

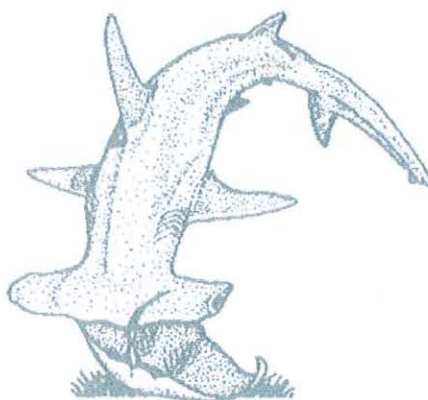
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.



**CENTRO UNIVERSITARIO DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS (C.U.C.B.A.)**



HÁBITOS ALIMENTICIOS DEL TIBURÓN MARTILLO
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758) EN BAJA CALIFORNIA SUR.



TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

Lic. En Biología

Presenta:

MA. RUTH OCHOA DIAZ



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y
Agropecuarias

*Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología*

131/ C. C. BIOLOGÍA

C. MA. RUTH OCHOA DÍAZ
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título : "HÁBITOS ALIMENTICIOS DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna zygaena* (Linnaeus,1758) EN BAJA CALIFORNIA SUR" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo al **DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA** y como asesor / a: **DR. EDUARDO RÍOS JARA**

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
Las Agujas, Zapopan., 2 de Marzo del 2005.

DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

DRA. ANA ISABEL RAMÍREZ QUINTANA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

c.c.p. **DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA**- Director del trabajo

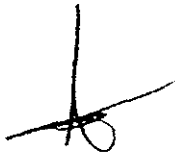
Dr. Carlos Álvarez Moya.
 Presidente del Comité de Titulación.
 Carrera de Licenciado en Biología.
 CUCBA.
 Presente

Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad TESIS, opción TESIS con el título: "**Hábitos alimenticios del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur**" que realizó el/la pasante **MA. RUTH OCHOA DIAZ** con número de código **395503861** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente

Guadalajara, Jal 09 de mayo de 2006


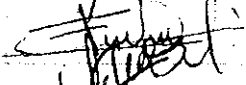




Dr. Felipe Galván Magaña
 Director/a del trabajo

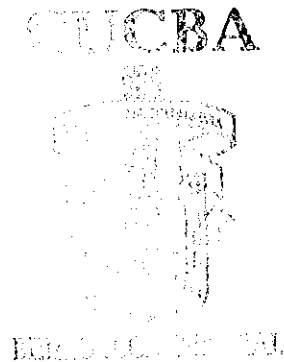


Dr. Eduardo Ríos Jara
 Asesor(es)

VoBo
Carla
18/May/06

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobación	Fecha de aprobación
MC. Martín Pérez Peña		09/05/06
MC. Ernesto López Uriarte		09/05/06
MC. Agustín Camacho Rodríguez Suple.		18/05/06
MC. Elba Guadalupe Robles Jarero		09/05/06

**EN MEMORIA DE MI PADRE MARIO OCHOA DE LEON Y
ME HERMANA MADAI OCHOA DIAZ, SE QUE ALGUN DIA
ESTAREMOS JUNTOS DE NUEVO.**



Nada más parecido que el mar en calma y la sonrisa de una mujer. Dice el azul del mar: navega; y dice la sonrisa: ama; y no es más incierto el mar que la sonrisa.

Benavente

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente al creador de mi vida y de lo que me rodea, por darme el privilegio de llegar hasta este momento y estar en cada instante de mi vida, por ser mi amigo y compañero en esos momentos en los cuales pensaba desistir sin embargo me dio la fuerza para seguir, gracias DIOS.

A mi director de tesis el Doc. Felipe Galván Magaña que aunque es un hombre demasiado ocupado siempre tuvo un tiempo para mi y me transmitió de su conocimiento, gracias porque aun sin conocerme me brindó su confianza y amistad, muchas gracias por todo.

A mi asesor el Doc. Eduardo Ríos Jara que siempre tiene tiempo para todos y que tuvo la paciencia de escucharme y orientarme.

A mis sinodales por formar parte de este trabajo que es importante para mí y estar dispuestos a compartir de su tiempo y por aportar opiniones que me ayudaran para ser mejor

A mi madre por enseñarme q todo camino que lleva al éxito requiere esfuerzo y dedicación. Te amo máma.

A mis hermanas por ser un apoyo incondicional en todo momento de mi vida y ser la motivación de seguir adelante. Las amo.

A mis amigas (os) que siempre estuvieron a mi lado e hicieron q mi estancia en la escuela fuera mas divertida, nombrarlos me llevaría muchas hojas pero ellos y ellas saben quienes son. Gracias por aguantarme y ser una parte fundamental de mi vida y compartir esos momentos buenos y malos conmigo. Los quiero.

A todos los compañeros de la Paz que también son muchos, a todo el clan Galván que sin conocerme me ayudaron para poder realizar este trabajo y compartieron conmigo parte de su tiempo enseñándome. Gracias por todo.

A todos mis amigos paceños (Pau, Mimi, Nayeli, Conde, Manini, Uriel, Johath, Oscar, Carlos) que aunque no son de la Paz es como si lo fueran. Gracias por esos buenos momentos y por brindarme su amistad aun sin conocerme y ayudarme con mi tesis, gracias por las porras y los regaños. Los extraño.

Aquellas personas que saben de antemano que fueron de vital importancia para que yo realizara este trabajo, gracias por sus consejos y apoyo en cada momento.

ÍNDICE	PÁGINA
I. LISTA DE FIGURAS	1
II. LISTA DE TABLAS	3
III. GLOSARIO	6
IV. RESUMEN	7
V. ABSTRACT	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. ANTECEDENTES	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
4. JUSTIFICACION	14
5. OBJETIVO GENERAL	15
5. 1 Objetivos específicos	15
6. HIPOTESIS	16
7. AREA DE ESTUDIO	16
8. METODOLOGIA	18
8.1 trabajo de campo	18
8.2 trabajo de laboratorio	20
8.2.1 Análisis taxonómico	20
8.3 Métodos Cuantitativos de Análisis	23
8.3.1 Método de Frecuencia de Aparición (FA).	23
8.3.2 Método Numérico (N).	23
8.3.3 Método Gravimétrico (P).	24
8.3.4 Índice de Importancia Relativa (HIR	24
8.4 INDICES ECOLOGICOS	25
8.4.1 Amplitud de dieta (índice de Levin)	25
8.4.2 Sobreposición de dieta (índice de morisita- horn)	25

9. RESULTADOS	26
9.1 Espectro trófico general para <i>Sphyrna zygaena</i>	27
9.2 Espectro trófico para hembras de <i>Sphyrna zygaena</i>	32
9.3 Espectro trófico para machos de <i>Sphyrna zygaena</i>	35
9.4 Espectro trófico para adultos de <i>Sphyrna zygaena</i>	38
9.5 Espectro trófico para juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i>	41
9.6 Espectro trófico por localidades	44
9.6.1 El Mogote	44
9.6.2 El Portugués	47
9.6.3 Santa Maria	50
9.6.4 El Sauzoso	53
9.6.5 Las Barrancas	56
9.6.6 San Lázaro	59
9.6.7 Punta Belcher	62
9.6.8 Punta Lobos	65
9.7 Índices Ecológicos	68
9.7.1 Amplitud de dieta (Índice de LEVIN)	68
9.7.2 Sobreposición trófica (Índice de MORISITA-HORN)	69
10. DISCUSION	71
10.1 Hábitos alimenticios del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i>.	71
10.2 Espectro trófico general	72
10.3 Espectro trófico por sexos	75
10.4 Espectro trófico entre juveniles y adultos	76
10.5 Espectro trófico por localidades	78

11. CONCLUSIONES	81
12. RECOMENDACIONES	82
13. LITERATURA CITADA	83
Anexo I.	92
Anexo II.	96



I. LISTA DE FIGURAS

PÁG.

Figura 1. Vista antero-ventral del tiburón *Sphyrna zygaena*.....9

Figura 2. Distribución mundial de *Sphyrna zygaena*.....10

Figura 3. Vista lateral de *Sphyrna zygaena*.....11

Figura 4. Localización del área de estudio..... 17

Figura 5. Longitud total y diferenciación de sexo.....20

Figura 6. Porcentaje Numérico(N), Gravimétrico (G), %Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de *Sphyrna zygaena* de Baja California Sur.30

Figura 7. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de hembras de *Sphyrna zygaena* de Baja California Sur.....33

Figura 8. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de machos de *Sphyrna zygaena* de Baja California Sur.....36

Figura 9. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de adultos de *Sphyrna zygaena* de Baja California Sur.....39

Figura 10. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de juveniles de *Sphyrna zygaena* de Baja California Sur..... 42

Figura 11. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de El Mogote para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.....45

Figura 12. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los



estómagos en la localidad de El Portugués para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur48

Figura 13. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Sta. Maria para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur51

Figura 14. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de El Sausozo para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur54

Figura 15. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Las Barrancas para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur57

Figura 16. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de San Lázaro para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur60

Figura 17. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Pta. Belcher para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur63

Figura 18. Porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia, e Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Pta. Lobos para *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur66



II. LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Numero de organismos encontrados en los muestreos anuales.....**27**

TABLA 2. Número de estómagos de *Sphyrna zygaena* analizados en diferentes localidades de Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004.....**28**

TABLA 3. Espectro trófico general del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**31**

TABLA 4. Espectro trófico para hembras del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR)**34**

TABLA 5. Espectro trófico para machos del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**37**

TABLA 6. Espectro trófico para adultos del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**40**



TABLA 7. Espectro trófico para juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**43**

TABLA 8. Espectro trófico de la localidad El Mogote para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**46**

TABLA 9. Espectro trófico de la localidad El Portugués para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**49**

TABLA 10. Espectro trófico de la localidad Sta. Maria para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**52**

TABLA 11. Espectro trófico de la localidad El Sauzoso para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....**55**

TABLA 12. Espectro trófico de la localidad Las Barrancas para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de



ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....58

TABLA 13. Espectro trófico de la localidad San Lázaro para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....61

TABLA 14. Espectro trófico de la localidad Pta. Belcher para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....64

TABLA 15. Espectro trófico de la localidad Pta. Lobos para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).....67

TABLA 16. Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*.....69

TABLA 17. Valores de sobreposición trófica obtenidos a partir del Índice de Morisita-Horn en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*.....70



III. 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).

Dieta: Es el conjunto de hábitos o comportamientos alimenticios o nutricionales de un individuo o población (www.encarta.com/enciclopedia)

Amplitud de dieta: Estima la amplitud de nicho trófico de los depredadores con respecto a sus presas (Krebs, 1999).

Traslapamiento de dieta: Estima relaciones interespecíficas o intraespecíficas en individuos que comparten el mismo tiempo y espacio.

Estas relaciones podrían repercutir en competencia o determinar si los depredadores se están alimentando de presas de comunidades similares o distintas (Krebs, 1999).

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

Depredador Especialista: Especies que presentan selectividad en el alimento, concentrando sus energías en la búsqueda de ciertas presas (Calow y Tytler, 1985; Gerking, 1994).



IV. RESUMEN

El tiburón martillo *Sphyrna zygaena* es una especie con poca información biológica a nivel mundial. El presente trabajo aporta información de los hábitos alimenticios de esta especie de tiburón. Se muestreo en Baja California Sur, desde enero de 2000 al mes de agosto de 2004 en 11 localidades, de las cuales 6 se encuentran dentro del Golfo de California y 5 en el Océano Pacífico mexicano. Se colectaron muestras de 136 tiburones obteniendo 48 estómagos llenos y 88 vacíos. Se identificaron 23 especie presa, de las cuales basado en el método del Índice de importancia relativa, las especies de cefalópodos *Dosidicus gigas* (75 %), *O. banksi* (11 %), *S. oualaniensis* (8 %), y *A. lesueurii* (4 %) fueron las mas importantes en la dieta de este tiburón. Se identifico al tiburón *Sphyrna zygaena* como un depredador generalista ($Bi=4.6$). El análisis por sexos registro que tanto machos ($Bi=4.3$) como hembras ($Bi=4.1$) son generalistas y se considera que existe una sobreposición media en su dieta de *S. zygaena* ($C\lambda=0.51$). La alimentación de los tiburones juveniles de *Sphyrna zygaena* esta formada por cefalópodos (*D. gigas*, *S. oualaniensis*, *O. banksi*) y algunos peces (*S. caeruleus*) por lo que se encontró que son generalistas ($Bi=3.3$); mientras que los adultos, tuvieron preferencia por los cefalópodos (*A. lesueurii*, *O. banksi*) por lo que se reportan como especialistas ($Bi=2.4$). En cuanto al traslape en la dieta entre juveniles y adultos, existe una baja sobreposición ($C\lambda= 0.2$). Las áreas de muestreo que se localizan dentro del Golfo de California son Sta. Maria, El Portugués, El Sauzoso y el Mogote. Se registro que en El Portugués ($Bi=6.3$), y El Sauzoso ($Bi=3.3$) los tiburones son generalista; mientras que en El Mogote ($Bi=2.7$) y en Sta. Maria ($Bi=1.9$) es especialista. Para las localidades que se encuentran en el Pacifico mexicano: Punta Lobos ($Bi=4$), Punta Belcher de ($Bi=3.6$), las Barrancas ($Bi=3.8$) estas zonas tienen tendencia a generalistas; mientras que en San Lázaro ($Bi=2.9$) es una zona donde los tiburones *Sphyrna zygaena* son especialista.



V. ABSTRAC

The hammerhead shark, *Sphyrna zygaena*, is a species with little information known about its biological information. This work will give information about their feeding habits. The sampling was done at Baja California Sur, from January 2000 through August 2004 in 11 locations, where six were located in the Gulf of California and five in the Mexican Pacific Ocean. I collected 136 stomachs, which 48 were full stomachs and 88 empty. I identified 23 prey species which the most important prey using the method of index of relative importance (IRI) were the cephalopods *Dosidicus gigas* (75%), *O. Banksii* (11%) *S. oualaniensis* (8%) and *A. lesueurii* (4%). *Sphyrna zygaena* was a general predator ($Bi=4.6$) using the niche breadth. Also by sex males ($Bi=4.3$) and females ($Bi=4.1$) were generalists and they had a high overlapping diet by sex ($C^{\wedge}=0.51$). The *Sphyrna zygaena* juveniles predate mainly on cephalopods (*D. gigas*, *S. oualaniensis*, *O. banksii*) and some fish (*Sardinops Caeruleus*). The juveniles were generalists sharks ($Bi=3.3$); The adults sharks had a preference by cephalopods (*A. lesueurii*, *O. banksii*) which were specialists ($Bi=2.4$). I did not found overlapping between adults and juveniles ($C^{\wedge}=0.2$). The sampling locations in the Gulf of California were: Sta Maria, El Portugues, El Sauzoso, and El Mogote. I found that in El Portugues ($Bi=6.3$) and El Sauzoso ($Bi=3.3$) this shark was generalist; whereas in El Mogote ($Bi=2.7$) and Sta. Maria ($Bi=1.9$) were specialists. In the Mexican Pacific Ocean, the locations Punta Lobos ($Bi=4$), Punta Punta Belcher ($Bi=3.6$), and Las Barrancas ($Bi=3.8$), this shark was generalist; whereas in San Lazaro ($Bi=2.9$) this shark was specialist.



1. INTRODUCCION

Los elasmobranquios, grupo al que pertenecen los tiburones y las rayas, se caracterizan por presentar una estrategia reproductiva K, es decir, presentan un lento crecimiento, largos periodos de vida, madurez sexual tardía y baja fecundidad (Holden, 1974). Además son depredadores tope, por lo que su abundancia es relativamente pequeña comparada con los grupos que se encuentran en niveles tróficos inferiores. Estas características hacen que las poblaciones de tiburones y rayas sean extremadamente sensibles a la sobreexplotación (Bonfil, 1994).

La pesca de tiburones en aguas mexicanas constituye principalmente una pesquería artesanal multi-específica que opera de acuerdo a la abundancia estacional de un número importante de especies. Esta pesquería representa en el país fuentes de alimento y empleo para las comunidades ribereñas de ambas litorales (SEMARNAP, 2000).

Los estudios biológicos del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* son escasos a nivel mundial. Esta especie pertenece a la familia Sphyrnidae la cual se diferencia de las otras especies por presentar un gran tamaño, cabeza ancha con expansiones laterales estrechas; márgenes posteriores de las expansiones oblicuos y más bien curvos; margen anterior de la cabeza amplio y curvo en adultos, sin escotadura media.

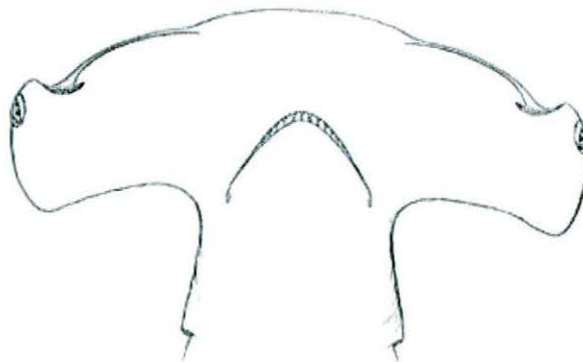


FIG. 1 Vista antero-ventral del tiburón *Sphyrna zygaena*.



Su distribución es cosmopolita; en el Atlántico sudoccidental, desde Nueva Escocia hasta Florida e Islas vírgenes; sur de Brasil al sur de Argentina, incluyendo Uruguay (Compagno, 1984). En el este del Océano Pacífico incluye las costas de California a Chile incluyendo el Golfo de California (Castro, 1983).

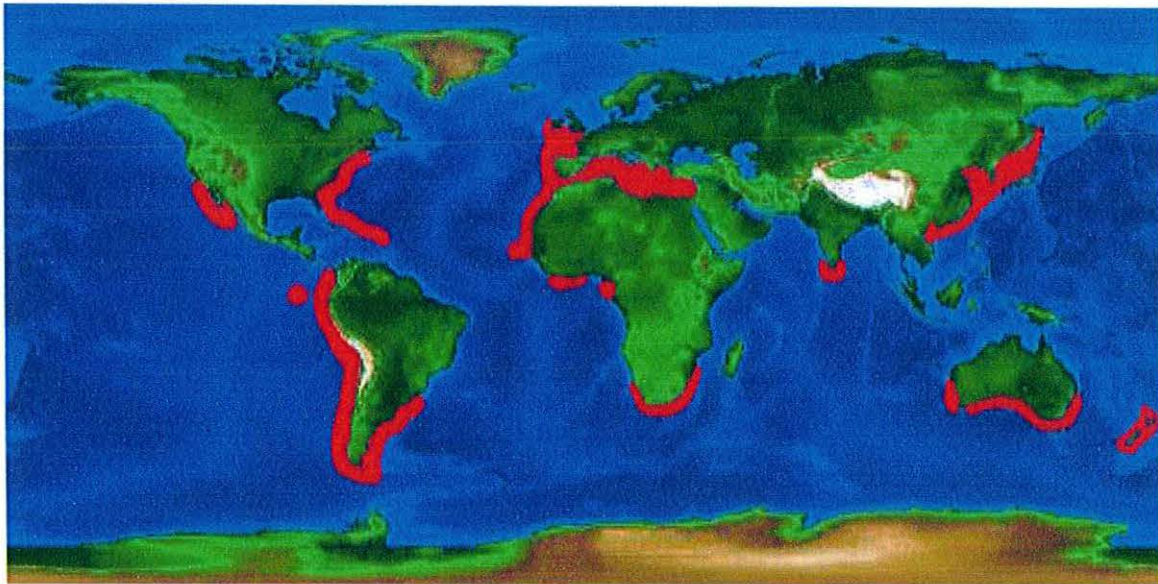


FIG. 2 Distribución mundial de *Sphyrna zygaena*.

Es una especie muy activa, que habita en aguas costeras y oceánicas de la plataforma continental, tanto en aguas someras como a profundidades de al menos 20m (probablemente mucho mayores). Aparentemente es el tiburón martillo con mayor tolerancia a las condiciones térmicas del ambiente, lo que se ve reflejado en su amplia distribución. En algunas localidades, como por ejemplo frente a El Cabo, Sudáfrica, se encuentran cardúmenes de ejemplares jóvenes de aproximadamente 1.5 m (Compagno, 1984).

En cuanto a su talla los adultos machos miden al menos 256 cm y las hembras adultas 304 cm de longitud total. La madurez sexual se manifiesta cuando alcanza unos 2 m de longitud (Compagno, 1984).



Su importancia económica se basa en que es una especie común en las pesquerías con palangre (Compagno, 1984). Su carne es utilizada fresca, salada y posiblemente ahumada para consumo humano. Su piel se utiliza en marroquinería.

Se captura principalmente con palangres pelagicos, redes de enmalle y anzuelo (Compagno, 1984).

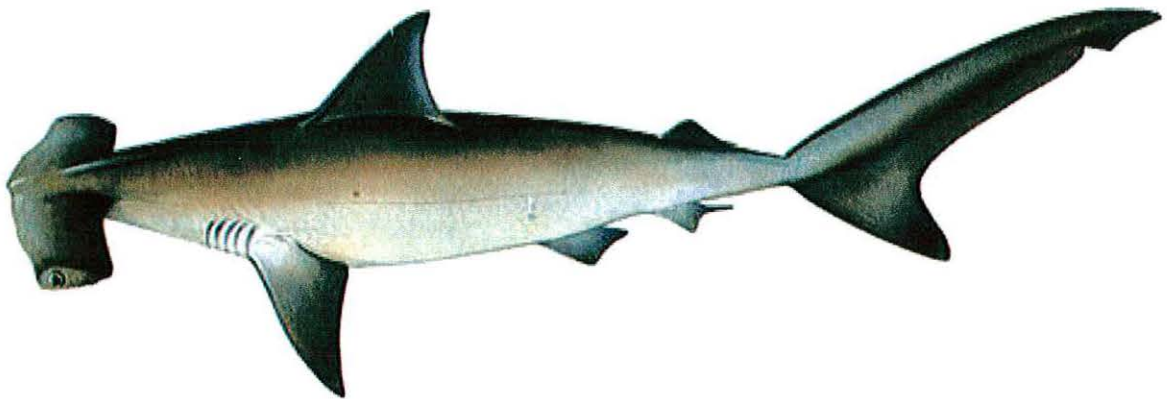


Fig. 3 Vista lateral de *Sphyrna zygaena*

Los estudios de hábitos alimenticios aportan información valiosa acerca de la biología y ecología de los organismos de manera que permiten comprender las interacciones entre los miembros de una comunidad marina (Cailliet *et al.*, 1996).



2. ANTECEDENTES

Los tiburones son uno de los grupos más abundantes de depredadores en el mar, que habitan todos los océanos del mundo (Cabrera-Chávez-Costa, 2003), sin embargo, la información biológica con respecto a sus dietas es escasa (Cortés, 1999).

Smale y Cliff (1998), realizaron un estudio de cefalópodos consumidos en la dieta de cuatro especies de tiburones (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *Sphyrna zygaena* y *Sphyrna mokarran*) para el área de Kwazulu-Natal, SudÁfrica, encontrando en el contenido estomacal de 258 organismos analizados para *S. zygaena* una dominancia de cefalópodos de la familia Loliginidae, Sepiidae y Ancistrocheridae.

Estupiñán-Montaña y Cedeño-Figueroa (2005), realizaron una investigación de la dieta de *Sphyrna zygaena*, *Sphyrna lewinni* y *Carcharhinus falciformis* en el área de Manta Ecuador donde analizaron 179 estómagos de *Sphyrna zygaena* reportando las presas de mayor importancia en el espectro trófico las cuales fueron: moluscos cefalópodos: *Dosidicus gigas* (60.4%), *Sthenoteuthis oualaniensis* (23.8%), *Gonatus spp.*, (3.7%), resto de cefalópodos(2.4%), *Loliguncula (Loliolopsis) diomedea* (1.9%), e *Histioteuthis spp.* (1.74%). Entre los peces de mayor importancia se encuentran: *Auxis thazard* (2.6%).

A pesar de que la composición de las especies de tiburones en el Golfo de California ha sido descrita; la abundancia estacional y los hábitos alimenticios no son bien conocidos (Galván- Magaña *et al.*, 1989).

Cabe señalar que existe solo un trabajo que aborda los aspectos alimenticios de *Sphyrna zygaena* en el Golfo de California; sin embargo, para el área del Pacífico mexicano no se han realizados investigaciones sobre aspectos tróficos de esta especie de tiburón, lo cual resalta la importancia del presente estudio.



Galván-Magaña *et al.* (1989) analizan la abundancia estacional y los hábitos alimenticios de algunas especies de tiburones en el Golfo de California. Reportaron 19 especies de tiburones de las cuales 11 son comúnmente capturadas, de estas *S. lewini*, *S. zygaena* y *C. falciformis*, fueron frecuentemente observadas de marzo a diciembre. En cuanto a los hábitos alimenticios de *Sphyrna zygaena* se menciona que tiene una preferencia sobre peces con un 57.8% y por cefalópodos con un 42.8 %.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial se ha observado una disminución generalizada de las capturas de tiburones debido a la sobrepesca de organismos adultos y juveniles, y con ello la preocupación sobre el futuro de la pesquería (Bonfil *et al.*, 1990).

La biología del tiburón martillo y en específico de *Sphyrna zygaena* es escasa o muy general, por lo que es importante contar con información básica respecto a su alimentación, con el fin de conocer áreas importantes de esta especie y registrar diferencias entre sexos o entre juveniles y adultos de este tiburón. Esta especie es explotada comercialmente por el sector pesquero, así como por la pesca deportiva en Baja California Sur (comentario personal).



4. JUSTIFICACION

El conocer los hábitos alimenticios de una especie aporta información acerca de su biología básica y permite conocer el papel que juega cada depredador en el intercambio de energía en los diferentes niveles dentro del ecosistema marino. Asimismo, los tiburones regulan la distribución y abundancia de la población de presas que conforman las cadenas alimenticias (Krebs, 1985).

Las relaciones tróficas de los tiburones de la familia Sphyrnidae han sido escasamente estudiadas, en gran parte por la dificultad de obtener muestreos representativos de todas las especies (González-García, 2001).

La información biológica disponible sobre *Sphyrna zygaena* es muy limitada a estudios de información básica, tales como descripción de especies, distribución y su incidencia en pesquerías.

El presente estudio se justifica además por los pocos trabajos que sobre hábitos alimenticios del tiburón *Sphyrna zygaena* se han realizado a nivel mundial, incluyendo México.



5. OBJETIVO GENERAL



Conocer los hábitos alimenticios del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur.

5.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.



Identificar las especies presa de los tiburones martillo al mínimo taxón posible.



Determinar la composición del espectro trófico del tiburón *S. zygaena*.



Cuantificar las presas que componen la dieta de *S. zygaena*.



Comparar la dieta entre juveniles y adultos, así como entre sexos y por localidades



Determinar si existen diferencias en cuanto amplitud de la dieta y traslapamiento alimenticio entre sexo, talla y por localidades del tiburón *S. zygaena*.



6. HIPOTESIS

Existe una diferencia en el espectro trófico alimentario de *Sphyrna zygaena* entre sexo, talla y por localidad.

7. AREA DE ESTUDIO

El Golfo de California se caracteriza por ser una zona de transición de zonas geográficas y cualidades hidrodinámicas singulares. Resultado de lo anterior es la alta diversidad de especies que lo habitan de manera permanente o temporal. Dada la diversidad de tiburones que habitan en aguas del Pacífico de México, la composición específica de las capturas varía según la región y estación del año. Algunas especies de gran tamaño migran hacia aguas someras con fines de alumbramiento. Las especies pequeñas (cazones) también realizan migraciones masivas con los mismos propósitos y también para buscar alimento. La migración de los cazones está muy asociada a la abundancia del calamar, sardina, macarela y otras especies de abundancia estacional en el Golfo de California (INP, 1999-2000).

El Pacífico Mexicano y específicamente la Península de Baja California, representa una de las regiones más importantes, se encuentra localizada en una de las cuatro áreas de surgencia de las corrientes de Frontera Este, y en cuyas aguas se llevan a cabo importantes pesquerías de pelágicos de importancia comercial (Cervantes-Duarte, 1988).

El Golfo de California se localiza entre el macizo continental mexicano y la Península de Baja California, entre 22° N y 32° N y 105° y 110° W. Tiene 1,130 km, de longitud y entre 80 A 209 Km, de sección transversal. La parte norte es somera, con una profundidad promedio de 200 m y se encuentra separada de la parte sur (Prof. de ~3 600 m en la boca), por varios umbrales y la zona de islas. La boca del Golfo es amplia (~200 km) y profunda (~3 km) y sus aguas pueden intercambiarse libremente con las del Océano Pacífico (Morales-Sánchez, 2004).



La distribución temporal y espacial de las masas de agua de mayor salinidad sugiere que los intercambios de calor se dan por alternancia de flujo de entrada y salida de masas de agua de mayor temperatura (superficial) y de menor temperatura (subs superficial). El agua del Golfo es altamente salina y cálida originada en el interior del golfo ($S > 34.9$ ups, 22°C y $S < 34.6$), y el agua superficial Ecuatorial es calida y salina, ($T > 22^\circ \text{C}$, $34.6 < S < 34.9$) (Torres-Orozco, 1993).

La costa occidental de Baja California se encuentra influenciada por dos gran sistemas de corrientes: la Corriente de California y la Corriente Norecuatorial. El encuentro de las dos o tres masas de aguas de diferente propiedad influye en la costa occidental y suroriental de Baja California provocando un impacto biológico significativo en las poblaciones de organismos debido a la alta productividad por el afloramiento de plancton (Álvarez-Arellano, 1987; Franks, 1992 y Torres-Orozco, 1993).

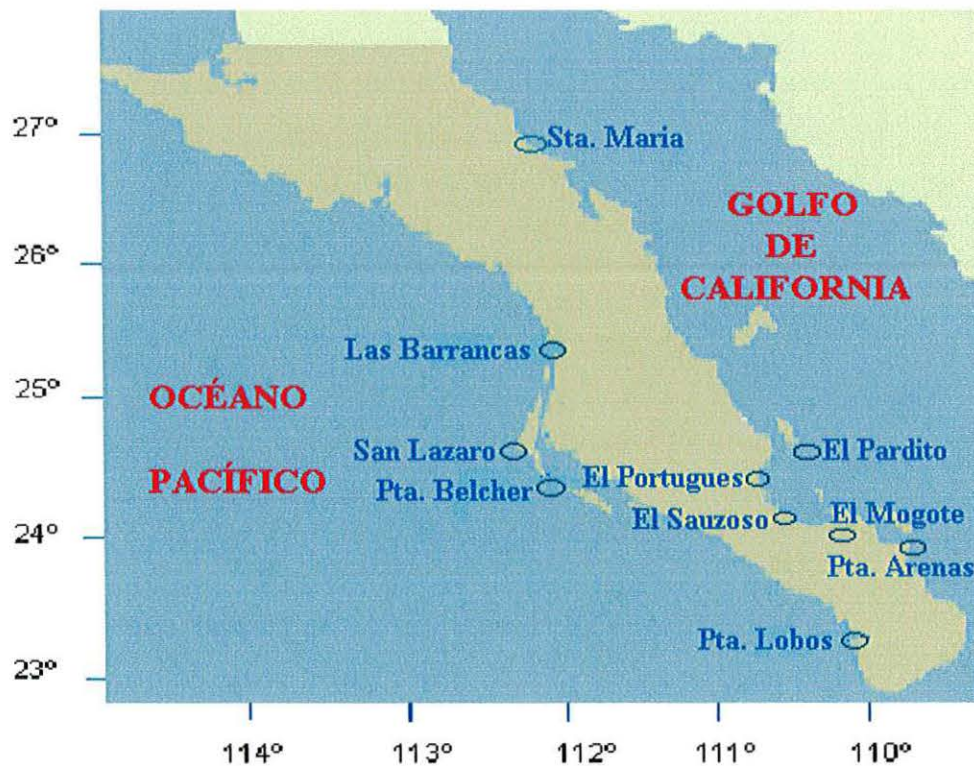


FIG. 4 Localización del área de estudio



Las áreas de muestreo donde se colectaron los organismos fueron en diferentes campos pesqueros y se ubican en las siguientes localidades:

LOCALIDADES	LATTUD NORTE	LONGITUD OESTE
Golfo de California		
El Mogote	24° 45' 7"	110° 21' 58"
El Portugués	24° 47' 38"	110° 39' 39"
El Sauzoso	24° 18' 26"	110° 38' 17"
El Pardito	24° 51' 42"	110° 35' 22"
Pta. Arenas	24° 3' 40"	109° 49' 55"
Sta Maria	27° 24'	112° 18'
Océano Pacifico		
Las Barrancas	25° 59' 52"	112° 11' 42"
Pta. Belcher	24° 34' 59"	112° 4' 17"
Pta. Lobos	23° 24' 27"	110° 13' 58"
San Lázaro	24° 45' 7"	112° 8' 50"

8. METODOLOGIA

La captura del tiburón se efectúa mediante redes (escameras, tiburoneras, cazoneras, sierreras, tendales, y chinchorros), y anzuelos (líneas de mano, cimbras y palangres) lo que implica características heterogéneas de material y construcción y dimensión de los equipos de pesca (INP, 1999-2000).

8.1 Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron en las diferentes localidades mencionadas desde diciembre del 2000 hasta Octubre 2004 con muestreos mensuales.



El arte de pesca que se utiliza en El Sauzoso es una red agallera con luz de malla de 15 a 20, cm. aunque en otras localidades como en Punta Lobos se capturaron con palangres que se colocaban desde 30 a 40 millas náuticas de distancia de la costa. Los palangres tenían aproximadamente 2.1 Km (1250 brazas) de línea principal, de la cual colgaban ramales con 17 m de distancia entre cada uno, con anzuelos del No.4, utilizando como carnada: dorado, diablo y pierna; los pescadores salen al amanecer y regresan por la tarde. En Punta Belcher se utilizan redes de enmalle de deriva de aproximadamente 200 m de largo por 25 m de fondo, con luz de malla de 10 a 12 pulgadas. Algunas ocasiones se utilizaron palangres de superficie poniendo como carnada: marlín, macarela y barrilete. Estos se encontraron desde 30 a 80 millas náuticas de la costa, los pescadores salen por la tarde, permanecen en marea toda la noche y regresan al amanecer. En Las Barrancas, se utilizan ambos artes de pesca colocándolas a una distancia desde 30 a 50 millas náuticas, donde los pescadores salen por la mañana y regresan al atardecer.

En el formato elaborado para fines del muestreo, se registró la especie, la cual fue identificada con las claves de Compagno *et al* (1995), se anotó la localidad de muestreo, fecha, distancia de la costa a la zona de pesca y método de pesca. De los organismos capturados se registró la longitud total (LT), se anotó el sexo y se disecciono al organismo en un corte longitudinal en la parte ventral, procediendo a la extracción del estómago y se le registro la proporción de llenado con los valores de 0 a 4, de acuerdo a Stillwell y Kohler (1982), considerando que el contenido alimenticio puede ser expresado como una proporción de la capacidad de llenado,

Donde: 0= estomago vacío; 1= estomago al 25% de llenado, 2= estomago al 50% de llenado; 3= estomago al 75% de llenado; y 4= estomago al 100% de llenado.

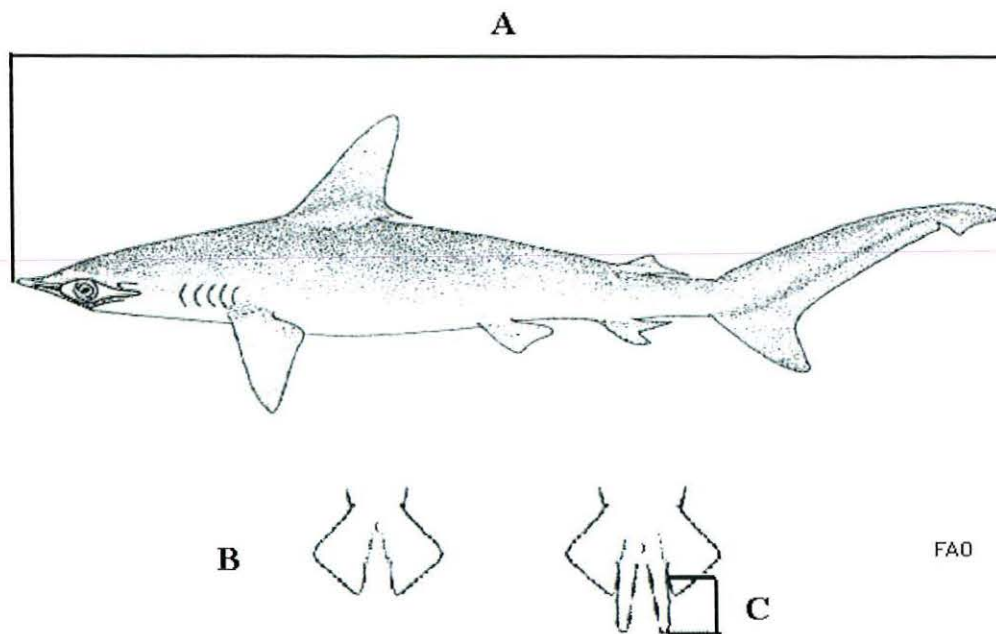


FIG. 5 A) Longitud total, B) Órganos sexuales (Hembra), C) Longitud mixopterigio (Machos)

El contenido estomacal se almacenó en bolsas de plástico, previamente etiquetadas con los datos de localidad de muestreo, fecha, especie y número de ejemplar. Posteriormente fueron fijadas en una solución de formaldehído al 10% y colocados en cubetas para su transporte y posterior análisis en el Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en la ciudad de La Paz, Baja California Sur.

8.2 Trabajo de laboratorio

8.2.1 Análisis taxonómico

Durante el análisis del contenido estomacal se procedió a separar las diferentes especies presa de acuerdo al grupo taxonómico, identificándose hasta el mínimo taxón posible, dependiendo del estado de digestión. Para esto se les asignó el estado de digestión donde:



Edo. 1: a aquellas presas que eran identificables por presentar un estado de digestión no avanzado.

Edo. 2: a los organismos con pérdida de alguna estructura corporal (e.g. peces sin escamas, etc).

Edo. 3: fue considerado a presas que solo presentaban vértebras o partes aisladas del cuerpo.

Edo. 4: se le asignó a la presencia de estructuras rígidas muy poco digeribles de las presas como otolitos en peces, picos de cefalópodos, etc. En este estado también se consideró la materia orgánica no identificada (MONI).

La determinación taxonómica para los peces se realizó por medio del esqueleto axial y apendicular. Para identificar los restos de peces se utilizaron los trabajos de Clothier (1950) y Miller y Jorgensen (1973) para conteos vertebrales; para placas hipúricas, se usaron las claves de Monod (1968). Asimismo se utilizó la colección de esqueletos de peces del Laboratorio de Ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Mientras que para organismos con nulo o poco estado de digestión, se utilizaron las claves de Miller y Lea (1972), Walker y Rosenblatt (1988), Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.* (1995) y Thomson *et al.* (2000).

Para la identificación de los moluscos cefalópodos se utilizó las claves de mandíbulas de cefalópodos basándose en los trabajos de Clarke (1962, 1986) e Iverson y Pinkas (1971) y Wolff (1982, 1984).

Debido a que los cefalópodos presentan una musculatura blanda, son presas de rápida digestión, por lo cual su identificación se realiza por medio de su aparato mandibular o pico, que en la mayoría de las veces es el pico inferior, que es el que se encuentra con mayor frecuencia. Por este inconveniente los datos gravimétricos se encuentran sesgados, ya que el peso del pico no es proporcional al peso de todo el organismo.



Por ello se utilizó el trabajo de Wolff (1984), el cual registra algunas medidas de la mandíbula (longitud del rostro (LR) con el fin de retrocalcular la longitud del manto y el peso de los calamares. Esta medida fue utilizada tanto para el pico inferior como para el superior, aunque en este estudio sólo se utilizó el pico inferior para realizar el retrocálculo, debido a que esta estructura se encontró en todas las muestras analizadas.

Asimismo esta medida puede seguirse registrando aunque el pico se encuentre en estado de digestión avanzada o muy dañada.

El análisis del peso de las especies de cefalópodos se efectuó mediante la formula:

$$\ln Wt = cte + \ln (\text{medida del pico}) * cte$$

Ln= logaritmo natural

Para los calamares presentes en los estómagos, las fórmulas utilizadas fueron las siguientes:

<i>D. gigas</i> →	$\ln w = 2,18 + 2,487 \ln r$
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i> →	$\ln w = -0,194 + 3,56 \ln r$
<i>Abraliopsis affinis</i> →	$\ln w = 0,665 + 2,1 \ln r$
<i>Onychoteuthis banksii</i> →	$\ln w = 0,58 + 3,70 \ln r$
<i>Thysanoteuthis rhombus</i> →	$\ln w = 2,855 + 3,70 \ln r$
<i>Pholidoteuthis boschmai</i> →	$\ln w = 0,976 + 2,83 \ln r$
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i> →	$\ln w = 0,892 + 3,0 \ln r$

Donde r = longitud rostral del pico inferior



8.3 MÉTODOS CUANTITATIVOS DE ANÁLISIS

En el análisis cuantitativo de los contenidos gástricos se utilizaron los siguientes métodos de acuerdo a Pinkas *et al.* (1971) y Hyslop (1980):

8.3.1 Método de Frecuencia de Ocurrencia (FO).

Se registró el número de estómagos en los cuales apareció un determinado tipo de presa. Los resultados se expresaron como porcentaje de una especie con respecto al número total de estómagos con alimento.

$$FA = N / NE * 100$$

Donde:

N = Número de estómagos en el cual apareció un determinado tipo de presa.

NE = Número total de estómagos con alimento.

8.3.2 Método Numérico (N).

Se registró numéricamente las presas encontradas en un estómago a nivel de clase, orden, familia o especie. Al analizar los estómagos, se obtuvo el número total de organismos de cada categoría y se expresaron en porcentaje.

$$\% N = (N * 100) / NT$$

Donde:

N = Número total de presas de una determinada especie.

NT = Número total de presas de todas las especies.



8.3.3 Método Gravimétrico (P).

Se obtuvo información de la biomasa de las presas consumidas. Cada tipo de alimento fue separado y fue pesado en una balanza granataria. El peso fue referido al peso total estimado para la totalidad de presas encontradas en los estómagos y se expresó como un porcentaje del mismo.

$$\%W = (W * 100) / WT$$

Donde:

W = Peso (en gramos (g)) de un determinado tipo de alimento (especies).

WT = Peso total de las presas de todas las especies.

8.3.4 Índice de Importancia Relativa (IIR).

Este índice incorpora los métodos anteriores por medio de la siguiente fórmula, la cual se basa y se expresa en porcentajes:

$$IIR = (\%P + \%N) * \%FA$$

Donde:

P= Peso.

N= Número de organismos.

FA= Frecuencia de aparición.

Este método combinado se utilizó con la finalidad de valorar de una manera integral la importancia de cada tipo de alimento en la dieta de las especies (Hyslop, 1980).

Para la determinación de los intervalos de tallas se utilizaron los valores de longitud total y para determinar el número de intervalos se usó la regla de Sturges (Daniel, 1997). Una vez obtenido el número de intervalos de clase se procedió a determinar la amplitud de éstos, de acuerdo a Daniel (1997).



8.4. INDICES ECOLOGICOS

8.4.1 INDICE DE LEVIN

Se calculó la amplitud de la dieta (B_i), utilizando el índice estandarizado de Levin (Hurlbert, 1978; Krebs, 1999) a partir de los valores obtenidos de N absoluto. Este índice asume los valores de 0 a 1. Cuando los valores de B_i son menores de 0.6, el depredador se considera especialista, lo que indica que utiliza un número bajo de recursos y presenta una preferencia por ciertas presa.

Cuando los valores son cercanos a uno (>0.6), su espectro es generalista, es decir, utiliza todos los recursos sin ninguna selección (Krebs, 1999).

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left\{ \left(\frac{1}{\sum j P_{ij}^2} \right) - 1 \right\}$$

Donde:

B_i = Índice de Levin para el depredador i .

P_{ij} = Proporción de la dieta del predador i que utiliza la presa j .

n = Número de categorías de las presas.

8.4.2 INDICE DE MORISITA-HORN

Para evaluar la sobreposición de dietas entre tallas (juveniles-adultos) y sexos para cada zona, se aplicó el índice de Morisita-Horn al método numérico absoluto (Smith y Zaret, 1982). Este índice varía entre cero cuando las dietas son completamente distintas y a uno, cuando las dietas son idénticas. Considerando como una sobreposición biológicamente significativa o alta cuando el valor excede a 0.60; de 0.30 a 0.59 una sobreposición media y de 0.0 a 0.29 se considera que hay baja sobreposición (Langton, 1982).



$$C\lambda = 2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} \times P_{yi}) / (\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2)$$

Donde:

$C\lambda$ = Índice de Morisita-Horn de sobreposición entre depredador x y depredador y .

P_{xi} = Proporción de la presa i del total de presas usadas por el depredador x .

P_{yi} = Proporción de la presa i del total de las presas usadas por el depredador y .

n = Número total de presas.

9. RESULTADOS

Se capturaron un total de 136 tiburones de los cuales 71 eran hembras (53 %) y 65 machos (45%) y 3 con sexo indefinido (2%). La longitud total oscilo entre 63 cm la menor y 283 cm. la longitud mayor con un promedio de 149.6 cm. En cuanto a localidades en la tabla 2 se registra lo encontrado en el estudio. Para los muestreos anuales, se registro solo un tiburón para el 2000 en el mes de enero, siendo este el único dato de ese año: En el 2001 se analizaron 24 organismos en los meses de febrero, mayo, junio, julio y noviembre. Durante el 2002 se registraron 7 organismos en los meses de febrero, marzo, agosto y noviembre, para el 2003 se encontraron 7 organismos en los meses de enero y octubre y 9 organismos en los meses de febrero, junio y agosto del 2004.



Tabla 1. Numero de tiburones *Sphyrna zygaena* encontrados en los muestreos anuales.

# DE ORGANISMO	MES	AÑO
1	ENERO	2000
3	FEBRERO	2001
1	MAYO	2001
1	JUNIO	2001
3	JULIO	2001
16	NOVIEMBRE	2001
2	FEBRERO	2002
2	MARZO	2002
1	AGOSTO	2002
2	NOVIEMBRE	2002
6	ENERO	2003
1	OCTUBRE	2003
1	FEBRERO	2004
1	JUNIO	2004
7	AGOSTO	2004

De los 48 estómagos con alimento, el porcentaje de presas incluyo a peces (1.31%), crustáceos (0.02%) y cefalópodos (98.6%), las cuales fueron las presas más frecuentes.

9.1 Espectro trófico general del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en B.C.S.

Se analizaron un total de 136 estómagos, de los cuales 88 estaban vacíos (64 %) y 48 contenían alimento (35%).



Tabla 2. Número de estómagos de *Sphyrna zygaena* analizados en B.C.S durante el periodo enero del 2000 a agosto del 2004.

Localidades	Total de estómagos	Estómagos llenos	Estómagos vacíos
Golfo de California			
El Mogote	1	1	0
El Portugués	17	3	14
El Sauzoso	26	3	23
El Pardito	6	0	6
Pta. Arenas	4	0	4
Sta Maria	16	16	0
Costa Occidental			
Las Barrancas	10	6	4
Pta. Belcher	41	12	29
Pta. Lobos	8	4	4
Puerto viejo	3	0	3
San Lázaro	4	3	1
TOTAL	136	48	88

En cuanto al porcentaje de repleción presente en los estómagos con alimento según Stilwell y Kholer (1982), en la categoría 1 fue del 2%, en la categoría 2 fue de 17%, en la categoría 3 de 21% de frecuencia y para la categoría 4 fue del 59%.

El espectro trófico se caracterizo por 23 presas diferentes: 13 peces, 9 cefalópodos y una especie de crustáceo, lo que corresponde a 9 familias de cefalópodos, 13 familias de peces y una de crustáceo.

El peso total de las presas fue de 472.501gr. Las especies de cefalópodos que presentaron mayor porcentaje en peso fueron la especie *Dosidicus gigas* (70%) la especie *Onychoteuthis banksii* (13%), *Sthenoteuthis oualaniensis* (12%) y *Ancistrocheirus lesueurii* (4%).



Para las especies de peces fueron *Sardinops caeruleus* (0.1%) y *Synodus evermanni* (0.05%) (Fig.6-A).

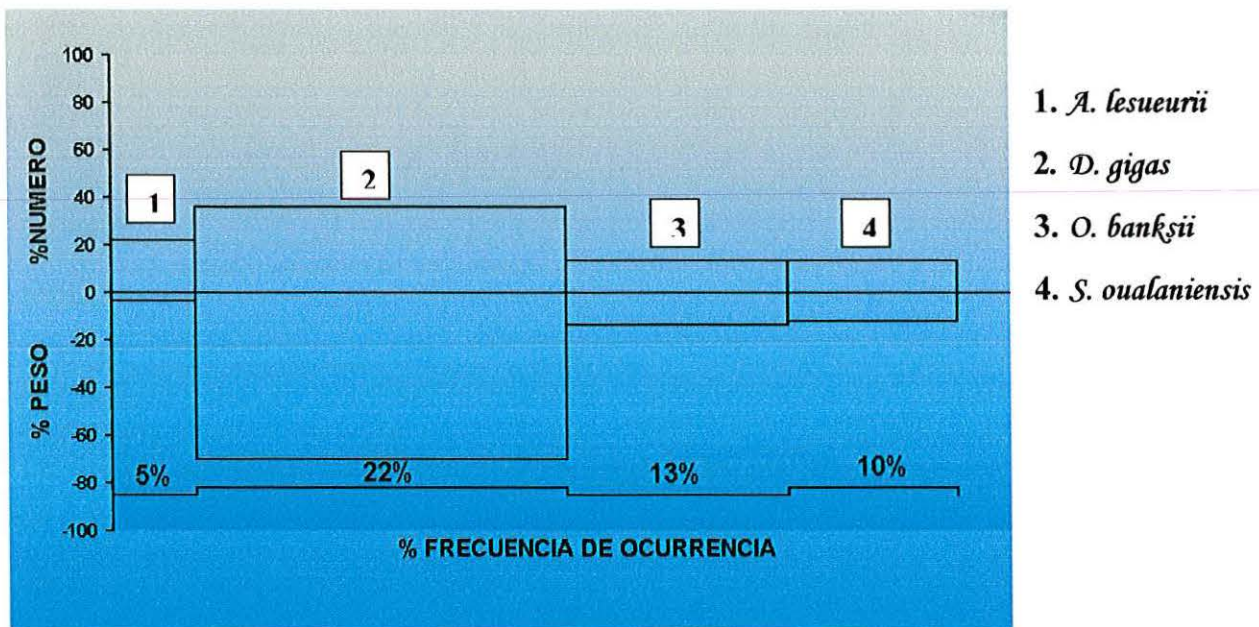
Aplicando el método numérico, se registraron 301 organismos presa. Las especies de calamares fueron: *D. gigas* (36%), *A. lesueurii* (22%), *S. oualaniensis* (13%), *O. banksii* (13%), los peces fueron *S. caeruleus* (4%) y *S. evermanni* (2%) (Fig.6-A).

Las especies presas más frecuentes en los estómagos de *Sphyrna zygaena* fueron los cefalópodos: *D. gigas* (22%), *O. banksii* (13%), *S. oualaniensis* (10%), y *A. lesueurii* (5%) (Fig.6-A).

De acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IIR) las especies más importantes fueron: *Dosidicus gigas* (75 %), *O. banksii* (11 %), *S. oualaniensis* (8 %) y *A. lesueurii* (4 %) (Fig.6-B).



A)



B)

%IIR GENERAL

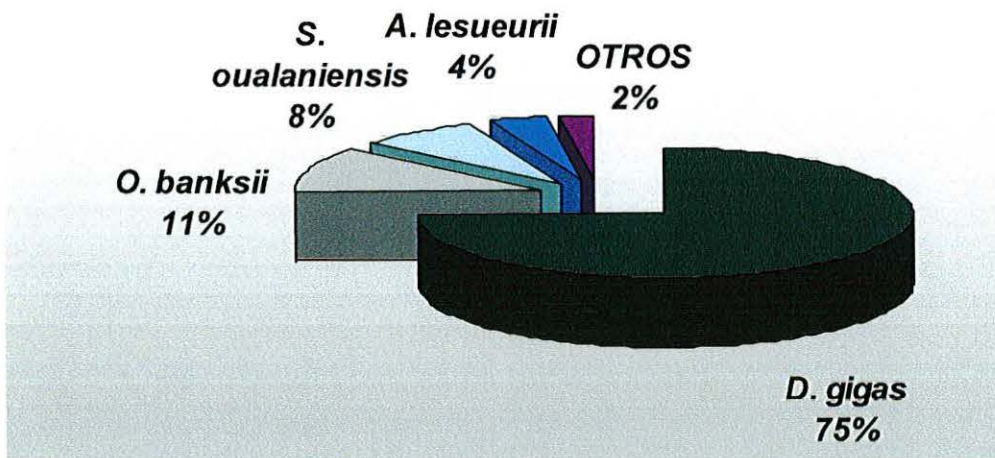


Figura. 6 A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de *Sphyrna zygaena* para el área de Baja California Sur.



TABLA 3. Espectro trófico general del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Restos de cefalopodo	1	0.33	55.42	0.01	1	2.0	0.70	0.01
<i>Octopodotheuthis sicula</i>	1	0.33	470.1	0.10	1	2.0	0.88	0.01
<i>Pholidotheuthis boschmai</i>	3	1.00	224.2	0.05	3	3.0	3.1	0.10
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0.33	2348.	0.50	1	2.0	1.69	0.03
<i>Vampyrotheuthis infernalis</i>	1	0.33	1.5	0.00	1	2.0	0.68	0.01
<i>Abraliopsis affinis</i>	4	1.33	13.9	0.00	2	2.0	2.64	0.09
<i>Gonatus californiensis</i>	2	0.66	71.7	0.02	1	2.0	1.39	0.02
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	66	22	168.9	4	5	10	126	4
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	40	13	560	12	10	10	249	8
<i>Onychoteuthis banksii</i>	40	13	632	13	13	13	343	11
<i>Dosidicus gigas</i>	109	36	331.6	70	22	22	2315	75
Argonautidae	2	0.66	2	0.00	2	2	1.3	0.04
OSTEICHTHYES								
Peces	1	0.33	18.37	0.00	1	1	0.33	0.01
<i>Sardinops caeruleus</i>	11	3.65	315.5	0.07	10	10	37	1.2
<i>Brotula sp.</i>	1	0.33	26.8	0.01	1	2.0	0.33	0.01
<i>Synodus evermanni</i>	6	1.99	245.6	0.05	5	5	10	0.33
Carangidae	1	0.33	7.8	0.00	1	2.0	0.34	0.01
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0.33	551.3	0.12	1	2.0	0.44	0.01
<i>Diplctrum sciurus</i>	1	0.33	50.8	0.01	1	2.0	0.34	0.01
<i>Fodiator acutus</i>	1	0.33	229.9	0.05	1	2.0	0.44	0.01
<i>Gerres cinereus</i>	1	0.33	45.0	0.01	1	2.0	0.34	0.01
<i>Hippoglossina stomata</i>	1	0.33	116.7	0.02	2	4.0	0.71	0.02
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	0.33	29.0	0.01	1	2.0	0.69	0.01
<i>Mugil cephalus</i>	1	0.33	431.9	0.09	7	14	2.94	0.09
<i>Strongylura exilis</i>	1	0.33	2.0	0.00	1	1	0.33	0.01
ARTROPODA								
Orden Isopoda	1	0.33	2.0	0.00	1	2.0	0.68	0.01
TOTALES	301	100	4730	100	101		3099.3	100



9.2 Espectro trófico para Hembras.

De las 72 hembras que se capturaron, 26 estómagos presentaron alimento (36%) y 46 estómagos estaban vacíos (64%). El análisis que se llevó a cabo para el contenido estomacal en hembras tuvo una representatividad por las especies de cefalópodos con un 98.6 %, peces 0.62%, y los crustáceos 0.02%.

El peso total del contenido estomacal de las hembras fue de 3320.3 gr. representado principalmente por cefalópodos: *D. gigas* (70.4 %), *O. banksii* (17.8%), *A. lesueurii* (5.0%) y *S. oualaniensis* (5.5%).

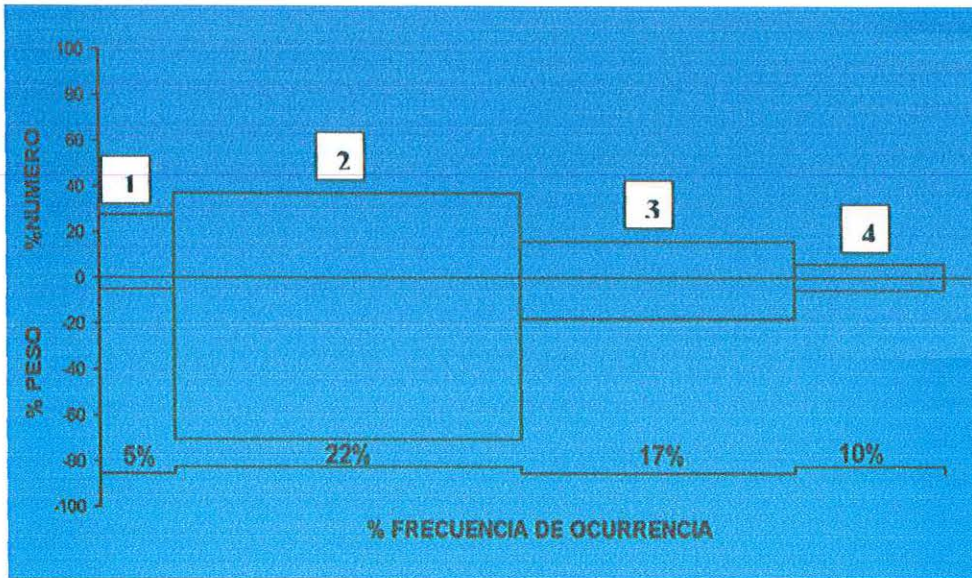
En el método numérico se reportaron 233 presas, compuestas principalmente por los cefalópodos, las especies fueron *D. gigas* (36%), *O. banksii* (15%), *A. lesueurii* (27%) y *S. oualaniensis* (6.0%). En segunda instancia están los peces compuestos por la especie *S. caeruleus* (2%), *S. evermanni* (1%), *S. japonicus* (1%) (Fig. 7-A).

La frecuencia de ocurrencia se caracterizó primeramente por los cefalópodos, seguida por los peces y crustáceos. Las especies de cefalópodos más frecuentes son *D. gigas* (22%), *O. banksii* (17%), *S. oualaniensis* (10%) y *A. lesueurii* (5%) (Fig.7-A).

El Índice de Importancia Relativa (IIR) muestra las especies presa más importantes las cuales son: *D. gigas* (72 %), *O. banksii* (18%), *A. lesueurii* (5%), *S. oualaniensis* (3%) (Fig. 7-B).



A)



1. *A. lesueurii*
2. *D. gigas*
3. *O. banksii*
4. *S. oualaniensis*

B)

HEMBRAS % IIR

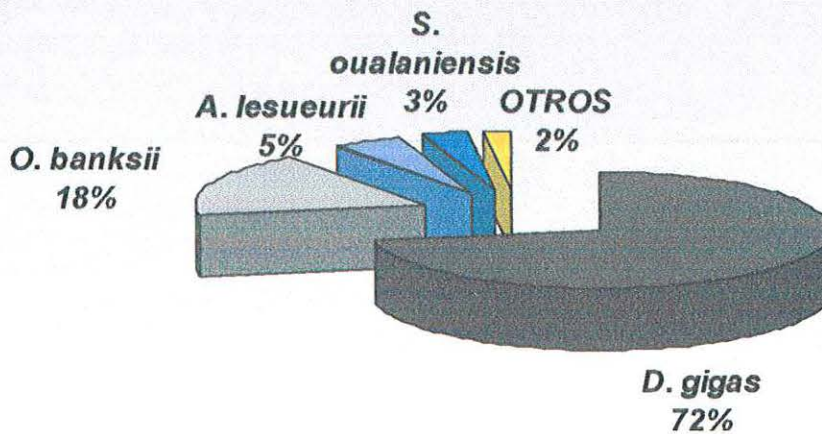


Figura 7. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de hembras de *Sphyrna zygaena* para Baja California Sur.



Tabla 4. Espectro trófico para hembras del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	2	1	470	0.1	5	5	5	0.05
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	2	1	162	0.05	2	10	2.9	0.09
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0.4	234.83	0.71	1	5	1.8	0.05
<i>Vampyrotheuthis infernalis</i>	1	0.43	1.5	0.00	1	5	0.7	0.02
<i>Abraliopsis affinis</i>	4	2	14	0.004	2	10	5.5	0.17
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	64	27	165.49	5	3	5	154.5	5
<i>Dosidicus gigas</i>	86	37	233.87	70	14	22	2383	72
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	14	6	181.89	5	6	10	109.3	3
<i>Onychoteuthis banksii</i>	37	16	592.62	18	11	17	588.4	18
Argonautidae	1	0.4	1	0.00	1	5	2	0.02
OSTEICHTHYES								
<i>Sardinops caeruleus</i>	5	2	144	0.04	4	19	42	0.42
<i>Synodus evermanni</i>	3	1	129	0.04	3	14	19	0.19
Carangidae	1	0.4	8	0.00	1	5	2	0.02
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0.4	1	0.00	1	5	2	0.02
<i>Scomber japonicus</i>	2	1	215	0.06	2	10	9	0.09
<i>Fodiator acutus</i>	1	0.4	230	0.07	1	5	2	0.02
<i>Hippoglossina stomata</i>	1	0.4	69	0.02	2	10	4	0.04
<i>Strongylura exilis</i>	1	0.33	1.98	0.00	1	2	0.68	0.01
ARTROPODA								
<i>Farfantepenaeus</i>	1	0.4	10	0.00	1	5	2	0.02
MONI	6	3	363	0.01	6	10	77	1
TOTALES	233	100	3320.36	100	63		3301	100



9.3 Espectro trófico para Machos

De los 65 machos muestreados, se encontraron 46 estómagos sin alimento (33%) y 19 con alimento (14%). El contenido estomacal en machos estuvo representado por los cefalópodos con el 93% del contenido, seguido de los peces con 7%.

El peso total para los estómagos fue de 1301.5 gr. este se encuentra integrado principalmente por los cefalópodos con las especies *D. gigas* (70 %), *S oualaniensis* (29%).

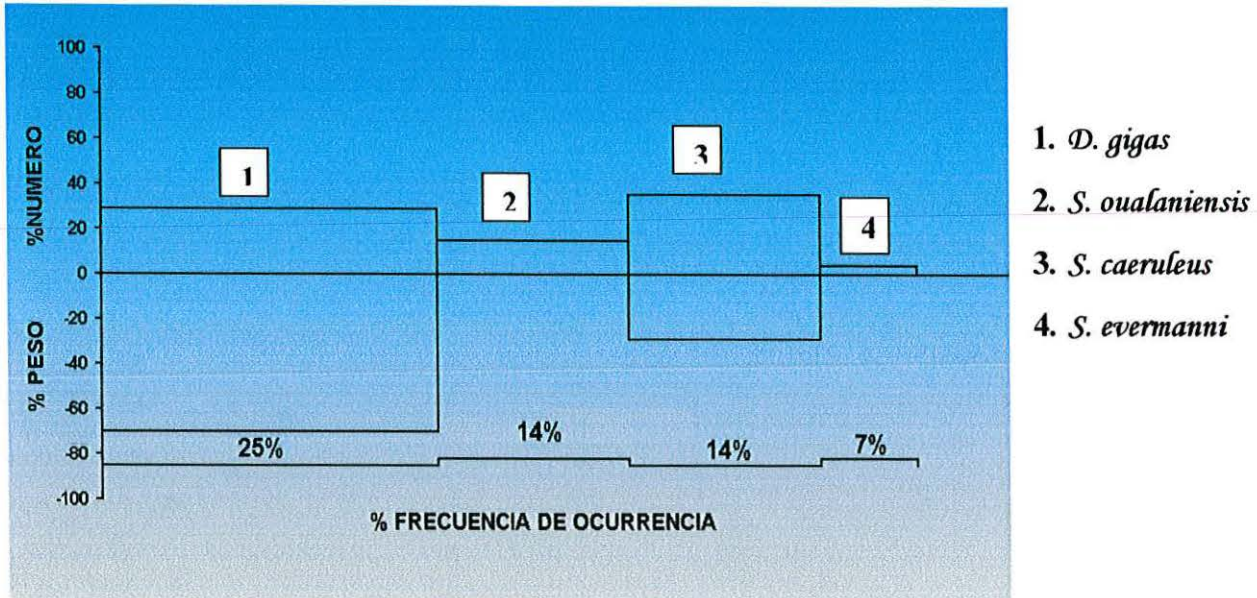
Para el método numérico se reportaron solo 74 especies presa, de las cuales las principales fueron cefalópodos, compuesto por la especies: *S oualaniensis* (35%), *D. gigas* (28 %) y los peces con 18 %, con las especies: *S. caeruleus* (15%), y *S. evermanni* (4%).

En la frecuencia de ocurrencia se observa que las especies principales que lo conforman son los cefalópodos, seguido por los peces. Para las especies de cefalópodos están: *D. gigas* (25%), *S oualaniensis* (14%), *A. lesueurii* (7%), *G. californiensis* (4%), *P. boschmai* (4%), *O. banksi* (4%), *Argonauta sp.* (4%). Las especies de peces son: *S. caeruleus* (14%), *S. evermanni* (7%) (Fig 8-A).

El índice de importancia relativa (IIR) se compone principalmente por las especies de cefalópodos *D. gigas* (67%), *S oualaniensis* (25%), y para las especie de peces esta: *S. caeruleus* (6%) y otras especies de menor importancia ocupando el 3% (Fig 8-B).



A)



B)

MACHOS %IIR

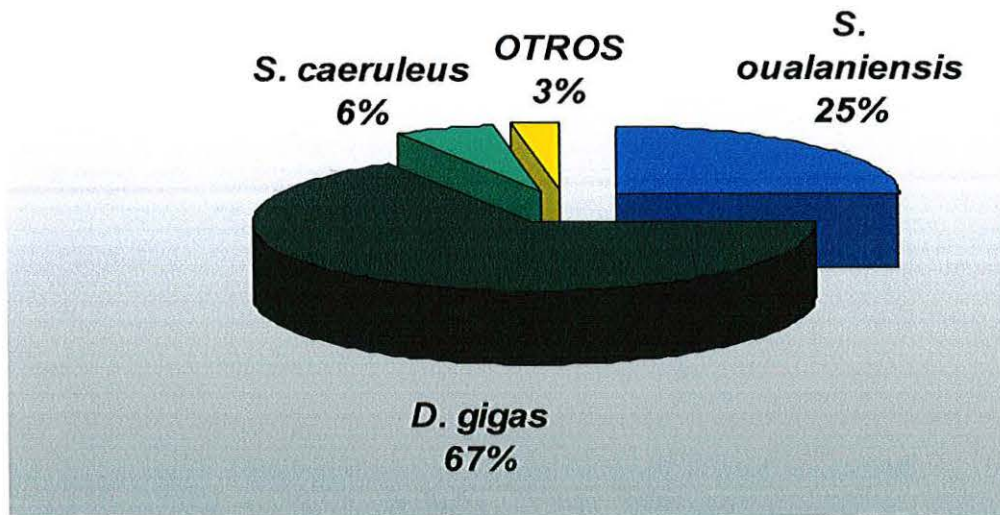


Figura 8. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de Machos de *Sphyrna zygaena* para el área de Baja California Sur.



Tabla 5. Espectro trófico para machos del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Restos de cefálopodo	1	1	55	0.04	1	4	5	0.1
<i>Pholidotheuthis boschmai</i>	1	1	62	0.05	1	4	5	0.01
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	2	3	347	0.3	2	7	21	0.06
<i>Dosidicus gigas</i>	21	28	91.9	70	7	25	2469	67
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	26	35	377.7	29	4	14	923	25
<i>Gonatus californiensis</i>	2	3	72	0.01	1	4	10	0.03
<i>Onychoteuthis banksii</i>	1	1	352	0.27	1	4	6	0.2
<i>Argonautidae</i>	1	1	1	0.00	1	4	7	0.01
OSTEICHTHYES								
Esqueleto no identif.	1	1	18	0.01	1	4	5	0.1
<i>Sardinops caeruleus</i>	11	15	134	0.01	4	14	217	25
<i>Synodus evermanni</i>	3	4	117	0.01	2	7	30	1
<i>Diplctrum sciurus</i>	1	1	51	0.04	1	4	5	0.1
<i>Brotula sp.</i>	1	1	27	0.02	1	4	5	0.1
<i>Gerres cinereus</i>	1	1	45	0.03	1	5	5	0.1
TOTALES	73	100	1301.49	100	28		3711	100



Espectro trófico en adultos.

De los 34 adultos muestreados solo cinco se encontraron con alimento, ocupado principalmente por los cefalópodos con el 100% de todo el contenido.

Del total de estómagos con alimento se obtuvo un peso de 1488.6 gr., integrado principalmente por cefalópodos de las especies principales *D. gigas* (48%), *O. banksii* (35%), *A. lesueurii* (11%), y *S. oualaniensis* (4%).

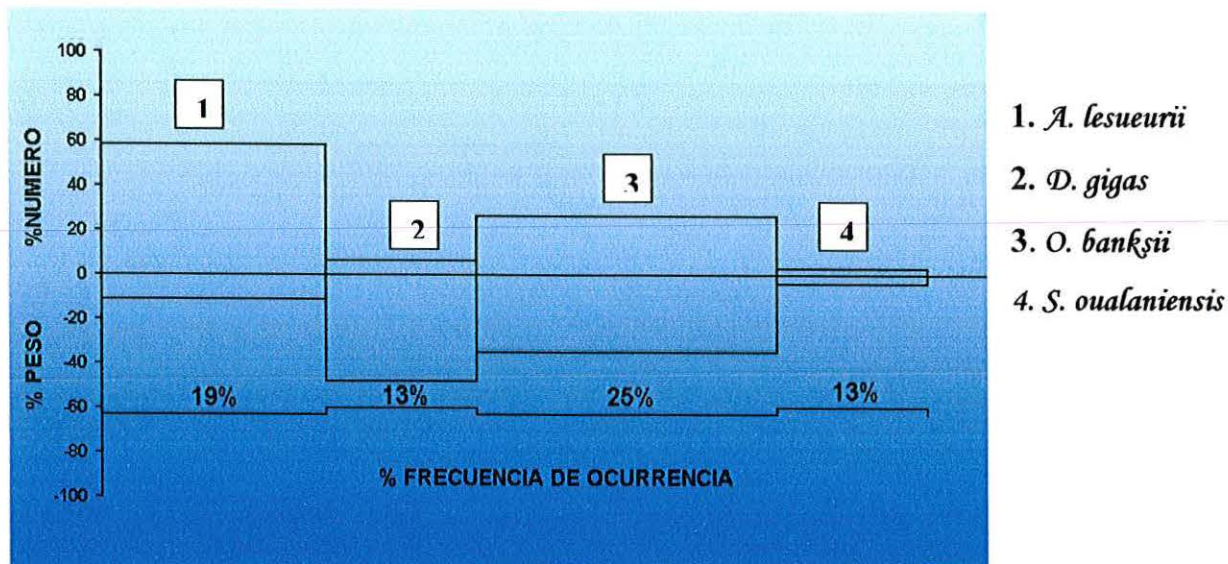
Aplicando el método numérico se reportaron 109 especies de cefalópodos conformado por las especies *A. lesueurii* (59%), *O. banksii* (27%), *D. gigas* (6%) y *S. oualaniensis* (3%).

La frecuencia de ocurrencia indica que los cefalópodos fueron los más importantes con la especie *O. banksii* (25%), *A. lesueurii* (19 %), *D. gigas* (13%) y *S. oualaniensis* (13%) (Fig. 9-A)

El índice de importancia relativa (IIR) está conformado por los cefalópodos, enlistado por las especies más importantes: *A. lesueurii* (36 %), *O. banksii* (42%), y en conjunto las otras especies (22%) (Fig.9-B)



A)



B)

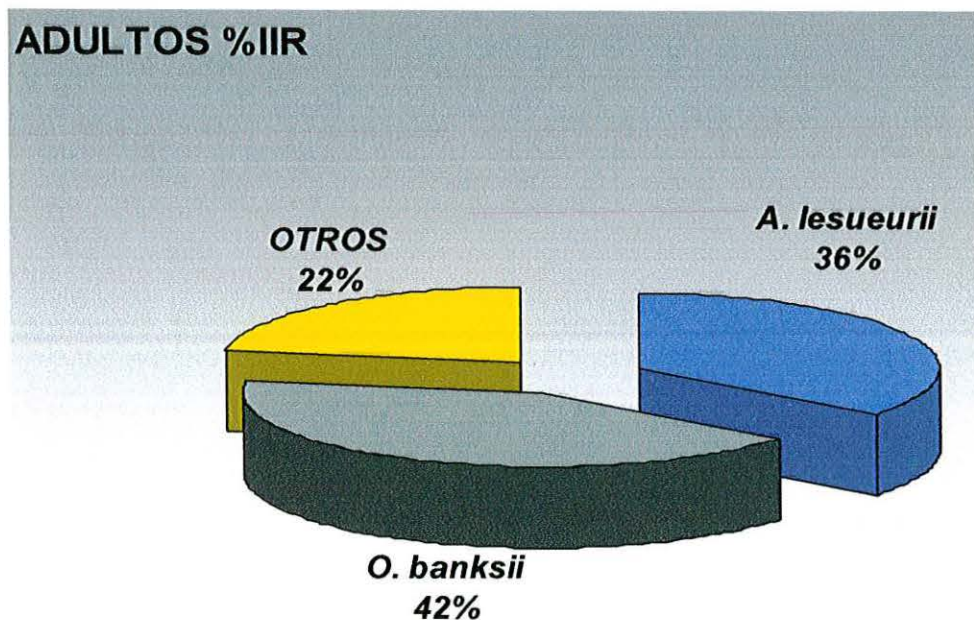


Figura 9. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de adultos de *Sphyrna zygaena* para el área de Baja California Sur.



Tabla 6. Espectro trófico para adultos del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Phiofidotheuthis boschmai</i>	2	2	162	0	2	13	24.3	0.7
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	64	59	165.4	11	3	19	1309	36
<i>Dosidicus gigas</i>	7	6	714.4	48	2	13	680	19
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	3	3	57.6	4	2	13	83	2
<i>Onychoteuthis banksii</i>	29	27	52.2	35	4	25	1540	42
<i>Octopodotheuthis sicala</i>	2	2	470	0.00	1	6	13	0.4
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	1	234.3	2	1	6	16	0.4
<i>Vampyrotheuthis infernalis</i>	1	1	1.5	0	1	6	6	
TOTALES	109	100	1488.6	100	16		3672	100



Espectro trófico en juveniles

El número total de estómagos con alimento para los juveniles fueron 30 con un peso total de 3140.7 gr. los cuales están representados por cefalópodos con el 99 % y seguido de los peces con el 0.1%. Las especies de cefalópodos son *D. gigas* (81%), después *S. oualaniensis* (16 %), *O. banksii* (2%). En peces está la especie *S. caeruleus* (0.1%).

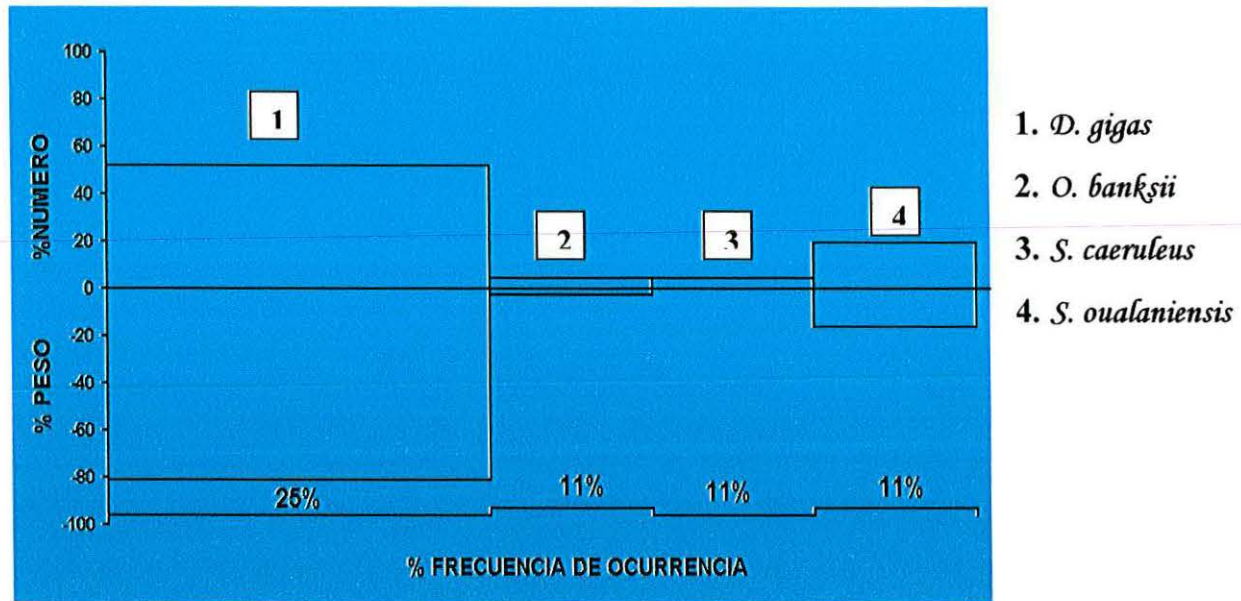
En cuanto al método numérico se reportaron 197 presas, ocupando *D. gigas* (51%), después *S. oualaniensis* (19%), *O. banksii* (5%); de los peces están *S. caeruleus* (5%), *M. cephalus* (4%) y *S. evermanni* (3%) (Fig. 10-A).

La frecuencia de ocurrencia de las especies en juveniles esta compuesta principalmente por los cefalópodos y después los peces. Las especies de cefalópodos son *D. gigas* (25%), *S. oualaniensis* (11%), *O. banksii* (11%); de los peces están *S. caeruleus* (11%), *M. cephalus* (9%) y *S. evermanni* (7 %) (Fig. 10-A).

Para el índice de importancia relativa (IIR) se observaron que las especies más importantes son los cefalópodos *D. gigas* (85%), *S. oualaniensis* (9 %), *O. banksii* (2%); los peces *S. caeruleus* (1%) (Fig. 10-B).



A)



B)

JUVENILES %IIR

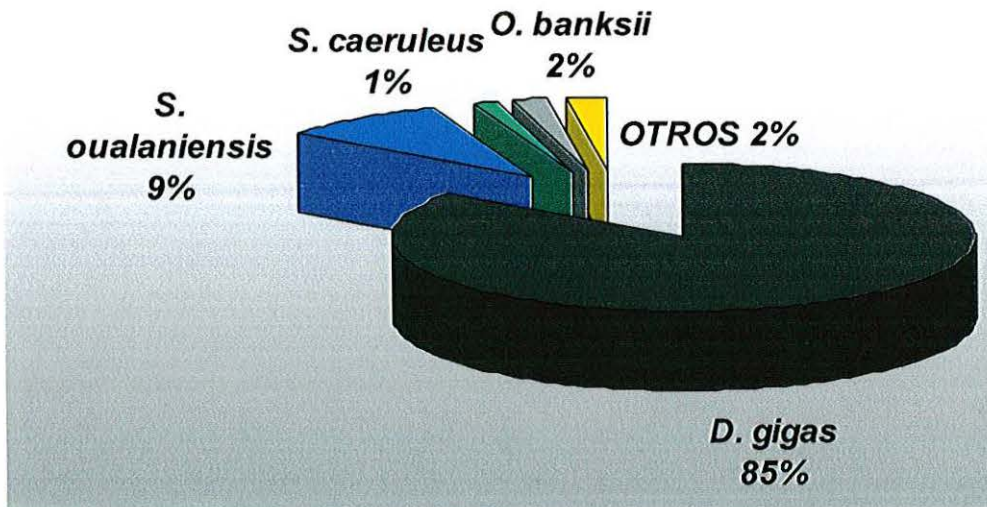


Figura 10. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos de Juveniles de *Sphyrna zygaena* para el área de Baja California Sur.



Tabla 7. Espectro trófico para juveniles del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Restos de cefálopodo	1	0.51	55.42	0.01	1	3.3	1.8	0.02
<i>Pholidotheuthis boschmai</i>	1	0.51	62.3	0.02	1	3.3	1.8	0.02
<i>Abraaliopsis affinis</i>	4	2.04	13.9	0.00	2	3	5.5	0.14
<i>Gonatus californiensis</i>	2	1.02	71.7	0.02	1	3.3	3.5	0.04
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	2	1.02	347	0.11	2	3	3.0	0.08
<i>Dosidicus gigas</i>	100	51	253.5	81	19	25	3321	85
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	37	18.9	501.9	16	8	11	371	9.5
<i>Onychoteuthis banksii</i>	9	4.6	749.1	2.4	8	11	75	1.9
<i>Argonautidae</i>	1	0.51	1.0	0.00	1	1	0.7	0.02
OSTEICHTHYES								
Peces	1	0.51	18.4	0.01	1	1	0.7	0.02
<i>Sardinops caeruleus</i>	9	4.6	277.8	0.09	8	11	50.4	1.27
<i>Brotula sp.</i>	1	0.51	26.8	0.01	1	1	0.7	0.02
<i>Synodus evermanni</i>	6	3.0	245.6	0.08	5	7	21	0.53
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0.51	551.3	0.18	1	1	0.9	0.02
<i>Diplectrum sciurus</i>	1	0.51	50.83	0.02	1	1	0.8	0.02
<i>Fodiator acutus</i>	1	0.51	229.9	0.07	1	1	0.7	0.02
<i>Gerres cinereus</i>	1	0.51	45.0	0.01	1	1	0.7	0.02
<i>Hippoglossina stomata</i>	2	1.02	68.7	0.02	2	3	2.9	0.07
<i>Mugil cephalus</i>	7	3.6	431.9	0.14	7	9	35	0.88
<i>Scomber japonicus</i>	2	1.02	215.5	0.07	2	3	2.8	0.07
ARTROPODA								
Isopodo	1	0.51	2.0	0.00	1	1	0.7	0.02
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	1	0.51	9.7	0.00	1	1	0.7	0.02
TOTALES	192	100	3139.44	100	76		3897	100



9.6 Espectro trófico por localidades.

9.6.1 EL MOGOTE.

Para la localidad del Mogote solo se reporto un estómago, compuesto principalmente por peces. El peso total fue 152.19 gr.

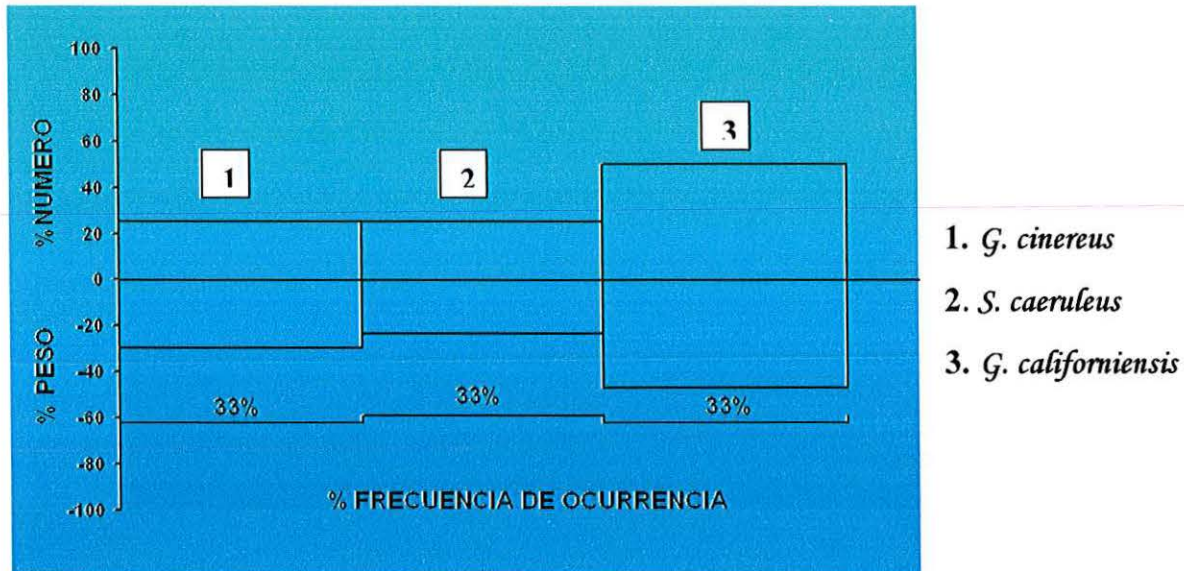
En el método numérico se reporta para las especies *Gerres cinereus* y *Sardinops caeruleus* un organismo para cada especie presa (50%), para la especie de calamar *Gonatus californiensis* 2 organismos (50%) (Fig.11-A)

La frecuencia de ocurrencia esta compuesta por las tres especies de presa (33%) (Fig.11-A)

En el índice de importancia relativa (IIR) se encuentra en primer lugar la especie de pez *Gerres cinereus* con 99 % y las especies *Sardinops caeruleus* y *Gonatus californiensis* con el 1% (Fig.11-B)



A)



B)

EL MOGOTE %IIR

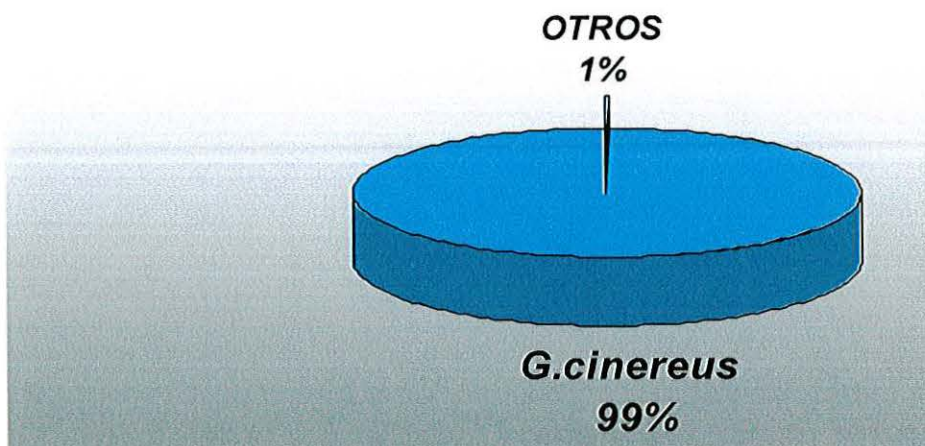


Figura 11. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad del Mogote para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 8. Espectro trófico de la localidad del Mogote para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
<i>MOLLUSCA</i>								
<i>Gonatus californiensis</i>	2	50	71.7	47.1	1	33	3	0.01
<i>OSTEICHTHYES</i>								
<i>Gerres cinereus</i>	1	25	45	29.6	1	33	1819	99.8
<i>Sardinops caeruleus</i>	1	25	35.5	23.3	1	33	1.5	0.01
TOTALES	4	100	152.2	100	3		1823	100



9.6.2 EL PORTUGUÈS

Para esta localidad se registraron en total 17 estómagos de los cuales solo 3 estómagos estaban llenos.

El peso total fue de 2940.1 gr. compuesto principalmente por los cefalópodos: *O. banksii* (98%) y *A. affinis* (1.0%), y por los peces con el 1.0% representado por la especie *S. caeruleus* (1.0%),

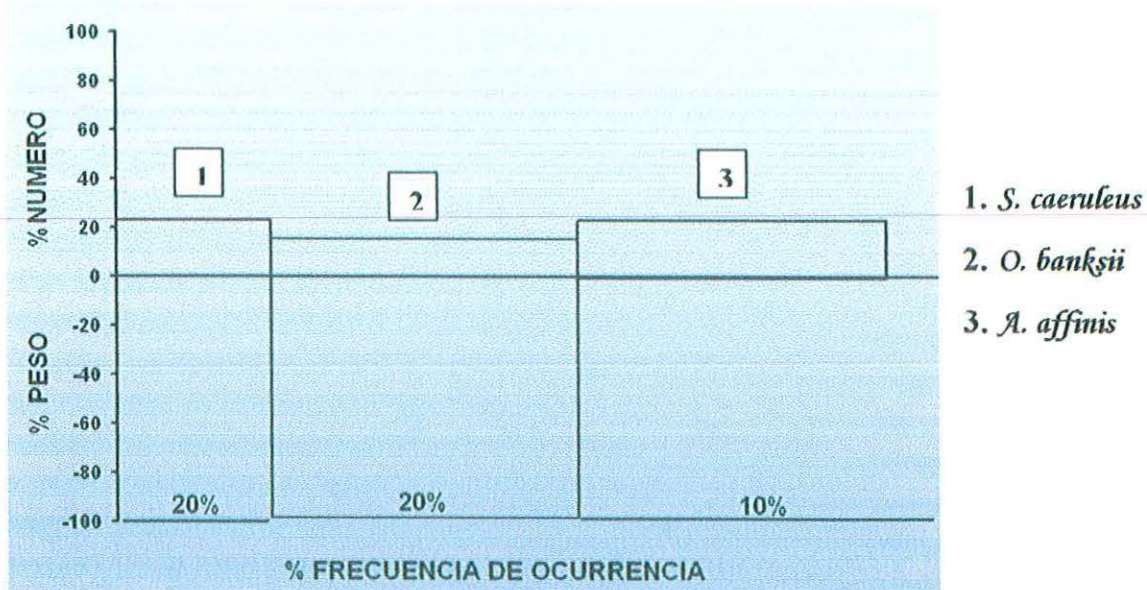
Para el método numérico se reportan 13 especies presas de las cuales las que más aportan especies son los cefalópodos, de las cuales *A. affinis* (23.1%), fue la más abundante después *O. banksii* (15.4%), *D. gigas* (7.7%), los peces el 6% con las especies *S. caeruleus* (23.1%), *Carangidae* (7.7%), *S. exilis* (7.7%), *S. evermanni* (7.7%) y los *Argonautas* spp. con el 1%. (Fig. 12-A)

La frecuencia de ocurrencia esta compuesto por cefalópodos, los cuales son *A. affinis* (10%), *O. banksii* (20%), *D. gigas* (10%) y *Argonautas* spp. con el 1%, después los peces con 5% incluyendo: *Carangidae* (10%), *S. exilis* (10%), *S. caeruleus* (10%) (Fig. 12-A).

Con el índice de importancia relativa (IIR) se registran la especie *O. banksii* (56%), después *A. affinis* (12%), al igual que el pez *S. caeruleus* (12%) y otros que incluye a las demás especies menos importantes (20%) (Fig. 12-B).



A)



B)

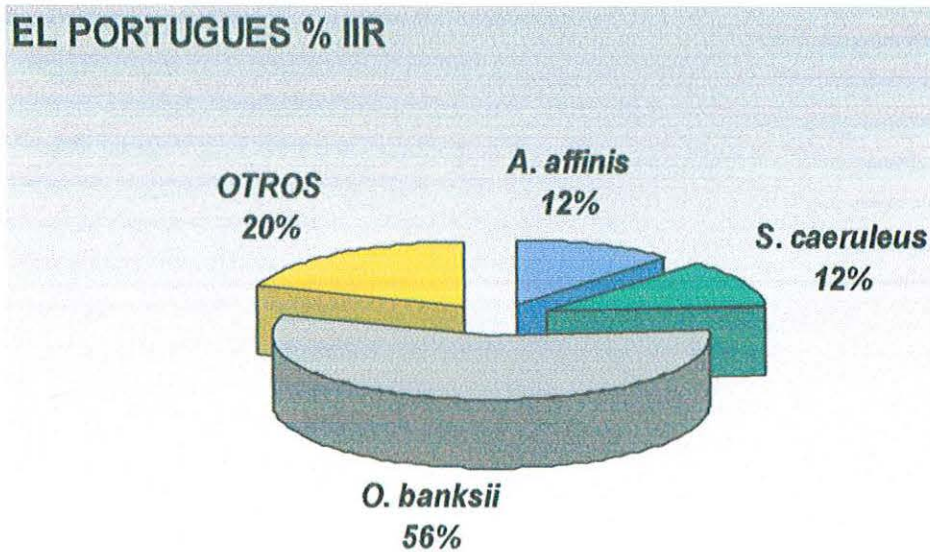


Figura 12. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad el Portugués para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 9. Espectro trófico de la localidad El Portugués para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Abraliopsis affinis</i>	3	23.1	6.3	0.21	1	10	233	11.6
<i>Dosidicus gigas</i>	1	7.7	18.3	0.62	1	10	83.2	4.2
<i>Onychoteuthis banksii</i>	2	15.4	288.5	98.1	2	20	1135	56.8
<i>Argonautidae</i>	1	7.7	1.0	0.03	1	10	77.3	3.9
OSTEICHTHYES								
<i>Sardinops caeruleus</i>	3	23.1	17.6	0.60	2	20	237	11.8
<i>Strongylura exilis</i>	1	7.7	1.98	0.07	1	10	77.6	3.9
<i>Synodus evermanni</i>	1	7.7	2.1	0.07	1	10	77.6	3.9
<i>Carangidae</i>	1	7.7	7.8	0.26	1	10	80	4
TOTALES	1	100	2940.2	100	10		2000	100



9.6.3 SANTA MARIA.

En la localidad de Sta. Maria se reporto 16 estómagos en total y todos se encontraron con alimento con un peso total de 2403.8 gr. constituido principalmente por los cefalópodos 99.9% y los peces solo con el 0.1%.

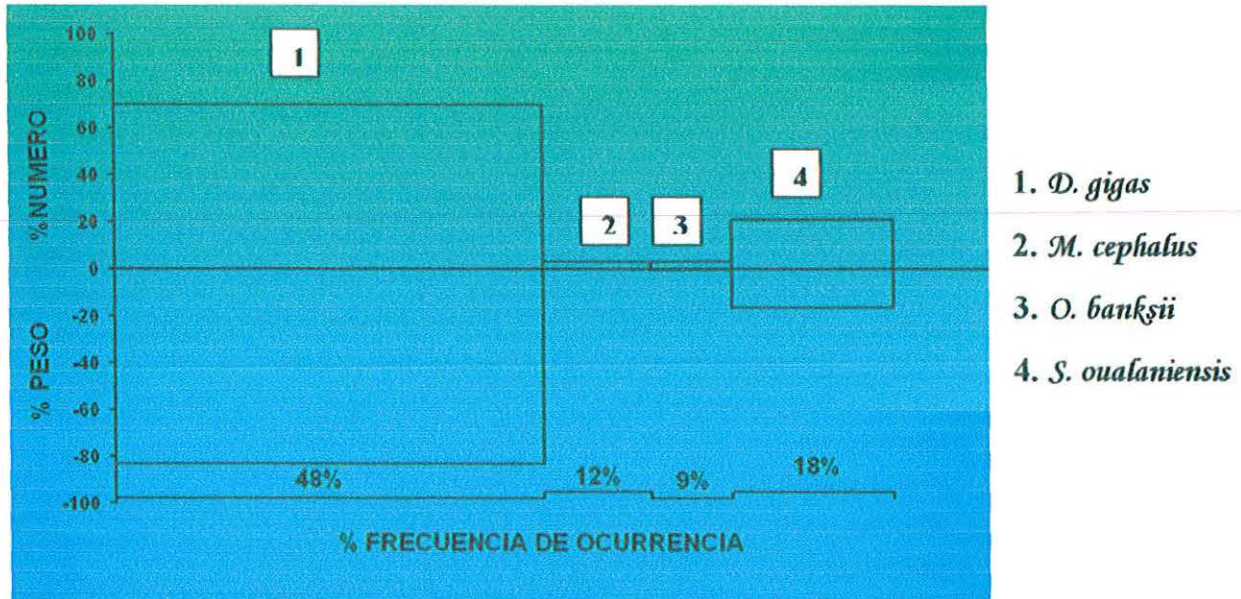
El método numérico incluye 125 presas, principalmente de cefalópodos, conformado por las especies *D. gigas* (69.6%), *S. oualaniensis* (20.8%), *O.bank̄sii* (3.2%) los peces estuvieron representados en segundo lugar las especies *M. cephalus* (3.2%), *S. caeruleus* (0.8%) y por ultimo los crustáceos con un *Isópodo*. (Fig. 13-A)

El índice de frecuencia de ocurrencia demuestra que los cefalópodos fueron más representativos, las especies presa son *D. gigas* (48%), *S. oualaniensis* (18%), *O.bank̄sii* (9%), seguido de estos están los peces, con las especies *M. cephalus* (12%), *S. caeruleus* (3%) y por ultimo los crustáceos con un *Isópodo*. (Fig. 13-A)

Para el índice de importancia relativa (IIR) se representa por los cefalópodos integrado de la especie más importante *D. gigas* (91%), después *S. oualaniensis* (8%), y en conjunto las demás especies representan el 1%. (Fig.13-B)



A)



B)

STA. MARIA %IIR

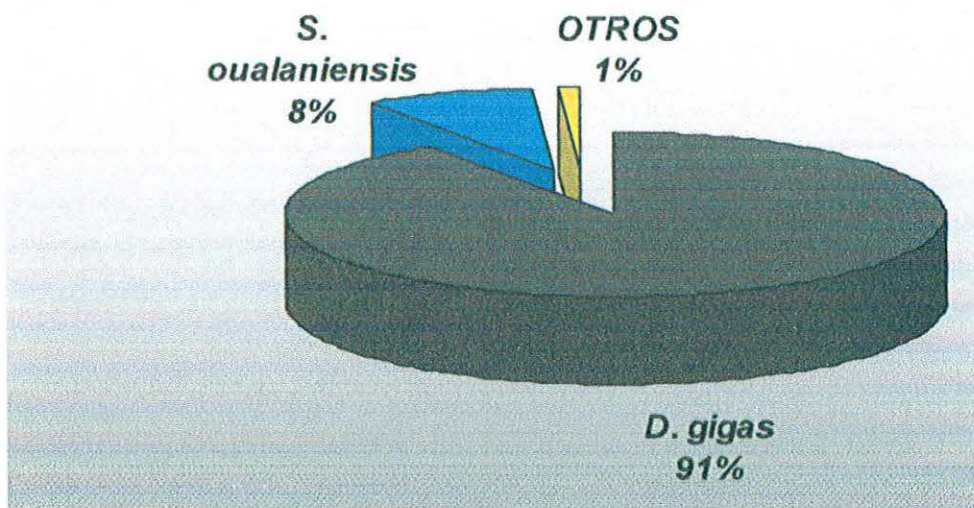


Figura 13. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Sta. Maria para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 10. Espectro trófico de la localidad Sta. Maria, para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Espece Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Dosidicus gigas</i>	87	69.6	199.4	83	16	48.5	7398	91
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	26	21	394.2	16.4	6	18.2	676	8.3
<i>Onychoteuthis banksii</i>	4	3.2	114.9	0.48	3	9.09	33.4	0.41
OSTEICHTHYES								
<i>Sardinops caeruleus</i>	1	0.8	22.1	0.01	1	3	2.4	0.03
<i>Mugil cephalus</i>	4	3.2	215.9	0.10	4	12	40	0.5
ARTROPODA								
<i>Isopodo</i>	1	0.08	2.0	0.00	1	3	2.4	0.03
MONI	2	1.6	38.6	0.02	2	6.0	9.8	0.12
TOTALES	125	100	2403.8	100	33		8163	100



9.6.4 EL SAUSOZO

Se registro un total de 26 estómagos de ellos 3 estaban llenos. El peso total de los estómagos es de 118.47 gr. compuesto principalmente por los Cefalópodos con 99.3%.

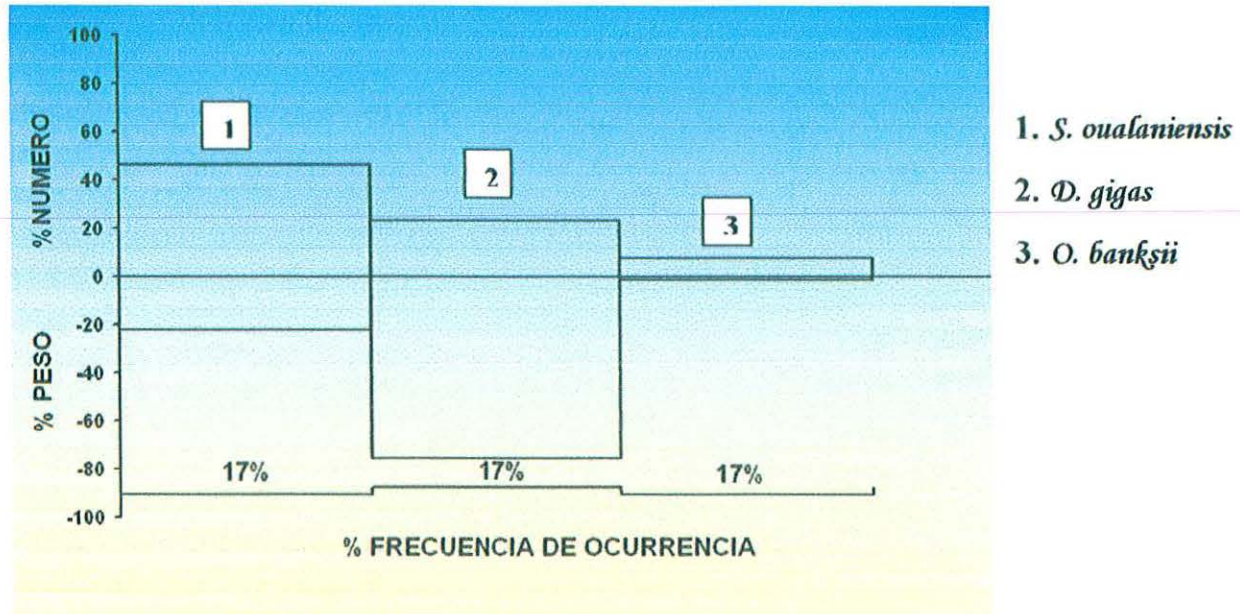
En el método numérico se encontraron 13 especies presa de estas las principales son los cefalópodos integrado por las especies *S. oualaniensis* (46.2%), seguida de esta la especie *D. gigas* (23.1%), después las especies con el mismo porcentaje *O. banksii*, *A. affinis* (7.7%) (Fig. 14-A)

Para el índice de frecuencia de ocurrencia se encuentra compuesto por los cefalópodos con las especies *S. oualaniensis*, *D. gigas*, *O. banksii*, *A. affinis* todas con el mismo número de apariciones (17%) (Fig. 14-A)

El índice de importancia relativa muestra que los cefalópodos ocupan el primer lugar con la especie *D. gigas* (50%) y *S. oualaniensis* (34%), así como otras especies de menor importancia están en segundo lugar (16%), (Fig.14-B)



A)



B)

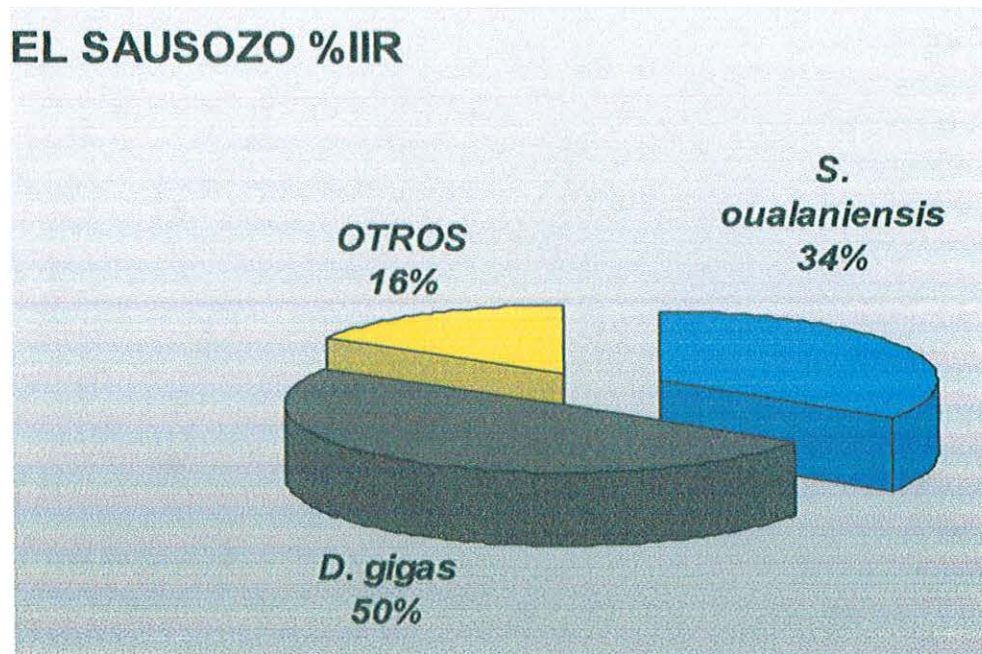


Figura 14. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad del Sauzoso para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 11. Espectro trófico de la localidad el Sauzoso para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Espece Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Abraliopsis affinis</i>	1	7.7	7.7	0.06	1	17	129	3.9
<i>Dosidicus gigas</i>	3	23.1	896.9	75.7	1	17	1646	49.4
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	6	46.2	265.2	22.4	1	17	1142	34.3
<i>Onychoteuthis banksii</i>	1	7.7	132	1.1	1	17	147	4.4
MONI	2	15.4	85.7	0.72	2	33	268	8.1
TOTALES	1	100	118.47	100	6		3333	100



9.6.5 LAS BARRANCAS

Para esta localidad se reportan un total de 10 estómagos, de los cuales 6 se encontraron llenos, teniendo un peso total de 8285.5 gr. representado por los cefalópodos en primer lugar con 99.8% y enseguida los peces con 0.2%.

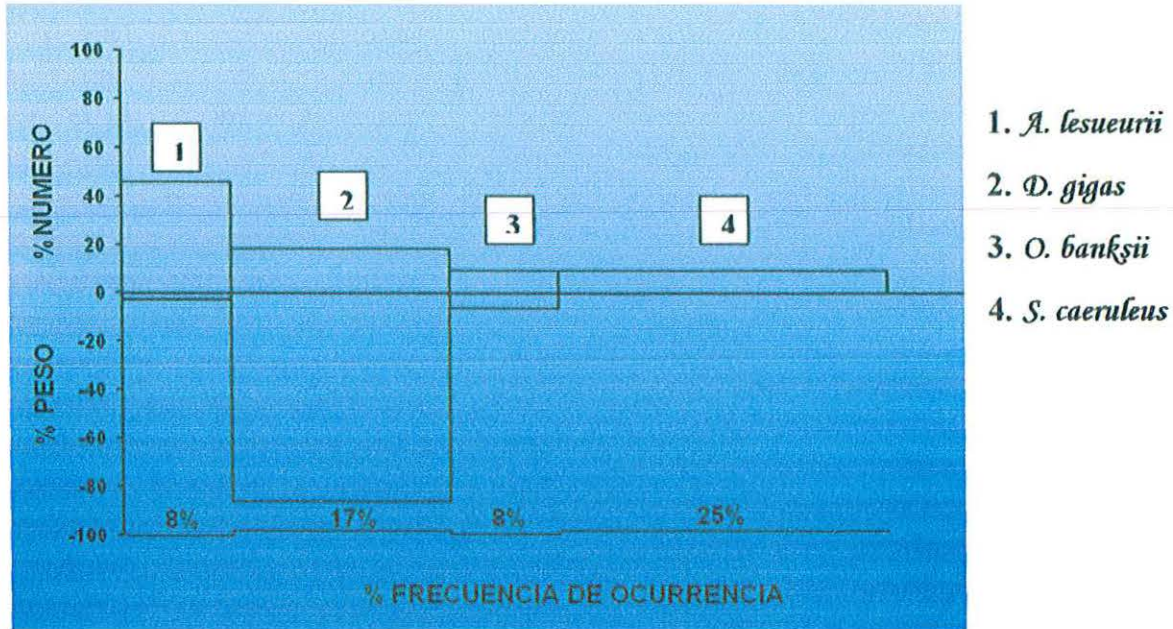
Aplicando el método numérico se registraron 33 especies de las cuales las más representativas son los cefalópodos, integrada por las especies *A. lesueurii* (45.5%), *D. gigas* (18.2%), *O. bankšii* (9.1%), y *S. oualaniensis* (6.1%), después los peces con las especies *S. caeruleus* (9.1%) , *D. sciuris* (3.0%), pez no identificado (3.0%), *H. stomata* (3.0%) y por ultimo los crustáceos representado por la especie *F. californiensis* (3.0%) (Fig. 15-A)

Para el índice de frecuencia de ocurrencia se reportan los cefalópodos como los más importantes representado por las especies *A. lesueurii* (8%), *D. gigas* (17%), *O. bankšii* (8%), y *S. oualaniensis* (8%), continúan los peces con las especies *S. caeruleus* (25%), *D. sciuris* (8.3%), pez no identificado (8%), *H. stomata* (8%) y por ultimo los crustáceos con la especie *F. californiensis* (8%). (Fig.15-A)

El índice de importancia relativa (IIR) registra como las especies presa más consumidas a la especie *D. gigas* (65%), *A. lesueurii* (15 %) y en conjunto las otras especies solo conformaron el 20%. (Fig.15-B)



A)



B)

LAS BARRANCAS %IIR

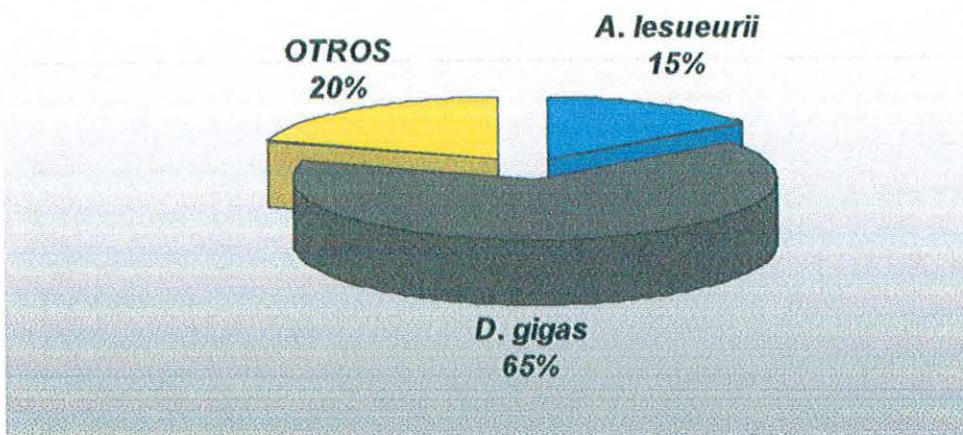


Figura 15. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Las Barrancas para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 12. Espectro trófico de la localidad las Barrancas, para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1	45.4	245.8	2.97	1	8	403	15
<i>Dosidicus gigas</i>	6	18.2	714.42	86.2	2	17	1740	64.7
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	2	6.06	345.45	4.2	1	8	85	3.17
<i>Onychoteuthis banksii</i>	3	9.09	530.83	6.41	1	8	129	4.8
OSTEICHTHYES								
<i>Pez no identif.</i>	1	3.03	18.4	0.02	1	8	25.4	0.95
<i>Sardinops caeruleus</i>	3	9.09	101.1	0.12	3	25	230	8.6
<i>Diplectrum sciurus</i>	1	3.03	50.8	0.06	1	8	26	0.96
<i>Hippoglossina stomata</i>	1	3.03	12.2	0.01	1	8	25.4	0.94
ARTROPODA								
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	1	3.03	9.75	0.01	1	8	25.4	0.94
TOTALES	3	100	8285.5	100	12		2690	100



9.6.6 SAN LAZARO.

Para esta localidad se encontraron 4 estómagos, de los cuales tres presentaban alimento, teniendo un peso total de 432.03 gr. estando representado por las especies presa de cefalópodos con 99.9% y un octópodo con el 1% restante.

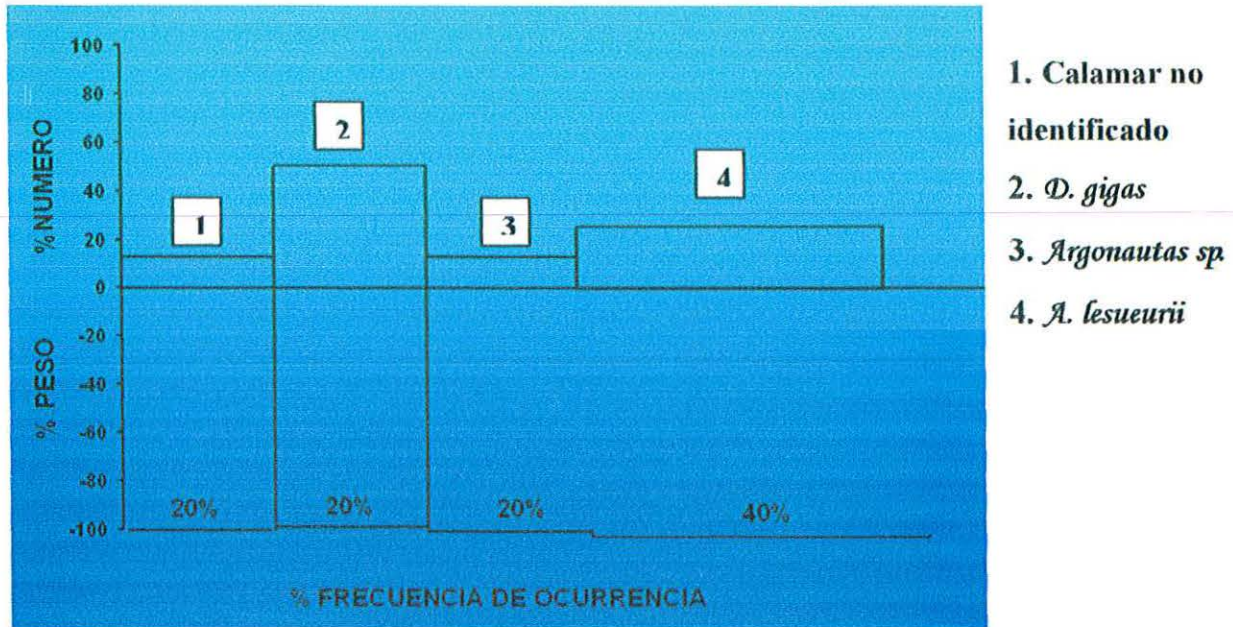
El índice numérico reporta ocho especies compuestas principalmente por los cefalópodos: *D. gigas* (50%), *A. lesueurii* (25%), calamar no identif. (12.5%) y un octópodo integrado por *Argonauta sp.* (12.5%) (Fig. 16-A)

Para la frecuencia de ocurrencia se encontró que los más importantes en el contenido estomacal fueron los cefalópodos con las especies *A. lesueurii* (40%), *D. gigas* (20%), calamar *no identif.* (20%) y el octópodo *Argonauta sp.* (20%) (Fig. 16-A).

El índice de importancia relativa (IIR) demuestra que la especies principales son *D. gigas* (66%), *A. lesueurii* (23%), y en conjunto las demás especies reportan el 11% para los estómagos de *S. zygaena* (Fig. 16-B).



A)



B)

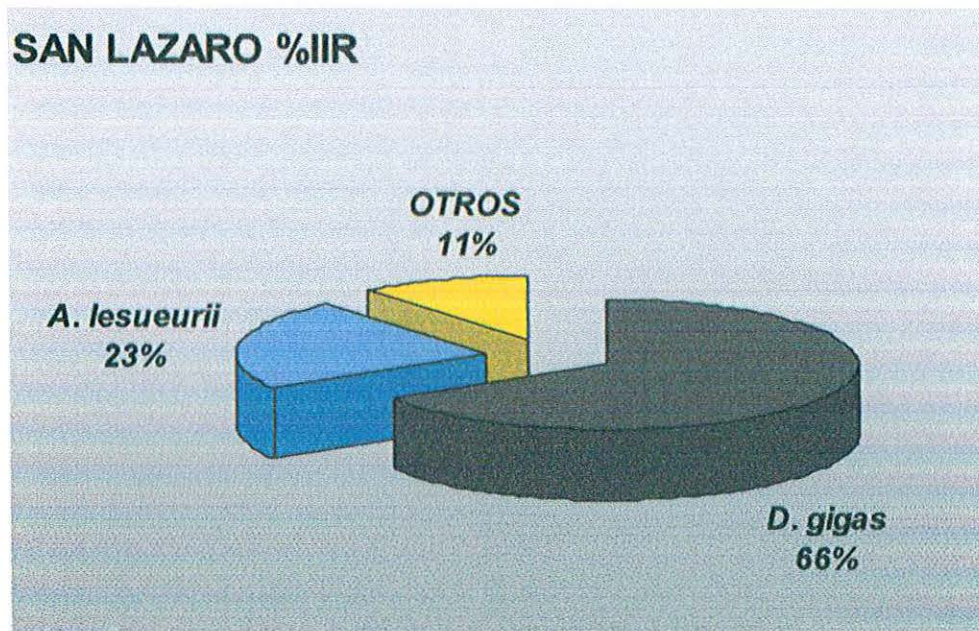


Figura 16. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de San Lázaro para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 13. Espectro trófico de la localidad San Lázaro, para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Calamar no identif.</i>	1	12.5	55.4	0.1	1	20	253	5.6
<i>Dosidicus gigas</i>	4	50	427.9	99	1	20	2981	66
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	2	25	347.0	0.8	2	40	1032	23
<i>Argonautidae</i>	1	12.5	1.0	0.0	1	20	250	5.5
TOTALES	8	100	4320.3	100	5		4516	100



9.6.7 PUNTA BELCHER.

En esta localidad se colectó 41 estómagos, de los cuales solo doce tenían contenido estomacal, con un peso total de 915.88 gr. representado por las especies de cefalópodos con el 98.4% y por las especies de peces con 1.6% de este peso.

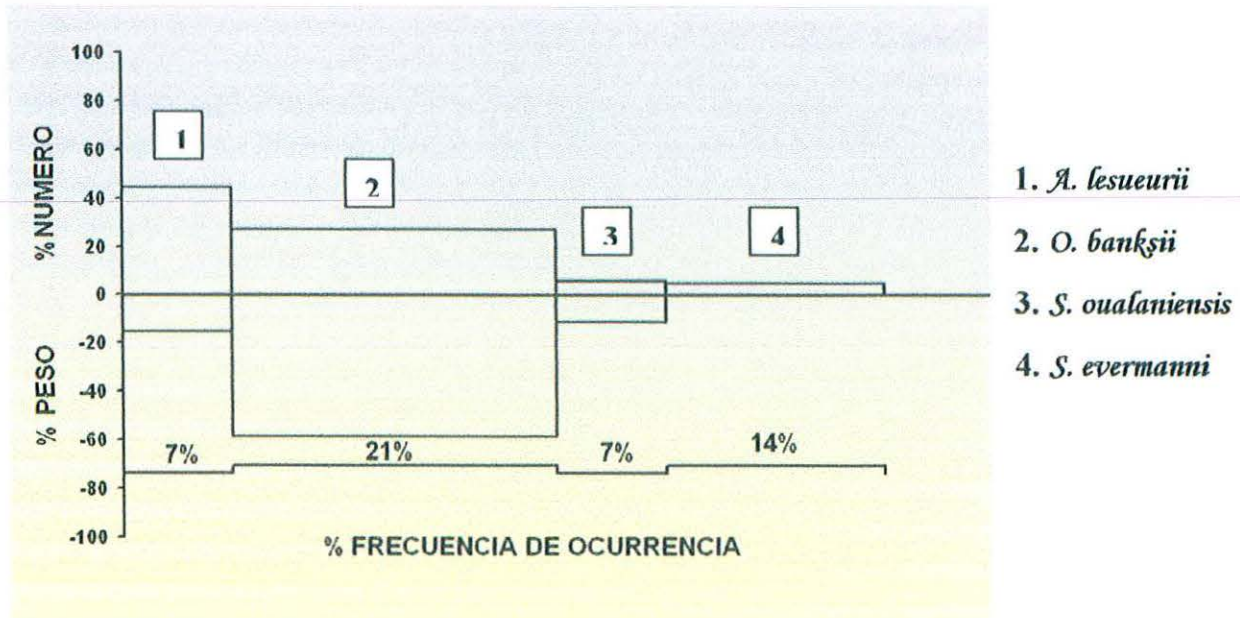
Con el método numérico se reportan 111 especies, de las cuales las principales son los cefalópodos, compuesto por las especies *A. lesueurii* (44%), *O. bankssii* (27%), *D. gigas* (6.3%), *S. oualaniensis* (5.4%), *O. sicula* (1.8%), *P. boschmai* (1.8%), *T. rhombus* (0.9%), *V. infernalis* (0.9%). Los peces presa están integrados por las especies: *S. evermanni* (4.5%), *M. cephalus* (1.8%), *S. japonicus* (1.8%), *C. hippurus* (0.9%), *F. acutus* (0.9%), *H. stomata* (0.9%), *V. lucetia* (0.9%) (Fig.17-A)

La frecuencia de ocurrencia está integrada principalmente por los cefalópodos conformado por las siguientes especies: *O. bankssii* (21%), después *A. lesueurii*, *S. oualaniensis*, y *P. boschmai* con el mismo número de organismos y de porcentaje (7%), por último la especie *D. gigas*, *O. sicula*, *T. rhombus*, *V. richardi*, estas especies que reporta el mismo número de organismos y de porcentaje (4%), para los peces se reportan las especies *S. evermanni* (14%), *M. cephalus* (7%), *S. japonicus* (7%), y *C. hippurus* (4%), *F. acutus* (4%), *H. stomata* (4%), *V. lucetia* (4%) (Fig.17-A)

El índice de importancia relativa (IIR) está conformado por las especies: *O. bankssii* (72%), *A. lesueurii* (16%), *D. gigas* (2%) y en conjunto las otras especies representan el 10%. (Fig.17-B)



A)



B)

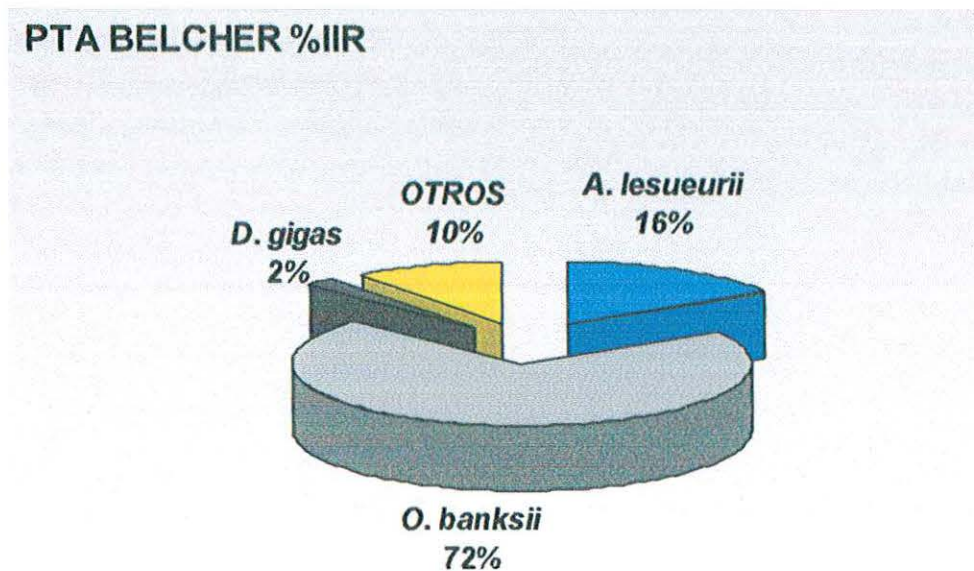


Figura 17. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Pta. Belcher para *Sphyrna zygaena* para el área de Baja California Sur.



Tabla 14. Espectro trófico de la localidad Pta. Belcher, para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Pholidotheuthis boschmai</i>	2	1.80	162	0.2	2	7.1	14.1	0.55
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	49	44.1	140.90	15.4	2	7.1	425.2	16.4
<i>Dosidicus gigas</i>	7	6.3	891.96	9.74	1	4	57.3	2.2
<i>Sthenotheuthis oualaniensis</i>	6	5.41	104.29	11.4	2	7.1	120	4.6
<i>Onychoteuthis banksii</i>	30	27	537.30	58.7	6	21	1836	71
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0.90	234.83	2.6	1	4	12.4	0.48
<i>Vampyrotheuthis infernalis</i>	1	0.90	1.5	0.00	1	4	3.22	0.12
<i>Octopodotheuthis sricula</i>	2	1.8	470.1	0.51	1	4	8.3	0.32
OSTEICHTHYES								
<i>Synodus evermanni</i>	5	4.5	243.6	0.27	4	14	68	2.63
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0.90	551.3	0.60	1	4	5.37	0.21
<i>Fodiator acutus</i>	1	0.90	229.9	0.25	1	4	4.1	0.16
<i>Hippoglossina stomata</i>	1	0.90	56.5	0.06	1	4	3.4	0.13
<i>Mugil cephalus</i>	2	1.8	111.4	0.12	2	7.1	13.7	0.53
<i>Scomber japonicus</i>	2	1.8	215.2	0.23	2	7.1	14.5	0.56
<i>Vinciguerria lucetia</i>	1	0.90	29	0.03	1	4	3.3	0.13
TOTALES	111	100	9158.8	100	28		2589	100



9.6.8 PUNTA LOBOS.

En esta localidad se reporto un total de 8 estómagos, de los cuales solo 4 tenían contenido estomacal con un peso total 199.2 gr. ocupado principalmente por los peces con un 68.7% y después por cefalópodos con 31.3%.

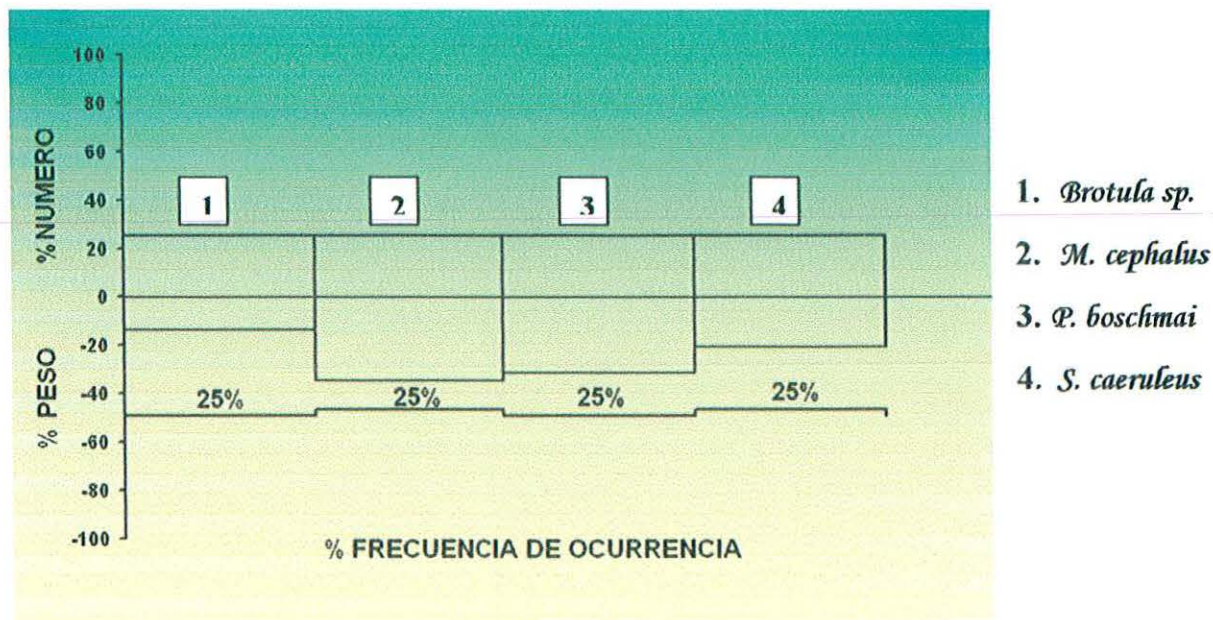
El método numérico señala a 4 especies presa, de las cuales los peces son los más representativos con las especies *Brotula sp.* (25%), *M. cephalus* (25%), *S. caeruleus* (25%), en segundo termino están los cefalópodos con la especie *P. boschmai* (25%).

La frecuencia de ocurrencia esta compuesta por los peces con las especies *Brotula sp.* (25%), *M. cephalus* (25%), *S. caeruleus* (25%), y un cefalópodo con la especie *P. boschmai* (25%). Cada uno tuvo el mismo número de apariciones dentro de los estómagos del tiburón *S. zygaena*. (Fig18-A)

El índice de importancia relativa (IIR) esta representado principalmente por los peces con las especies *M. cephalus* (30%), *S. caeruleus* (23%), *Brotula sp.* (19%), después con los cefalópodos y la especie *P. boschmai* (28%). (Fig.18-B)



A)



B)

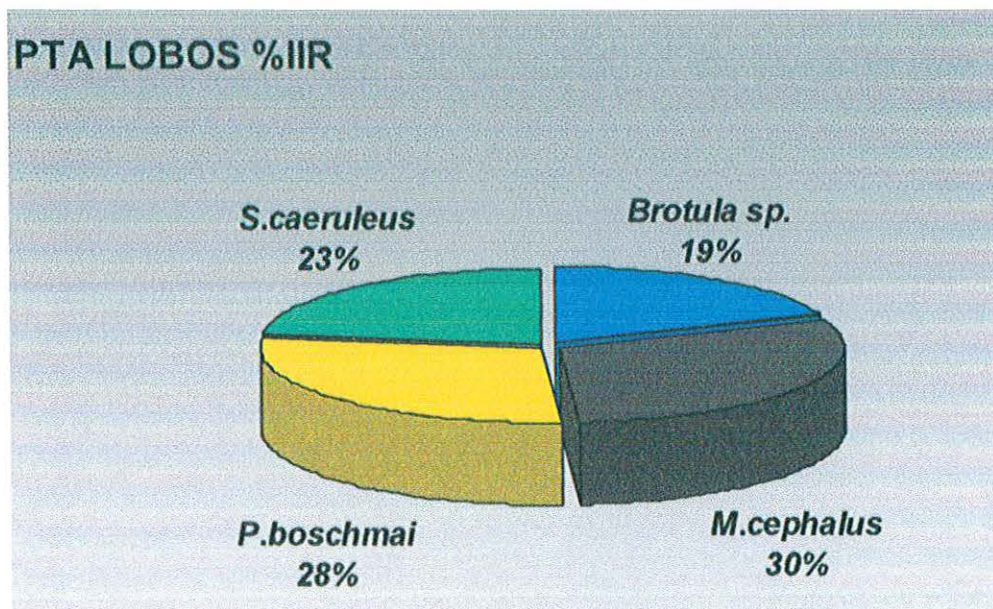


Figura 18. A) Valores del porcentaje Numérico (N), Gravimétrico (G), % Frecuencia de ocurrencia; B) Índice de Importancia Relativa para las diferentes especies presentes en los estómagos en la localidad de Pta. Lobos para *Sphyrna zygaena* en el área de Baja California Sur.



Tabla 15. Espectro trófico de la localidad Punta Lobos, para el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en Baja California Sur durante el periodo enero de 2000 a agosto de 2004, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos de frecuencia de ocurrencia (FO), numérico (N), gravimétrico (P) e índice de importancia relativa (IIR).

Especie Presa	N	%N	P	%P	FO	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
<i>Pholidotheutis boschmai</i>	1	25	62.3	31.3	1	25	1406.7	28
OSTEICHTHYES								
<i>Brotula sp.</i>	1	25	26.8	13.5	1	25	962	19.2
<i>Sardinops caeruleus</i>	1	25	41.5	20.8	1	25	1146	23
<i>Mugil cephalus</i>	1	25	68.6	34.3	1	25	1485.4	30
TOTALES	4	100	199.2	100	4		5000	100



9.7 ÍNDICES ECOLÓGICOS

9.7.1 AMPLITUD DE DIETA (ÍNDICE DE LEVIN).

De los tiburones martillos *Sphyrna zygaena* que fueron analizados en Baja California Sur, se encuentran valores de $Bi=4.6$ indicando que es un tiburón generalista; Por otro lado al comparar por sexos se encontró que los machos tienen valores de $Bi= 4.1$ y siendo el mayor número de hembras fue de $Bi=4.3$ indicando que son generalistas.

En los juveniles se registro una alimentación es generalista con valores de $Bi=3.3$, y por otro lado los adultos con valores de $Bi=2.4$ donde son especialistas.

En el análisis por localidades, se encontró que en el Golfo de California, El Portugués tuvo valores de $Bi=6.3$ y en el Sauzoso con $Bi=3.3$, indicando que en estas localidades la tendencia de alimentación es generalista en comparación con El Mogote con valores de $Bi=2.7$ y Sta. Maria de $Bi=1.9$ donde son especialistas. En las localidades de la costa occidental de B.C.S. en Punta Lobos se tuvo un valor de $Bi=4$, Punta Belcher de $Bi=3.6$, Las Barrancas de $Bi=3.8$ siendo una tendencia a que su alimentación es generalista. En San Lázaro con valor de $Bi=2.9$ es una zona donde los tiburones *Sphyrna zygaena* son tiburones especialista.



Tabla 16. Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. Valores < 3 son especialista y valores >3 son generalistas.

CATEGORIA	VALOR DEL INDICE
GENERAL	4.6
HEMRAS	4.1
MACHOS	4.3
JUVENILES	3.3
ADULTOS	2.4
EL MOGOTE	2.7
EL PORTUGUES	6.3
PTA. BELCHER	3.6
PTA. LOBOS	4
EL SAUSOZO	3.3
LAS BARRANCAS	3.8
SAN LAZARO	2.9
STA. MARIA	1.9

9.7.2 SOBREPOSICIÓN TRÓFICA (ÍNDICE DE MORISITA-HORN)

En cuanto a este índice los resultados obtenidos solo se encontraron una mayor sobreposición en la localidad de Las Barrancas con las localidades de San Lázaro y Punta Belcher. En cuanto al resto de localidades no hubo sobreposición de dieta.



Tabla 17. Valores de sobreposición trófica obtenidos a partir del Índice de Morisita-Horn en el tiburón martillo *Sphyrna zygaena*. Valores > 0.29 indican sobreposición baja, 0.30 - 0.65 sobreposición media y 0.66 – 1 sobreposición alta.

CATEGORIA	VALOR DEL INDICE
HEMBRAS - MACHOS	0.510
JUVENILES - ADULTO	0.155
MIOGOTE - PORTUGUES	0.220
MIOGOTE - BARRANCAS	0.500
MIOGOTE - PTA. LOBOS	0.200
MIOGOTE - STA. MARIA	0.000
EL PORT. - SAUZOSO	0.210
EL PORT. - LAS BARRANCAS	0.400
EL PORT. - PTA. BELCHER	0.320
EL PORT. - PTA. LOBOS	0.280
EL PORT. - SN. LAZARO	0.190
EL PORT. - STA. MARIA	0.170
EL SAUS. - LAS BARRANCAS	0.270
EL SAUS. - PTA. BELCHER	0.210
EL SAUS. - SN. LAZARO	0.360
EL SAUS. - STA. MARIA	0.630
LAS BARR. - PTA. BELCHER	0.890
LAS BARR. - PTA. LOBOS	0.090
LAS BARR. - SN. LAZARO	0.670
LAS BARR. - STA. MARIA	0.360
PTA. BELC.- PTA. LOBOS	0.030
PTA. BELC.- SN. LAZARO	0.370
PTA. BELC.- STA. MARIA	0.160
PTA. LOBOS- STA. MARIA	0.030



10. DISCUSION

10.1 Hábitos alimenticios del tiburón *Sphyrna zygaena*.

Los estudios de alimentación en elasmobranquios permiten conocer la historia natural de especies en particular, así como el papel que realizan en el ecosistema marino y el impacto de depredación sobre presas de importancia comercial.

De los 136 estómagos que se analizaron del tiburón *S. zygaena*, se observa que solo 40% de ellos se encontraba con alimento, debido probablemente al número de horas que los tiburones capturados permanecen en las redes o palangres, ya que estas artes de pesca son colocadas en las primeras horas del día y los pescadores regresan al día siguiente por ellas, por lo cual el proceso de digestión continúa en los tiburones capturados (Aguilar-Castro, 2004).

Bush y Holland (2002) mencionan que *Sphyrna lewini* presenta una tasa de digestión rápida en relación con otros tiburones, teniendo un tiempo de digestión (de un 80% del alimento consumido) de 5.4 a 22.1 horas, lo cual se podría aplicar a *S. zygaena* debido a que son especies de la misma familia. En el tiburón *Carcharhinus falciformis* de la costa occidental de Baja California Sur, se encontró que los peces presa estaban en estado intermedio o avanzado de digestión; mientras que los cefalópodos estaban muy digeridos (Cabrera-Chávez-Costa, 2003).

El estado de digestión de los peces presas de *S. zygaena* fue de medio a un estado avanzado; mientras que los cefalópodos se encontraban muy digeridos, debido a que el músculo es más blando y fácil de digerirse, por lo cual solo se encontraba el aparato mandibular (pico), el cual es más resistente a la digestión debido a que está compuesto de quitina.



Schaefer (1984) y Olson y Boggs (1986), señalan que las presas con menor energía son evacuadas de manera rápida en los estómagos, lo contrario sucede con las presas con alto contenido energético, debido a que los niveles de energía en los organismos están directamente relacionados con la cantidad de lípidos en los tejidos, por lo cual su digestión es más lenta en presas con mayor cantidad de lípidos como sucedería en la macarela (*Scomber japonicus*)

10.2 Espectro trófico general.

En los estómagos de *S. zygaena* se identificaron un total de 23 presas diferentes integradas principalmente por cuatro especies de cefalópodos (*Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis bankšii*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii*). En cuanto a la amplitud de la dieta se observó que este tiburón es una especie generalista ($Bi=4.6$).

Galván-Magaña et.al.(1989) describen que los cefalópodos pelágicos son un alimento importante (42%) en la dieta de *Sphyrna zygaena* en el Golfo de California consumiendo principalmente las especies *Histioteuthis heteropsis*, *Onychoteuthis bankšii* y *Cranchiidae sp*; asimismo en el Pacífico ecuatoriano Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005), mencionan la depredación sobre cefalópodos en la dieta de *S. zygaena*, que incluye básicamente a tres presas: *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii*. Stevens (1984) en Australia se registra que los cefalópodos son importantes en la dieta de diferentes especies de tiburones (*Isurus oxyrinchus*, *Galeocerdo cuvieri* y *Sphyrna zygaena*).

Posteriormente Smale (1991) registra que las presas dominantes en la alimentación de *S. zygaena* en las costas de Cabo Este en el Sur de África son los calamares (65.2%): *Ancistrocheirus*, *Ommastrephes bartramii*, *Ornithoteuthis volatilis*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Todarodes filippovae*, *Todarodes sp.*, *Argonauta argo* y *Liocranchia sp.* Cortes et.al. (1996) señala que *Sphyrna tiburo* es un tiburón pequeño que vive en estuarios someros de Florida y se



alimenta principalmente de cangrejos, camarones, isópodos, bálanos, moluscos, cefalópodos, peces pequeños e invertebrados.

Existen varias especies de tiburones en Sudáfrica que depredan principalmente sobre cefalópodos siendo estas presas las más dominantes en su dieta (Smale, 1996). Para Baja California Sur se encuentran varias especies de tiburones que también se alimentan de cefalópodos como la especie *Sphyrna lewini* los cuales consumen cefalópodos (*Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Abraliopsis affinis*) (Aguilar-Castro 2004); otro tiburón es el mako (*Isurus oxyrinchus*), quien también dentro de su dieta se encuentran los cefalópodos: *Dosidicus gigas*, *Ancistrocheirus lesueurii*; el tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* también se alimenta de los cefalópodos: *Dosidicus gigas* y *Argonauta cornutus* (Velasco-Tarelo 2005)

Cuando las presas son abundantes, el depredador consume más un alimento en particular, maximizando su consumo y aprovechamiento de energía; en cambio si el alimento es escaso los tiburones no pueden seleccionar a sus presas, por lo que se alimentan de cualquier organismo disponible (Cabrera, 2003). En la dieta observada de *S. zygaena* en Baja California Sur, los cefalópodos parecen ser abundantes; sin embargo no existe información de la abundancia de las diferentes especies de cefalópodos registrados en la dieta de este tiburón en Baja California Sur, excepto en *Dosidicus gigas*, especie que se captura comercialmente en el Golfo de California.

Debido a que existen depredadores más especializados en la obtención de alimento, es necesaria la cuantificación de la amplitud de su nicho trófico, de tal forma que un depredador puede ser considerado especialista si se encuentra alimentándose de pocas presas. (Colwell y Futuyama, 1971; Cabrera, 2000)

Las especies presas más importantes encontradas en los estómagos de *S. zygaena*: son los cefalópodos *D. gigas* y *S. oualaniensis*, los cuales pertenecen a la familia



Ommastrephidae y son dominantes en aguas subtropicales tanto costeras como oceánicas (Hochberg, 2005). Son nadadores potentes y resistentes, la mayoría realiza migraciones verticales diarias 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. (www.fao.org)

Aquellos calamares que permanecen en zonas profundas durante el día, suben a la superficie durante la noche lo cual los hace ser vulnerables a los depredadores nocturnos que se desplazan en la columna de agua y que no necesitan penetrar hacia aguas profundas para alimentarse (Smale y Cliff, 1988), por lo cual se hace referencia de que estos calamares son consumidos por *Sphyrna zygaena* durante la noche cuando hacen su migración a la superficie.

El calamar gigante es una especie pelágica oceánica que realiza migraciones hacia la costa relacionadas con procesos de alimentación y reproducción. Tiene una amplia distribución en el Pacífico Oriental, desde México hasta Chile, y las áreas de mayor concentración se ubican frente a las costas de Perú y México, llega a formar grandes agrupaciones en zonas neríticas y en ocasiones son encontrados varados en las playas en cantidades considerables (FAO, 1995)

Otro cefalópodo consumido por *Sphyrna zygaena* es *Ancistrocheirus lesueurii* de la familia Ancistrocheiridae, se le 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 tejido, pero si representa una especie importante en la dieta de grandes depredadores como tiburones *Sphyrna 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).Las especies



Onychoteuthis banksii, *Thysanoteuthis rhombus* y *Argonauta spp.* Son considerados organismos oceánicos que se alimentan comúnmente en la superficie del agua (Voss, 1967).

Las presas de segunda importancia en el Índice de Importancia Relativa (IIR) fueron las sardinas (*Sardinops caeruleus*), la cual pertenece a la familia Clupeidae y son principalmente epipelágicas así como *Synodus evermanni* perteneciente a la familia Synodontidae, las cuales son especies demersales que se encuentran desde fondos someros hasta 270 m de profundidad (Fischer *et al.* 1995)

En la dieta de *Sphyrna zygaena* se refleja la preferencia por el consumo de calamares oceánicos y en menor importancia peces que habitan ésta zona, algunas de estas presas son más abundantes durante la noche en aguas superficiales, por lo que se sugiere que este tiburón se alimenta preferentemente durante la noche en la superficie de aguas oceánicas, donde el tiburón y sus presas comparten el mismo espacio (Markaida y Hochberg, 2005).

10.3 Espectro Trófico por sexos

Aplicando el índice de Levin se observó que la amplitud de la dieta es muy parecida en ambos sexos (machos $B_i=4.3$ y hembras $B_i=4.1$). Aunque ambos sexos son generalistas y se considera que no existe sobreposición en su dieta de *S. zygaena* ($C\lambda= 0.51$) ya que se alimentan de algunas especies similares pero con diferente valor porcentual, las presa principales de las hembras fueron: *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Ancistrocheirus lesueurii*, *Sthenotheuthis oualaniensis*; mientras que en los machos se encontró que se compone principalmente por las especies de cefalópodos *Dosidicus gigas* y *Sthenotheuthis oualaniensis*, así como de los peces *Sardinops caeruleus*.



Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005) encontraron en el Pacífico ecuatoriano que *S. zygaena* presenta valores bajos (índice de Levin $C\lambda = 0.059$) amplitud de la dieta, por lo cual se clasificaron como depredadores especialistas en ambos sexos. En el caso de *Sphyrna lewini*, Aguilar-Castro (2004) encontró una segregación de sexos y un mayor número de hembras que se alimentan en aguas oceánicas y de presas epipelágicas; mientras que los machos se alimentan cerca de la costa donde inciden sobre presas bentónicas. Cliff (1995) en Sudáfrica analizó la dieta de *Sphyrna mokarran*, encontrando que tanto hembras como machos son capturados principalmente en aguas templadas y se alimentan principalmente de otras especies de elasmobranchios, peces, y en menor cantidad de cefalópodos y crustáceos.

10.4 Espectro Trófico entre Juveniles y Adultos.

En este estudio se encontraron tallas entre 58cm a 1.60cm de LT. Los juveniles de *Sphyrna zygaena* están entre 100 cm hasta los 203cm de LT. Tienen una preferencia en su alimentación por los cefalópodos (*D. gigas*, *S. oualaniensis*, *O. banksi*) y algunos peces (*S. caeruleus*); mientras que los adultos (2.59 a 2.83 cm LT), tuvieron preferencia por los cefalópodos (*A. lesueurii*, *O. banksi*). Con base en el hábitat de la presa, se podría mencionar que los tiburones juveniles se alimentan durante la noche y cerca de la costa, en comparación con los adultos que se alimentan en zonas más profundas y oceánicas.

Klimley (1983), señala que los tiburones martillo *Sphyrna lewini* juveniles en el Golfo de California tienen una mayor preferencia por cefalópodos juveniles mesopelágicos y epipelágicos, así como de peces epipelágicos, cuando son abundantes en la zona.

La amplitud de nicho trófico del presente estudio indica que los juveniles de *S. zygaena* son generalistas ($Bi=3.3$), al basar su alimentación de las especies de cefalópodos: *Abraaliopsis affinis*, *Ancistrocheirus lesueurii*, *Dosidicus gigas*, *Gonatus californiensis*, *Onychoteuthis*



banksii, *Sthenotheuthis oualaniensis* y en los peces demersales bentónicos *Hippoglossina stomata*, *Synodus evermanni* y *Mugil cephalus*; así como de peces epipelágicos *Sardinops caeruleus*, *Scomber japonicus*.

Mientras que los adultos son especialistas ($B_i=2.4$), al alimentarse más de las especies de cefalópodos *A. lesueurii* y *O. banksii*. En cuanto al traslape en la dieta entre juveniles y adultos, existe una baja sobreposición ($CA= 0.2$), indicando que hay una segregación debido a que los juveniles se alimentan más de las especies de cefalópodos *D. gigas*, *S. oualaniensis*, *O. banksii* y de los peces *S. caeruleus*, *M. cephalus*, *S. evermanni*; mientras que los adultos depredan sobre *O. banksii*, *A. lesueurii*, *D. gigas* y *S. oualaniensis*.

Aguilar-Castro (2004) reporta que en la dieta de juveniles de tiburón martillo *S. lewini* en el Golfo de California consumen peces neríticos de la familia *Muraenidae*, *Paralichthyidae*, *Ophichthidae*, *Serranidae*, *Scombridae*, *Labridae*, así como calamares epipelágicos juveniles (*D. gigas*), lo cual indica que utilizan la zona costera como un área de alimentación y crecimiento. Se sabe también que en Hawaii *S. zygaena* utiliza las áreas costeras como zonas de crianza (Bush y Holland, 2002; Bush, 2003).

Smale (1991) analizó estómagos de *S. zygaena* en Sudáfrica, encontrando que el comportamiento es más similar a *S. lewini*. Los adultos de *S. zygaena* se encuentran principalmente en aguas oceánicas alimentándose de cefalópodos oceánicos, así como en arrecifes a 100 m de profundidad; mientras que los juveniles permanecen en aguas costeras alimentándose principalmente de calamares costeros y peces.



10.5 Espectro Tráfico por Localidades

Para el área del Golfo de California se muestrearon cuatro campos pesqueros y se observó que dos: **El Portugués y El Sauzoso**, su tendencia es más de un tiburón generalista ($Bi=6.3$ y $Bi=3.3$), ya que su alimentación consiste tanto de peces (*S. caeruleus*) como de cefalópodos (*O. banksii* y *A. affinis*); mientras que en **El Mogote** se alimenta más de peces (*Gerres cinereus*, *Sardinops caeruleus*) y en **Sta. Maria** su alimentación es de cefalópodos (*D. gigas*, *S. oualaniensis*) por lo que el tiburón *Sphyrna zygaena* se comporta como especialista ($Bi=2.7$ y $Bi=1.9$). Es importante mencionar que las localidades El Portugués, El Sauzoso y El Mogote se encuentran en la zona inferior de La Bahía de La Paz, la cual tiene áreas someras y zonas profundas; mientras que en Santa María, la captura de estos tiburones es en aguas más profundas.

En la costa occidental de Baja California Sur se muestrearon cuatro campos pesqueros y se encontró que en **Punta Lobos**, su alimentación esta compuesta principalmente por peces (*M. cephalus*, *S. caeruleus* y *Brotula spp.*), así como de cefalópodos (*P. boschmai*). En **Punta Belcher y las Barrancas** se alimenta de calamares (*O. banksii*, *A. lesueurii* y *D. gigas*). En las tres localidades mencionadas el índice de Levin fue alto, lo que indica que son generalistas ($Bi=4$, $Bi=3.6$, $Bi=3.8$); mientras que en la localidad de **San Lázaro** su dieta esta basada en cefalópodos (*D. gigas* y *A. lesueurii*) por lo cual su amplitud de dieta indica que es más especialistas ($Bi=2.9$).

En comparación con otros estudios realizados en esta especie de tiburón, como en el caso de Ecuador, se observa que *Sphyrna zygaena* está clasificado como un depredador especialista, ya que presenta una preferencia por ciertas presas, donde la dominancia de los calamares *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *A. lesueurii*, explica el bajo valor bajo del índice de amplitud de dieta. (Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa, 2005). Es importante



mencionar que los tiburones analizados corresponden a tallas de adultos, los cuales tienen mayor capacidad de depredar sobre calamares mesopelágicos en aguas profundas.

Puede ser que el tiburón *S. zygaena* se especialice en la captura de un alimento en particular, cuando la abundancia de presas es mayor de tal forma que el depredador puede seleccionar a sus presas, maximizando su consumo y aprovechamiento de energía; en cambio si el alimento es escaso los tiburones no pueden escoger, por lo que se alimentan de cualquier organismo disponible (Whetherbee *et al.*, 1990 y Cabrera 2003). Asimismo los tiburones juveniles tienen menos experiencia para alcanzar presas rápidas como los calamares, por lo cual se alimentan más cerca de la costa y lo hace sobre peces demersales o epipelágicos ya que es un alimento más accesible, y conforme los tiburones van creciendo se alimentan de cefalópodos.

Al comparar el tipo de alimento con otros tiburones que se encuentran en la costa occidental de Baja California Sur, se observa que la especie *Isurus oxyrinchus* se alimenta cercano a Las Barrancas, por lo cual, representó un área de alimentación de tiburones mako juveniles, el cual consume al pez demersal *Prionotus albirostris*. En la localidad de Punta Belcher consumen mas cefalópodos oceanicos como *Ancistrocheirus lesueurii* y *Dosidicus gigas*. (Velasco-Tarelo, 2005).

Asimismo el tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* consume principalmente langostilla *Pleuroncodes planipes*, así como el calamar gigante *Dosidicus gigas* y la macarela *Scomber japonicus*.


En el SW del Golfo de California, Galván-Magaña *et al.*, (1989) y Klimley *et al.*, (1993), reportan que *Sphyrna lewini* fueron una de las especies más comunes en verano y primavera, la cual era capturada generalmente por medio de palangres y redes dentro del Golfo de California. Mientras que Aguilar-Castro (2004) analiza los hábitos alimenticios





del tiburón martillo *Sphyrna lewinni* en el suroeste del Golfo de California, principalmente en la Bahía de la Paz. Y registró que los juveniles consumen organismos neríticos (Muraenidae, Paralichthyidae, Ophichthidae, Serranidae, Scombridae, Labridae), así como calamares epipelágicos juveniles (principalmente *Dosidicus gigas*), lo cual indica que utilizan la zona como un área de alimentación y crecimiento.





11. CONCLUSIONES


 *Sphyrna zygaena* es una especie tanto costera como oceánica y probablemente realiza migraciones en las noches para alimentarse de cefalópodos en la zona oceánica.

 El espectro trófico del tiburón martillo *S. zygaena* en Baja California Sur, está constituido por 23 tipos presa, de las cuales las presas que consume en un mayor porcentaje son: *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Stenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii*.


 La amplitud de la dieta entre hembras y machos indica que ambos son generalistas y no se presenta sobreposición en su dieta debido a la preferencia por consumir cefalópodos.

 Los tiburones juveniles de *S. zygaena* son generalistas debido al mayor consumo de diferentes especies de peces en la zona costera; mientras que los adultos son especialistas debido al consumo de cefalópodos.

 En las localidades del Golfo de California **El Portugués** y **El Sauzoso**, los tiburones martillo son generalistas. En **El Mogote** y en **Sta. Maria** son especialistas.

 En las localidades del Pacífico mexicano: **Punta Lobos**, **Punta Belcher**, **Las Barrancas** son tiburones generalistas. En **San Lázaro** son tiburones especialistas.



 La localidad de Las Barrancas presento una alta sobreposición contra las localidades de San Lázaro y Punta Belcher. Con las demás localidades no hubo sobreposición en la dieta.

11. RECOMENDACIONES

➤ Realizar investigaciones sobre reproducción y migración de *Sphyrna zygaena* ya que se conoce muy poco de ella a nivel mundial.



13. LITERATURA CITADA

Alvarez-Arellano, A. 1987. Aspectos Oceanográficos del Golfo de California. Serie didáctica. A.4. UABCS. 37 pp.

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.

Allen, T.B. 1999. The Shark Almanac. The Lyons Press. EUA. 274 pp.

Allen, G., R. y Robertson, D., R. 1994. Fishes of the tropical eastern Pacific. Univ. of Hawaii Press. 332 pp.

Aguilar-Castro, N. A. 2004. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. 109 pp.

Bush, A. y Holland, K. 2002. Food limitation in a nursery area: estimates of daily ration in juvenile scalloped hammerheads, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith, 1834) in Kane'ohe Bay, O'ahu, Hawai'i. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 278: 157-178.

Bonfil, R.S., D. De Anda, F., y R. Mena, A. 1990. Shark fisheries in México: The case of Yucatán as an example. In: Pratt H.L., S.H. Gruber y T. Taniuchi (eds). 1990. Elasmobranch as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS. 90: 518 p.

Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO. Fish Tech. Pap. 341: 1-119.



- Cabrera-Chávez-Costa, A. A. 2003. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibrón, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México. 95 pp.
- Cabrera, Ch-C, A. 2000. Determinación de los hábitos alimenticios durante las estaciones primavera y verano de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del análisis de su contenido estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México. 63 pp.
- 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 194pp.
- Calow, P. y P. Tytler. 1985. Fish energetic, news perspectives. The John Hopkins University Press. Gran Britain. 349 pp.
- Castro, J. I., C. Woodley y R. Brudek. 1999. A preliminary evaluation of the status of shark species. FAO Fisheries Technical Paper. 380p.
- Castro J. I. 1983. The sharks of North American Waters. Texas University Press. E.U. A. 180 pp.
- Carrier J.C., J.A. Musick, y M.R. Heithaus. 2004. *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press. E.U.A. 596 pp.
- Cervantes-Duarte R. 1988. Estructura hidrográfica y condiciones de surgencia frente a Punta Eugenia, Baja California Sur, México. Tesis de maestría. CICIMAR. 91 pp.
- Colwell, R. K. y D. J. Futuyma. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52 (4): 567 – 576.



- Compagno, J. L. V. 1984. FAO Species Catalogue. Vol. 4 Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date. Parts 1 and 2. *FAO Fish. Synop.* (125) 4 (1 & 2), 655 pp.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES J. Mar. Sci.* 56 :707 – 717.
- Cortés, E. y S. Gruber. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia* 1990 (1) : 204 -218.
- Cortés, E., C. A. Manire y R. Hueter. 1996. Diet, Feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 58 : 353 – 367.
- Clarke, M.R. 1962. The identification of cephalopod beaks and their relationship between beak size and total body weight. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*. 8(10): 422-480.
- Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of cephalopod beaks. Clarendon Press. Oxford. 273 p.
- Cliff, G.1995.Sharks caught in the protective gill nets off Kwazulu-Natal,SouthAfrica.8.The great hammerhead shark *Sphyrna mokarran* (Rüppell). *South African Journal of Marine Science*. 15:105-114.
- Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. California Department of Fish and Game. *Fishery Bulletin*. 79: 1-83.
- Compagno, L.J.V., F. Krupp y W. Schneider.1995.Tiburones In: Fischer W., F. Krupp, W, Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem, (eds). 1995. Pacifico Centro-Oriental; Guia FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. FAO; Roma. (Vol- II) 648-1652 pp.



- Daniel, W.W. 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Limusa. México. 878 pp.
- Estupiñán-Montaño C. y Cedeño Figueroa L. 2005. Estudio de los hábitos alimenticios mediante el análisis del contenido estomacal del tolo mico *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) y los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), en el área de Manta – Ecuador. Tesis de maestría. Manta- Ecuador. 133 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- I - II - III) 1 -1813 pp.
- Franks, P.J.S. 1992. Phytoplankton blooms at fronts: patterns, scales and physical forcing mechanisms. *Rev. Aqua. Sci.* 6(2): 121-137.
- Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro Oriental. Vol. 2. p. 1272-1635. Roma, 1995.
- Galván, M. F., H.J. Nienhuis y A. P. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, México. *California Fish and Game.* 75(2): 74-84
- Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. E. U. A. 416 pp.
- González-García, M.J. 2001. Revisión Sistemática de Los Tiburones Martillo (Carcharhiniformes: Sphyrnidae). Tesis de Maestría. Instituto de Ecología de Xalapa, México. 183 pp.
- Holden, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Sea fisheries research. F.R.H. Jones, (ed.) New York, Wiley and Sons. pp. 117-137.



- Hochberg, F. 2005. Cephalopods in the Diet of Swordfish (*Xiphias gladius*) Caught off the West Coast of Baja California Mexico. En: Pacific Science. Vol 59. No 1. p. 25-41. México.
- Hulbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*. 59 : 67 – 77.
- Harvey, C.J. y J.F. Kitchell. 2000. A stable isotope evaluation of the structure and spatial heterogeneity of a Lake Superior food web. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 57:1395-1403.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, 17 : 411 - 429.
- Iverson, L. K. y Pinkas, L. 1971. A pictorial guide to beak of certain eastern Pacific cephalopods. California Div. Fish and Game. Fishery Bulletin. 152: 83-105.
- Instituto Nacional de la Pesca. 2001. Sustentabilidad y pesca responsable en México: Evaluación y manejo. SAGARPA 1999 – 2000. 1111 pp.
- Jones, B. C. y G. H. Geen. 1977. Food and feeding of spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 : 2067 – 2078.
- Klimley A. P. 1983. Social organization of schools of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith) , in the Gulf of California. *Doctoral dissertation*, University of California, San Diego, La Jolla, 341 pp.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª ed. Harla. México. 753 pp.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman. E. U. A. 620 pp.



- Langton, R.W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis*, and fifteen other northwest Atlantic finfish. U.S. National Marine fisheries Service. *Fishery Bulletin*. 80:754-759.
- Markaida y Hochberg, F. 2005. Cephalopods in the Diet of Swordfish (*Xiphias gladius*) Caught off the West Coast of Baja California Mexico. En: *Pacific Science*. Vol 59. No 1. p.25-41.
- Medved, R., Stillwell, C.E. y Casey, J. G. 1988. The rate of food consumption of young sandbar sharks (*Carcharhinus plumbeus*) in Chincoteague Bay, Virginia. *Copeia*. 4: 956-963.
- Miller, J.D. y N. R. Lea. 1972. Guide to the Coastal Marine Fishes of California. *Fish. Bull.*, 157: 249pp.
- Miller, D. J. y S. C. Jorgensen. 1973. Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. *Calif. Dep. Fish. Bull.* 1 : 301 – 312.
- Monod, T. 1968. Le complexe urophore des poissons teleosteens. *Memories de L'Institute Fundamental D' Afrique Noire*. 81 – 705 p.
- Morales-Sánchez C. 2004. Variabilidad hidrológica en la boca del Golfo de California a partir de un registro continuo superficial. Mexico. Tesis de maestria. CICIMAR. 82 pp.
- Olson, R. J. y Boggs, C. H. 1986. Apex predation by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bionergetics and cesium concentrations. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences*. 43: 1760-1775.
- Pinkas L., S. Oliphant, M. e Iverson, I. L. K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish bulletin*. 152:105.



- Smith, P. E. y Zaret, M. T. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*: 1248-1253 pp.
- Schaefer, K. M. 1984. Swimming performance, body temperatures and gastric evacuation times of the black skipjack, *Euthynnus lineatus*. *Copeia*. 1984 (4) : 1000 – 1003 pp.
- Stevens, J. D. 1984. Life history and ecology of sharks at Aldabra Atoll, Indian Ocean. *Proc. R. Soc. Lond. B* 222 : 79 – 106.
- Stillwell, 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. Fish. Aquat. Sci.* 39: 407 – 414.
- SEMARNAP. 1995-2000. Anuarios Estadísticos de Pesca. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Smale, M. J. 1991. Occurrence and feeding of three sharks species, *Carcharhinus brachyurus*, *C. obscurus* and *Sphyrna zygaena*, on the eastern cape coast of south Africa. *South African Journal of Marine Science*. 11:31-42.
- Smale, M.J. y G. Cliff. 1998. Cephalopods in the diets of four shark species (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* and *S. mokarran*) from kwazulu-natal, South Africa. *Cephalopod Biodiversity, Ecology and Evolution*. In: Payne, A. I. L., Lipinskim M.R., Clarke, M.R. and M.A.C. Roeleveld (Eds). *South African Journal of Marine Science*. 20:241-253.
- Smith, P.E. y Zaret. M.T. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*. 63(5):1248-1253.
- Torres-Orozco. E. 1993. Análisis volumétrico de la masa de agua del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICESE. México. 75 pp.



- Thomson, D. A., Findley, L. T. y Kerstitch, A. N. 2000. Reef fishes of the Sea of Cortez. The rocky-shore fishes of the Gulf of California. The University of Texas. New York. 353 p.
- 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.
- Velasco-Tarelo, P.M. 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 de Maestría. CICIMAR. México. 101 pp.
- Voss, G. L. 1967. The biology and bathymetric distribution of deep-sea cephalopods. *In: Proceedings of the International Conference on Tropical Oceanography.* University of Miami. Institute of Marine Sciences. Stud. Trop. Oceanogr. (5): 847 pp.
- Walker, H. J. Jr. y Rosenblatt, R. H. 1988. Pacific toadfishes of the genus *Porichthys* (Batrachoididae) with descriptions of three new species. *Copeia*.4: 887-904.
- Wolff, C.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *Fishery Bulletin.* 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 Technical Report. NMFS. 17: 50 p.
- Wetherbee, B., S. Gruber y E. Cortés. 1990. Diet, feeding habits, digestion and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. Pp. 29-47. *In.* H. L.Pratt Jr., S. H. Gruber and T. Taniuchi (eds). Elasmobranchs as living resources: advances in the Biology, Ecology, Systematics and the status of the Fisheries. NOAA Tech. Rep. 90.



INTERNET:

<http://www.fishbase.org/>

FAO. 2001 <http://www.fao.org/>

<http://www.sdnhm.org/kids/sharks/shore-to-sea/hammerhead.html> . San Diego
Natural History Museum

<http://www.elasmoworld.org/.../shark/external.shtml>

http://www.reefquest.com/shark_perfiles

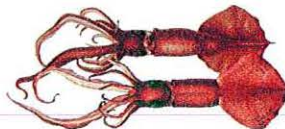


Anexo I. Listado sistematico de las especies presa de la dieta del tiburón martillo

Sphyrna zygaena.

Phylum Mollusca

Clase Cephalopoda



Subclase Coleoidea

Superorden Decapodiformes

Orden Teuthoidea

Familia Ommastrephidae

Dosidicus gigas

Sthenotheuthis oualaniensis

Familia Enoploteuthidae

Abraliopsis affinis

Familia Onychoteuthidae

Onychoteuthis banksii

Familia Pholidoteuthidae

Pholidoteuthis boschmai

Familia Gonatidae

Gonatus californiensis

Familia Octopodoteuthidae

Octopodotheuthis sicula



Familia Thysanoteuthidae

Thysanoteuthis rhombus

Familia Vampyroteuthidae

Vampyrotheuthis infernalis

Familia Ancistrocheiridae

Ancistrocheirus lesueurii

Phylum Chordata

Subphylum Vertebrata

Superclase Gnathostomata

Clase Actinopterygii

Orden Beloniformes

Suborden Belonoidei

Familia Exocoetidae

Fodiator acutus

Orden Clupeiformes

Suborden Clupeoidei

Familia Clupeidae

Sardinops caeruleus

Orden Perciforme

Suborden Percoidei

Familia Coryphaenidae

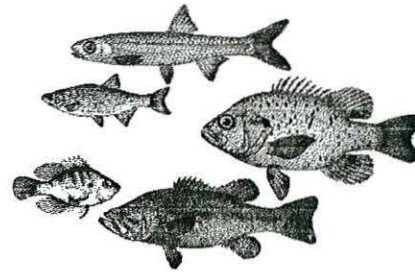
Coryphaena hippurus

Familia Serranidae

Diplectrum sciurus

Familia Carangidae

Suborden Scombroidei





Familia Scombridae

Scomber japonicus

Familia Gerreidae

Gerres cinereus

Suborden Mugiloidei

Familia Mugilidae

Mugil cephalus

Orden Ophidiiformes

Suborden Ophidioidei

Familia Bythitidae

Brotula sp.

Orden Pleuronectiformes

Suborden Pleuronectoidei

Familia Paralichthyidae

Hippoglossina stomata

Orden Stomiiformes

Suborden Phosichthyoidei

Familia Phosichthyidae

Vinciguerra lucetia

Orden Scopeliformes

Suborden Myctophoidei

Familia Synodontidae

Synodus evermanni

Orden Beloniformes

Suborden Belonoidei

Familia Belonidae

Strongylura exilis



Reino Animalia

Phylum Arthropoda



Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Superorden Eucarida

Orden Decapoda

Familia Penaeidae

Farfantepenaeus californiensis

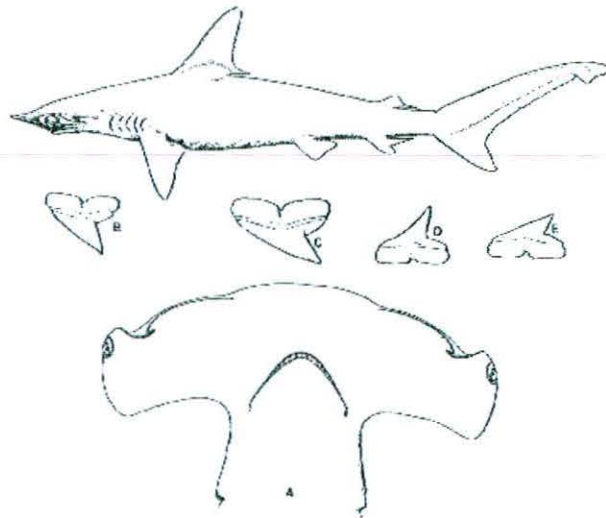
Orden Isopoda

Suborden Valvifera

Familia Chaetiliidae



Tiburón Martillo



Orden: Carcharhiniformes Compagno, 1973

Familia: Carcharhinidae Jordan & Evermann, 1896

Género y especie: *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758)

Nombres comunes: Martillo, pez martillo, tiburón martillo (Español -Uruguay-), Cornuda cruz (Español -FAO-), Smooth hammerhead (Inglés), Requin-marteau commun (Francés -FAO-), Cambeva, cornuda, Caçao martelo (Portugués -Brasil-).

Diagnosis: cabeza con expansiones laterales por delante de las hendiduras branquiales, adoptando forma de martillo o hacha. Expansiones muy anchas, 26 a 29% del largo total (generalmente superiores al 26%), pero longitudinalmente cortas. Distancia desde la punta del hocico hasta la inserción del margen posterior de las expansiones laterales menores a la mitad del ancho de la cabeza. Margen anterior de la cabeza muy curvada, con prominentes escotaduras laterales, pero sin escotadura media. Márgenes posteriores de las expansiones laterales amplios, oblicuos y generalmente más anchos que



la boca. Surcos prenasales bien desarrollados por delante de las narinas. Distancia preoral aproximadamente $1/5$ a menor a $1/3$ del ancho de la cabeza. Extremo posterior de los ojos ligeramente por detrás de la sínfisis superior de la boca. Boca moderadamente amplia y curva. Dientes anteriores con cúspides moderadamente largas y muy robustas, con bordes lisos o débilmente aserrados; dientes posteriores mayormente cuspidados, sin quillas y molariformes. Primera dorsal moderadamente falcada. Origen de la primera dorsal sobre la inserción de las pectorales; su extremo posterior bien anterior al origen de las pélvicas. Segunda dorsal baja, menor que la altura de la anal, con margen posterior apenas cóncavo; margen interno largo, aproximadamente el doble de su altura y con su extremo posterior bien por delante del origen de la caudal. Aletas pélvicas no falcadas, con márgenes posteriores estrechos o apenas cóncavos. Aleta anal ligeramente más larga que la segunda dorsal y algo larga; su base es 4,3 a 5,7% del largo total, con su origen ligeramente por delante del origen de la segunda dorsal y su margen posterior profundamente cóncavo. Con 193 a 206 centros vertebrales (Compagno, 1984).

Reconocimiento: De gran tamaño, cabeza ancha, con expansiones laterales estrechas; márgenes posteriores de las expansiones oblicuos y más bien curvos; margen anterior de la cabeza amplio y curvo en adultos, sin escotadura media. Dientes con cúspides muy anchas y con bordes lisos a débilmente aserrados. Primera dorsal moderadamente falcada, con su extremo posterior por delante el origen de las pélvicas. Segunda dorsal baja, con margen posterior ligeramente cóncavo y margen interno largo, aproximadamente el doble de su altura. Aletas pélvicas no falcadas. Margen posterior del anal profundamente cóncavo.

Color: superficie dorsal y flancos color verde oliva oscuro o gris oscuro, con manchas oscuras en las aletas pectorales. Superficie ventral blanca (Compagno, 1984).



Distribución: cosmopolita; en el Atlántico sudoccidental, desde Nueva Escocia hasta Florida e Islas Vírgenes; sur de Brasil a sur de Argentina, incluyendo Uruguay (Compagno, 1984).

Hábitat: es una especie muy activa, que habita aguas costeras y oceánicas de la plataforma continental, tanto en aguas someras como a profundidades de al menos 20 m, (probablemente mucho mayores). Aparentemente es el tiburón martillo con mayor tolerancia a las condiciones térmicas del ambiente, lo que se ve reflejado en su amplia distribución. En algunas localidades, como por ejemplo frente a El Cabo, South Africa, se encuentran enormes cardúmenes de ejemplares jóvenes de aproximadamente 1,5 m (Compagno, 1984).

Talla: La talla de los adultos puede alcanzar los 370 a 400 cm de longitud total (Compagno, 1984; Cervigón *et al.*, 1992), siendo lo común hasta 250 cm (Cervigón *et al.*, 1992). Lahille (1921), Miranda Ribeiro (1923) y Carrera (1992) hacen referencia a ejemplares de 450 y 500 cm de longitud. Los machos adultos miden al menos 256 cm y las hembras adultas 304 cm de longitud total (Compagno, 1984).

Reproducción: vivípara, con saco vitelino; con 29 a 37 embriones por preñez. Las crías miden entre 50 y 61 cm. al nacer (Compagno, 1984). La madurez sexual se manifiesta cuando alcanza unos 2 m de longitud.

Alimentación: preda sobre un amplio espectro de peces óseos, incluyendo arenques y sardinas, meros, sierras y pargos; también sobre pequeños tiburones, rayas y chuchos; cangrejos, camarones, lapas; también calamares y otros cefalópodos (Compagno, 1984). Según este autor tiene marcada preferencia por las especies cartilaginosas, siendo un activo predador de los peces que encuentra atrapados en los artes de pesca.



Importancia económica: es una especie común en las pesquerías con palangre, (Compagno, 1984). Su carne es utilizada fresca, salada y posiblemente ahumada para consumo humano. Su piel se utiliza en marroquinería. También son utilizadas sus aletas, se extrae aceite de su hígado y las carcazas son utilizadas en la elaboración de harinas (Compagno, 1984).

Pesca: se captura principalmente con palangres pelágicos, redes de enmalle y artes de anzuelo (Compagno, 1984; Cervigón *et al.*, 1992).