796.59	100	n = 21		3485.83	100

% IIR

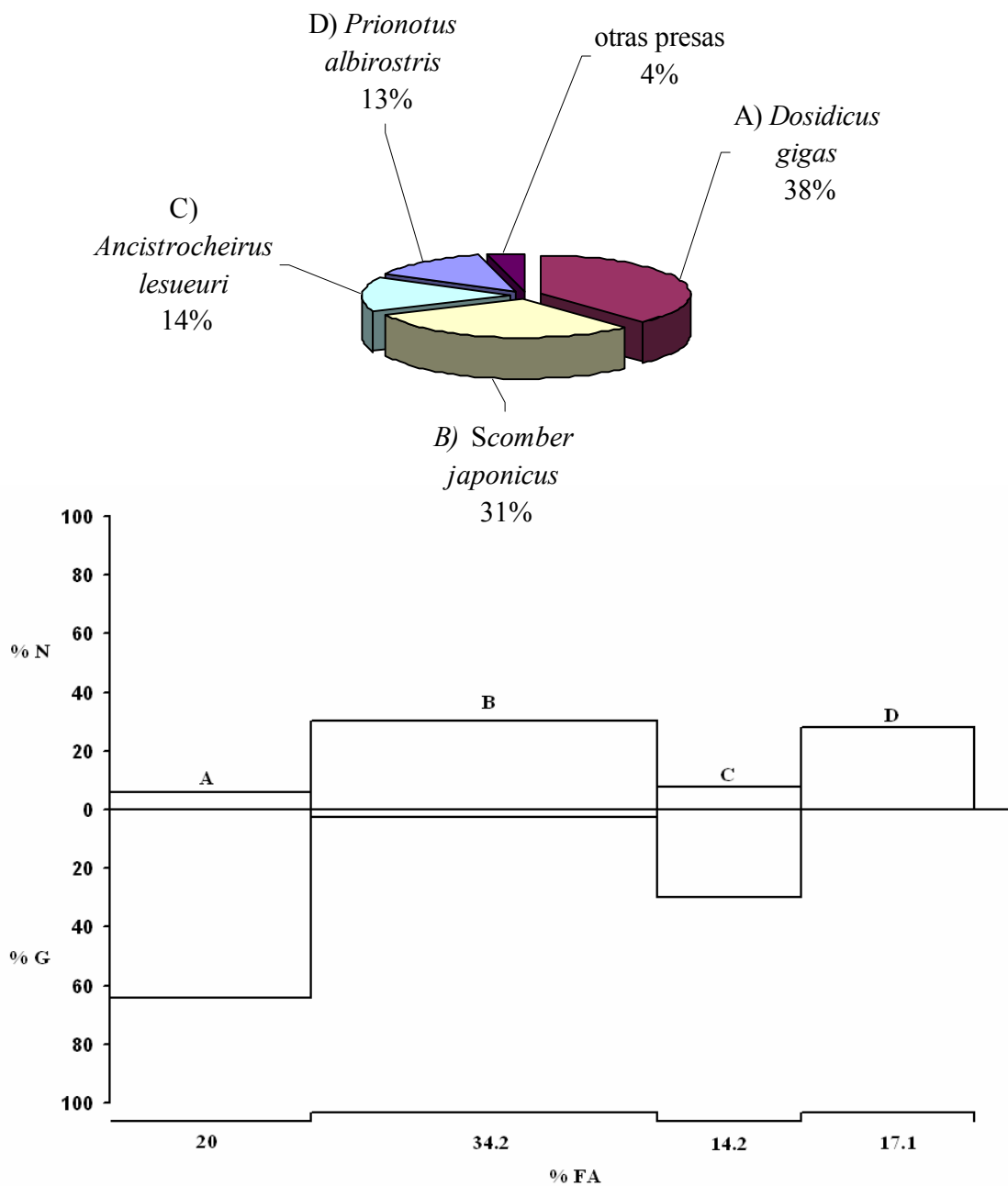


Figura 11. Presas principales en los contenidos de tiburones mako de la localidad de Punta Belcher, B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 8. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Punta Belchaer, B.C.S.

PUNTA BELCHER								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	8	6.06	18676.63	64.23	7	20.00	1405.82	37.96
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	10	7.58	8642.75	29.72	5	14.29	532.84	14.39
Gonatidae								
<i>Gonathus</i> spp.	2	1.52	2.00	0.01	2	5.71	8.70	0.23
restos de cefalópodo	1	0.76	7.59	0.03	1	2.86	2.24	0.06
Subtotal	21	15.91	27328.97	93.99			1949.60	52.65
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	19	14.39	19.53	0.07	2	5.71	82.63	2.23
Subtotal	19	14.39	19.53	0.07			82.63	2.23
OSTEICHTHYES								
Triglidae								
<i>Prionotus albirostris</i>	37	28.03	27.10	0.09	6	17.14	482.12	13.02
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	40	30.30	791.66	2.72	12	34.29	1132.31	30.58
Carangidae								
<i>Caranx caballus</i>	2	1.52	437.47	1.50	2	5.71	17.26	0.47
<i>Decapterus macarellus</i>	1	0.76	71.05	0.24	1	2.86	2.86	0.08
Aridae								
	3	2.27	9.60	0.03	2	5.71	13.18	0.36
Lutjanidae								
<i>Lutjanus</i> spp.	1	0.76	8.79	0.03	1	2.86	2.25	0.06
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	1	0.76	9.08	0.03	1	2.86	2.25	0.06
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena</i> spp.	1	0.76	161.30	0.55	1	2.86	3.75	0.10
Muraenessocidae								
<i>Cynoponticus coniceps</i>	3	2.27	186.59	0.64	1	2.86	8.33	0.22
Tetraodontidae								
<i>Balistes polylepis</i>	1	0.76	16.34	0.06	1	2.86	2.33	0.06
restos de pez	1	0.76	7.59	0.03	1	2.86	2.24	0.06
Subtotal	92	69.70	1729.07	5.95			1671.05	45.12
TOTAL	132	100	29077.57	100	n = 35		3703.28	100

% IIR

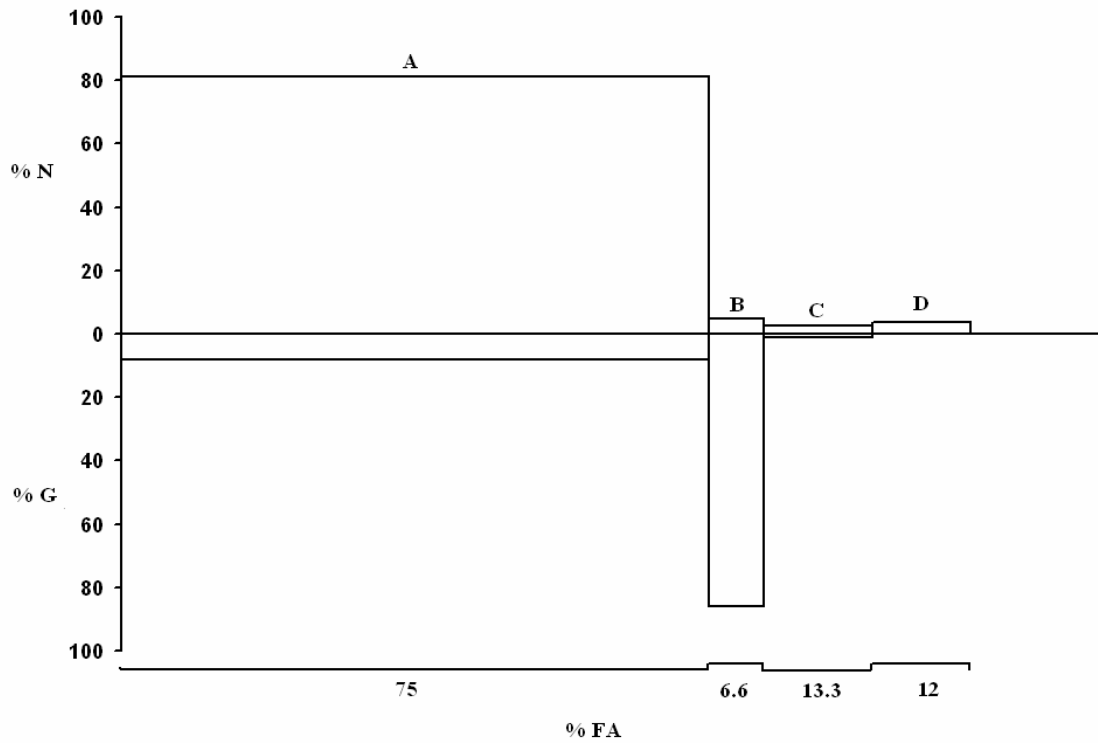
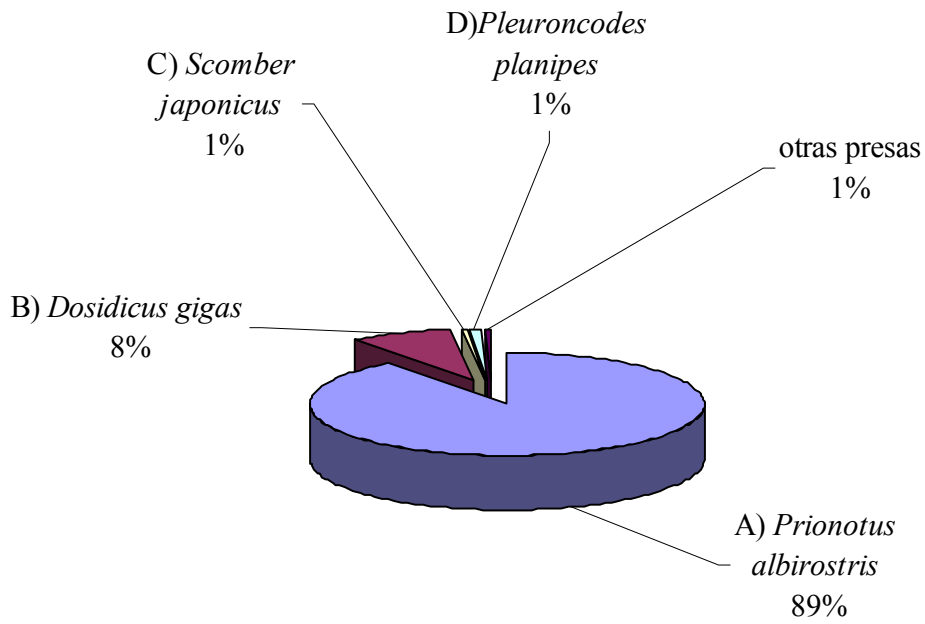


Figura 12. Presas principales de los tiburones mako de la localidad de las Barrancas, B.C.S., al aplicar los cuatro métodos cuantitativos (% N, % G, % FA y % IIR).

Tabla 9. Matriz de datos, de los organismos presa de tiburones mako, en la localidad de Las Barrancas, B.C.S.

LAS BARRANCAS								
ESPECIE	N	% N	G	% G	FA	% FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	20	4.81	58401.88	85.89	5	6.67	604.65	8.43
Ancistrocheiridae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	2	0.48	472.30	0.69	1	1.33	1.57	0.02
Octopoda								
Argonautidae								
<i>Argonauta</i> spp.	1	0.24	1.00	0.00	1	1.33	0.32	0.00
Subtotal	23	5.53	58875.18	86.59			606.54	8.46
CRUSTACEA								
Malacostraca								
Galatheidae								
<i>Pleuroncodes planipes</i>	15	3.61	17.97	0.03	9	12.00	43.59	0.61
Subtotal	15	3.61	17.97	0.03			43.59	0.61
OSTEICHTHYES								
Triglidae								
<i>Prionotus albirostris</i>	337	81.01	5623.16	8.27	54.00	72.00	6428.12	89.63
Scombridae								
<i>Scomber japonicus</i>	10	2.40	877.37	1.29	10.00	13.33	49.26	0.69
Scianidae								
<i>Umbrina rancador</i>	6	1.44	727.08	1.07	5.00	6.67	16.74	0.23
Lutjanidae								
<i>Lutjanus</i> spp.	1	0.24	10.00	0.01	1.00	1.33	0.34	0.00
Mugilidae								
<i>Mugil cephalus</i>	7	1.68	80.03	0.12	4.00	5.33	9.60	0.13
Ophidiidae								
<i>Ophiodon iris</i>	1	0.24	35.98	0.05	1.00	1.33	0.39	0.01
Synodontidae								
<i>Synodus evermani</i>	4	0.96	402.59	0.59	4.00	5.33	8.29	0.12
Sphyraenidae								
<i>Sphyraena ensis</i>	2	0.48	921.34	1.35	2.00	2.67	4.90	0.07
Ephippidae								
<i>Chaetodipterus zonatus</i>	1	0.24	363.38	0.53	1.00	1.33	1.03	0.01
Belonidae								
<i>Tylosurus acus pacificus</i>	6	1.44	59.90	0.09	1.00	1.33	2.04	0.03
restos de pez	3	0.72	1.99	0.00	1.00	1.33	0.97	0.01
Subtotal	378	90.87	9102.82	13.39			6521.67	90.93
TOTAL	416	100	67995.97	100	n = 75		7171.80	100

7.4 ÍNDICES ECOLÓGICOS

7.4.1 AMPLITUD DE DIETA (ÍNDICE DE LEVIN)

El tiburón mako en la costa occidental de B.C.S. presentó una amplitud de dieta baja, que indica una conducta alimenticia especialista, debido a la gran selectividad por la presa *Prionotus albirostris*. Sin embargo en el análisis por sexos solo hembras presentaron un valor de 2 que indica selectividad en el alimento y los machos un valor de 3.4, que indica una dieta menos selectiva (Tabla 10).

Los juveniles que conformaron el mayor numero de organismos analizados obtuvieron un valor de 2.6 que indicó selectividad en su alimento y no así los adulto, en que su dieta tiende a ser generalista con un valor de 4.5 (Tabla10)

En el análisis por localidades, Punta Lobos obtuvo un valor de 6.6, por lo que la dieta de tiburones mako fue primordialmente generalista. En Punta Blecher se registro un valor de 4.9 que representa una dieta generalista y en Las Barrancas, localidad en que los tiburones mako fueron más abundantes y donde primordialmente se alimentan obtuvo un valor de 1.5 indicando una dieta selectiva tanto en hembras como en machos (Tabla 10)

Tabla 10. Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin del tiburón mako *Isurus oxyrinchus*. Valores < 3 son especialista y valores >3 son generalistas.

CATEGORIA	ÍNDICE DE LEVIN
GENERAL	2.7
JUVENILES	2.6
ADULTOS	4.5
HEMBRAS	2.0
MACHOS	3.4
PUNTA LOBOS	6.6
PUNTA BELCHER	4.9
LAS BARRANCCAS	1.5

LAS BARRANCAS HEMBRAS	1.3
LAS BARRANCAS MACHOS	1.8

7.4.2 SOBREPOSICIÓN TRÓFICA (ÍNDICE DE MORISITA-HORN)

En este análisis machos y hembras presentaron una alta sobreposición de dieta, deduciéndose que el consumo de presas en ambos es similar. Respecto a juveniles y adultos obtuvieron un valor de baja sobreposición, por lo que se considera que se alimentan de presas diferentes. En el análisis por localidades, Punta Belcher y Los Barriles obtuvieron un valor medio por lo que su consumo de presas tiende a ser similar, y en el resto del análisis por localidades se obtuvieron valores bajos infiriéndose que la dieta difiere en el resto de las combinaciones (Tabla 11).

Tabla 11. Valores de sobreposición trófica obtenidos a partir de Índice de Morisita-Horn del tiburón mako *Isurus oxyrinchus*. Valores > 0.29 indican sobreposición baja, 0.30 - 0.65 sobreposición media y 0.66 – 1 sobreposición alta.

CATEGORIA	ÍNDICE DE MORISITA-HORN
JUVENILES-ADULTOS	0.08
HEMBRAS-MACHOS	0.93
PL-PB	0.20
PL-LB	0.02
LB-PB	0.56

7.5 ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITROGENO

Se analizaron 27 biopsias de músculos de tiburones mako procedentes de las principales localidades de muestreo, realizándose una selección por años, juveniles-adultos, y machos-hembras (Tabla 12)

Tabla 12. Total de biopsias de músculos de tiburones mako analizados para isótopos estables de carbono y nitrógeno procedentes de diferentes años, sexos: machos (M) y hembras (H), etapas de vida: adultos (A) y juveniles (J) y localidades de muestreo: Punta Lobos (PL), Punta Belcher (PB) y Las Barrancas (LB).

		Año										
		2000		2001		2002		2003		2004		
Localidad	Etapas	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	Total
PL	J	1	1	1	1							4
	A		1									1
PB	J			2	3	3	2	1	1			12
	A							1				1
LB	J							3	3	1	1	8
	A							1				1
Total		1	2	3	4	3	2	9	1	1	1	27

7.5.1 POSICIÓN TROFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIMENTO

Los valores isotópicos promedio de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) tanto de tiburones mako juveniles ($\mu=18.10 \text{ ‰} \pm 0.82$) y adultos ($\mu= 18.72 \text{ ‰} \pm 0.57$) se posicionaron en un nivel trófico arriba de la mayoría de sus presas; las presas que presentaron valores de nitrógeno $< 2.9 \text{ ‰}$ ó de posición trófica similar a los valores isotópicos promedio de tiburones mako fueron *Scomber japonicus* (17.36 ‰) y *Prionotus albirostris* (16.73 ‰). La presa que presentó enriquecimiento de nitrógeno de 3-6 ‰ ó en una posición trófica menor fue *Coryphaena hippurus* (17.82 ‰), y presas con valores de enriquecimiento $> 6 \text{ ‰}$ ó de dos posiciones tróficas menores fueron *Pleuroncodes planipes* (12.30 ‰) y *Mugil cephalus* (11.02 ‰). La presa *Dosidicus gigas* (de 30 g y 11 kg) difirió de posición trófica ya que respecto a tiburones juveniles presentaron una posición trófica similar con valores $< 2.9\text{‰}$, y respecto tiburones adultos un enriquecimiento que lo posicionó en un nivel trófica menor con valores $> 3 \text{ ‰}$ (Figura 13).

Los valores isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) de juveniles ($\mu = -16.54 \text{ ‰} \pm 0.33$) y adultos ($\mu = -16.49 \text{ ‰} \pm 0.77$) presentaron valores promedio cercanos que sugieren fuente de alimento similar. Las presas que presentaron valores de enriquecimiento de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) de 0-2 ‰ respecto a los valores isotópicos de tiburones mako consideradas como presas principales de fuente de alimento fueron *Coryphaena hyppurus* (-16.11 ‰), *Scomber japonicus* (-16.92 ‰), *Prionotus albirostris* (-17.53 ‰) y *Dosidicus gigas* de 30 g y 11 kg (-17.94 ‰ y -16.24‰), y presas con enriquecimientos $> 2 \text{ ‰}$, consideradas presas no principales de fuente de alimento, fueron *Mugil cephalus* (-10.01 ‰) y *Pleuroncodes planipes* (19.03 ‰) (Figura 13).

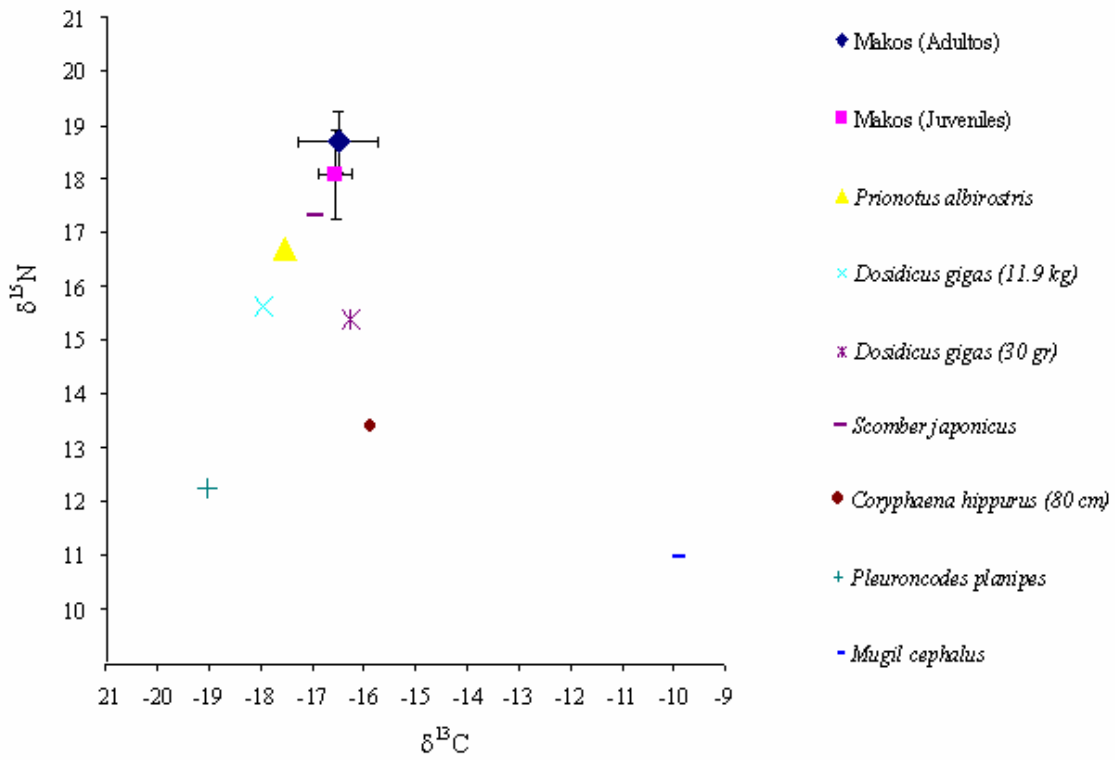


Figura 13. Medias y desviaciones estandar de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de tiburones mako *Isurus oxyrinchus* y valores isotópicos puntuales de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de sus presas.

7.5.2 TIPIFICACIÓN ISOTÓPICA DE TIBURONES MAKO

En el análisis de los valores isotópicos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) de tiburones mako se encontraron variaciones principalmente en nitrógeno y no diferencias notorias en los valores de carbono; la localidad mas norteña Los Barriles presentó el valor isotópico promedio de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) mas alto tanto en temporada cálida ($\mu = 18.69\text{‰} \pm 0.62$) como en temporada templada ($\mu = 18.64\text{‰} \pm 0.35$), seguida por las localidades de Punta Lobos ($\mu = 17.95 \text{‰} \pm 0.84$) y Punta Belcher ($\mu = 17.76 \text{‰} \pm 0.59$) en temporada templada y por último Punta Belcher temporada cálida ($\mu = 17.01\text{‰} \pm 0.84$) (Figura 14). En el análisis de juveniles y adultos de respectivas localidades, los adultos presentaron valores mayores de nitrógeno con respecto a juveniles (Figura 15).

En el análisis isotópico más detallado por localidades se encontró que en Punta Lobos los machos, tanto juveniles y adultos, capturadas en el año 2000 presentaron valores isotópicos de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) mayores (excepto en el 2001) que hembras juveniles capturadas en el 2000 y 2001 (Figura 16). En Punta Belcher no se observó alguna agrupación por valores isotópicos en ninguna de las categorías de análisis elegidas (Figura 17). En Los Barriles se observaron dos grupos pequeños por ligeras diferencias de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) siendo los machos los que presentaron valores isotópicos de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) mayores con respecto a las hembras (Figura 18).

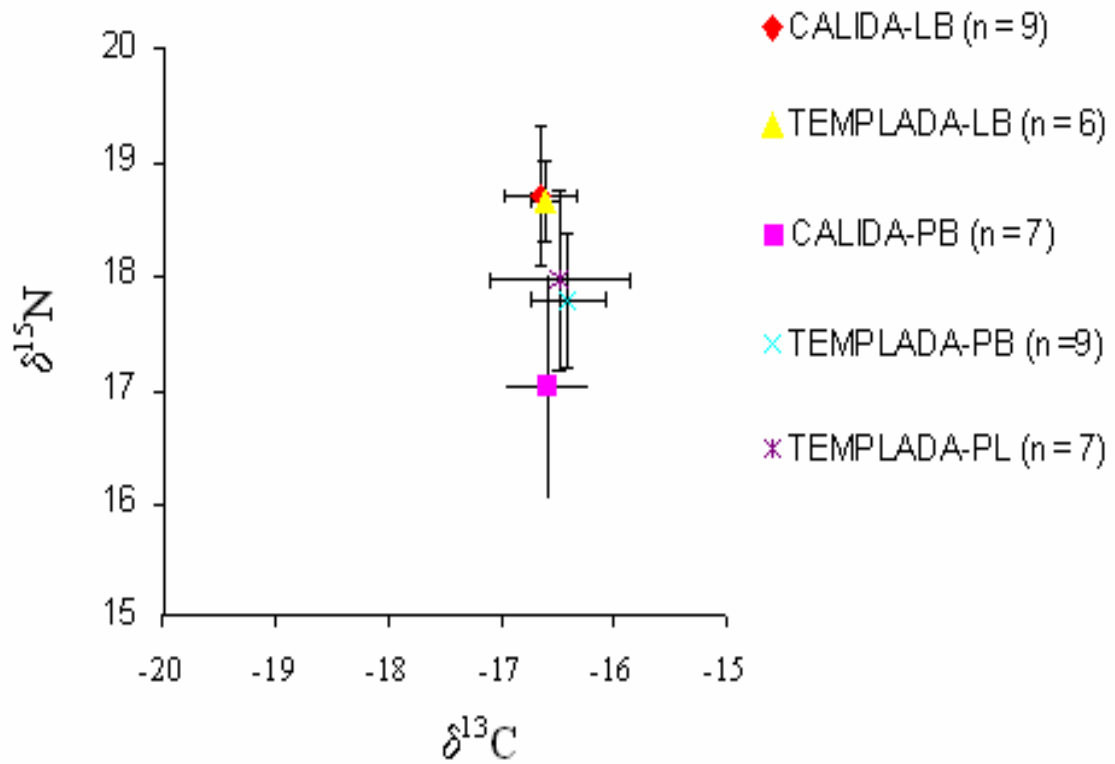


Figura 14 . Media y desviación estandar de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) procedentes de tiburones mako por temporadas calida y templada de las localidades: Las Barrancas (LB), Punta Belcher, (PB) y Punta Lobos (PL) de la costa occidental de B.C.S.

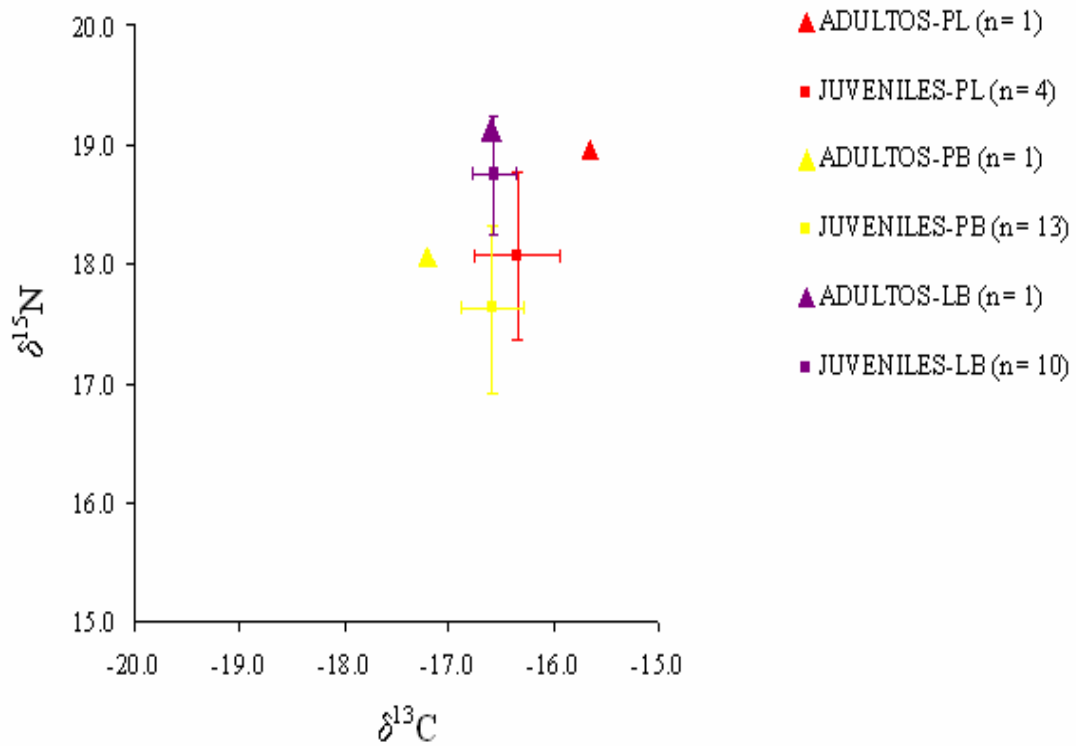


Figura 15. Media y desviación estandar de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) procedentes de tiburones mako juveniles y valores isotópicos puntuales procedentes de tiburones mako adultos de las localidades: Las Barrancas (LB), Punta Belcher, (PB) y Punta Lobos (PL) de la costa occidental de B.C.S.

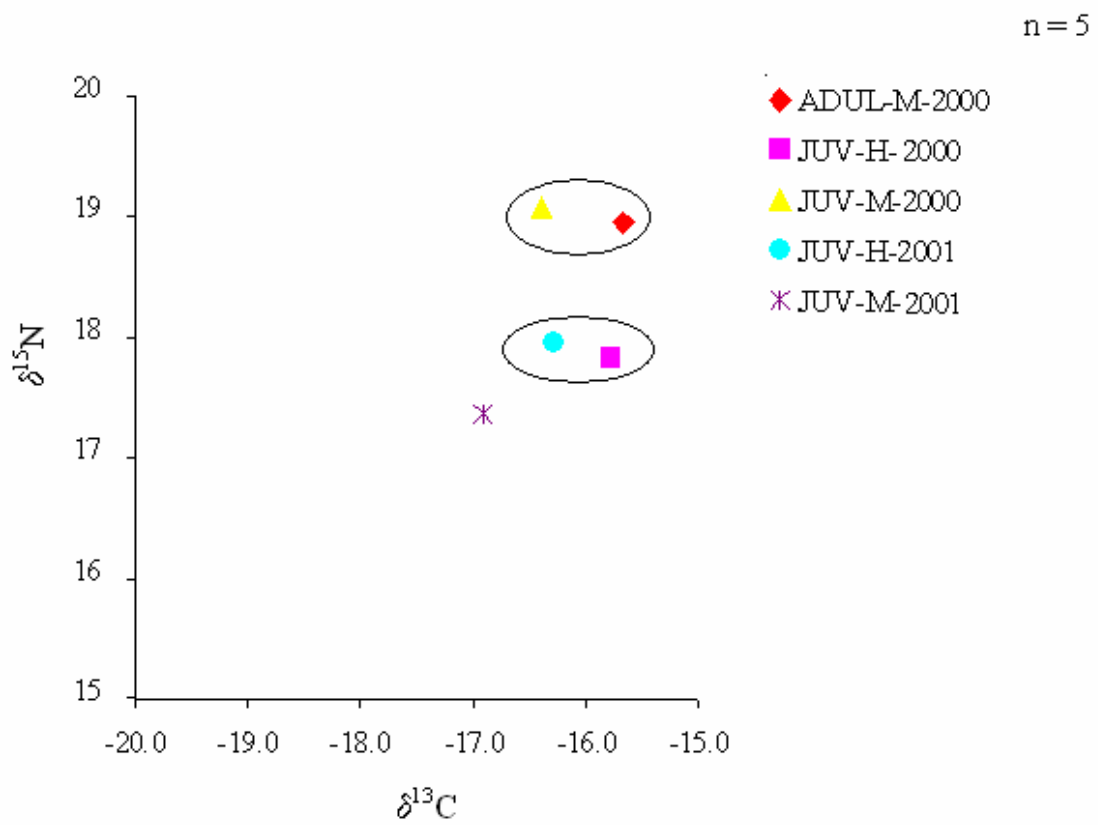


Figura 16. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles (JUV) y adultos (ADUL), machos (M) y hembras (H), de la localidad de Punta Lobos.

n = 14

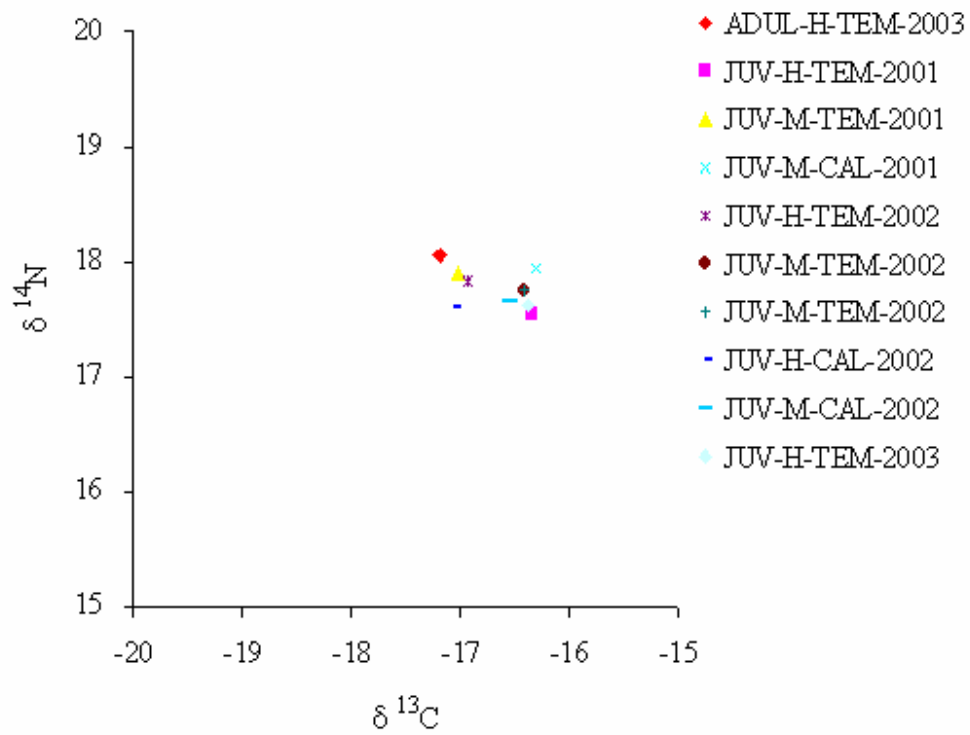


Figura 17. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles (JUV) y adultos (Adul), machos (M) y hembras (H), de la localidad de Punta Belcher en las temporadas calida (CAL) y templada (TEM).

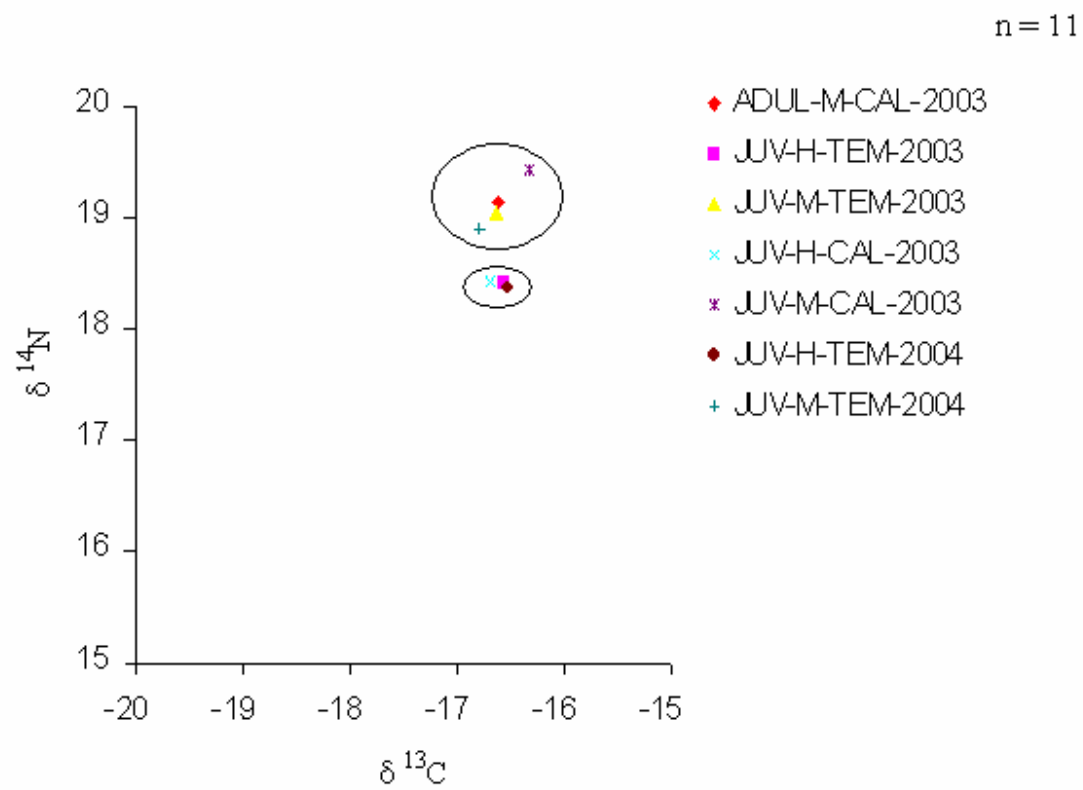


Figura 18. Valores isotópicos puntuales de tiburones mako juveniles y adultos de la localidad de Las Barrancas en las temporadas cálida y templada.

8. DISCUSIÓN

8.1 ESPECTRO TRÓFICO

Los estudios de alimentación permiten conocer varios aspectos de conducta de las especies, su papel en el ecosistema e impacto de depredación (Carrier *et al.*, 2004). Los tiburones mako que habitan la costa occidental de B.C.S. ubicada en el noroeste mexicano, se encuentran en una zona de alta productividad biológica con diferentes ecosistemas que lo hacen único a nivel mundial, e incluyen especies marinas tropicales, templadas y de transición templado-tropical (Casas-Valdez y Ponce-Díaz, 1996); sin embargo el tiburón mako presenta hábitos alimenticios selectivos; específicamente los juveniles que consumen principalmente al triglido *Prionotus albirostris*.

El pez bentónico costero *Prionotus albirostris* es considerada una especie poco abundante de la familia de los triglidos en la costa occidental de B. C. S., y no parece migrar en ninguna época. Esta presa se encuentra entre 40 y 100 m, con preferencia por los 80 m de profundidad (Schmitter-Soto, 1992), por lo que se infiere que los tiburones mako juveniles realizan migraciones verticales hacia el bentos a máximas profundidades de 100 m para la captura de esta presa.

La segunda especie de pez en importancia es *Scomber japonius*, el cual es un organismo abundante en el área pelágico-costero, ocasionalmente epipelágico (Fischer *et al.*, 1995). *Scomber japonicus* es considerado un nadador rápido y activo formador de cardúmenes grandes, lo cual permite a depredadores maximizar la eficiencia de captura de sus presas debido a la mayor disponibilidad y abundancia de este tipo de presas (Galván, *et al.*, 1989). Esta especie también es depredada por otros tiburones que comparten la misma área como son *Carcharhinus falciformis* (Cabrera Chávez-Costa, 2003) y *Prionace glauca* (observaciones personales)

La tendencia del tiburón mako a ser selectivo, primordialmente ictiófago fue similar a lo encontrado por tiburones mako del Atlántico occidental por Stillwel y Kohler (1982) y Vasker-Junior y Rincón-Filho (1998).

El segundo grupo presa consumido por los tiburones mako fueron los cefalópodos. El más consumido fue *Dosidicus gigas*, quien pertenece a la familia Ommastrephidae, habitante de aguas costeras y oceánicas (Leal-Ocampo, 1994); su alimentación es más activa durante la noche y puede alcanzar profundidades de 1000 m o más, se mueve en grupos muy grandes con una tendencia a estar a 100 m por debajo de la superficie de mar durante la noche. Es considerada una especie de gran interés pesquero en el área de B.C.S. y además es altamente consumida por diversos depredadores topes como el cachalote *Physeter macrocephalus*, marlin rayado y azul *Tetrapturus audax* y *Makaira nigricans* y por tiburones como *Sphyrna lewini*, *Prionace glauca* y *Carcharhinus falciformis* (Abitia-Cardenas, 1992; Abitia-Cárdenas, 1999; Ruiz-Castro, 2002; Aguilar-Castro, 2003; Cabrera-Chávez-Costa, 2003).

El cefalópodo *Ancistrocheirus lesueuri* de la familia Ancistrocheiridae es también consumido por tiburones mako. Es considerada una especie mesopelágica de talla moderada de 25 a 423 mm de longitud de manto (LM). Se conoce poco sobre esta especie en el área pero en el Atlántico oriental-central es considerada una especie poco atractiva en la pesquería, ya que presentan una alta concentración de amonio en su tejidos, pero si representa una especie importante en la dieta de grandes depredadores como tiburones *Sphyrna zygaena*, *S. lewini* *Prionace glauca* y *Carcharhinus longimanus* así como también en tiburones azules de la costas de Brasil (Arkhipkin, 1997; Vasque-Junior y Rincón-Filho, 1998)

La mayoría de los cefalopodos se encontraron en un alto grado de digestibilidad, lo cual apoya la teoría que las presas con menor contenido calórico son evacuadas más rápidamente, ya que en atunes aleta amarilla (con sistema circulatorio similar a la del tiburón mako), los calamares son evacuados en un periodo de 3 a 5 horas y los peces de 8 a 10 horas debido a la mayor cantidad de lípidos en sus músculos, y por lo tanto el contenido calórico es mayor (Grove et al 1978; Flower y Grove, 1979; Olson y Boggs, 1989). En los dos estudios de

alimentación de tiburones mako del Atlántico occidental también se menciona que el grupo de los cefalópodos fueron consumidos en segundo orden, ya que son depredados en ausencia de su presa principal o cuando salen a alimentarse lejos de la costa. Los cefalópodos constituyen una fuente de alimento importante para diversos depredadores como aves, mamíferos, peces y tiburones (Stillwel y Kohler, 1982; Vasker-Junior y Rincón-Filho, 1998; Ruiz-Castro, 2002, Carrier, *et al.*, 2004).

El grupo de los crustáceos representó una mínima participación en el espectro trófico del tiburón mako. Estuvo compuesto exclusivamente por la langostilla *Pleuroncodes planipes*, especie pelágica dominante, de gran abundancia y permanencia en la plataforma de Baja California Sur, la cual se encuentra asociada al sistema de la corriente de California y se distribuye verticalmente a lo largo de la columna de agua. Esta especie es considerada como intermediario principal en el flujo energético entre los productores primarios y los depredadores terminales (Serrano-Padilla, 1991; Balart y Castro-Aguirre, 1995; Sánchez-Aguilar, 2001).

Cabrera-Chávez-Costa (2003) encontró que la langostilla constituía la presa principal del tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) pero determinó que a pesar de ser altamente consumida (en número), su aporte energético (0.94 kcal/g) constituía solo 1.2 %; mientras que presas como *Dosidicus gigas* y *Scomber japonicus* contribuyeron un mayor aporte energético en la dieta (1.57 kcal/g y 2.16 kcal/g respectivamente), por lo que se infiere que el aporte energético de la langostilla para el tiburón mako es mínimo, e inclusive por la poca abundancia de esta especie en los contenidos estomacales es considerada incidental, ya que de haber sido una presa objetivo se hubiera obtenido un mayor número de individuos presa debido a que esta especie se encuentra en grandes enjambres en la costa de occidental de B.C.S.

8.2 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURONES MAKO MACHOS Y HEMBRAS

La mayoría de los tiburones mako capturados en la costa occidental de B.C.S. se encuentran en etapa juvenil y no presentan segregación sexual (Ramírez-González, 2002; Conde-Moreno, 2005). El análisis estomacal entre sexos demostró que se alimentan de similares presas pero en diferentes valores porcentuales, siendo en hembras más intenso el consumo por el trígido *Prionotus albirostris*. Esa diferencia de proporción en el alimento de hembras y machos factiblemente refleje entonces la energía requerida en su desarrollo ontogénico utilizada para el crecimiento y reproducción (óvulos y espermias) (Philips, 1969; Calow y Tytler, 1985; Hoyos-Padilla, 2003).

Sin embargo, tiburones mako juveniles de New Jersey capturados cerca y lejos de la costa, tanto hembras y machos presentan hábitos alimenticios similares no presentando diferencias significativas en sus dietas o en el efecto de depredación de las presa principal *Pomatomus saltarix* (Stillwell y Kohler, 1982). Y el trabajo de tiburones mako de las costas del sur de Brasil no se hizo inferencia a una análisis por sexos (Vasker-Junior y Rincón-Filho, 1998).

Referente a análisis por sexos de tiburones adultos, el tiburón piloto *Carcharhinus falciformes* de la costa occidental de B.C.S. presentó diferencias de especies presa entre hembras juveniles y adultas (Cabrera-Chávez-Costa, 2003). Por lo que probablemente un análisis por sexos de tiburones mako adultos también podrían presentar diferencias de especies presas. Sin embargo, en el presente estudio no fue posible analizarlo debido a la menor incidencia de adultos en el área, anudado a que no todos los tiburones adultos presentaron alimento.

8.3 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURONES MAKO JUVENILES Y ADULTOS

Diferencias en la dieta pueden ocurrir en diferentes tallas debido a diferentes estrategias de consumo óptimo relacionadas con cambios alimenticios tanto en cantidad, tamaño o en otro tipo de características, así como en cambios de ocupación de hábitat, patrones de movimiento, velocidad de nado, tamaño de la mandíbula, dientes y estómago, requerimiento energético y otro tipo de factores que pueden intervenir en el tipo de captura que puede presentarse de una etapa de vida a otra (Gerking, 1989; Carrier, 2004).

En este estudio, a pesar de no tener un número suficiente de contenidos estomacales de tiburones makos adultos, si fue posible observar diferencias alimenticias en los juveniles ya que se alimentan principalmente de especies bentónicas como es *Prionotus albirostris*; mientras que los adultos se alimentan primordialmente de presas pelágicas que llegan a habitar aguas oceánicas como los cefalópodos *Ancistrocheirus lesueuri* y *Dosidicus gigas*.

Springer (1967) menciona que a lo largo de la etapa de neonato hasta adulto, las poblaciones de algunos tiburones presentan diversas tendencias sociales, y una de ellas es la de segregarse por diferentes categorías de tamaños debido a las diferencias en las velocidades de nado entre los individuos pequeños y los de mayor tamaño.

Esta segregación resulta en diferencias de hábitat y preferencias alimenticias entre los tiburones pequeños, y los grandes (Hoyos-Padilla, 2001). Por lo que la mayor concentración de juveniles en la costa occidental de B.C.S. infiere una segregación por tamaños por preferencias tróficas, ó bien sea efecto de selectividad por pesca de individuos pequeños, debido a que los tiburones mako grandes son más fuertes y capaces de romper anzuelos. Sin embargo, en este estudio y en trabajos por Stillwell y Kohler (1982) y Vasker-Junior y Rincón-Filho (1998) los

registros de rompimientos de anzuelos por tiburones mako (grandes) fueron considerados eventos poco comunes.

Conde-Moreno (2005) determina que para el tiburón mako, la costa occidental de B.C.S. representa un área de alumbramiento ó bien un área de crianza (Ramírez-González, 2003). Por lo que consecuentemente la segregación por tamaños resulta en diferentes áreas de alimentación y por consiguiente diferentes especies presa en juveniles y adultos.

Stillwell y Kohler (1982) mencionan que conforme aumenta de talla el tiburón mako, las presas son más grandes, como lo fue el registro de reminiscencias de pez vela (presa oceánica epipelágica muy grande) en dos de los estómagos de makos de las tallas más grandes (> 170 cm); por lo tanto, infiere que tiburones mako con pesos mayores a 150 kg son capaces de capturar y atacar peces pelágicos que se encuentran mas alejados a la costa con pesos mayores de 50 –120 kg.

Cortez (1999), quien recopiló observaciones de registros de capturas de tiburones a nivel mundial, menciona que en los contenidos estomacales de tiburones mako de tallas adultas se registran presas de gran tamaño como peces vela, atunes, cefalópodos e inclusive elasmobranquios de origen oceánico-pelágico. Por lo que es evidente que el tiburón mako refleja un cambio en el tipo de selección de presas conforme aumenta de talla, y ese cambio probablemente este ligado a su capacidad física debido que al aumentar de talla, presenta una mayor habilidad para capturar a sus presas en aguas oceánicas.

8.4 HÁBITOS ALIMENTICIOS DE TIBURÓN MAKO POR LOCALIDADES

La localidad de las Barrancas representó un área de alimentación de tiburones mako juveniles debido a que en esta localidad se obtuvo el mayor numero de capturas de individuos y con contenido estomacal principalmente en las estaciones otoño-invierno.

En el análisis de abundancia de tiburones de capturas comerciales en la costa occidental de B.C.S. se han registrado mayores abundancias de tiburones mako principalmente durante las estaciones otoño-invierno con temperaturas frías de 18 ° C a 20 ° C, específicamente en áreas cercanas a Punta Belcher y Las Barrancas cuyas capturas incide principalmente sobre juveniles (Ramírez-Sánchez, 2002; Jaime-Rivera, 2003), lo cual concuerda con los registros de este trabajo, y no obstante recalcar que las altas abundancias de esta especie en el área cercana a Las Barrancas la estancia está directamente relacionada con alimento.

El área de pesca de la zona de Las Barrancas por presenta una plataforma continental menos pronunciada y cercana a cañones y montañas submarinas como: “Rosa”, “Lusitania”, “Morgan” “Golden Gate” y “Tío Sam”, siendo esta última la más cercana a esa localidad; por lo que se infiere que esas características fisiográficas favorecen la concentración de peces, debido a la presencia de intensos remolinos y surgencias que proliferan la alta productividad biológica (Chase, 1968; Klimley y Butler, 1988). Por lo tanto esta zona es probablemente un área de mayor concentración de la presa principal *Prionotus albirostris*.

El tríglico *Prionotos albirostris* se encontró en diferentes estados de digestión de lo que puede inferirse que esta presa es consumida continuamente. Esta especie, *P. albirostris*, de las seis especies de tríglicos presentes en la plataforma de la costa occidental de B.C.S. cuyos nichos están bien definidos, predomina principalmente en la plataforma interna (Schmitter-Soto, 1992). Siendo evidente la selectividad de tiburones mako por esta presa

La considerable ingesta de este pez bentónico *Prionotus albirostris* en la localidad de las Barrancas sugiere entonces numeras migraciones verticales para la captura de esta presa. Esta condición conductual ya ha sido reportada para *Isurus oxyrinchus* en el Pacífico Oriental por medio de estudios de marcaje en que esta especie realiza migraciones verticales mayores a los 400 m, y raramente se encuentra sobre los 100 m (Carey *et al.*, 1981; Bernal *et al.*, 2001),

La mayor capacidad de realización de migraciones verticales de tiburones mako es debida a que son organismos endotérmicos que por poseer redes vasculares llamadas *retia mirabilia*, les permite una mayor retención de calor y un sistema circulatorio de contracorriente localizado entre las branquias y los tejidos permitiendo un flujo de sangre pero con bloqueo de flujo de calor; razón por la cual, los tiburones mako fisiológicamente pueden habitar áreas de baja temperatura (Carey y Teal, 1969; Bernal *et al.*, 2001;) como las que se presentan en el área de las Barrancas.

La localidad de Punta Lobos que presento pocos registro de tiburones mako y la localidad de Punta Belcher con altos registros de abundancias (Conde-Moreno, 2005) pero que en ambas localidades la presencia de contenidos estomacales con contenido fueron mínimos y en estado de digestión avanzado, incluyendo en su mayoría estructuras duras como picos de cefalópodos y vértebras de peces, se infiere entonces que los hábitos de esas dos localidades son nocturnos en ó bien se alimentan más lejos de costa, debido a la ingesta de las especies de cefalópodos como *Ancistrocheirus lesueuri* y *Dosidicus gigas*.

8.5 AMPLITUD DE DIETA

Levin (1968) propone que la amplitud de nicho trófico puede ser estimada mediante la uniformidad de distribución de individuos y sus presas (Krebs, 1985). El comportamiento trófico de algunas especies de peces a lo largo de su desarrollo ontogénico cambia a diferentes fuentes de alimento ya sea por cambios en la disponibilidad de alimento o por diferencias de sus requerimientos energéticos (Gerking, 1985; Calow y Tyler, 1985). Se encontró en este estudio que tiburones mako juveniles presentan una amplitud de nicho trófico baja que reflejaría una alimentación más especialista ò selectiva y tiburones makos adultos presentan una amplitud de dieta alta reflejando una alimentación mas generalista.

La dieta de los organismos también refleja directamente en muchas ocasiones las presas disponibles hacia el depredador, por lo cual la amplitud de

nicho trófico en conjunto con un conocimiento previo de la abundancia de las presas en el ecosistema es posible determinar la conducta alimenticia de un depredador (Gerking, 1994).

En el estudio de alimentación por Stillwell y Kohler (1982) de tiburones makos juveniles encontrados cerca de la costa de New Jersey los tiburones presentaron una conducta alimenticia selectiva por la ingesta principalmente de pez *Pomatomus saltarix* (pez de poca abundancia en la zona), y los tiburones capturados lejos de la costa, se alimentaban en menor proporción pero preferentemente de cefalópodos (abundantes en la zona). Esta tendencia alimenticia selectiva también fue encontrada en la localidad de Las Barrancas, en donde el tiburón mako consume principalmente a una presa considerada poco abundante, el triglido *Prionotus albirostris*.

Por otra parte, Vesque-Junior y Rincón-Filho (1998), determinaron que los tiburones mako juveniles de las costas sureñas de Brasil se alimentan de una mayor variedad de presas pero predominantemente por los peces formadores de cardúmenes *Brama brama* y *Lepidocybium flavobrunneum* (abundantes en la zona). Esta última tendencia alimenticia de tiburones mako de una menor selección por una presa fue observada en las localidades de Punta Lobos y Punta Belcher, consumiendo presas también formadoras de cardúmenes como son los cefalópodos *Ancistrocheurus leseurii*, *Dosidicus gigas* y el pez *Scomber japonicus*

Respecto a reportes alimenticios de tiburones mako adultos por Stillwell y Kohler (1982) y Cortez (1999), incluyen pocos registros con ambiguos resultados, de manera que no es posible identificar una conducta alimenticia definida de ser selectivo ó generalista, situación similar para el área de la costa occidental de B.C.S.

8.6 SOBREPOSICIÓN TRÓFICA

La sobreposición de dieta alta entre hembras y machos juveniles fue debida a la mayor ingesta de *Prionotus albirostris* y a que el resto de presas ingeridas fueron similares en ambos sexos. Trabajos diversos de tiburones en el área de B.C.S. por Aguilar-Sanchez (2003) y Cabrera-Chavez-Costa (2003) con tiburones martillo *Sphyrna lewini* y tiburones piloto *Carcharhinus falciformis*, demuestran que estos tiburones no presentan diferencias alimenticias entre hembras y machos juveniles pero si se incrementan diferencias alimenticias conforme los tiburones aumentan de talla lo cual podría suceder también con tiburones mako, ya que a pesar de tener pocas muestras de adultos, estos presentaban presas diferentes a las encontradas en juveniles por lo que la sobreposición de dieta fue baja entre estas dos categorías.

La variabilidad de la dieta por localidades esta más relacionada con la disponibilidad de presas. Schmitter-Soto (1992), menciona que los triglidos (*Prionotus albirostris*) disminuyen sus abundancias en las partes norteñas y sureñas de la costa occidental de B.C.S., de manera que la disposición de esta presa en Punta lobos se ve restringida geográficamente por lo abrupto de la plataforma continental que no favorecen su estancia, y por lo tanto presas pelágico costeras como *Ancistrocheirus leseuri* y *Dosidicus gigas* sean mas frecuentes en los contenidos estomacales, consecuentemente originando una sobreposición dieta baja entre las localidades de Punta Belcher y Las Barrnacas.

Las localidades de Punta Belcher y Las Barrancas ingirieron presas similares como *Scomber japonicus*, *Dosidicus gigas* y *Prionotus albirostris*, la abundancia de esta ultima especie presa es alta para esas dos áreas de acuerdo a registros de Schmitter-Soto (1992). Aunque cabe recalcar que la presencia de *P. albirostris* en los contenidos estomacales de tiburón mako en Punta Belcher fue menos consumida y en avanzado estado de digestión que lo ocurrido en Las Barrancas, de manera que la sobreposición de dieta entre estas dos localidades fue media.

8.7 ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

8.7.1 POSICIÓN TROFICA Y DETERMINACIÓN DE FUENTE DE ALIEMNTO

Los isótopos estables de Carbono $\delta^{13}\text{C}$ y Nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ son almacenados en los músculos de los organismos, los cuales al ser consumidos por otros organismos, transfieren esa información isotópica a su depredador lo cual se refleja en un enriquecimiento isotópico en cada aumento de nivel trófico y determinar la relación presa-depredador (Zanden et al, 1999; Oelberman y Scheu, 2001; Hooker y Bair 2001; Das, et al., 2003).

El isótopo estable de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ utilizado primordialmente para delinear niveles tróficos por incremento de 2.7 - 3.4 ‰ (Hobson *et al* 1995; Hansson *et al.*, 1997; Jardine *et al* 2003). En este estudio se determinaron 3 niveles tróficos siendo *Isurus oxyrinchus* quien obtuvo una posición ápice en los valores promedio de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ tanto de tiburones mako juveniles y adultos respecto a sus presas.

La presa *Scomber japonicus* quien obtuvo valores de $\delta^{15}\text{N}$ que lo posicionaron en un nivel trófico similar a su depredador, su estatus trófico puede estar avalado por su tipo de alimentación en el que es considerado un depredador oportunista, no selectivo cuya dieta incluye todo tipo de crustáceos, peces y cefalópodos (Fischer, et al., 1995).

La presa *Coryphaena hippurus* de una posición trófica menor a su depredador, al sur de la costa occidental de B.C.S. es considerado una especie oportunista cuya dieta esta compuesta por especies de alta abundancia en el medio como *Pleuroncodes planipes* (Velasco-Tarelo, 2003) especie que ocupó el nivel mas bajo en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de las presas pelágicas

La presa *Dosidicus gigas* que presento una misma posición trófica de tiburones mako juveniles pero una menor posición trófica de tiburones adultos, su alimentación esta compuesta principalmente por peces mesopelágicos (Markaida y Sosa-Nishzaki, 20003). Pero cabe recalcar que en este estudio el analisis de los dos individuos de diferentes pesos (30 gr y 11.9 kg) no se encontraron diferencias referente a la posición trófica en los valores de $\delta^{15} \text{N}$ lo cual es un resultado diferente a otros estudios en donde se ha determinado que estos calamares cambian su espectro alimenticio conforme aumentan de tamaño y pasan a un nivel superior (Ruiz-Castro, 2002).

La presa *Prionotus albirostris* bentónico-costero fue ubicada en similar posición trófica de su depredador mako, es considerada una especie carcinófago que se alimenta de una amplia diversidad de presas como *Solenocera mutador*, *Leptochela serratorbita* e inclusive de *Pleuroncodes planipes* de talla adulta cuyo habitat es bentónico (Scmitter-Soto, 1992), por lo cual ocupa un nivel trófico mayor que *Mugil cephalus* especie también habitante del bentos pero considerada detritófoga (Chacevez-Herrera, 1993).

El isótopo de carbono utilizado para reconocer fuentes de alimento, por un incremento de enriquecimiento de carbono $\delta^{13} \text{C}$ de 0-1‰ (Hobson *et al* 1995; Peters 1997; Jardine *et al* 2003). Reconoce como presas principales de fuente de alimento de tiburones mako a *Prionotus albirostris*, *Dosidicus gigas*, *Scomber japonicus* y *Coryphaena hippurus*, concordando las tres primeras especies de lo observado en el análisis de contenidos estomacales. Las presas *Mugil cephalus* y *Pleuroncodes planipes* presentaron valores muy lejanos a los valores de tiburones mako por lo que se infiere y reafirma que estas dos ultimas presas no representan una importancia en el habito alimenticio del tiburón mako.

8.7.2 TIPIFICACIÓN ISOTÓPICA

Por medio de los valores de isótopos de carbono y nitrógenos puede inferirse el lugar que habitan los organismos y posiblemente establecer de donde

proviene, ya sea de la zona costera ó zona oceánica, de profundidad ó superficie, ó simplemente ser utilizados como firmas geoquímicas para determinar recursos geográficos específicos, uso de hábitat y movimientos de animales (Hansson *et al.*, 1997; Overman y Parrissch, 2001; Jardine *et al.*, 2003; Kennedy, *et al.*, 2005).

Algunos autores han determinado diversas razones para explicar por que los valores de carbono (^{15}C) tienden a estar más enriquecidos cercanos a la costa, mencionan que esto puede deberse a los afloramientos rápidos de fitoplancton inducidos por la mezcla de agua y el consecuente aporte de nutrientes ; además de que en las costas las cadenas alimenticias son mas largas de manera que es mayor la acumulación del enriquecimiento y conforme se acercan a la zona oceánica el aporte de nutrientes es generalmente más limitado; también se ha considerado que los niveles de producción de microalgas de zonas oceánicas son mas lentas por el decremento de CO_2 acuoso y consecuentemente los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de carbono fijado en la base de la red trófica es bajo y anudado a que las cadenas alimenticias son mas cortas el enriquecimiento es menor para cada nivel trófico. Referente al nitrógeno (^{15}N) el enriquecimiento es mayor en organismos conforme se acercan a profundidad relación a un mayor aporte terrígeno y por remineralización de procesos bacterianos; siendo posible reconocer diferencias por áreas (Hobson *et al.*, 1995; Hansson *et al.*, 1997; Schell, 1998, Díaz-Gamboa, 2003).

Lamentablemente aún no se cuenta con una completa caracterización de valores isotópicos de sedimentos procedentes de la plataforma a la talud continental ó aplicados a muestras de zooplancton a lo largo de la costa occidental de B.C.S. de manera que sea posible determinar que valores provienen lejos o cerca de la costa ó del bentos ó superficie, por lo que las inferencias en este trabajo solo están basadas y apoyadas al tipo de hábitat de las especies presas consumida por tiburón mako, ó de otros trabajos de isótopos de carbono y nitrógeno.

Los valores isotópicos registrados en tiburones mako de la costa occidental de B.C.S. en relación con el carbono presentan valores poco enriquecidos los cuales corresponderían a organismos oceánicos que cercanas a la costa (Fry, 1988; Schell, 1998), sin embargo por los hábitos alimenticios determinados por contenidos estomacales de tiburones mako en la zona sus presas son primordialmente de habitat costero como *Scomber japonicus*, *Prionotus albirostris* y *Dosidicus gigas*. De considerarse también el análisis isotópico de tiburón piloto de la costa occidental de B.C.S. que presentaron valores de carbono entre -18.51 a -17.12 ‰ a comparación de valores de tiburones mako de -17.07 a -15.66 ‰ infieren que son tiburones que se alimentan mas cerca de la costa que tiburones piloto que se alimentan también de *Dosidicus gigas*, *Scomber japonicus* pero no del trígido bentónico-costero *Prionotus albirrostris* (Cabrea Chavez-Costa, 2003).

En general los valores de $\delta^{15}\text{N}$ encontrados en la costa occidental de B.C.S. son valores considerados altos, de 17 ‰ a 19 ‰, respecto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de tiburones mako de las costas de Cape Cod, Gran Bretaña realizado por Estrada y colaboradores (2003), de 12.2 ‰ a 15.2 ‰. En primera estancia, esta diferencia probablemente se debe a la ubicación geográfica; y cabe recalcar que estos valores concuerdan con valores de $\delta^{15}\text{N}$ de atunes aleta amarilla del Pacifico Oriental de los cuales presentan un aumento en la concentración de ^{15}N desde la zona ecuatorial hacia latitud norteña (Olson, Robert. CIAT. com. personal).

En el análisis de isótopos de tiburones piloto en la costa occidental de B.C.S. por Cabrea Chavez-Costa (2003) los valores $\delta^{15}\text{N}$ fueron 15.07 a 17.68 ‰ y de tiburones mako fueron valores más altos de 16.94 a 19.13 ‰, por lo que considerando la alimentación de estos dos tiburones, los tiburones mako que consume principalmente presas de profundidad como *Prionotus albirostris* obtuvieron valores de $\delta^{15}\text{N}$ mayores y tiburones pilotos que se alimenten

principalmente de presas de superficie como *Pleuroncodes planipes* y *D. gigas* presentan valores de $\delta^{15}\text{N}$ menores (Cabrea Chavez-Costa, 2003).

Aguñiga (2000) menciona que las evaluaciones geoquímicas de isótopos de carbono y nitrógeno que permiten determinar las fuentes y sumideros de la materia orgánica particulada y definir la transferencia energética a otras áreas y niveles tróficos; determina que en el ecosistema del Golfo de Ulloa, área en que se localiza la localidad de Las Barrancas se encontraron valores positivos de ^{15}N análogos a áreas oligotróficas, asociados a ^{13}C positivos durante un periodo de niño ENSO de 1998, y no obstante, atribuye esos altos valores a valores característicos de afloramientos fitoplanctónicos, a lo cual infiere que eso sea por que es un área de alta productividad primaria que podría estar sustentada por nutrientes regenerados (amonio) en este caso al ciclo microbiano que pudiera tener un papel más relevante del estimado en la regulación y concentración de la materia orgánica y los nutrientes en esta zona ó bien por efecto de un mayor aporte terrígeno

Referente a variaciones en los valores de isótopos estables, los valores de nitrógeno de tiburones mako presentaron relación respecto a etapas de desarrollo, sexos y localidades. Estrada *et al.* (2003) encontró que en tiburones mako del Atlántico Noroccidental presentan también variaciones en valores de nitrógeno, pero no encontraron asociación con tallas ó sexos, por lo que infirieron que esas variaciones es por la tendencia de los tiburones mako a alimentarse cerca y lejos de la costa.

En este caso, las variaciones en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre las distintas localidades permitió diferenciar primordialmente a Las barrancas, que tanto en temporada calida y templada presentaron los mayores valores de $\delta^{15}\text{N}$ (área en que se consume principalmente *Prionotus albirostris*) del resto de las localidades. Así como también, identificar que la localidad de Punta Lobos presenta variaciones de una temporada a otra (calidad-templada).

Variaciones en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de organismos con lento crecimiento (como lo presentan tiburones mako) que habitan distintas áreas, se ha encontrado que pueden ser resultado de conductas migratorias, ya que si que habitan en un ambiente durante determinado tiempo y migran a otro, es posible reconocer diferencias en las concentraciones de $\delta^{15}\text{N}$ (Hansson et al., 1997). Por lo tanto podría inferirse que el área de Las Barrancas por presentar información isotópica de nitrógeno base y anudado a lo encontrado en el análisis de contenidos estomacales, representa un área de alimentación continua, y que tiburones mako capturados específicamente de Punta Belcher y Punta Lobos por presentar información isotópica de nitrógeno diferente representarían áreas de entrada ó salida de la zona de alimentación.

Los valores de tiburones adultos que fueron mayores con respecto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de juveniles, tal diferencia no representa un aumento de nivel trófico (mayor a 3 ‰); diversos autores mencionan que organismos conforme aumentan de talla presentan variaciones en valores de nitrógeno debido a cambios de la tasa de renovación, la cual disminuye conforme crece el organismo por efecto de cambios en los procesos metabólicos, ó bien como resultado de cambio de dieta con diferente información isotópica (Hansson *et al.*, 1997; Maroyoma *et al.* , 2001; Overman y Parrish, 2001; Jardine *et al.*, 2003). Sin embargo debido a la falta de un análisis de contenidos estomacales en adultos ambos eventos pueden inferir en el aumento de $\delta^{15}\text{N}$.

La detección de variaciones de nitrógeno entre sexos, de las localidades de Punta Lobos y Las Barrancas, en que los machos presentan valores de nitrógeno mas elevados que hembras, podría inferirse que sea efecto de cambios de dieta ó bien que depredan mayormente en el fondo, debido a una mayor capacidad de buceo. Pero considerando las presas identificadas en los contenidos estomacales

esto es difícil de determinar ya que específicamente las hembras presentaron los mayores valores de consumo por el pez bentónico *Prionotus albirostris*.

9. CONCLUSIONES

- Las presas más importantes en el espectro trófico de tiburón mako en la costa occidental de B.C.S. fueron *Prionotus albirostris*, *Dosidicus gigas*, *Scomber japonicus* y *Ancistrocheirus lesueuri*. En ambos sexos presentaron una alta sobreposición de dieta que indica un consumo similar de especies, sin embargo, los machos presentaron una dieta menos selectiva y las hembras una alta selectividad por la presa *Prionotus albirostris*. Los tiburones mako juveniles y adultos presentaron una baja sobreposición de dieta, debido a que juveniles presentaron una selección en el alimento primordialmente por *P. albirostris* y tiburones adultos una dieta generalista comprendida por especies como *A. lesueuri*, *D. gigas*, *Euthynnus lineatus* entre otras.
- En el análisis alimenticio de las principales localidades de muestreo, se encontró que en Las Barrancas se presentó una alta selectividad por la presa *Prionotus albirostris* que infiere la realización de intensas migraciones verticales para la obtención de esta presa en el área; en Punta Belcher una dieta menos selectiva comprendiendo presas como *Dosidicus gigas*, *Scomber japonicus* y *Ancistrocheirus lesueuri* y en Punta lobos una dieta generalista comprendida por cefalópodos como *A. lesueuri* y *D. gigas*, y una presencia importante de restos de peces. Las evidencias alimenticias por localidades y considerando registros mayores de capturas de pesca, estómagos en mayoría con contenido alimenticio y que la alta ingesta de *P. albirostris* encontrada en diferentes estados de digestión, se determinó que la localidad de las Barrancas es un área de alimentación primordialmente de juveniles, que sugiere una segregación espacial respecto a adultos debido a diferentes preferencias tróficas.
- Se encontraron 3 niveles tróficos mediante los valores isotópicos de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$, siendo *Isurus oxyrinchus* quien obtuvo una posición ápice,

presas como *Scomber japonicus* y *Prionotus albirstris* presentaron una posición trófica similar a la de su depredador, la presa *Coryphaena hippurus* una posición trófica menor y presas como *Mugil cephalus* y *Pleuroncodes planipes* dos posiciones tróficas menores, respecto a la presa *Dosidicus gigas* una posición trófica similar ante tiburones juveniles y una posición menor ante tiburones adultos. En los valores isotópicos de carbono $\delta^{13}\text{C}$ se determinaron como fuentes de alimento principales de *Isurus oxyrinchus* a *C. hippurus*, *S. japonicus*, *P. albirostris* y *D. gigas* y presas como fuente de alimento no principales *M. cephalus* y *P. planipes*.

- En la tipificación isotópica de tiburones mako, los valores de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ presentaron mayores variaciones con relación a etapas de desarrollo, sexos y localidades, destacando que en esta última categoría de análisis las variaciones en los valores de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ posiblemente reflejen una conducta migratoria con relación al alimento, debido a que en la localidad de Las Barrancas los valores promedio de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ de temporada cálida y templada fueron similares, reforzando la teoría de que esta es un área de alimentación constante y que las variaciones en los valores de nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ de las localidades de Punta Lobos y Punta Belcher representan áreas de tránsito.

1. LITERATURA CITADA

- Abitia-Cárdenas, L.A. 1992. Espectro trófico energético del marlin rayado *Tetrapturus audax* y marlin azul *Makaira mazara* de la zona de Cabo San Lucas. B.C.S. México. *Tesis de Maestría*. CICIMAR-IPN . 76 pp.
- Abitia-Cárdenas, L.A.1999. Dinámica Trófica Energética del Marlin Rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) en el área de Los Cabos B.C.S., México. *Tesis de Doctorado*. UNAM. 115 pp.
- Aguilar-Castro, N.A. 2003. Ecología trófica del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith &Smith, 1834) en el golfo de California. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 111 pp.
- Aguñiga, S. 2001. Aspectos de la geoquímica del material orgánico en el BAC del Golfo de Ulloa, B.C.S. *BAC, Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano*. CIB, CICIMAR-IPN, CONACYT. Edti: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz. Capítulo 8: 111-123
- Allen, G.R. y Robertson, D.R. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. Conabio, Agrupación Sierra Madre y Cemex. México. 327 pp.
- Alvarez-Arellano, A. 1987. Aspectos Oceanográficos del Golfo de California. Serie didáctica. A.4. UABCS. 37 pp.
- Applegate, S.P. 1977. A new record-size bonito shark, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, from southern California. *Calif. Fish Game* 63: 126-129.
- Arkhipkin, A.I. 1997. Age and growth of the mesopelagic squid *Ancistrocheirus lesueurii* (Oegopsida Ancistrocheiridae) from the central-coast Atlantic based on otolith microstructure. *Mar. Biol.* 129: 103-111.
- Balart E. F. y J. L. Castro-Aguirre J.L. 1995. Estimación del impacto de depredación sobre la langostilla *Pleuroncodes planipes* : Biología, Ecología y aprovechamiento. Aureoles Gamboa, D. y E. F. Balart. CIB. 131-169
- Barber, R.T. y R.T. Smith. 1981. Coastal upwelling ecosystem. In *Analysis of marine ecosystem*. A.R. Longhurst. Ed. New York: Academic Press. pp 31-68

- Bernal, D, Sepúlveda, C, Graham, J. B. 2001. Water-tunnel studies of heat balance in swimming mako shark. *J. Exp. Biol.* Vol 204; 23: 4043 -4054.
- Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. The University of Arizona Press. 513 p.
- Carrier J.C., J.A. Musick, y M.R. Heithaus. 2004. *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press. E.U.A. 596 pp.
- Castro J. I. 1983. *The sharks of North American Waters*. Texas University Press. E.U. A. 180 pp.
- Cabre-Chavez-Costa, A. A. 2003. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de B. C. S. *Tesis de maestría*. CICIMAR. 95 pp
- Cailliet, G.M., D.W., Bedford. 1983. The biology of three pelagic Sharks from California waters, and their merging Fisheries: A review. *CalCOFI Rep.* XXIV.57-68.
- Cailliet, G.M., M.S. Love y A.W.Ebeling.1996. *Fishes, A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history*. Waveland Press.EUA.194p. *Can. Jou. Fish. and Aqua. Scie.* 40 : 175-177
- Carey F.G., T.M. Teal, y Kanwisher J.M. 1981. The visceral temperatures of mackerel sharks (Lamnidae). *Physiol. Zool.* 54: 334-344.
- Calow, P. y P. Tytler. 1985. *Fish energetic, news perspectives*. The Jonh Hopkins University Press. Gran Britain. 349 pp.
- Carey, F.G. y J. M. Teal. 1969. Mako and Porbeagle: Warm-Bodied Sharks. *Comp. Biochem. Physiol.*, Vol. 28; 109-204.
- Casas-Valdez M. y Ponce-Diaz G. 1996. Estudio de potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. *SEMARNAP, CIB. FAO, GOB. EDO. INST. NAC. PESQ.* UABCS, CET DEL MAR. Mexico. 350 pp.

- Castro, J.I. 1987. The position of sharks in marine biological Communities. Pp. 11-17. In: S Cook (DE.)Sherks, An Inquiry Into Biology, Behavior Fisheries, and Use, Oregon State University Extension Service, Corvallis.
- Chase, T.E. 1968. Sea Floor topography of the central eastern Pacific Ocean. U.S. *Fish and Wild Life Serv. Circ.* No. 291. 33. pp.
- Chavez-Herrera, P. 1993. Aspectos biológicos de *Mugil curema*, *Mugil cephalus* y *Mugil hospes*, en dos lagunas costeras del sur de sinaloa. Tesis de Licenciatura. *CICIMAR-IPN*. 84 pp.
- Clarke, M.R. 1962. The identification of cephalopod beaks and their relationship between beak size and total body weight. *Bull. British Mus. (Nat. Hist.)* 8(10): 422-480.
- Clarke, M.R. 1986. *A handbook for the identification of cephalopod beaks.. Clarendon Press.* Oxford. 273 p.
- Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. *Calif. Dep. Fish and Game. Fish. Bull.* 79: 1-83.
- Clothier, C. R. y Baxter J. L. 1969. Vertebral characte of some california fishes with notes on other easter pacific species. *Calif. Dep. Fish and Game. Fish. Bull.* 1-216.
- Compagno, C.J.V., F. Krupp, y W. Schneider. 1995. Tiburones. En : Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen II. Vertebrados-parte 1. (eds) Fisher, W., Krupp, F., Scheneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. E. y Niem, V.H. *FAO*: Roma. 647-218.
- Compagno, L.J.V. 2002. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). *FAO Species Catalogue for Fishery Purposes*. Roma. 269 pp.

- Conde-Moreno, M. 2005. Aspectos de la Biología Reproductiva del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. *Tesis de Licenciatura*. UABCS. 72 pp
- Cortes, E. y S.H. Gruber. 1990. Diet, feeding habits, and estimates of daily ration of young lemon shark *Negraprio brevirostris*, under field conditions. (Poey). *Copeia*. 1990:204-218.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Jou. Mar. Sci.* 56: 707-717.
- Cruz-Escalona, V. H., L. A. Abitia-Cárdenas, L. Campos-Dávila y F. Galvan-Magaña. 2000. Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *Bull. of Mar. Sci.* 66(2):361-373.
- Das K., C. Beans, L. Hosbeeck, G. mauger, S.D. Berrow, E. Rogan y J.M. Bouquegneau. 2003. Marine mammals from northeast atlante: relationships between their trophic status as determined by $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ measurements and their trace metal concentrations. *Mar Env. Res.* 56: 349-365.
- Díaz-Gamboa, R. E. 2003. Diferencia entre Tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 62 pp.
- Estrada, J. A., Rice A. N., Lutcavage M.E. y Skomal G.B. 2003. Predicting trophic position in sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. *Jor. Mar. Biol. Assoc. of United Kingdom*. 1347-1350 pp.
- Fischer W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem, (Red.) 1995. *Pacífico Centro-Oriental; Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca*. FAO; Roma. (Vol- II-III) 648-1652 pp.
- Flowerdew, M.W. y D.J. Grove. 1979. Some observations of the effects of body weight, temperature, meal size and quality on gastric emptying time in the

- turbot, *Scolophthalmus macimus* (L) using radiography. *J. Fish Biol.* 14: 229-238.
- Franks, P.J.S. 1992. Phytoplankton blooms at fronts: patterns, scales and physical forcing mechanisms. *Rev. Aqua. Sci.* 6(2): 121-137.
- Fry, B. 2004. Conferencia: *Stable Isotope in Pelagic ecosystems Globec-Clitop working group 3*. Presentación: La paz, México. IPN-CICIMAR, LSU, CSIRO, CIAT-IATTC e IRD.
- Galvan-Magaña, F. H.J. Nienhuis y A.P. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, México. *Calif. Fish and Game.* 75(2): 74-84.
- García-Gómez, G. 2000. Análisis del papel de los tiburones en el ecosistema y su respuesta ante la explotación. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 109 p.
- Garth, J.S. y W. Stephenson. 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monogr. *Mar. Biol.* 1: 154 p.
- Gerking, S. D. 1994. *Feedg. Ecol. of Fish*. Acaemic Press. E.U. 416 pp.
- Grove, D.J., L.G. Loizzides y J. Nott. 1978. Station, amount, frequency of feeding and gastric emptying rate in *Salmo gairdneri*. *J. Fish Biol.* 12: 507- 516.
- Hansson A., W.G. Hobbie, R. Elmgreen, U. Larsson, B. Fry, y S. Johansson. 1997. The stable nitrogen isotope ratio as marker of food web interactions and fish migration. *Ecol.* 78(7): 2249-2257.
- Harvey, C.J. y J.F. Kitchel. 2000. A stable isotope evaluation of structure and spatial heterogeneity of a lake superior food web. *Can. J. fish and Aqua. Sci.* 57: 1395 – 1403.
- Heist, E.J., J.A. Musick y J.E. Graves. 1996. Genetic population structure of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) inferred from restriction fragment length polymorphis analysis of mitochondrial DNA. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 583-588.

- Hobsson A., W.G. Ambrose y P.E. Renaud. 1995. Source of primary production, benthic-pelagic coupling, and trophic relationship within the Northeast water Polynya; in sigths from $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Mar Eco Prog Ser.* 128: 1-10
- Hoenig, J.M., H. S. Gruber. 1990.in: *Elasmobranchs as living resource*. Life-History Patterns in the Elasmobranchs: Implications for fisheries Management. *NOAA. Tech. Rep. NMSF.90*: 1-16.
- Honsson S., J.E. Hobbie, R. Elmege, U. Lassons, B. Fry y S. Johansson. 1997. The stable nitrogen isotope ratio as marker of food web interaction and fish migratory. *Ecol.* 78 (7): 2249 – 2257.
- Hoocker, S.K., S.J. Iverson, P. Ostom y C.S. Smith.2001. Diet of northern bottlenose whales inferred from fatty-acid and stable-isotope analyses of biopsy samples. *Can J. Zoo.* 79: 1442-1451.
- Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Amer. Natur.* 100: 419 - 424.
- Hoyos- Padilla E. M. 2001. Las áreas de crianza de tiburones en el caribe y Golfo de México con un enfoque especial a la laguna de Yalahau en Quintana Roo. *Tesis de Licenciatura*. UNAM. 90 pp.
- Hoyos-Padilla, E. M. 2003. Biología reproductiva del Tiburón piloto *Carcharhinus falciformes* (Bibron, 1839) de la costa occidental de B.C.S. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 58 PP.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis- a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, 17: 411 –429.
- Hulbert, S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecol*, 59 (1): 67-77.
- Jaime-Rivera, M. 2004. Captura de tiburones pelagicos en la costa occidental de B. C. S. y su relación con cambios ambientales. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 120 pp.

- Jardine, T.D., S.A MacGeachy, C. M. Paton, M. Savoie y R. A. Conjank. 2003. Stable isotopes in aquatic systems, preparation and analysis and interpretation. *Can. Manus. Rep. of Aqua. Sci.* 2656: 37 p.
- Jordan, D.S. y B. W. Evermann. 1896-1900. The fishes of North and Middle America. *Bull. U.S. Natl. Mus.* 47: 3313 p.
- Klimley, A. P. y S. B. Butler. 1988. Diurnal movements of scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini* Griffith y Smith) to and from seamount in the Gulf of California. *J.Fish Biol.*, 33: 751-761.
- Kennedy, B.P., C. P. Chamberlain, J.D. Blum, K.H. Nislow y C.L. Flot. 2005. Comparing naturally occurring isotope of nitrogen, carbon, and strontium as markers for the rearing locations of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62: 48-57.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Lonman, Inc. England. 620 pp.
- Langton, R. W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus Morta_silver* hake *Merluccius bilinearis* and fifteenth other northwest Atlantic finfish. *U.S: Nat. Mar. Fish. Serv. Fish Bull.*, 80: 745-759.
- Leal-Ocampo, R. 1994. Pesquería del calamar gigante *Dosidicus gigas* (D'orbingng, 1835) en la zona norte del Pacifico de México. *Tesis de Licenciatura*. CICIMAR. 80 pp.
- Lindeman, R.L. 1942. The trophic dynamic aspect of ecology. *Ecol.* 23: 399-418.
- Maruyama A., Yamada, Y., Rusuma, B. y Yuma M. 2001. Change in stable notrogen isotope ratio in the muscle tissue of a migratory Gob. *Rhinogobios* spp., in the nature setting. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58 : 2125-2128
- Meek, S.E. y S.F. Hildebrand. 1923-1928. The marine fishes of Panama. *Field. Mus. Nat. Hist., (Zool.)* 15: 1045 p.
- Miller, D.J. y R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *Calif. Dep. Fish and Game Fish Bull.* 157: 249 p.

- Miller, D.J. y S.C. Jorgenson. 1973. Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. *Calif. Dep. Fish. Bull.* 71(1): 301- 312.
- Medved R.J., C. E. Stillwell, y J.G. Casey.1985.Stomach contents of young sanbar sharks *Carcharhinus plumbeus* in Chincoteague Bay. Virginia. *Fish Bull.* 83:395-402.
- Mollet, H.F. Cliff, G. Pratt, H.L. y Stevens, J.D. 2000. Reproductive biology of the female shortfin mako, *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810, with comments on the embryonic development of lamnoids. *Fish. Bull.* 98:299-318.
- Monod, T. 1968. *Le complexe urophore des poissons teleosteens*. Memories de John Wiley and Sons, New York, 302 p.
- Oelbermann K. y S. Scheu, 2001. Stable isotope enrichment $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in a general predator (*Perdusa legubris*, Araneae: Lycosidae): efectof prey quality. *Ecology*. 130: 337-344.
- Olson, R.J. y C.H. Boggs, 1986. Apex predation by yellowfin tuna *Thunnus albacares*: independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bioenergetics and cesium concentrations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43 (9): 1760-1775.
- Overman, N.C. y Parrish, D.L. 2001. Stable isotope composition of walleye,¹⁵ N accumulation with age and area-specific in ¹³ C. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58: 1235-1260.
- Peters, K.E., Sweeney, R.E y Kaplan, I.R. 1978. Correlation of carbon and nitrogen stable isotope ratios in sedimentary organic matter. *Limnol. Oceanog.* 23: 598-604.
- Pinkas, L., S. M. Oliphant y I.L.K. Iverson.1971.Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish Bull.*.152:105.
- Pratt, H.L. y J.G. Casey. 1983. Age and Growth of the Shorftin Mako, *Isurus oxyrinchus*, Using Four Methods. *Can. J. Fisch. Aquat. Sci.* 40: 1944-1957.
- Pyllips Jr. 1969. *Fish physiology*. Academic Press. E. U. Vol. 11. 455 pp.

- Ramírez-González, J. 2002. Captura comercial de tiburones pelágicos en la costa occidental de B.C. S. *Tesis de Licenciatura*. UABCS. 56 pp.
- Ribot-Carballal M.C. 2003. Edad y crecimiento del tiburón mako *Isuus oxyrinchus* (Rafinesque 1810) capturado en la costa occidental de B.C.S. sur México. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 52 pp
- Roman-Reyes, J. C. Información ecológica a partir de isótopos estables de carbono y nitrógeno en las cadenas tróficas. *Predoctoral*. CICIMAR. 55 pp.
- Ruiz-Castro, R.C. 2002. Relación trófica entre el calcote (*Physeter macrocephalus*) y el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 48 pp.
- Sarakino, H.C, I. L. Jonson, y M. D. Vander. 2002. A síntesis of tissue preservation effect on carbone and nitrogene stable isotope signatura. *Can. J. Zool.* 80: 382-387.
- Scell, D., B. Bernett y K. Vinette. 1998. Carbon and Notrogen isotope ratios in zooplanton of the Bering, Chukchi and Beaufort Seas. *Mar Eco Prog Ser.* 162: 11-23
- Schmitter-Soto, J.J. 1992. Aspectos autoecológicos de los triglide (Picis: Scorpaeniformes) en la costa occidental de B. C. S. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 98 pp.
- Serrano-Padilla, A.V. 1991. Aspectos reproductivos de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (CRUSTACEA: DECAPODA: GALATHEIDAE). *Tesis de Maestría*. CICIMAR-IPN. México. 88 pp.
- Smith P.E. y Zaret M.T. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecol.* 65 (5): 1248 – 1253.

- Springer, S. 1967. Social organization of shark population. In: P.W. Gilbert, R.F. Metheson, D.P. Rall (ed) *Sharks, Skates and Rays*. John Hopkins Press. E.U. 174 pp.
- Stevens J.D., R. Bonfil, N.K. Dulvy, y P.A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES J. of Mar. Sci.* 57: 476-494.
- Stevens. J.D. 1983. Observation on Reproduction in Shortfin mako *Isurus oxyrinchus*. *Copeia*. (1): 126-130.
- Stillwel, C.E. y N. E. Kohler. 1982. Food, Feeding habits and Estimates of Daily Ration of the Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. SCI.* Vol. 39: 407-414 .
- Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez*. University of Texas Press, Austin Tx., U.S.A. 353 p.
- Torres-Orozco. E. 1993. Análisis volumétrico de la masa de agua del Golfo de California. *Tesis de Maestría*. CICESE. México. 75 pp.
- Vander M.J, B.J. Shuter, N.Lester, J.B. Rasmussen. 1999. Pattern of Food Chain in lake: A stable isotope study. *The American Natur.* (154) 4: 406-416.
- Vasque-Junior, T. y G. Rincón-Filho. 1998. Stomach content of blue sharks (*Prionace glauca*) and anequim (*Isurus oxyrinchus*) from oceanic waters of Southern Brazil. *Rev. Bras. Biol.* 58: 445-452 .
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1996^a. Pesquería de tiburón y cazón. *En*: Casa-Valdéz, M., Ponce-Díaz, G. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. 1999. 2^a ed. SEMARNAP, GOB. DE BCS, UABCS, CIB, FAO, CICIMAR, CET DEL MAR, IPN. Vol. I; 350 p.
- Wolff, C.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *Fish. Bull.* 80(2): 357-370.

Wolff, C.A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. *NOAA Tech. Rep. NMFS*. 17: 50 p.

11. APÉNDICE 1. Fechas de muestreo de tiburones mako que presentaron contenido estomacal, de las tres principales localidades Punta Lobos, Punta Belcher y Las Barrancas.

Localidad	Fecha de muestreo	Total de organismos	Hembras	Machos
Punta Lobos	15/12/2000	3	2	1
	09/01/2001	1	1	
	19/01/2001	3	2	1
	30/01/2001	1	1	
	02/02/2001	1		1
	09/05/2001	1		1
	22/05/2001	2		
	07/07/2001	8	2	6
	09/08/2002	1		1
Subtotal		21	8	11
Punta Belcher	05/01/2000	1	1	
	15/07/2000	2		2
	21/09/2000	1		
	26/10/2000	1	1	
	12/02/2001	1	1	
	20/02/2002	1	1	
	22/03/2002	4	1	3
	04/07/2001	6	4	2
	26/02/2002	1	1	
	27/02/2002	2		2
	24/04/2002	1	1	
	01/05/2002	1		1
	30/05/2002	5	1	4
	01/07/2002	1		1
	31/07/2002	2	1	1
	13/11/2002	1	1	
12/02/2003	1		1	
13/02/2003	2		2	
14/02/2003	1		1	
Subtotal		35	14	20

Localidad	Fecha de muestreo	Total de organismos	Hembras	Machos
Las Barrancas	27/03/2003	20	9	11
	01/10/2003	3		3
	01/10/2003	1		1
	02/10/2003	1		1
	21/10/2003	16	13	3
	22/10/2003	6	2	4
	10/02/2004	13	8	4
	11/02/2004	9	4	5
	04/03/2004	6	3	3
Subtotal		75	39	35