INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS

MARINAS

DEPARTAMENTO DE PESQUERÍAS Y BIOLOGÍA MARINA

# ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

T E S I S

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

P R E S E N T A

BIOL. MAR. NALLELY ARIADNA AGUILAR CASTRO

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR 2003

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

### CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 8 del mes Enero del año 2004, el (la) que suscribe NALLELY ARIADNA AGUILAR CASTRO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B011280 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA y cede los derechos del trabajo titulado: **"ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA"** al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: naguilarc@ipn.mx
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

**NALLELY ARIADNA AGUILAR CASTRO**
*nombre y firma*

CGPI-14

# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 14:00 horas del día 30 del mes de Octubre del 2003 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**"ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) EN EL GOLFO DE CALIFORNIA"**

Presentada por el alumno:

| AGUILAR | CASTRO | NALLELY ARIADNA |
|---|---|---|
| Apellido paterno | materno | nombre(s) |

Con registro: | B | 0 | 1 | 1 | 2 | 8 | 0 |

Aspirante al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

PRESIDENTE

DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO

SECRETARIO

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

SEGUNDO VOCAL

DR. EDUARDO FRANCISCO BALART PÁEZ

TERCER VOCAL

DR. PETER KLIMLEY

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SÁNCHEZ

I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION

*DEDICATORIA*

A la memoria de mi hermano Rubén de quien aprendí que con esfuerzo y coraje todo se logra en la vida sin importar los obstáculos que se presenten, para ti bebé que nos diste tanto amor y que desde el cielo nos cuidas a mami y a mi...TQM

A mi Madre Rosario, quien con su esfuerzo y dedicación me dio todo lo que se necesita para ser alguien productivo en la vida... TQM

A mi abuelo Astolfo "Güero" quien ha sido un padre para mi y ha estado ahí cuando mas lo he necesitado.... Te Quiero Mucho.

Gracias por darme tanto amor y hacerme tan feliz, los quiero mucho...

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Felipe Galván Magaña por brindarme la oportunidad de realizarme en lo que más me gusta, por darme la confianza necesaria para salir adelante, por ser mi maestro.... y sobre todo por brindarme su amistad incondicional. Gracias por sus consejos y por escucharme tantas veces “Doc”.

Al Dr. Andrés Abitia por ayudarme a comprender muchas cosas y corregirme tantas veces, que aunque renegué de eso, la verdad me ayudo mucho. También por dejar de ser un maestro para ser mi amigo. Lo aprecio mucho de corazón.

Al Dr. A. Peter Klimley por los aportes y comentarios muy acertados que me fueron de gran ayuda en la realización de este trabajo.

Al Comité de Revisión por sus aportes y criticas constructivas que ayudaron a mejorar y complementar este trabajo.

Al proyecto de tiburones por permitirme realizar el estudio y por todo el apoyo brindado.

Al M. en C. Víctor H. Cruz Escalona, por sus comentarios, criticas y aportes importantes a este trabajo.... y claro por su amistad y consejos, gracias también por aguantar mis quejas y lloriqueos.

A los “chicos ecopath” M. en C. Manuel Zetina y M. en C. Pablo del Monte Luna, por sus consejos, y traspaso de información... y por hacer agradables los momentos.

A Silvia Uscanga y Maribel Santibáñez, que aunque no están conmigo en este momento, han sido parte importante en mi vida y me han dado mucho apoyo y cariño... las extraño viejas!!!

A I.M.O. antes que todo por brindarme su amistad y darme su cariño, y aunque no le tocó mi lado histérico, ha sabido comprenderme y escucharme...Gracias T.Q.M.!!!

Al “Clan Galván” y los “Abitia Boys”: Ofelia, Xchel, Silvia, Maribel, Oscar, Paula, Mario, Zulette, Mauricio, James, Dana, Carmen, Mimi, Toño, Don Pancheiro y a los agregados Cocepción “Güero Concho”, Marcela, Jose Angel, Juan Pedro, Caroline, por su amistad y apoyo, por los chismes compartidos y por los buenos ratos... y los malos también.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por brindarme la oportunidad de realizar la maestría y por el apoyo económico brindado para la misma.

A mi mama Rosario que ha sido mi gran ejemplo a seguir y a mi hermano Rubén que es mi mayor inspiración.

A mi gran amigo Marshall por acompañarme todas las noches y madrugadas que me quedé sentada frente a la compu tratando de ser creativa....y no verme feo cuando me ponía histérica porque no me salía nada bueno...

A toda mi familia (materna y paterna...pa'que no se peleen), para que vean que si se puede!! Los quiero mucho de corazón!! ...y aunque tenemos nuestras diferencias, gracias por su cariño y por estar ahí cuando los he necesitado.

Y a todos aquellos que por mi mala memoria no puse aquí, pero no por ello dejan de ser importantes en mi vida, les agradezco su apoyo, cariño y amistad....

# ÍNDICE

I. LISTA DE FIGURAS..... Pág. 1

II. LISTA DE TABLAS..... Pág. 4

III. GLOSARIO..... Pág. 7

IV. RESUMEN..... Pág. 9

V. ABSTRACT..... Pág. 10

1. INTRODUCCIÓN..... Pág. 11

2. ANTECEDENTES..... Pág. 16

3. JUSTIFICACIÓN..... Pág. 17

4. OBJETIVOS ..... Pág. 18

4.1. OBJETIVOS PARTICULARES ..... Pág. 18

5. ÁREA DE ESTUDIO ..... Pág. 19

6. METODOLOGÍA ..... Pág. 21

6.1. TRABAJO EN CAMPO ..... Pág. 21

6.2. TRABAJO EN LABORATORIO ..... Pág. 21

6.3. ÍNDICES ECOLÓGICOS ..... Pág. 23

6.3.1. ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA ..... Pág. 23

6.3.2. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEINER..... Pág. 23

6.3.3. ÍNDICE DE LEVIN'S ..... Pág. 23

6.3.4. ÍNDICE DE MORISITA-HORN..... Pág. 24

6.4. ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO ..... Pág. 24

7. RESULTADOS ..... Pág. 26

7.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS..... Pág. 26

7.1.1. ESPECTRO TRÓFICO GENERAL DEL TIBURÓN MARTILLO Sphyrna lewini EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIOFRNIA ..... Pág. 26

7.1.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS DE HEMBRAS ..... Pág. 31

7.1.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS DE MACHOS ..... Pág. 34

7.1.4. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR INTERVALO DE TALLA ..... Pág. 37

7.1.5. DIFERENCIAS DEL ALIMENTO ENTRE AÑOS ..... Pág. 58

7.1.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA DIETA DURANTE 2001 ..... Pág. 58

7.1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LA DIETA DURANTE 2002 ..... Pág. 63

7.2. ÍNDICES ECOLÓGICOS..... Pág. 66

7.3. ISÓTOPOS DE CARBONO Y NITRÓGENO ..... Pág. 69

8. DISCUSIÓN ..... Pág. 76

8.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS ..... Pág. 76

8.1.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR SEXO ..... Pág. 80

8.1.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR INTERVALO DE TALLA ..... Pág. 81

8.1.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR AÑOS ..... Pág. 84

8.2. ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO ..... Pág. 85

9. CONCLUSIONES ..... Pág. 88

10. LITERATURA CITADA ..... Pág. 89

ANEXO I : LISTADO SISTEMÁTICO DE LAS ESPECIES QUE COMPONEN LA DIETA ..... Pág. 94

ANEXO II : DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES QUE
COMPONEN LA DIETA ..... Pág. 98

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Captura pesquera por estructura de tallas de *Sphyrna lewini*. ..... Pág. 12

FIGURA 2. Vista dorsal del tiburón martillo *Sphyrna lewini*. ..... Pág. 13

FIGURA 3. Vista lateral del tiburón martillo *Sphyrna lewini*. ..... Pág. 13

FIGURA 4. Distribución mundial del tiburón martillo *Sphyrna lewini*. ..... Pág. 14

FIGURA 5. Mapa del área de estudio. Campos pesqueros en los que se obtuvieron las muestras de tiburón martillo *Sphyrna lewini*..... Pág. 20

FIGURA 6. Porcentaje de llenado de los estómagos de *Sphyrna lewini*..... Pág. 28

FIGURA 7. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 27

FIGURA 8. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de hembras juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 32

FIGURA 9. Porcentaje Numérico, Gravimétrico, Frecuencia de Aparición, e Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de machos juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 35

FIGURA 10. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 79 a 86 cm de longitud

total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 38

FIGURA 11. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 87 a 94 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 41

FIGURA 12. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 95 a 102 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 44

FIGURA 13. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 103 a 110 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 48

FIGURA 14. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 111 a 118 cm de longitud en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 51

FIGURA 15. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla de 119 a 126 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 54

FIGURA 16. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por el intervalo de talla mayor a 127 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 57

FIGURA 17. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias del año 2001 en la dieta de juveniles del tiburón

martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 60

FIGURA 18. Porcentaje Numérico, Gravimétrico y Frecuencia de Aparición, así como Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias del año 2002 en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México..... Pág. 64

FIGURA 19. Diversidad de especies presa y amplitud de nicho trófico por sexos en la dieta de *Sphyrna lewini*..... Pág. 66

FIGURA 20. Diversidad de especies presa (Índice de Shannon-Wiener (H') y Amplitud de nicho trófico (Índice de Levin´s (Bi) por intervalos de tallas en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini*..... Pág. 67

FIGURA 21. Diversidad de especies presa (Índice de Shannon-Wiener (H') y Amplitud de nicho trófico (Índice de Levin´s (Bi) por años en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini*..... Pág. 68

FIGURA 22. Traslapamiento trófico por intervalos de talla en la dieta de *Sphyrna lewini*, con base en el Índice de Morisita-Horn..... Pág. 69

FIGURA 23. Nivel trófico de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico..... Pág. 72

FIGURA 24. Nivel trófico de juveniles y adultos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico..... Pág. 72

FIGURA 25. Nivel trófico de hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico. ..... Pág. 73

FIGURA 26. Nivel trófico ($^{13}$C Y $^{15}$N) de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados durante los años 2000, 2001 y 2002 en campos pesqueros del Golfo de California y el Océano Pacífico.....Pág. 73

FIGURA 27. Análisis ANOVA del nivel trófico en base al $^{15}$N en hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico..... Pág. 74

FIGURA 28. Análisis ANOVA del nivel trófico en base al $^{13}$C en hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico.....Pág. 75

# LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 33

TABLA 2-A. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, dados los análisis de hembras, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 36

TABLA 2-B. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, dados los análisis de machos, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 39

TABLA 3-A. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 79 a 86 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 42

TABLA 3-B. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 87 a 94 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de

aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 45

TABLA 3-C. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 92 a 102 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 48

TABLA 3-D. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 103 a 110 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 50

TABLA 3-E. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 111 a 118 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 53

TABLA 3-F. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla 119 a 126 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 56

TABLA 3-G. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base al intervalo de talla mayor a 126 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados

en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 59

TABLA 4-A. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini,* con base al análisis del año 2001, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 64

TABLA 4-B. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini,* con base al análisis del año 2002, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (N), gravimétrico (P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR)..... Pág. 68

TABLA 5. Descripción del análisis isotópico a partir del músculo del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, en el sur del Golfo de California..... Pág. 74

## GLOSARIO

HÁBITOS ALIMENTICIOS: Es un estudio que provee una descripción detallada del alimento que es ingerido recientemente por los organismos (Harvey y Kitchell, 2000).

TRASLAPAMIENTO TRÓFICO: Cuando dos organismos coinciden en tiempo y espacio para alimentarse.

ISÓTOPOS: Término químico empleado para definir a los átomos (estables o inestables) del mismo elemento con el mismo número de protones ($Z^+$) y electrones ($e^-$) pero diferente número de neutrones (N). Los isótopos se distinguen en cuanto a la masa, aunque son de la misma naturaleza química. La estabilidad de los isótopos está determinada por la gran energía de enlace que no permite que el núcleo sea separado en sus partículas individuales, ya la razón $N/Z^+$ que debe ser aproximadamente inferior a 1.0-1.5 (Roman-Reyes, 2003).

ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES: Metodología empleada para conocer los patrones de alimentación y las relaciones tróficas a largo plazo dentro de un ecosistema. Esta técnica determina las contribuciones relativas de dos fuentes de materia orgánica isotópicamente diferentes a la dieta de consumidores. Asimismo brinda información sobre los tiempos de asimilación del alimento, no solo de lo que es ingerido. El valor del isótopo Nitrógeno ($\delta^{15}N$) es empleado para determinar las relaciones alimenticias y tróficas entre animales y sus presas, debido a que existe un enriquecimiento significativo de $^{15}N$ entre el organismo y su dieta (alrededor de 2-4 ‰). Los valores de isotópicos de Carbono son empleados para determinar las fuentes de energía ya que el $^{13}C$ presente en un organismo refleja el carbono que contiene su dieta (1‰) (Créach *et al*., 1997; Rau *et al*., 1983)

NIVEL TRÓFICO: Clasificación funcional de los organismos de una comunidad conforme sus relaciones alimenticias. Posición de los organismos en la cadena alimenticia, determinado por la transferencia de energía de un nivel a otro
(Lindeman, 1942).

CADENA DE ALIMENTOS: Es la transferencia de energía alimenticia desde el origen (las plantas) a través de una serie de organismos. En cada traspaso, se pierde una proporción de la energía potencial en forma de calor. Por lo que el numero de pasos o “eslabones” de una serie es limitado, siendo generalmente de cuatro o cinco. Cuanto más corta es la cadena de alimentos mayor es la energía disponible. En las comunidades

complejas naturales se dice que los organismos obtienen su alimento de las plantas que pertenecen al mismo nivel trófico. De esta manera los niveles productores (las plantas) constituyen el primer nivel trófico, los que se alimentan de plantas el segundo nivel trófico (nivel primario de los consumidores), aquellos carnívoros que se alimentan de herbívoros constituyen el tercer nivel trófico (nivel secundario de los consumidores) y los carnívoros secundario el cuarto nivel trófico (nivel terciario de los consumidores) (Odum, 1972).

DEPREDADOR GENERALISTA: Es un depredador que no presenta una preferencia determinada por un tipo particular de presas y su dieta esta conformada diversas especies.

DEPREDADOR ESPECIALISTA: Es un depredador que si presenta una preferencia por un tipo particular de presas, siendo la dieta determinada por pocas especies.

## RESUMEN

Hace 20 años el tiburón martillo *Sphyrna lewini* era una de las especies con mayores capturas en el Golfo de California; sin embargo, en los últimos 10 años esta especie ha disminuido considerablemente en las capturas pesqueras, actualmente solo se captura juveniles durante el invierno. Los adultos se presentan en el verano en las montañas submarinas del Golfo de California; mientras que los juveniles se encuentran durante el invierno en áreas más costeras. Los estudios sobre su biología básica y aspectos alimenticios son escasos. En el presente estudio se determinó los hábitos alimenticios y los valores isotópicos de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el suroeste del Golfo de California. Los muestreos se realizaron en los campos pesqueros El Sauzoso, El Pardito, El Portugués, Punta Arenas, Ensenada de Muertos, San Isidro y Las Playitas, localizados al Suroeste del Golfo de California, durante el 2000, 2001 y 2002. Se aplicó el análisis de número de presas, peso, frecuencia de aparición, Índice de Importancia Relativa (IIR), diversidad de presas (Índice de Diversidad de Shannon-Weiner [H´]), amplitud de nicho (Índice de Levin's [Bi]), traslapamiento trófico por sexo y tallas (Índice de Morisita-Horn [C$\lambda$]) y análisis de isótopos estables de carbono ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) y nitrógeno ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$). Se revisaron un total de 139 estómagos del tiburón *Sphyrna lewini*, de los cuales 8 resultaron vacíos (7.19%). A partir del trabajo taxonómico se identificaron 41 especies presa, de las cuales 2 fueron crustáceos, 7 cefalópodos, 32 peces, 2 crustáceos no identificados así como restos de materia orgánica. De acuerdo al método numérico, el espectro trófico se integró por 360 organismos presa, de los cuales los cefalópodos aportaron 52.5% con 189 organismos; los peces 32.2% con 116 organismos y los crustáceos 2.5%. Gravimétricamente (gr), las presas representaron un total de 7628. Los peces representaron el 54.4% (4152), los cefalópodos el 29.8% (2277 en peso retrocalculado) y los crustáceos 0.1% (15). Los peces fueron el contenido alimenticio dominante en la dieta del tiburón martillo, siendo frecuente en 86.3%, los cefalópodos representan el 26.6%, los crustáceos el 6.4%. El Índice de Importancia Relativa muestra que se alimentan principalmente de peces demersales y epipelágicos (*Scomber japonicus* (9%), *Synodus evermanni* (6%), *Sardinops caeruleus* (2%), *Auxis thazard* (2%)) y cefalópodos mesopelágicos (*Dosidicus gigas* (23%), *Abraliopsis affinis* (8%), *Onychoteuthis banksii* (11%)). Presenta una diversidad de especies presas de 2.74 y amplitud del nicho de 0.16. Se observa una traslapamiento significativo en la dieta entre sexos (C$\lambda$ = 0.76). Las longitudes registradas en su mayoría no sobrepasan los 150 cm, por lo que son considerados organismos juveniles, con traslapamiento en la dieta entre los grupos de 87 a 110 cm y de 119 a 142 cm. Los análisis de isótopos estables de carbono ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) y nitrógeno ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$) muestran que los juveniles de *Sphyrna lewini* tienen una posición trófica mayor en relación con los adultos; no se observó una diferencia en los valores isotópicos por sexos, lo cual indica que se mantienen agrupados a una determinada talla y en un área especifica en busca de alimento. La Bahía de La Paz debe ser considerada una zona temporal de alimentación de tiburones martillo *Sphyrna lewini*.

## ABSTRACT

The scalloped hammerhead shark *Sphyrna lewini* was twenty years ago one of the most important species caught in the Gulf of California; however, in the last 10 years this specie has reduced considerably in the fishing catches, currently only the juveniles are caught during the winter. The adults are found in the summer in the sea mounts of the Gulf of California; while the juveniles are found during the winter in costal areas. The research on the basics biology and nutritional aspects of *Sphyrna lewini* are scarce. In the present study will be determined the feedings habits and isotopic rates of juveniles of the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* in the southwest of the Gulf of California. The samplings were realized in the fishing fields El Sauzoso, El Pardito, El Portugués, Punta Arenas, Ensenada de Muertos, San Isidro and Las Playitas, localized at southwest of the Gulf of California during 2000, 2001 and 2002. It was applied the analysis of number of preys, weight, frequency of occurrence, the Index of Relative Importance (IRI), Prey species diversity (Index of Shannon-Wiener [H']), diet breadth (Levin´s standardized Index [Bi]), dietary overlap by sex and size (Morisita-Horn Index), and stable carbon ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) and nitrogen ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$) isotopic analysis. A total of 139 stomachs of scalloped hammerhead sharks were analyzed, of those which 10 resulted empty (5.75%). From taxonomic work were identified 41 prey species, of those which 2 are crustaceans, 7 cephalopods, 32 fish, 2 unidentified crustaceans as well as organic matter remains. The numerical method show that the trophic spectrum was integrated by 360 prey items, of those which the cephalopods provided 52.5% with 189 items; the fish 32.2% with 116 items and the crustaceans 2.5%. With regard to weight, the preys represented a total of 7628. The fish represented 54.4% (4152), the cephalopods 29.8% (2277 in retro calculated weight) and the crustaceans 0.1% (15). The fish were the dominant feeding content in the diet of the scalloped hammerhead shark, being frequent in 86.3%, the cephalopods represent 26.6%, the crustaceans 6.4%. The Index of Relative Importance show that are feed mainly of demersal and epipelagic fish (*Scomber japonicus* (9%), *Synodus evermanni* (6%), *Sardinops caeruleus* (2%), *Auxis thazard* (2%)) and mesopelagic cephalopods (*Dosidicus gigas* (23%), *Abraliopsis affinis* (8%), *Onychoteuthis banksii* (11%)). The prey diversity was 2.74 and diet breadth of 0.16. It is observed a significant overlap in the diet among sexes ($C\lambda = 0.76$). The registered lengths of hammerhead sharks caught do not surpass the 150 cm, therefore they are considered juvenile with a overlap in the diet among the groups of 87 to 110 cm and of 119 to 142 cm. The stable isotopes analysis of carbon ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) and nitrogen ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$) show that the juveniles of *Sphyrna lewini* have a higher trophic position in relation to the adults; it is not observed a difference in the isotopic rates for sex, which indicates that are maintained grouped to a given length and in a specific area in search of food. Bahía de La Paz must be considered a temporary feeding zone of scalloped hammerhead *Sphyrna lewini.*

# 1. INTRODUCCIÓN

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).

Los tiburones se caracterizan por tener un crecimiento lento, madurez tardía, una fecundidad baja y periodos de gestación largos, lo cual hace que sean sensibles a la sobreexplotación, y a una recuperación lenta de los niveles poblacionales (Holden, 1974; Romeu, 2001).

Por varias décadas, la explotación comercial de tiburones se ha convertido en una tradición para los pescadores mexicanos, siendo así una fuente importante de las actividades pesqueras realizadas en México. En 1984 y 1985, los análisis de los ingresos producidos muestran al recurso tiburón como una de las actividades pesqueras importantes en México, representando el 3% del total de los ingresos (Bonfil *et al.,*1990).

Aunque no siempre se aprovecha en su totalidad, el tiburón tiene múltiples usos, siendo su carne la que cuenta con una mayor demanda (consumo humano), pero en términos de exportación tienen más valor otros productos como las aletas (platillos orientales), la piel y los dientes los cuales son utilizados para artesanías (Bonfil *et al.,* 1990; Romeu, 2001).

Los tiburones juegan un papel importante como depredadores superiores en los ecosistemas marinos, al regular el balance de la cadena alimenticia. De esta manera, los efectos de una pesquería excesiva de tiburón afectarían la estructura de los ecosistemas (Castillo-Geniz, 1992).

En el Océano Pacífico Mexicano, el tiburón se pesca durante todo el año; sin embargo, algunas especies se capturan durante ciertas épocas del año, debido a que se desplazan según sus hábitos migratorios. Baja California Sur es uno de los sitios con más tradición en la pesca del tiburón, debido a que es una zona que cuenta con una extensa línea de costa, aguas protegidas, mares interiores (Golfo de California) y aguas oceánicas

profundas; además tiene la característica de ser un área de transición entre las zonas tropical y templada, lo cual le permite tener una mayor diversidad y abundancia de presas y depredadores como los tiburones (Bonfil *et al.,* 1990; Romeu, 2001).

De las 350 especies de tiburón que existen en el mundo, aproximadamente 100 viven en aguas mexicanas, y unas 40 se utilizan comercialmente, aunque algunos autores aseguran que son apenas trece las que más se capturan. Entre ellas se encuentra *Sphyrna lewini*, comúnmente llamada tiburón martillo o cornuda (Romeu, 2001). La cual con base a las estadísticas del Instituto Nacional de la Pesca, es una de las especies que potencialmente inciden en la pesca artesanal del Golfo de California (92.25% proporción acumulada). Esta especie presenta una vulnerabilidad a la pesca al presentar una alta incidencia sobre los individuos juveniles (Fig. 1).

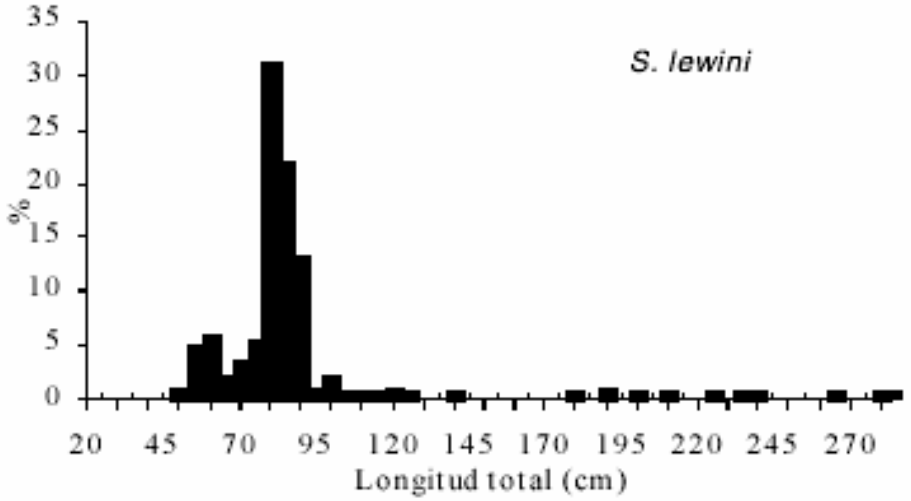



**Figura 1**. Estructura de tallas de *Sphyrna lewini*.

*Sphyrna lewini*, pertenece a la familia Sphyrnidae, y es una de las especies de tiburones más distintivas, debido a la forma de martillo que presenta su cabeza ( tiene a diferencia de las demás especies, 4 lóbulos en la parte anterior de la cabeza) (Fig. 2); también se distingue por sus patrones de comportamiento. En el Golfo de California esta especie llegaba a formar grupos de más de 100 individuos (entre juveniles y adultos), los

cuales se dispersaban durante la noche en busca de alimento y para la copula (Klimley y Nelson, 1981; Klimley, 1981/82; Klimley y Brown 1982; Klimley *et al*.,1988; Compagno *et al*., 1995; Anónimo, 2001; Godknecht y Ritter, 2001).

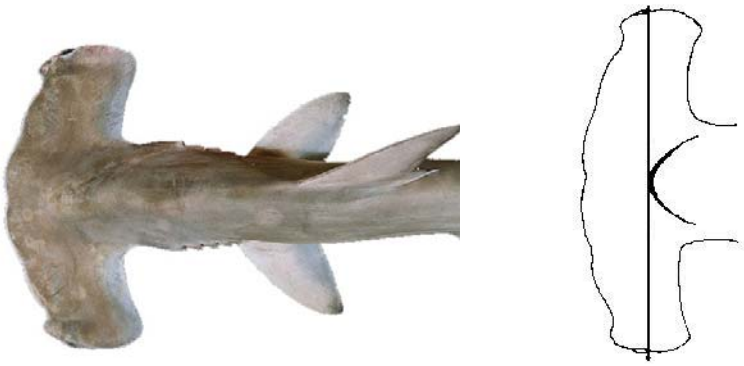


**Figura 2**. Vista dorsal del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

Su talla promedio es de 3.6 m de longitud total (Fig. 3); es una especie vivípara circumtropical y su distribución en el Océano Pacífico Oriental, es desde el Sur de California a Ecuador (Fig. 4). Es probablemente una de las especies más comunes en aguas tropicales que se capturan en pesquerías costeras artesanales y comerciales, así como en operaciones de pesca oceánicas (Compagno *et al*., 1995; Godknecht y Ritter, 2001). Esta especie permanece en aguas costeras en busca de alimento, lo que la hacía ser una especie común y constante en el Golfo de California (Klimley, 1981/82; Klimley *et al*.,1988; Galván-Magaña *et al*., 1989; Compagno *et al.*, 1995; Anónimo, 2001).

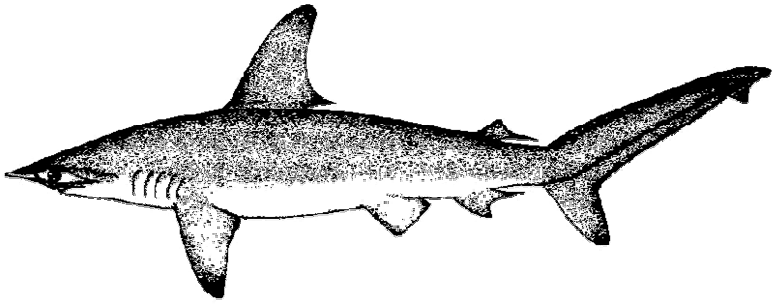


**Figura 3**. Vista lateral del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

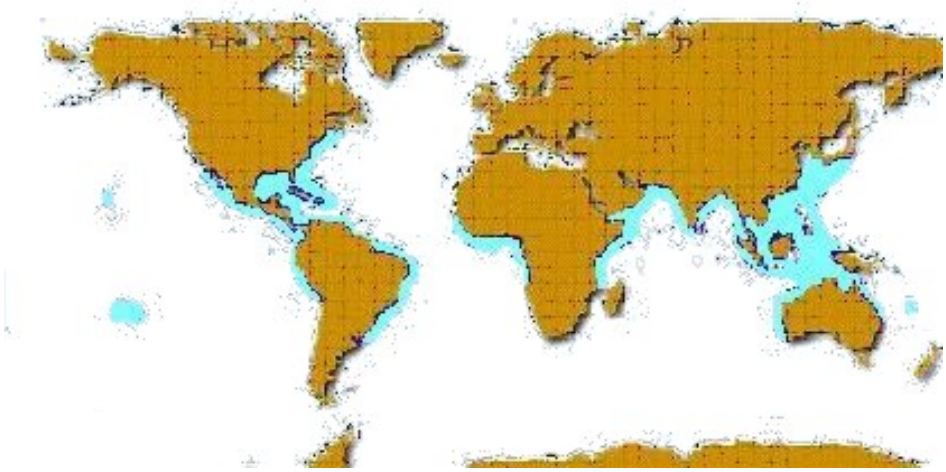


**Figura 4**. Distribución mundial del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

Los estudios ecológicos, en particular aquellos dirigidos al conocimiento de la ecología trófica son empleados para entender el papel funcional de los peces dentro de un ecosistema (Cruz-Escalona *et al.,* 2000).

Asimismo, los ecólogos tienen gran interés en las relaciones alimenticias, vías de nutrientes y energía, dentro de las comunidades marinas. Los consumidores se mantienen unidos a una base alimenticia comunitaria y el papel subsiguiente que juega el animal en la dieta de consumidores superiores son muy difíciles de evaluar (Rau *et al*., 1983).

Los estudios de hábitos alimenticios aportan información valiosa acerca de la biología y ecología de los organismos de manera que nos permiten comprender las interacciones entre los miembros de una comunidad marina. Estos métodos están fuertemente relacionados con la morfología interna y externa de los organismos (Cailliet *et al*., 1996).

Los análisis isotópicos puede proveer un estimado del nivel medio de materia orgánica asimilada por cada especie (Créach *et al*., 1997).

La abundancia relativa de los isótopos estables (i.e. no radioactivos) de elementos ligeros como el carbono y nitrógeno, han sido de invaluable utilidad en estudios ecológicos por más de 40 años. Sirven como trazadores químicos naturales de procesos ecológicos. Entre otros, se pueden trazar flujos de energía, cambios de hábitat, o caracterizar los hábitos alimentarios de una población. Por ejemplo, se puede estudiar el flujo de nutrientes en ambientes acuáticos, identificar las fuentes de producción primaria que sustentan una cadena alimentaria, determinar el nivel trófico de un consumidor, reconstruir series de tiempo que reflejen las condiciones ambientales del pasado, caracterizar dietas en estudios paleoecológicos, y evaluar patrones de migración (Herzka, 2003).

El método de isótopos estables esta basado en el hecho de que ciertos isótopos funcionan como elementos traza a través de las cadenas alimenticias. El valor del isótopo nitrógeno ($\delta^{15}N$) es empleado para determinar las relaciones alimenticias y tróficas entre animales y sus presas, debido a que existe un enriquecimiento significativo de $^{15}N$ entre el organismo y su dieta (alrededor de 2-4 ‰). Los valores de delta $^{13}C$ son empleados para determinar las fuentes de energía ya que el $^{13}C$ presente en un organismo refleja el carbono que contiene su dieta. Generalmente la proporción $^{15}N$ y $^{13}C$ permiten inferir en las relaciones de la cadena alimenticia (Créach *et al*., 1997).

La relación isotópica estable de un tejido animal provee una medida de asimilación en la dieta de un animal. Cuando las relaciones isotópicas de un animal son comparadas con las proporciones del productor primario dominante en un sistema, se puede deducir el origen de la dieta del animal (Peterson y Whitfield, 1997).

En este contexto, y considerando que los tiburones juegan un papel importante como depredadores superiores en los ecosistemas marinos, el presente trabajo plantea el estudio de la ecología trófica de *Sphyrna lewini* con la finalidad de conocer su posición trófica basado en análisis de isótopos de carbono y nitrógeno, asociado con el tipo y abundancia de las presas consumidas por este depredador en el Golfo de California.

## 2. ANTECEDENTES

A nivel mundial se han realizado diversos trabajos referentes a la alimentación de los tiburones; sin embargo, los estudios realizados en *Sphyrna lewini* son muy escasos; entre ellos se tiene el trabajo realizado por Smale y Cliff (1998) quienes examinan a los cefalópodos como componente alimenticio en la dieta de cuatro especies de tiburones, incluyendo a *Sphyrna lewini*, capturados en Kwazulu-Natal, Sudáfrica; Lowe (2001), el cual describe las tasas metabólicas en los juveniles de esta especie en Hawaii; Bush y Holland (2002) estudian la evacuación gástrica y la ración diaria de alimento del tiburón martillo en Bahía Kaneohe, Hawaii; Bush (2002) quien analiza la dieta y la periodicidad de alimentación en los juveniles del tiburón martillo de Bahía Kaneohe, Hawaii.

Con respecto a la ecología trófica de *Sphyrna lewini* en el Golfo de California, Klimley (1983) estudió los hábitos alimenticios y la utilización del hábitat de esta especie; menciona que los juveniles del tiburón martillo se alimenta principalmente de peces bentónicos y neríticos, así como cefalópodos epipelágicos; mientras que los adultos se alimentan de peces neríticos y epipelágicos así como de cefalópodos mesopelágicos. Asimismo observó que las hembras migran hacia la zona oceánica, para consumir presas oceánicas; mientras que los machos, consumen presas neríticas. Klimley (1983) señala que el tiburón martillo es un depredador generalista-oportunista, ya que se alimenta de numerosos *items*. Galván-Magaña *et al*. (1989) hacen referencia a la abundancia estacional y los hábitos alimenticios de algunas especies de tiburones, incluyendo a *Sphyrna lewini*, señalando que los adultos de esta especie se alimentan principalmente de peces neríticos y cefalópodos mesopelágicos.

# 3. JUSTIFICACIÓN

Diversos sectores productivos de Baja California Sur relacionados con la pesquería o turismo, han observado la disminución de esta especie de tiburón martillo en los últimos años. Compañías de buceo dedicadas a la observación de esta especie en el Golfo de California, comentan la menor frecuencia de aparición de esta especie en las montañas submarinas e Islas del sur del Golfo de California. Sin embargo se desconoce si esta disminución se debe a la sobreexplotación pesquera de juveniles en zonas de crianza (Secretaría de Pesca, 1999), pesca de adultos, o los efectos de fenómenos oceanográficos (por ejem. El Niño y la Niña) que influyen en su presencia o abundancia.

El registro de la captura por especies y la realización de estudios sobre su biología básica, son fundamentales para evaluar el impacto pesquero y la implantación de una manejo sustentable de las diversas especies de tiburón, especialmente del tiburón cornuda, ya que además de ser una especie codiciada por los pescadores, también los sectores turísticos demandan este tipo de investigaciones biológicas, ya que es un atractivo turístico de gran importancia que genera divisas en Baja California Sur.

Es necesario realizar estudios de la biología de cada especie de tiburón con el fin de tener elementos biológicos sólidos para recomendar medidas adecuadas para asegurar su conservación (Castro *et al.*, 1999). Asimismo los estudios de dinámica poblacional incluyendo los de hábitos alimenticios y análisis de isótopos estables, permitirán comprender el papel funcional de los organismos dentro de una comunidad marina así como las interacciones intraespecíficas.

# 4. OBJETIVO

Determinar los hábitos alimenticios y valores isotópicos de carbono y nitrógeno de los juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el suroeste del Golfo de California.

## 4.1. OBJETIVOS PARTICULARES

- Describir y cuantificar el espectro alimenticio del tiburón *Sphyrna lewini*.
- Establecer la diversidad de presas que componen su dieta.
- Determinar la amplitud de la dieta de *Sphyrna lewini*.
- Evaluar el grado de interacción trófica entre los grupos de edad y por sexos de esta especie de tiburón.
- Analizar los valores isotópicos de *Sphyrna lewini*, basado en estudios de isótopos de carbono y nitrógeno.

# 5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de muestreo comprende los siguientes campos pesqueros: En Bahía de La Paz, **El Sauzoso** localizado a 24°18'26'' Latitud N y a 110°38'17'' Longitud W; **El Pardito** (24°51'45'' Latitud N, 110°35'15'' Longitud W) y **El Portugués** (24°41'32'' Latitud N, 110°42'57'' Longitud W). Al suroeste del Golfo de California, **Punta Arenas** (24°3'40'' Latitud N, 109°49'55'' Longitud W), **Ensenada de Muertos** (23°58'30'' Latitud N, 109°49'57'' Longitud W), **San Isidro** (23°53'33'' Latitud N, 109°48'15'' Longitud W) y **Las Playitas** (23°1'18'' Latitud N, 109°42'13'' Longitud W) (Fig. 2).

El Golfo de California presenta un clima más continental que oceánico ya que los efectos climáticos del Océano Pacífico sobre el Golfo se ven reducidos fuertemente por una cadena montañosa continua de 1 a 3 km de alto en la Península de Baja California. La gran diversidad de características topográficas y batimétricas del Golfo de California producen una variedad de hábitats para peces y otros organismos marinos (Thomson *et al*., 2000).

Las variaciones de temperatura ambiental anuales fluctúan estacionalmente entre los 30 y 34°C en el verano y entre los 10 a 13°C durante el invierno. Este amplio intervalo de temperatura ambiental tiene un efecto sobre la flora y fauna, el cual se ve reflejado en la presencia de especies tropicales, templadas y endémicas. Los vientos que prevalecen en el Golfo de California son predominantemente del noroeste en el invierno y primavera y del suroeste durante el verano y otoño. Durante el invierno, los vientos del noroeste impulsan las aguas superficiales hacia la costa peninsular, causando áreas de surgencias muy intensas en la costa oriental del golfo. Durante el verano sucede lo inverso, los vientos del suroeste empujan el agua superficial hacia la costa continental, causando un incremento en las surgencias a lo largo de la costa occidental del Golfo (Rebollar-Prudente, 2000).

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 (Thomson *et al*., 2000).

En la región Sur del Golfo de California se presenta una estructura oceanográfica muy compleja y dinámica, ya que en esta convergen tres masas de agua con características diferentes en cuanto a temperatura y salinidad se refiere: la masa de agua del Golfo, la masa de agua del Pacifico Oriental Tropical y por la masa de agua de la Corriente de California (Álvarez-Borrego, 1983).

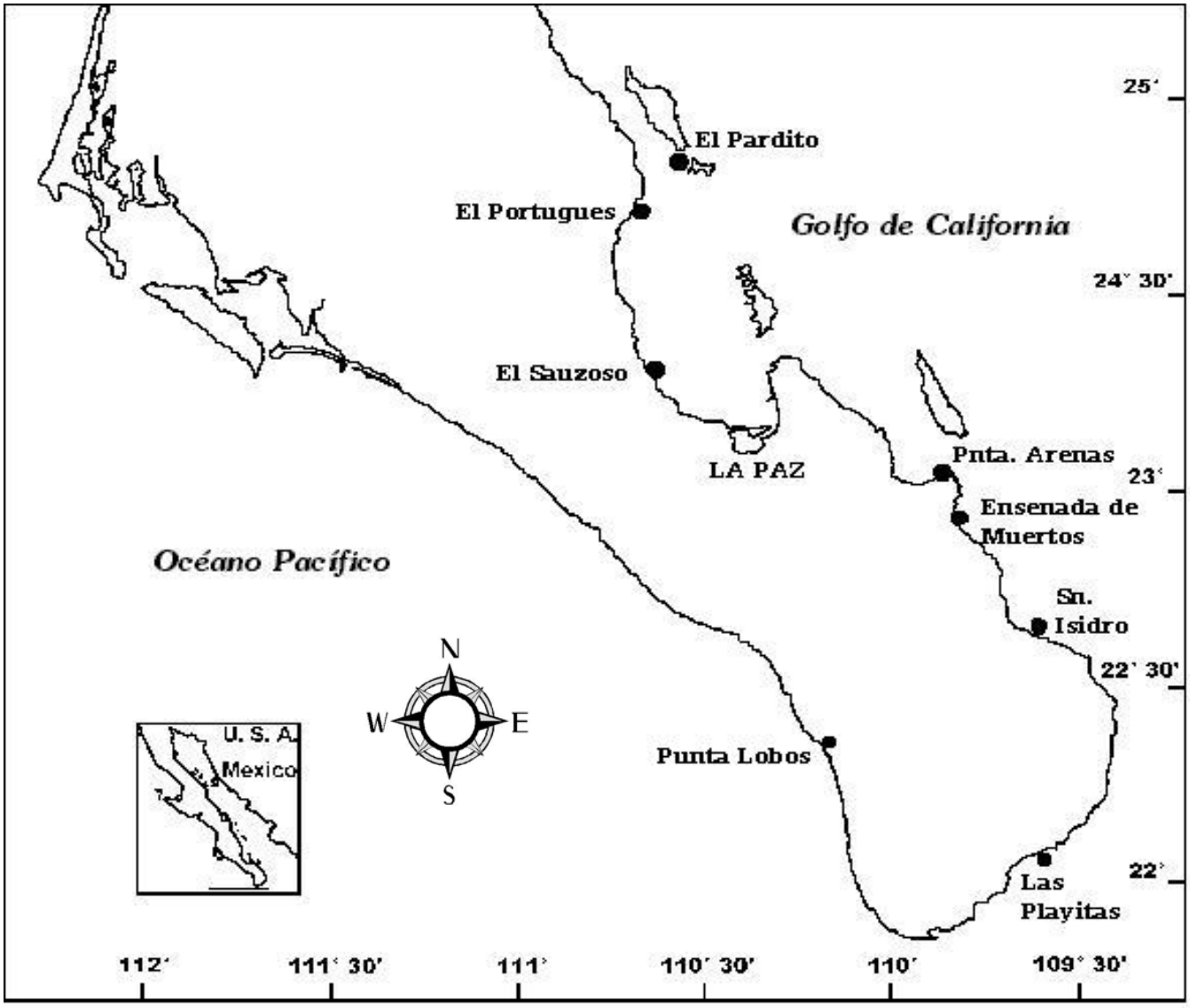



**Figura 5**. Mapa del área de estudio. Campos pesqueros en los que se obtuvieron las muestras de tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

# 6. METODOLOGÍA

La colecta de estómagos de tiburón martillo, para analizar la dieta, se realizó desde enero del 2001 hasta julio de 2002 y la toma de muestras de músculo, para el análisis de isótopos estables, se realizó desde noviembre de 2000 hasta abril de 2002 en los campos pesqueros antes mencionados. Las capturas de tiburón se realizaron con red agallera con luz de malla de 15 a 20 cm a una distancia de 5 a 6 millas de la costa y una profundidad de 70 a 110 m en dirección nororiental dentro de la Bahía de La Paz. Asimismo se empleó cimbra con carnada (barrilete negro *Euthynnus lineatus* y macarela *Scomber japonicus*) para capturar adultos a 35 km de la costa a una profundidad de 80 y 800 m en los campos pesqueros San Isidro y Las Playitas.

## 6.1. TRABAJO EN CAMPO

Se colectaron los ejemplares anotando sexo y talla, se realizó la extracción del estómago, al cual se le calculó la proporción de llenado tomando valores de 0 a 4 en base a Stilwell y Kohler (1982), donde 0 = indica un estómago vacío; 1 = estómago al 25% de llenado; 2 = estómago al 50% de llenado; 3 = estómago al 75% de llenado; y 4 = estómago lleno al 100%.

## 6.2. TRABAJO EN LABORATORIO

El contenido estomacal se separó en las diferentes especies presa por su grupo taxonómico, identificándose hasta el mínimo taxón posible, lo cual se determinó por el estado de digestión que presentaron:

- Estado 1: presa completa con escamas
- Estado 2: presa sin escamas e incompleta
- Estado 3: partes aisladas del cuerpo del pez y vértebras
- Estado 4: otolitos de peces, picos de calamar y materia orgánica no identificada [MONI])

Para aquellos peces que presentaron un estado de digestión mínima se utilizaron las claves de Miller y Lea (1972), Thomson *et al.* (1979), Allen y Robertson (1994) y Fischer *et al*. (1995). La determinación taxonómica de los peces que presentaban estados

de digestión avanzada (estado 3) se realizó por medio del esqueleto axial, haciendo un conteo de vértebras y utilizando los manuales de identificación taxonómica de Clothier (1950), Miller y Jorgensen (1973) y Monod (1968). Asimismo se utilizó la colección de esqueletos de peces del Laboratorio de Ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas en la Paz, B.C.S. México.

Para la identificación de invertebrados se empleó la clave de Brusca (1980) así como Garth y Stephenson (1966). Para los cefalópodos, se empleó las claves para identificación de "picos" de cefalópodos de Iverson y Pinkas (1971), Clarke (1962, 1986) y Wolff (1982, 1984), debido a que su mandíbula (pico) es la única estructura reconocible, ya que por estar compuesta de quitina es difícilmente digerible por los ácidos gástricos en los estómagos, a diferencia de las partes blandas del cuerpo de los cefalópodos, los cuales son de más fácil digestión. Asimismo se realizó el retrocálculo del peso de las especies de cefalópodos mediante la formula:

**Ln Wt = cte + ln (medida del pico)* cte**

Donde las constantes (cte) son especificas para cada una de las especies de cefalópodos (Wolff, 1984).

Para el calamar *Dosidicus gigas* se empleo la formula:

Pico superior **Ln Wt = 7.6 + Ln CL 3.2** **0.95r$^2$**

Pico inferior **Ln Wt = 7.8 + Ln RC 3.0** **0.96r$^2$**

Para el calamar A*braliopsis affinis* se empleo la formula:

Pico superior **Ln Wt = 3.3 + Ln CL 2.86** **0.90r$^2$**

Pico inferior **Ln Wt = 3.8 + Ln RC 2.5** **0.91r$^2$**

Para el calamar *Onychoteuthis banksii* se empleo la formula:

Pico superior **Ln Wt = 9.4 + Ln RL 3.8** **0.93r$^2$**

Pico inferior **Ln Wt = 4.7 + Ln RC 3.5** **0.94r$^2$**

Donde CL = longitud total del pico superior; RC = longitud total del pico inferior; RL = longitud rostral del pico superior (Wolff, 1984).

## 6.3. INDICES ECOLÓGICOS

### 6.3.1. ÍNDICE DE IMPORTANCIA RELATIVA

Después de ser identificadas, las presas fueron registradas cuantitativamente, empleando los métodos numérico (***N***), gravimétrico (***P***) en gramos, y frecuencia de aparición (***FA***) (Cailliet *et al*., 1996). Asimismo se empleó el Índice de Importancia Relativa (***IIR***) propuesto por Pinkas *et al.,* (1971) con el fin de corroborar la importancia de cada componente alimenticio dentro del espectro trófico:

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

Donde ***IRI*** = índice de importancia relativa, ***P*** = es el porcentaje en peso, ***N*** = el porcentaje en numero, y ***FA*** = es el porcentaje de frecuencia de aparición.

### 6.3.2. ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEINER

Para describir la variación en la diversidad de las presas, se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener:

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pj \ln Pj$$

Donde *H'* = es el índice de Shannon-Wiener; *S* = es el total en numero de presas identificadas y *Pj* = es el numero de *i* especies, expresadas como una proporción de la suma de *Pj* para todas las especies presa.

### 6.3.3. ÍNDICE DE LEVIN

Asimismo se calculó la amplitud del nicho trófico utilizando el índice estandarizado de Levin, el cual toma valores de 0 a 1, donde < 0.6 se refiere a que son depredadores especialistas y > 0.6 a que son generalistas:

$$Bi = 1/n - 1\{(1/\sum jPij^2) - 1\}$$

Donde, *Bi* = es el índice de Levin para el depredador *i*; *Pij* = es la proporción de la dieta del depredador *i* dada por la presa *i*, y *n* = es el numero de categorías de presas.

### 6.3.4. ÍNDICE DE MORISITA-HORN

Se realizó también un análisis de traslapamiento trófico entre sexos y grupos de edad, con el fin de comparar diferencias probables en el tipo de alimento por talla y sexo.

En el análisis por tallas se compararon los espectros tróficos de 7 intervalos de tallas, los cuales fueron determinados por la regla de Sturges (Daniels, 1996), para lo cual se consideró a partir de los 79 cm de longitud, agrupando en intervalos de 7.

Se utilizó el índice de Morisita-Horn, el cual tiene valores entre 0 y 1. El traslapamiento es considerado biológicamente significativo cuando los valores exceden 0.60 (Horn, 1966; Langton, 1982; Smith y Zaret, 1982):

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

Donde, $C\lambda$ = índice de traslapamiento entre el depredador *x* y depredador *y*; *Pix* = es la proporción de presas *i* del total de presas usadas por el depredador *x*; *Piy* = es la proporción de presas *i* del total de presas usadas por el depredador *y*; y *n* = es el numero total de presas.

## 6.4. ANALSIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

Para realizar el análisis del valor isotópico del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, se colectaron muestras de músculo de la parte dorsal del tiburón, las cuales fueron etiquetadas y congeladas para su traslado al laboratorio de Ictiología de CICIMAR. Las muestras de músculo se colocaron en viales previamente lavados y esterilizados. Se realizó la extracción de humedad del músculo mediante una liofilizadora marca LABCONCO. Posteriormente se agregó una solución de acetona-hexano 1:1 y se efectuó la extracción de lípidos en un horno de microondas marca Marsx con temperatura y presión controlada.

Exenta de humedad, las muestras de músculo se molieron en un mortero de agata bajo una campana de flujo laminar. Se pesaron muestras de 0.001 gr en una balanza analítica y se colocaron en cápsulas de estaño de 8 x 5 ml.

Las muestras se procesaron en la Universidad de California en Davis, CA. Las proporciones de isótopos estables de carbono ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) y nitrógeno ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$) fueron medidas en un espectrómetro de masas de razones isotópicas (EMRI) (20-20 espectrómetro de masas, PDZEuropa, Sandbach, UK). Posteriormente se realizó la combustión de las muestras a $CO^2$ (bióxido de carbono) y $N^2$ (nitrogeno) a 1000°C en un analizador elemental en línea (PDZEuropa ANCA-GSL). Los gases fueron separados en una columna Carbosieve G (Supelco, Bellefonte, PA, USA) antes de introducirlo al espectrómetro de masas. Las razones de isótopos fueron comparadas con gases estándares ($1.1237x10^{-2}$ para el $^{13}C/^{12}C$ y $3.677x10^{-3}$ para $^{15}N/^{14}N$) inyectados directamente dentro del espectrómetro de masas, antes y después de que se calcularan los valores promedios de las muestras, así como los $\delta^{15}$ N (AIR) y $\delta^{13}$ C (PDB). Los valores de $\delta$ se calcularon mediante la formula $\delta X(‰) = [(R_{muestra}/R_{estándar})-1] \times 1000$.

A los valores obtenidos de carbono ($^{13}C/^{12}C = \delta^{13}C$) y nitrógeno ($^{15}N/^{14}N = \delta^{15}N$) se realizó la prueba ANOVA de una vía, para determinar si existían diferencias significativas en las lecturas de isótopos por sexos y tallas de la especie.

# 7. RESULTADOS

## 7.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS

### 7.1.1. ESPECTRO TRÓFICO GENERAL DEL TIBURÓN MARTILLO Sphyrna lewini EN EL SUROESTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Se revisaron un total de 139 estómagos del tiburón *Sphyrna lewini*, de los cuales 8 resultaron vacíos (7.19%). Siguiendo los valores de proporción de llenado propuesto por Stilwell y Kholer (1982), el 22% de los estómagos estaban en el rango de llenado 1 (0 a 25% de llenado), 28% en el rango de llenado 2 (50% de llenado), 6% en el rango de llenado 3 (51 a 75% de llenado) y 7.19% en el rango 4 (76 a 100% de llenado) (Fig. 6).

A partir del trabajo taxonómico se identificaron 41 especies presa, de las cuales 2 fueron crustáceos, 7 cefalópodos, 32 peces, 2 crustáceos no identificados así como restos de materia orgánica (Anexo 1) (Tabla 1).

De acuerdo al método numérico, el espectro trófico estuvo integrado por 360 organismos presa, de los cuales los cefalópodos aportaron 52.5% con 189 organismos; los peces 32.2% con 116 organismos y los crustáceos 2.5% con 9 organismos. Referente a las especies de cefalópodos, *Dosidicus gigas* tuvo el valor porcentual más alto 28.6%, seguido por los calamares *Onychoteuthis banksii* con 9.7% y *Abraliopsis affinis* con 8%. De las especies de peces, los de mayor valor porcentual fueron: el pez chile *Synodus evermanni* con 4.4% y la macarela *Scomber japonicus* con 4.1%. Los restos de peces representan 11.6%; mientras que los restos de cefalópodos 1% (Fig. 7a).

Gavimétricamente (g), las presas representaron un total de 7628.1. Los peces aportaron el 54.4% (4151.9), los cefalópodos el 29.8% (2277.2 en peso retrocalculado) y los crustáceos 0.1% (15.1). En cuando a las especies presa se refiere, el calamar *Dosidicus gigas* representó el 15.8% del total de peso registrado (1208.4), seguido por la macarela *S. japonicus* con 11.4% (874.9), *Auxis thazard* con 10.2% (778.6), el calamar *Onychoteuthis banksii* con 9.7% (745.8), el pez chile *Synodus evermanni* con 5.1% (395.4) y la morena *Gymnothorax spp*. con 5.1% (390.2). Los restos de peces representan el 3.3% (256.2), los restos de cefalópodos el 11.7% (898.5) y los restos de materia orgánica no identificable (MONI), 0.38% (29) (Fig. 7a).

Los peces fueron el contenido alimenticio más frecuente en la dieta del tiburón martillo con 86.3%, los cefalópodos representaron el 26.6% y los crustáceos el 6.4%. Las especies presa más frecuentes en la dieta fueron el calamar *Abraliopsis affinis* con 12.2%,

seguida por el pez chile *Synodus evermanni* (11.5%), la macarela *S. japonicus* (10.8%), el calamar *Onychoteuthis banksii* (10.7%), el calamar gigante *Dosidicus gigas* (9.3%), la sardina *Sardinops caeruleus* (7.9%) y peces de la familia Serranidae (6.4%). Los restos de peces representaron 30% en frecuencia de aparición; mientras que los restos de cefalópodos al igual que la materia orgánica no identificada (MONI) representaron el 2.8% (4 estómagos) y 2.1% (3 estómagos) respectivamente (Fig. 7a).

De acuerdo con el Índice de Importancia Relativa, los cefalópodos presentaron el valor porcentual más alto con 44.6%, seguido por los peces con 21.3% y los crustáceos con 0.3%. En cuanto a las especies presa se refiere, el calamar gigante *Dosidicus gigas* registró el valor porcentual más alto (23.3%), por lo que fué el componente alimenticio más importante en la dieta del tiburón martillo; seguido por el calamar *Onychoteuthis banksii* con 11.8% de importancia, la macarela *Scomber japonicus* (9.4%), el calamar *Abraliopsis affinis* (8.1%) y el pez chile *Synodus evermanni* (6.2%). Se registró un porcentaje alto de restos de peces (25.5%), los cuales no pudieron ser identificados hasta el nivel de especie o familia debido al gado de digestión avanzado que presentaron; los restos de cefalópodos representaron el 2% como componente alimenticio en la dieta (Fig. 7b).

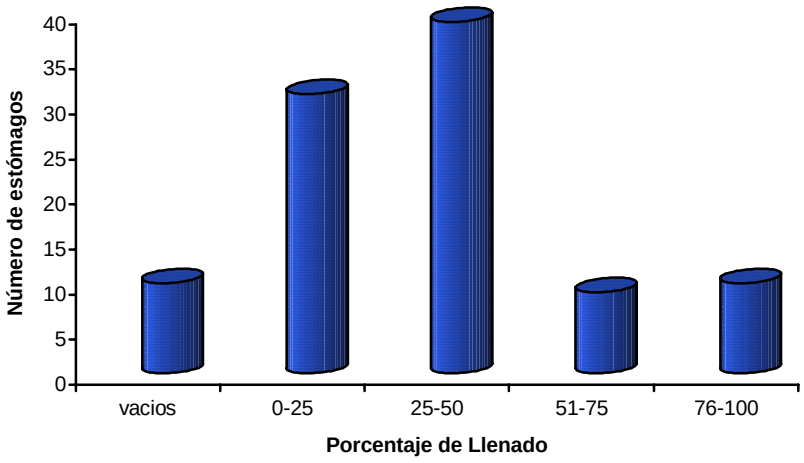
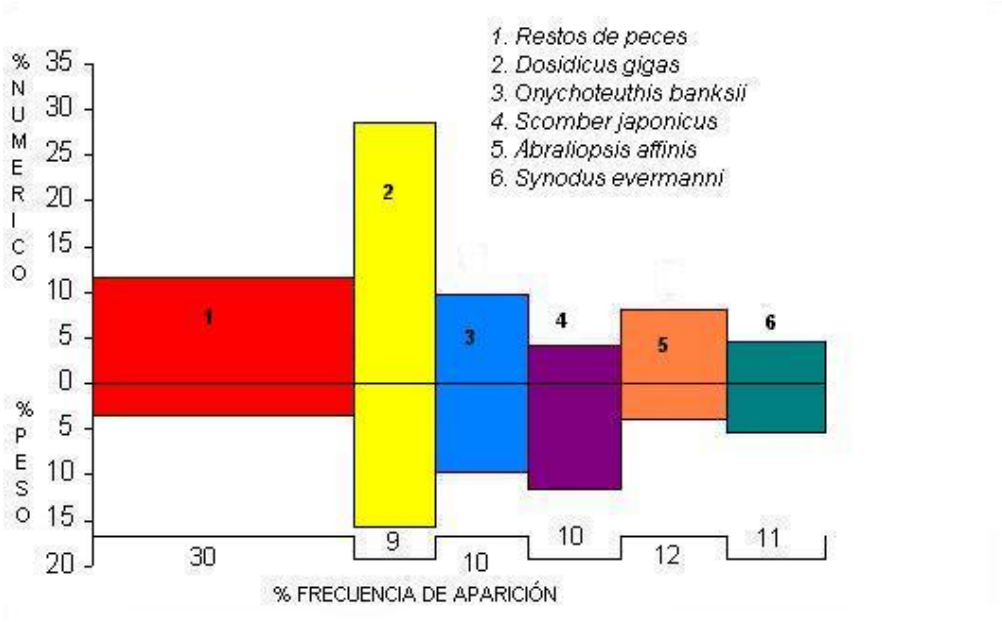



**Figura 6**. Porcentaje de llenado de estómagos del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

a)




b)

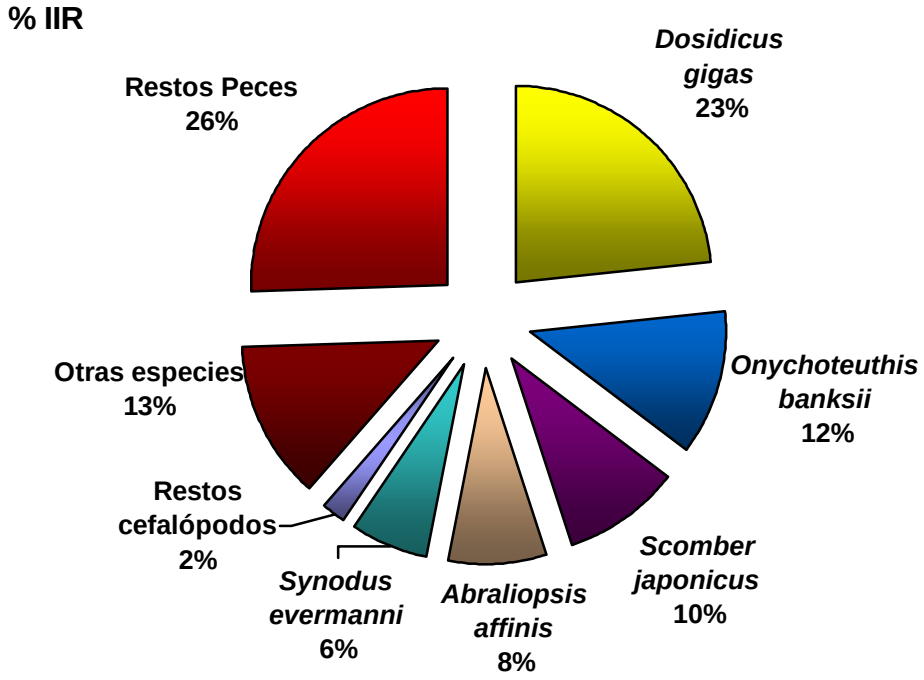



**Figura 7**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Crustacea*** | | | | | | | | |
| Penaeus californiensis | 11.6 | 0.18 | 4 | 1.11 | 4 | 2.87 | 3.72 | 0.21 |
| Pleuroncodes planipes | 2.83 | 0.04 | 3 | 0.83 | 3 | 2.15 | 1.89 | 0.10 |
| ***Cephalopoda*** | | | | | | | | |
| Abraliopsis affinis | 294.31 | 3.85 | 29 | 8.05 | 17 | 12.23 | 145.70 | 8.19 |
| Dosidicus gigas | 1208.4 | 15.84 | 103 | 28.6 | 13 | 9.35 | 415.73 | 23.39 |
| *Gonatus spp.* | 0.64 | 0 | 2 | 0.05 | 2 | 1.43 | 0.81 | 0.04 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 26.86 | 0.35 | 7 | 1.98 | 7 | 5.03 | 11.56 | 0.65 |
| *Onychoteuthis ban ksii* | 745.8 | 9.77 | 35 | 9.7 | 15 | 10.79 | 210.42 | 11.84 |
| *Pholidoteuthis boschmai* | 1.21 | 0.01 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.21 | 0.01 |
| Loliginidae | 0.03 | 0 | 6 | 1.6 | 3 | 2.15 | 3.59 | 0.20 |
| ***Restos Cephalopoda*** | 898.5 | 11.7 | 4 | 1.11 | 4 | 2.87 | 37.09 | 2.08 |
| ***Osteichthyes*** | | | | | | | | |
| Porichthys analis | 253.4 | 3.32 | 3 | 0.83 | 3 | 2.15 | 8.96 | 0.50 |
| Decapterus macrosoma | 224.55 | 2.94 | 2 | 0.55 | 2 | 1.43 | 5.03 | 0.28 |
| *Naucrates ductor* | 42.53 | 0.55 | 3 | 0.83 | 3 | 2.15 | 3 | 0.16 |
| *Trachurus symmetricus* | 80.4 | 1.05 | 2 | 0.55 | 2 | 1.43 | 2.31 | 0.13 |
| *Trachinotus rhodopus* | 4 | 0.05 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.23 | 0.01 |
| *Caranx spp.* | 1.15 | 0.01 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.21 | 0.01 |
| Gibbonsia spp. | 3.19 | 0.04 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.22 | 0.01 |
| Sardinops caeruleus | 199.43 | 2.61 | 11 | 3.05 | 11 | 7.9 | 44.87 | 2.52 |
| Coryphaena spp. | 13.13 | 0.17 | 2 | 0.55 | 2 | 1.43 | 1.04 | 0.05 |
| Oxyjulis californicus | 92.28 | 1.20 | 4 | 1.11 | 4 | 2.87 | 6.67 | 0.37 |
| *Gymnothorax spp.* | 390.2 | 5.11 | 5 | 1.38 | 4 | 2.87 | 18.71 | 1.05 |
| Paralichthys woolmani | 38.44 | 0.50 | 2 | 0.55 | 2 | 1.43 | 1.52 | 0.08 |
| Syacium latifrons | 44.43 | 0.58 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.61 | 0.03 |
| *Etropus crossotus* | 13.74 | 0.18 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.32 | 0.01 |
| Heteropriacantus cruentatus | 35.93 | 0.86 | 7 | 1.94 | 7 | 5.03 | 14.14 | 0.79 |
| Paralabrax maculatofasciatus | 167.45 | 2.19 | 6 | 1.66 | 6 | 4.31 | 16.66 | 0.93 |
| **Diplectrum pacificum** | 31.91 | 0.41 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.50 | 0.28 |
| *Etrumeus teres* | 2.33 | 0.03 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.22 | 0.01 |
| *Paralabrax spp.* | 17.65 | 0.23 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.36 | 0.02 |
| Euthynnus lineatus | 94.21 | 1.23 | 2 | 0.55 | 2 | 1.43 | 2.57 | 0.14 |
| *Auxis thazard* | 778.69 | 10.20 | 5 | 1.38 | 5 | 3.59 | 41.71 | 2.34 |
| *Scomber japonicus* | 874.99 | 11.47 | 15 | 4.16 | 15 | 10.79 | 168.74 | 9.49 |
| Scorpaena histrio | 52 | 0.68 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.69 | 0.03 |
| Synodus evermanni | 395.43 | 5.18 | 16 | 4.44 | 16 | 11.51 | 110.82 | 6.23 |
| *Cheilopogon pinnatibarbatus* | 7.08 | 0.09 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.55 | 0.03 |
| *Prionurus punctatus* | 7.08 | 0.09 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.26 | 0.01 |
| *Synchiropus atrilabiatus* | 12.01 | 0.15 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.31 | 0.01 |
| *Apterichtus equatorialis* | 13.17 | 0.17 | 1 | 0.27 | 1 | 0.71 | 0.32 | 0.01 |
| Restos Peces | 256.28 | 3.35 | 42 | 11.6 | 42 | 30.21 | 454.03 | 25.54 |
| MONI | 29.04 | 0.38 | 0 | 0 | 3 | 2.15 | 0.82 | 0.04 |
| VACIOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 5.75 | 0 | 0 |
| TOTAL | **7628.1** | **100** | **360** | **100** | **0** | **0** | **1777.08** | **100** |

**TABLA 1**. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

### 7.1.2. HABITOS ALIMENTICIOS DE HEMBRAS

Se obtuvo un total de 68 estómagos registrados en campo de juveniles hembras del tiburón martillo (cabe mencionar que no se cuenta con datos de campo de 5 individuos) de los que se identificaron 32 especies presa en la dieta: un crustáceo, 6 cefalópodos y 21 peces, así como especies no identificadas de las familias Serranidae, Paralichthyidae, Carangidae y Loliginidae. Asimismo se cuenta con restos de peces, restos de cefalópodos, materia orgánica (MONI) y estómagos vacíos (Tabla 2-A).

Numéricamente se registró un total de 151 organismos presa de los cuales el 45% correspondió a cefalópodos, 39% a peces y 2.6% a crustáceos. Referente a las especies presa, el 23% correspondieron al calamar gigante *Dosidicus gigas*, seguido por los calamares *Onychoteuthis banksii* (9%) y *Abraliopsis affinis* (5%), el pez chile *Synodus evermanni* (5%) y la macarela *Scomber japonicus* (4%), los restos de peces representaron 11% del total de los organismos presa (Fig. 8a).

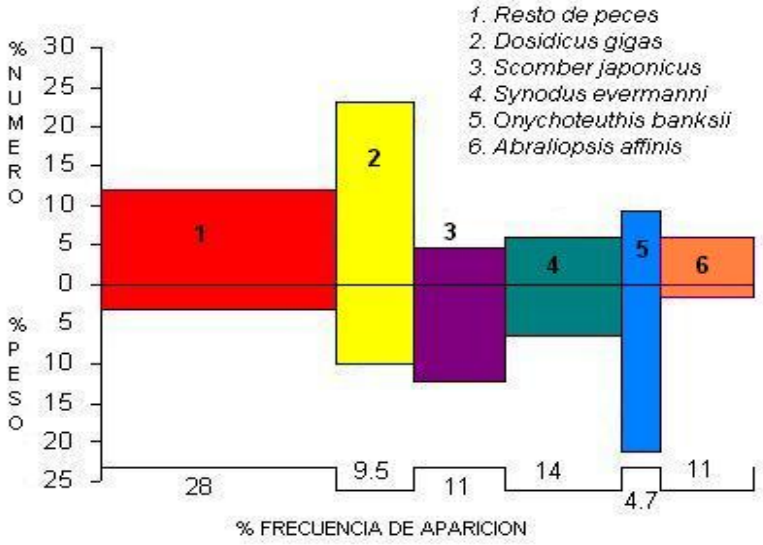
Gavimétricamente el peso total registrado en la dieta fue de 3781 g Los peces representaron un 39% (1500.13 g); mientras que los cefalópodos el 33% (1269.79 g), los crustáceos 0.24% (9 g). Las especies más representativas fueron el calamar *Onychoteuthis banksii* con 21% (799.4 g), macarela *Scomber japonicus* (12%) (458.2 g), el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 9% (376.6 g), el pez chile *Synodus evermanni* con 6% (241.3 g) y los restos de peces representaron 23% (122.4 g) (Fig. 8a).

Los peces fueron el contenido alimenticio más frecuente en la dieta en un 88.2%; mientras que los cefalópodos en un 23.5%, los crustáceos solo se registraron en un 5.8%. Referente a las especies dominantes en la dieta el pez chile *Synodus evermanni* ocupó el 14%, la macarela *Scomber japonicus* con 11%, el calamar *Abraliopsis affinis* con 11%, el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 9%, presas de la familia Serranidae con 7%, el labrido *Oxyjulis californicus* con 6%, la cabrilla arenera *Paralabrax maculatofasciatus* con 6%; los restos de peces son frecuentes en un 28% (Fig. 8a).

De acuerdo al índice de importancia relativa los peces fueron el componente de mayor importancia dentro de la dieta de las hembras del tiburón martillo con un valor

porcentual de 35%, seguido por los cefalópodos con un valor porcentual de 34% y los crustáceos con el 0.5%. Las especies dominantes fueron el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 19%, la macarela *Scomber japonicus* con 11%, el pez chile *Synodus evermanni* con 10%, el calamar *Onychoteuthis banksii* con 8%; mientras que los restos de peces representan 26% (Fig. 8b).

a)




b)

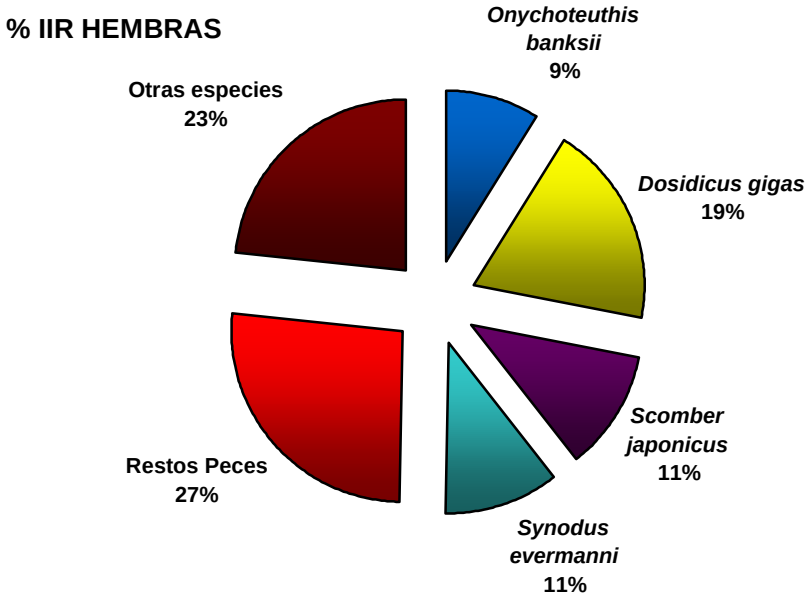


**Figura 8**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de hembras juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

## HEMBRAS

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Penaeus californiensis** | 8.5 | 0.22 | 2 | 1.32 | 2 | 3.17 | 4.91 | 0.30 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Onychoteuthis banksii** | 799.39 | 21.13 | 14 | 9.27 | 3 | 4.76 | 144.80 | 8.84 |
| *Abraliopsis affinis* | 61.46 | 1.62 | 9 | 5.96 | 7 | 11.11 | 84.28 | 5.14 |
| *Dosidicus gigas* | 376.63 | 9.95 | 35 | 23.17 | 6 | 9.52 | 315.59 | 19.28 |
| *Pholidoteuthis boschmai* | 4.82 | 0.12 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.25 | 0.07 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 26.82 | 0.70 | 3 | 1.98 | 3 | 4.76 | 12.83 | 0.78 |
| *Gonatus spp.* | 0.63 | 0.01 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.07 | 0.06 |
| Loliginidae | 0.02 | 0 | 5 | 3.31 | 2 | 3.17 | 10.51 | 0.64 |
| Restos de Cephalopoda | 871 | 23.03 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 37.60 | 2.29 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 92.29 | 2.44 | 5 | 3.31 | 4 | 6.34 | 36.51 | 2.23 |
| *Euthynus linneatus* | 40.71 | 1.07 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 2.75 | 0.16 |
| *Scomber japonicus* | 458.19 | 12.11 | 7 | 4.63 | 7 | 11.11 | 186.12 | 11.37 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 158.27 | 4.18 | 5 | 3.31 | 5 | 7.93 | 59.49 | 3.63 |
| *Porichthys analis* | 3.46 | 0.09 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.19 | 0.07 |
| *Sardinops caeruleus* | 44.15 | 1.16 | 4 | 2.64 | 4 | 6.34 | 24.23 | 1.48 |
| *Auxis thazard* | 11 | 0.29 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.51 | 0.09 |
| *Decapterus macrosoma* | 135.21 | 3.57 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 6.72 | 0.41 |
| *Syacium latifrons* | 44.43 | 1.17 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 2.91 | 0.17 |
| *Synodus evermanni* | 241.26 | 6.37 | 9 | 5.96 | 9 | 14.28 | 176.27 | 10.76 |
| *Paralichthys woolmani* | 38.44 | 1.01 | 2 | 1.32 | 2 | 3.17 | 7.43 | 0.45 |
| *Etrumeus teres* | 2.33 | 0.06 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.14 | 0.07 |
| *Trachinotus rhodopus* | 4 | 0.10 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.21 | 0.07 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 42.01 | 1.11 | 5 | 3.31 | 3 | 4.76 | 21.05 | 1.28 |
| *Scorpaena histrio* | 52 | 1.37 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 3.23 | 0.19 |
| *Diplectrum pacificum* | 31.91 | 0.84 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 2.39 | 0.14 |
| *Synchiropus atrilabiatus* | 12.01 | 0.31 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.55 | 0.09 |
| *Apterichtus equatorialis* | 13.17 | 0.34 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.60 | 0.09 |
| *Caranx spp.* | 1.15 | 0.03 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.09 | 0.06 |
| *Gymnothorax spp.* | 0.01 | 0 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.05 | 0.06 |
| *Coryphaena spp.* | 10.88 | 0.28 | 2 | 1.32 | 2 | 3.17 | 5.11 | 0.31 |
| Serranidae | 38.91 | 1.02 | 5 | 3.31 | 5 | 7.93 | 34.44 | 2.10 |
| Paralichthyidae | 12.84 | 0.33 | 1 | 0.66 | 1 | 1.58 | 1.59 | 0.09 |
| Carangidae | 11.5 | 0.30 | 2 | 1.32 | 2 | 3.17 | 5.17 | 0.31 |
| Restos Peces | 122.4 | 3.23 | 18 | 11.92 | 18 | 28.57 | 433.05 | 26.45 |
| MONI | 9.48 | 0.25 | 0 | 0 | 2 | 3.17 | 0.79 | 0.04 |
| **TOTALES** | **3781.96** | **100** | **151** | **100** | | | **1636.86** | **100** |

**TABLA 2-A**. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles hembras de *Sphyrna lewini*, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

### 7.1.3. HABITOS ALIMENTICIOS DE MACHOS

A partir del trabajo taxonómico se identificaron un total de 28 especies presa de 68 estómagos colectados (cabe mencionar que no se contó con datos de campo de 5 individuos), en la dieta de juveniles machos del tiburón martillo de las cuales 2 fueron crustáceo, 5 cefalópodos, especies de cefalópodos no identificados de la familia Loliginidae y 15 peces, así como especies de peces no identificadas de las familias Hemiramphidae, Serranidae, Paralichthyidae, Carangidae, Muraenidae. Asimismo se registraron picos de cefalópodos no identificados, restos de peces, restos de cefalópodos y estómagos vacíos (Tabla 2-B).

Numéricamente, se obtuvo un total de 113 organismos presa, de los cuales el 39% corresponde a peces, 35% a cefalópodos y a crustáceos el 2.6%. Referente a las especies presa el 16% correspondieron al calamar *Abraliopsis affinis*, 11% al calamar gigante *Dosidicus gigas*, 6% la macarela *Scomber japonicus* y a la sardina *Sardinops caeruleus*, respectivamente; los restos de peces representaron 19% (Fig. 9a).

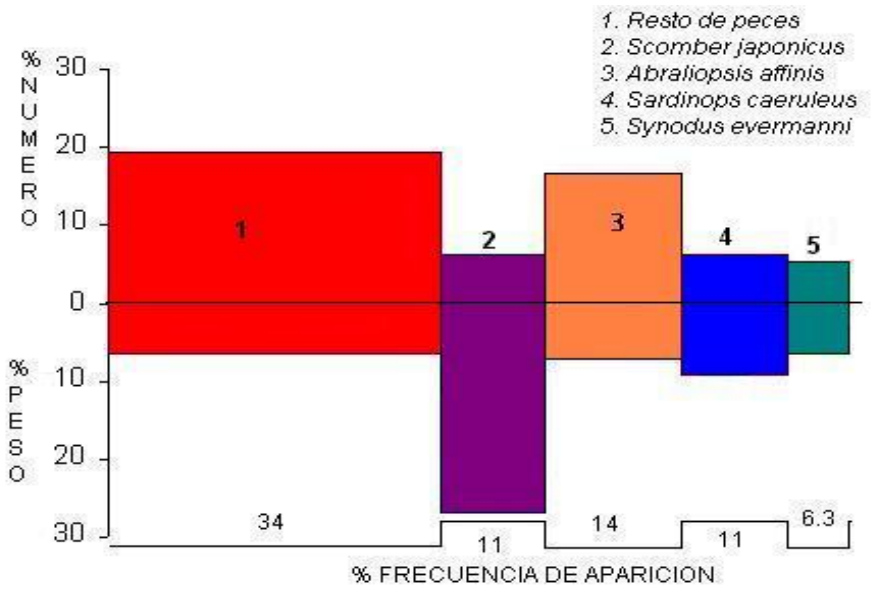
Gavimétricamente se obtuvo un total de 1553 g de peso registrado en la dieta, donde los peces representan el 80% (1257.62 g) y los cefalópodos el 12% (190.88 g) mientras que los crustáceos el 0.15% (2.47 g). Las especies más representativas fueron la macarela *Scomber japonicus* con 26% (416.8 g), la sardina *Sardinops caeruleus* con 9% (143.3 g), el calamar *Abraliopsis affinis* con 7% (111.6 g) y el pez chile *Synodus evermanni* con 6% (102.6 g); los restos de peces representan 6% (102.2 g) (Fig. 9a).

Referente a la frecuencia de aparición, los peces fueron el componente más dominante en la dieta en un 82.3%; mientras que los cefalópodos se registraron en el 22% y los crustáceos en el 4%. La especie presa más dominante fué el calamar *Abraliopsis affinis* con 14%, seguido la macarela *Scomber japonicus* y la sardina *Sardinops caeruleus* ambas con el 11%, y por ultimo el pez chile *Synodus evermanni* con el 6%. Los restos de peces se presentaron en el 34% (Fig. 9a).

De acuerdo al índice de importancia relativa los peces aportaron el 39% del componente alimenticio de los machos de tiburón martillo, seguido por los cefalópodos (19%) y los crustáceos (0.34%). Referente a las especies presa de mayor importancia fueron la macarela *Scomber japonicus* (17%), seguido por el calamar *Abraliopsis affinis*

(16%) y la sardina *Sardinops caeruleus* (8%). Los restos de peces presentan el 43% de importancia en la dieta (Fig. 9b).

a)




b)

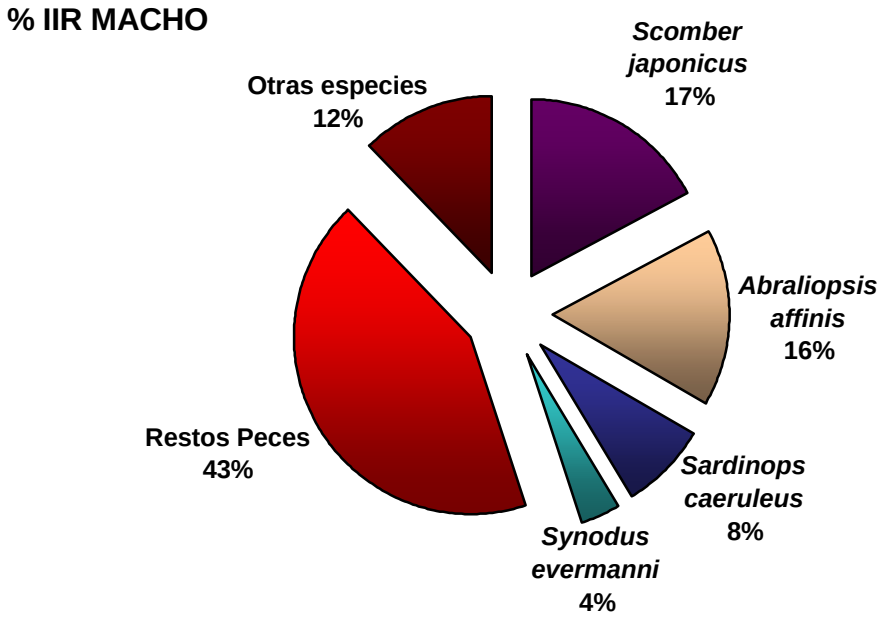



**Figura 9**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias en la dieta de machos juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

## MACHOS

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Penaeus californiensis** | 1.64 | 0.10 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.57 | 0.07 |
| *Pleuroncodes planipes* | 0.83 | 0.05 | 2 | 1.77 | 2 | 3.17 | 5.78 | 0.27 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Onychoteuthis banksii** | 38.91 | 2.50 | 2 | 1.77 | 2 | 3.17 | 13.57 | 0.63 |
| *Abraliopsis affinis* | 111.6 | 7.18 | 19 | 16.81 | 9 | 14.3 | 342.9 | 16.14 |
| *Dosidicus gigas* | 31.672 | 2.03 | 13 | 11.5 | 2 | 3.17 | 43 | 2.02 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 8.67 | 0.55 | 4 | 3.54 | 3 | 4.76 | 19.51 | 0.91 |
| *Gonatus spp.* | 0.01 | 0 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.40 | 0.06 |
| Loliginidae | 0.01 | 0 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.40 | 0.06 |
| Picos no identificados | 0.02 | 0.00 | 3 | 2.65 | 2 | 3.17 | 8.43 | 0.39 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 8.04 | 0.51 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.22 | 0.10 |
| *Euthynus linneatus* | 53.5 | 3.44 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 6.87 | 0.32 |
| *Scomber japonicus* | 416.8 | 26.84 | 7 | 6.19 | 7 | 11.1 | 367 | 17.27 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 9.18 | 0.59 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.34 | 0.11 |
| *Porichthys analis* | 59.17 | 3.81 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 7.45 | 0.35 |
| *Trachurus symmetricus* | 80.4 | 5.17 | 2 | 1.77 | 2 | 3.17 | 22.05 | 1.03 |
| *Sardinops caeruleus* | 143.3 | 9.22 | 7 | 6.19 | 7 | 11.1 | 171.3 | 8.06 |
| *Auxis thazard* | 201.46 | 12.97 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 21.99 | 1.03 |
| *Naucrates ductor* | 82.69 | 5.32 | 3 | 2.65 | 3 | 4.76 | 37.99 | 1.78 |
| *Synodus evermanni* | 102.6 | 6.60 | 6 | 5.31 | 4 | 6.35 | 75.65 | 3.56 |
| *Etropus crossotus* | 13.74 | 0.88 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.80 | 0.13 |
| *Prionurus punctatus* | 7.08 | 0.45 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.12 | 0.1 |
| *Gibbonsia spp.* | 3.19 | 0.20 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.73 | 0.08 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 23.95 | 1.54 | 2 | 1.77 | 2 | 3.17 | 10.51 | 0.49 |
| *Paralabrax spp.* | 20.42 | 1.31 | 2 | 1.77 | 2 | 3.17 | 9.79 | 0.46 |
| Hemiramphidae | 5.85 | 0.37 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.00 | 0.09 |
| Serranidae | 13.27 | 0.85 | 4 | 3.54 | 4 | 6.35 | 27.9 | 1.31 |
| Paralichthyidae | 2.43 | 0.15 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.65 | 0.07 |
| Carangidae | 0.05 | 0 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 1.41 | 0.06 |
| Muraenidae | 10.5 | 0.67 | 1 | 0.88 | 1 | 1.59 | 2.47 | 0.11 |
| Restos Peces | 102.17 | 6.57 | 22 | 19.47 | 22 | 34.9 | 909.6 | 42.81 |
| **TOTALES** | **1553.2** | **100** | **113** | **100** | | | **2124** | **100** |

**TABLA 2-B**. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles machos de *Sphyrna lewini*, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

### 7.1.4. HABITOS ALIMENTICIOS POR INTERVALO DE TALLA

#### 7.1.4.1. INTERVALO DE TALLA DE 79 A 86 cm DE LONGITUD TOTAL

En el intervalo de talla de 79 a 86 cm se colectaron 25 estómagos en donde se identificaron un total de 17 tipos de presa en la dieta, de los cuales correspondió a un crustáceo, 4 cefalópodos y 12 peces (Tabla 3-A); cabe mencionar que no se contó con algunos datos de tallas en campo.

Numéricamente, se obtuvo un total de 41 organismos presa, de los cuales el 46% corresponde a peces y el 26% a cefalópodos, los crustáceos aportan el 2.4%. Referente a las especies presa el 7.3% corresponde al calamar *Onychoteuthis banksii*, 7.3% a la macarela *Scomber japonicus* y a la sardina *Sardinops caeruleus*, respectivamente; los restos de peces representan 22% (Fig. 10a).

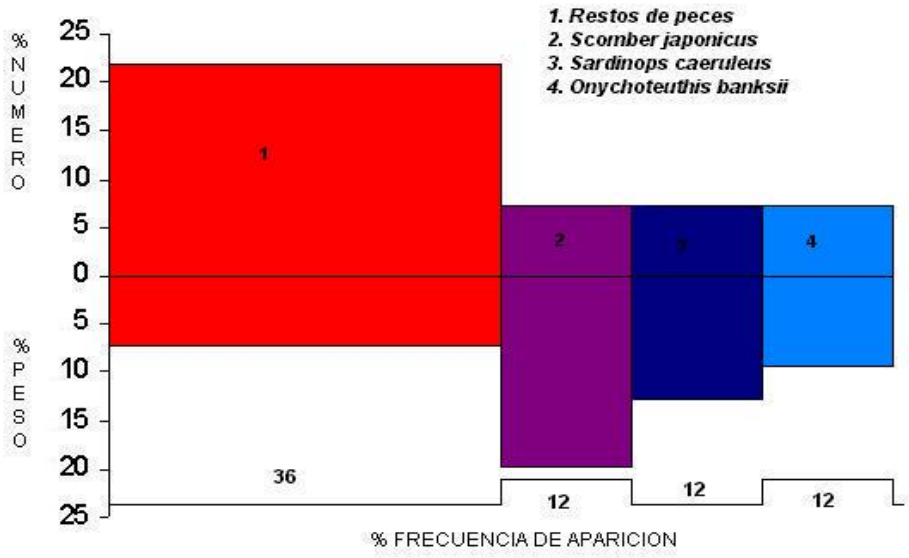
Gavimétricamente se obtuvo un total de 574.5 g de peso registrado en la dieta, donde los peces representan el 80% (464.1 g) y los cefalópodos el 11% (68.7 g). Las especies más representativas son la macarela *Scomber japonicus* con 20% (113.8 g), la sardina *Sardinops caeruleus* con 13% (76.2 g), *Trachurus symetricus* con 12% (66.5 g), *Porichthys analis* con 10% (60 g), el calamar *Onychoteuthis banksii* con 9% (53.5 g), y el pez chile *Synodus evermanni* con 8% (50 g); los restos de peces representan 7.2% (41.58 g) (Fig. 10a).

Referente a la frecuencia de aparición los peces fueron el componente dominante en la dieta con un 86.6%, mientras que los cefalópodos se presentaron en un 20% y los crustáceos en un 3.3%. Las especies presa más frecuentes fueron el calamar *Onychoteuthis banksii*, la macarela *Scomber japonicus* y la sardina *Sardinops caeruleus* con 12% respectivamente, *Paralabrax maculatofasciatus* y *Synodus evermani* con 8%. Asimismo se tuvieron restos de peces (36%)(Fig. 10a).

De acuerdo al índice de importancia relativa, los peces (41%) fueron el componente alimenticio más importante en la dieta de juveniles de 79 a 86 cm de LT de tiburón martillo, seguido por los cefalópodos con un 13% y los crustáceos con el 0.40%. Referente a las especies presa de mayor importancia tenemos a la macarela *Scomber*

*japonicus* con 13%, seguido por la sardina *Sardinops caeruleus* con 9% y el calamar *Onychoteuthis banksii* con 8%. Los restos de peces presentan el 43% de importancia en la dieta (Fig. 10b).

a)




b)

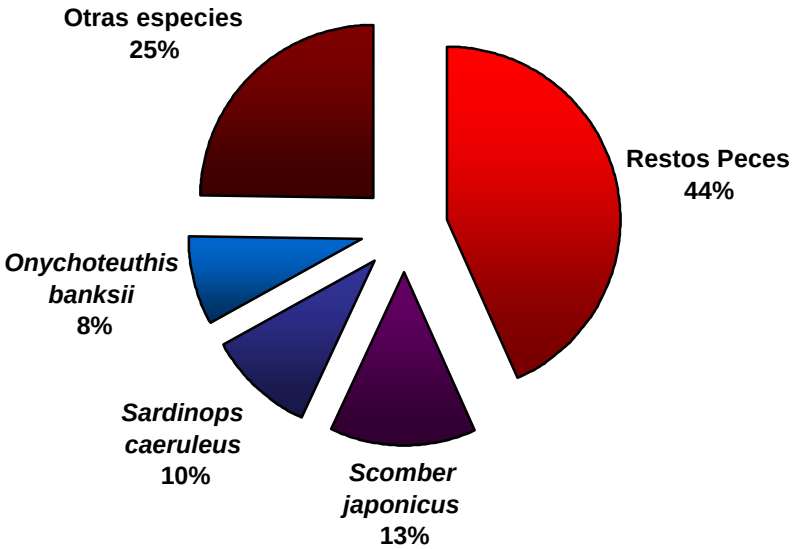



**Figura 10.** a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (79 a 86 cm de longitud total) en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

**INTERVALO DE TALLA 79-86 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Pleuroncodes planipes** | 0.01 | 0 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 9.76 | 0.40 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Onychoteuthis banksii** | 53.58 | 9.32 | 3 | 7.31 | 3 | 12 | 199.7 | 8.25 |
| *Abraliopsis affinis* | 15.18 | 2.64 | 2 | 4.87 | 1 | 4 | 30.08 | 1.24 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 0.01 | 0 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 9.76 | 0.40 |
| Loliginidae | 0.02 | 0 | 5 | 12.2 | 2 | 8 | 97.59 | 4.03 |
| Picos no identificados | 0.01 | 0 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 9.763 | 0.40 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Scomber japonicus** | 113.75 | 19.8 | 3 | 7.31 | 3 | 12 | 325.4 | 13.45 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 42.27 | 7.35 | 2 | 4.87 | 2 | 8 | 97.89 | 4.04 |
| *Porichthys analis* | 59.17 | 10.3 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 50.95 | 2.10 |
| *Trachurus symmetricus* | 66.51 | 11.58 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 56.06 | 2.31 |
| *Sardinops caeruleus* | 73.62 | 12.81 | 3 | 7.31 | 3 | 12 | 241.6 | 9.98 |
| *Naucrates ductor* | 12.71 | 2.21 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 18.61 | 0.76 |
| *Synodus evermanni* | 49.93 | 8.69 | 2 | 4.87 | 2 | 8 | 108.6 | 4.48 |
| *Prionurus punctatus* | 7.08 | 1.23 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 14.69 | 0.60 |
| *Paralabrax spp.* | 17.65 | 3.07 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 22.05 | 0.91 |
| Serranidae | 5.5 | 0.95 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 13.59 | 0.56 |
| Paralichthyidae | 12.84 | 2.23 | 1 | 2.43 | 1 | 4 | 18.7 | 0.77 |
| Carangidae | 3.07 | 0.53 | 2 | 4.87 | 2 | 8 | 43.3 | 1.79 |
| Restos Peces | 41.58 | 7.23 | 9 | 21.95 | 9 | 36 | 1051 | 43.44 |
| **TOTALES** | **574.5** | **100** | **41** | **100** | | | **2419** | **100** |

**TABLA 3-A.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con intervalos de talla de 79 A 86 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

### 7.1.4.2. INTERVALO DE TALLA DE 87 A 94 cm DE LONGITUD TOTAL

De 41 estómagos colectados se identificaron un total de 13 especies presa en la dieta, de los cuales 3 corresponden a crustáceo, 3 a cefalópodos y 9 peces, así como especies no identificadas de las familias Serranidae, Paralichthyidae, Carangidae y Loliginidae. Asimismo se cuenta con picos de cefalópodos no identificados, restos de peces y estómagos vacíos (Tabla 3-B).

Con base al método numérico, se presentó un total de 85 organismos presa de los cuales los peces representaron el 51% del total; mientras que los cefalópodos el 25% y los crustáceos el 1.1%. En cuanto a las especies presa, el pez chile *Synodus evermanni* fue la especie más dominante en numero con 12%, seguido por los calamares *Abraliopsis affinis* y *Onychoteuthis banksii*, ambos con 8%, y por ultimo la macarela *Scomber japonicus* con 5% y los restos de peces representan el 20% (Fig. 11a).

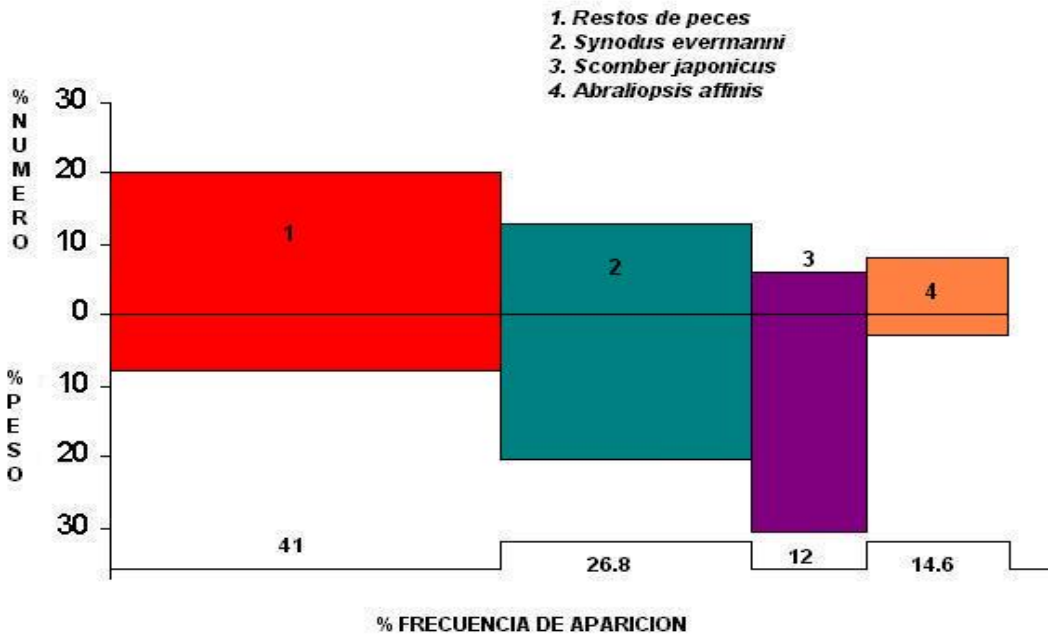
En cuanto al método gavimétrico, se registró un total de 1386 g por los organismos presa, siendo los peces los de mayor importancia con el 76% (1053.8 g); mientras que los cefalópodos representaron el 14% (198.7 g) y los crustáceos el 0.4%. Las especies presa más importantes por peso son la macarela *Scomber japonicus* con 30% (420.9 g), el pez chile *Synodus evermanni* con 20% (280.2 g), *Decapterus macrosoma* con 9.8% (135.2 g) y el calamar *Onychoteuthis banksii* con 6.9% (95.3 g); los restos de peces representaron el 7.8% (107.9 g) y la materia orgánica (MONI) el 1.4% (19 g) (Fig. 11a).

Referente a la frecuencia de aparición de las especies presa en los estómagos, los peces se registraron en el 91.4%, seguido por los cefalópodos que representaron el 21.2% y los crustáceos en el 4.2%. Las especies presa con mayor frecuencia de aparición fueron el pez chile *Synodus evermanni* (26%), seguido por el calamar *Abraliopsis affinis* (14%), y la macarela *Scomber japonicus* (12%); los restos de peces aparecieron en el 41.5% y la materia orgánica (MONI) en el 2.43% (Fig. 11a).

El índice de importancia relativa mostró que los peces fueron el componente alimenticio más importante (53%), seguido por los cefalópodos (8%). Las especies presa de mayor importancia fueron el pez chile *Synodus evermanni* con 29%, la macarela

*Scomber japonicus* con 14% y el calamar *Abraliopsis affinis* con 5%; los restos de peces representaron el 38% y la materia orgánica (MONI) el 0.11% (Fig. 11b).

a)




b)

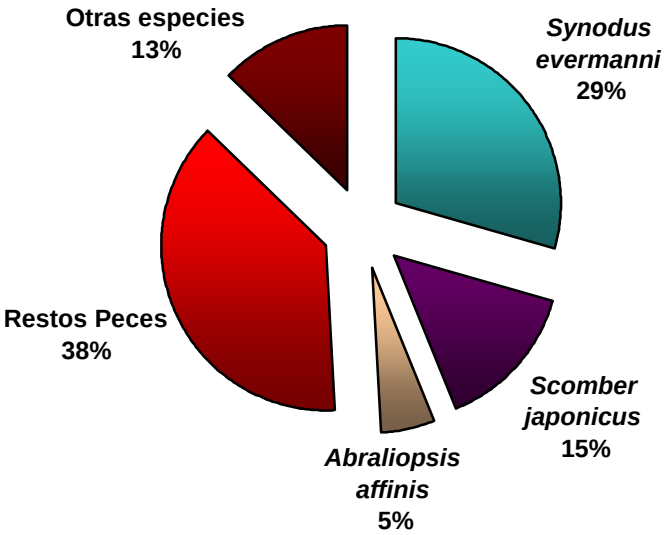



**Figura 11**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla de 87 a 94 cm de longitud total en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

**INTERVALO DE TALLA 87-94 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Penaeus californiensis** | 5.64 | 0.40 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 3.86 | 0.12 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Onychoteuthis banksii** | 95.33 | 6.87 | 7 | 8.23 | 1 | 2.44 | 36.86 | 1.21 |
| *Abraliopsis affinis* | 37.71 | 2.72 | 7 | 8.23 | 6 | 14.6 | 160.3 | 5.28 |
| *Dosidicus gigas* | 65.09 | 4.69 | 4 | 4.70 | 2 | 4.88 | 45.87 | 1.51 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 0.01 | 0 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 2.87 | 0.09 |
| *Gonatus spp.* | 0.64 | 0.04 | 2 | 2.35 | 2 | 4.88 | 11.7 | 0.38 |
| Loliginidae | 0.01 | 0 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 2.87 | 0.09 |
| Picos no identificados | 0.02 | 0 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 2.87 | 0.09 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 12.61 | 0.91 | 2 | 2.35 | 2 | 4.88 | 15.92 | 0.52 |
| *Scomber japonicus* | 420.86 | 30.37 | 5 | 5.88 | 5 | 12.2 | 442.1 | 14.5 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 20.52 | 1.48 | 2 | 2.35 | 2 | 4.88 | 18.7 | 0.61 |
| *Porichthys analis* | 3.46 | 0.25 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 3.47 | 0.11 |
| *Sardinops caeruleus* | 36.9 | 2.66 | 3 | 3.52 | 3 | 7.32 | 45.31 | 1.49 |
| *Decapterus macrosoma* | 135.21 | 9.75 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 26.67 | 0.87 |
| *Naucrates ductor* | 25 | 1.80 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 7.26 | 0.24 |
| *Synodus evermanni* | 280.23 | 20.22 | 11 | 12.9 | 11 | 26.8 | 889.7 | 29.32 |
| *Paralichthys woolmani* | 14 | 1.01 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 5.33 | 0.17 |
| *Etropus crossotus* | 13.74 | 0.99 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 5.28 | 0.17 |
| *Trachinotus rhodopus* | 4 | 0.28 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 3.57 | 0.11 |
| **Gibbonsia spp.** | 3.19 | 0.23 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 3.43 | 0.11 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 19.51 | 1.40 | 3 | 3.52 | 3 | 7.32 | 36.13 | 1.19 |
| *Gymnothorax spp.* | 0.01 | 0 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 2.871 | 0.09 |
| *Coryphaena spp.* | 9.67 | 0.69 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 4.57 | 0.15 |
| Serranidae | 28.93 | 2.08 | 3 | 3.52 | 3 | 7.32 | 41.1 | 1.35 |
| Paralichthyidae | 7.058 | 0.50 | 4 | 4.70 | 4 | 9.76 | 50.88 | 1.67 |
| Carangidae | 8.48 | 0.61 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 4.36 | 0.14 |
| Muraenidae | 10.5 | 0.75 | 1 | 1.17 | 1 | 2.44 | 4.71 | 0.15 |
| Restos Peces | 107.9 | 7.78 | 17 | 20 | 17 | 41.5 | 1152 | 37.97 |
| MONI | 19.56 | 1.41 | | 0 | 1 | 2.44 | 3.44 | 0.11 |
| **TOTALES** | **1385.8** | **100** | **85** | **100** | | | **3034** | **100** |

**TABLA 3-B.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, de intervalos de talla de 87 a 94 cm de longitud total , en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

#### 7.1.4.3. INTERVALO DE TALLA DE 95 A 102 cm DE LONGITUD TOTAL

De 6 estómagos colectados se identificaron 6 especies presa de los cuales 2 corresponden a los crustáceos, una especie al calamar, 3 especies a peces así como restos de peces, picos de calamar no identificados (Tabla 3-C).

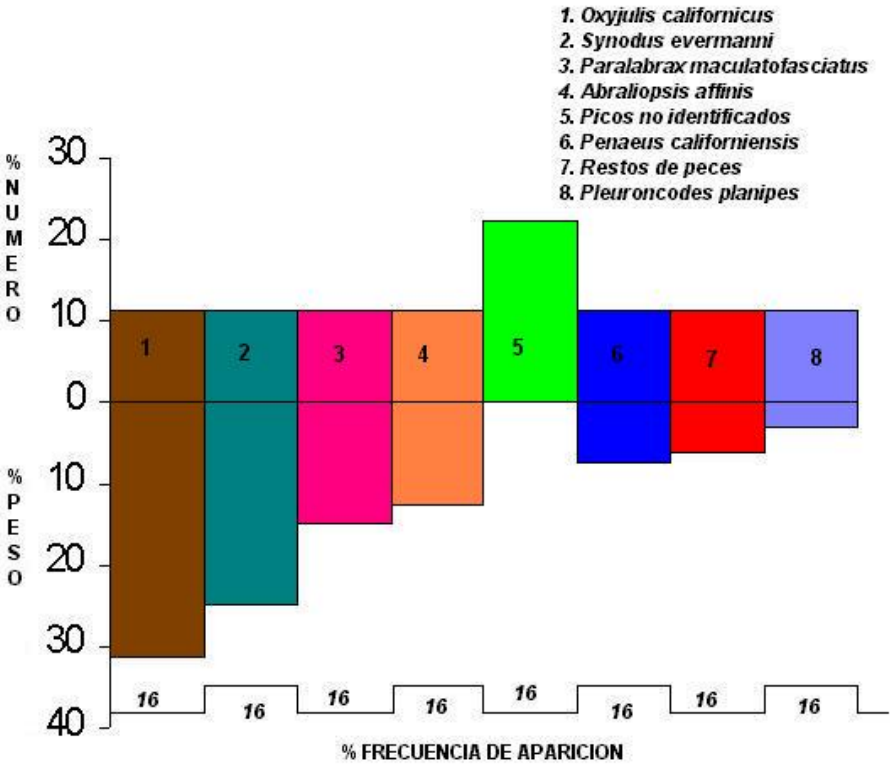
Numéricamente, se obtuvo un total de 9 organismos presa, de los cuales los peces aportan el 33%, los crustáceos el 22% y los cefalópodos el 11%. Referente a las especies presa no se observó diferencia en los valores porcentuales presentando todas el 11%; los restos de peces representaron el 11% (Fig. 12a).

Gavimétricamente (g), se registró un total de 62.6 de peso, siendo *Oxyjulis californicus* la especie más importante con 31% (19), seguido por *Synodus evermanni* con 25% (15) y *Paralabrax maculatofasciatus* con 15% (9); los restos de peces constituyeron el 6.2% (3.8) (Fig. 12a).

En la frecuencia de aparición, los peces se presentaron en el 71.4% de los estómagos, mientras que los crustáceos en el 28.5% y los cefalópodos en el 14.2%. No se observó diferencias por especies ya que todas se registraron en el 16%; mientras que los restos de peces aparecieron en el 16% de los estómagos (Fig. 12a).

El índice de importancia relativa muestró que los peces fueron el componente más importante con un 52%, seguido por los crustáceos con 16% y los cefalópodos con 11%. Las especies presa importantes fueron: *Oxyjulis californicus* con 21%, seguido por *Synodus evermanni* con 17% y *Paralabrax maculatofasciatus* con 12% (Fig. 12b).

a)


1. Oxyjulis californicus
2. Synodus evermanni
3. Paralabrax maculatofasciatus
4. Abraliopsis affinis
5. Picos no identificados
6. Penaeus californiensis
7. Restos de peces
8. Pleuroncodes planipes
% NUMERO
% PESO
30
20
10
0
10
20
30
40
1
2
3
4
5
6
7
8
16
% FRECUENCIA DE APARICION

b)

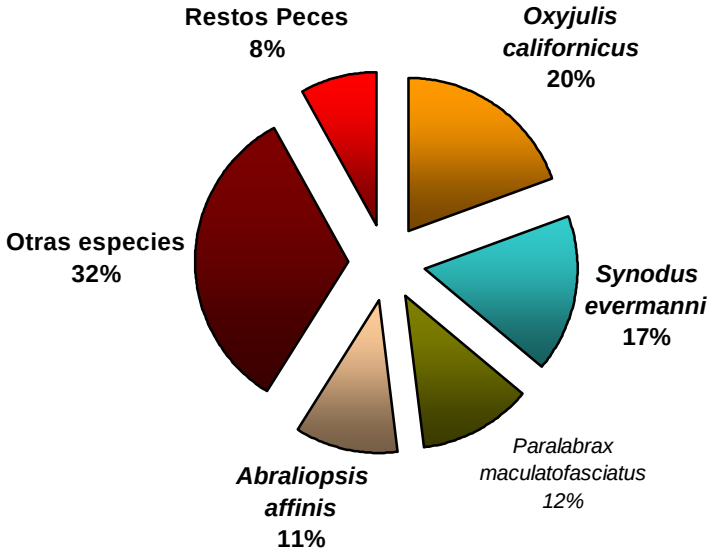

Restos Peces
8%
Oxyjulis
californicus
20%
Otras especies
32%
Synodus
evermanni
17%
Paralabrax
maculatofasciatus
12%
Abraliopsis
affinis
11%

**Figura 12**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (95 a 102 cm de longitud total) en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

**INTERVALO DE TALLA 95-102 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Pleuroncodes planipes** | 2 | 3.19 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 238.4 | 7.15 |
| *Penaeus californiensis* | 4.5 | 7.18 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 305 | 9.14 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Abraliopsis affinis** | 7.86 | 12.57 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 394.6 | 11.84 |
| Picos no identificados | 0.01 | 0.01 | 2 | 22.22 | 1 | 16.7 | 370.6 | 11.12 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 19.68 | 31.43 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 709 | 21.27 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 9.18 | 14.66 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 429.5 | 12.89 |
| *Synodus evermanni* | 15.51 | 24.77 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 598 | 17.94 |
| Restos Peces | 3.87 | 6.18 | 1 | 11.11 | 1 | 16.7 | 288.2 | 8.64 |
| **TOTALES** | **62.61** | **100** | **9** | **100** | | | **3333** | **100** |

**TABLA 3-C.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base en el intervalo de talla de 95 a 102 cm de longitud total, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

#### 7.1.4.4. INTERVALO DE TALLA DE 103 A 110 cm DE LONGITUD TOTAL

De 14 estómagos colectados se identificaron un total de 15 especies presa en la dieta (13 peces, 2 cefalópodos, un crustáceo no identificado, especies no identificadas de la familia Serranidae, restos de peces y materia orgánica (MONI)) (Tabla 3-D).

Numéricamente, se registró un total de 32 organismos presa, de los cuales el mayor porcentaje lo aportaron los peces con 16%, seguido por los calamares con 6% y los crustáceos con 1%. Las especies presa dominantes fueron el calamar *Abraliopsis affinis* con el 15%, seguido por la macarela *Scomber japonicus* con 9 % y los restos de peces representaron el 18% (Fig. 13a).

Gavimétricamente (g) el peso registrado por los organismos presa fue de 522.75, los peces fueron más importantes con 77% (407.29), seguido por los cefalópodos 5% (29) y los crustáceos con 0.01%. Las especies presa que aportan mayor peso en la dieta fueron la macarela *Scomber japonicus* con 16% (81), *Oxyjulis californicus* con 11% (60), *Scorpaena histrio* con 9% (52) y *Diplectrum pacificum* con 6% (31); los restos de peces representaron el 16% (82.9) y la materia orgánica (MONI) el 0.6% (Fig. 13a).

Los peces fueron el contenido alimenticio frecuentes en la dieta con un 100%, seguido por los cefalópodos con 14.2% y los crustáceos con 7%. Las especies presa más importantes fueron la macarela *Scomber japonicus* con 21%, el calamar *Abraliopsis affinis* con 14% y *Oxyjulis californicus* con 14%; los restos de peces representan el 42% y la materia orgánica (MONI) el 7% (Fig. 13a).

De acuerdo al el índice de importancia relativa los peces fueron el componente alimenticio más importante en la dieta con 46%, seguido por los cefalópodos con 9%. Las especies presa más importantes fueron la macarela *Scomber japonicus* con 15%, el

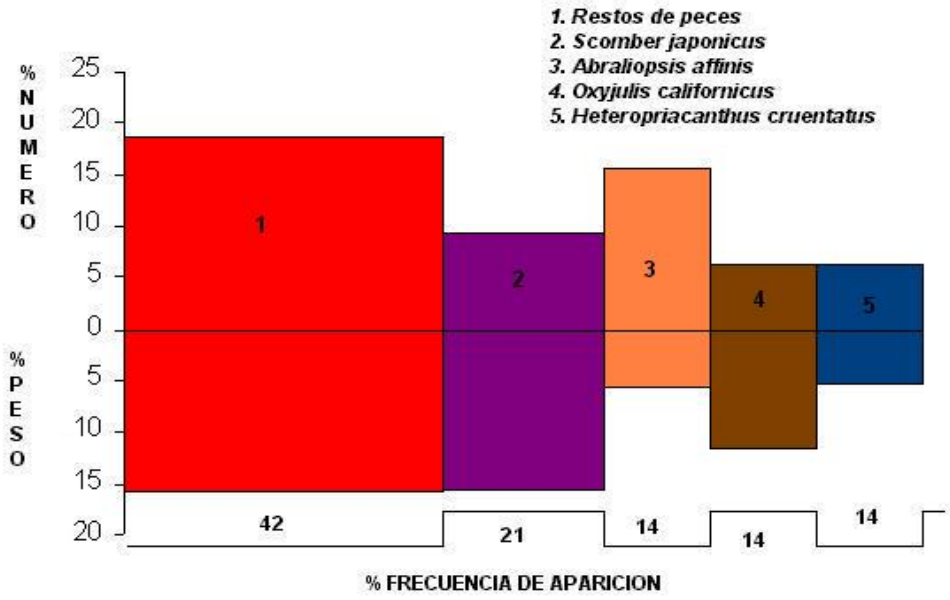
calamar *Abraliopsis affinis* con 8% y *Oxyjulis californicus* con 7%; los restos de peces representaron el 43% y la materia orgánica (MONI) el 0.12% (Fig. 13b).

**INTERVALO DE TALLA 103-110 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Abraliopsis affinis** | 29.49 | 5.64 | 5 | 15.63 | 2 | 14.3 | 303.8 | 8.85 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 0.02 | 0.00 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 22.35 | 0.65 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 60 | 11.48 | 2 | 6.25 | 2 | 14.3 | 253.3 | 7.37 |
| *Euthynus linneatus* | 40.71 | 7.788 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 77.95 | 2.27 |
| *Scomber japonicus* | 81.03 | 15.5 | 3 | 9.37 | 3 | 21.4 | 533.1 | 15.53 |
| *Sardinops caeruleus* | 15.73 | 3.00 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 43.81 | 1.27 |
| *Auxis thazard* | 11 | 2.10 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 37.35 | 1.08 |
| *Synodus evermanni* | 41.56 | 7.95 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 79.11 | 2.30 |
| *Paralichthys woolmani* | 24.44 | 4.67 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 55.72 | 1.62 |
| *Etrumeus teres* | 2.33 | 0.44 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 25.51 | 0.74 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 27.5 | 5.26 | 2 | 6.25 | 2 | 14.3 | 164.4 | 4.79 |
| *Scorpaena histrio* | 52 | 9.94 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 93.37 | 2.72 |
| *Diplectrum pacificum* | 31.91 | 6.10 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 65.92 | 1.92 |
| *Apterichtus equatorialis* | 13.17 | 2.51 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 40.32 | 1.17 |
| *Caranx spp.* | 1.15 | 0.22 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 23.89 | 0.69 |
| Serranidae | 4.76 | 0.91 | 2 | 6.25 | 2 | 14.3 | 102.3 | 2.98 |
| Crustacea | 0.01 | 0 | 1 | 3.12 | 1 | 7.14 | 22.33 | 0.65 |
| Restos Peces | 82.95 | 15.87 | 6 | 18.75 | 6 | 42.9 | 1484 | 43.23 |
| MONI | 2.98 | 0.57 | | 0 | 1 | 7.14 | 4.07 | 0.11 |
| **TOTALES** | **522.75** | **100** | **32** | **100** | | | **3432** | **100** |

**TABLA 3-D.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base en intervalos de talla (103 a 110 cm de longitu total), en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

a)


1. Restos de peces
2. Scomber japonicus
3. Abraliopsis affinis
4. Oxyjulis californicus
5. Heteropriacanthus cruentatus
% NUMERO
% PESO
25
20
15
10
5
0
5
10
15
20
1
2
3
4
5
42
21
14
14
14
% FRECUENCIA DE APARICION

b)

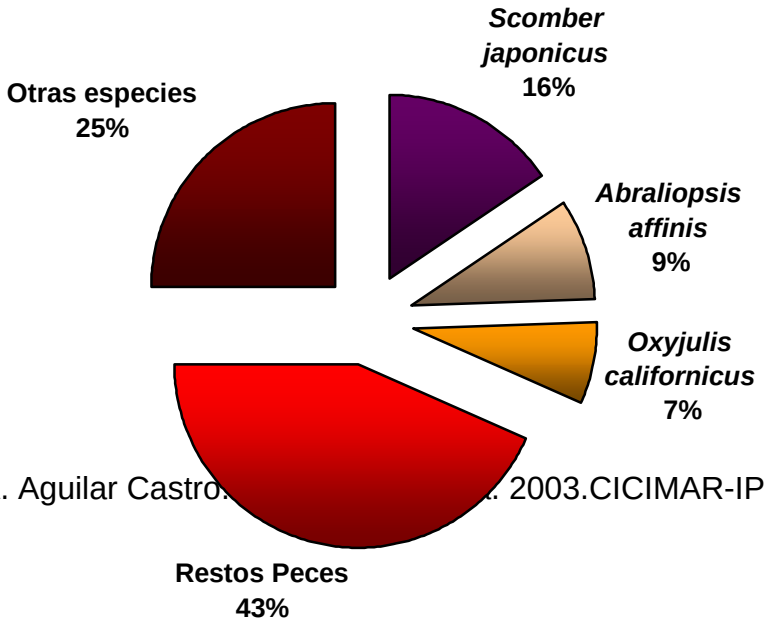

Scomber japonicus 16%
Abraliopsis affinis 9%
Oxyjulis californicus 7%
Restos Peces 43%
Otras especies 25%

**Figura 13**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (103 a 110 cm de longitud total) en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

### 7.1.4.5. INTERVALO DE TALLA DE 111 A 118 cm DE LONGITUD TOTAL

De 18 estómagos colectados se registró un total de 11 especies presa identificadas, de las cuales 9 son peces, 2 cefalópodos, restos de peces y materia orgánica (MONI) (Tabla 3-E).

Numéricamente el gupo de mayor importancia fueron los peces con 50%, seguido por los cefalópodos con 28%. Referente a las especies se tiene a la macarela *Scomber japonicus* con 17%, seguido por los calamares *Abraliopsis affinis* con 17% y *Mastigoteuthis spp.* con 10% (Fig. 14a).

Gavimétricamente (g) el peso registrado por las presas fue de 612.29, del cual los peces representaron el 86% (527), mientras que los cefalópodos el 11% (70). Las especies presa con mayor valor porcentual fueron la macarela *Scomber japonicus* con 42% (53), *Paralabrax maculatofasciatus* con 16% (95) y el barrilete nego *Euthynus linneatus* con 8.7% (53), los restos de peces representan el 1.1% (7) y la materia orgánica (MONI) el 1.1% (6.5 g) (Fig. 14a).

Con relación a la frecuencia de aparición el componente más importante en la dieta fueron los peces con 85.7%, seguido por los cefalópodos con 28.5%. Las especies más dominantes fueron la macarela *Scomber japonicus* con 22% y los calamares *Abraliopsis affinis* y *Mastigoteuthis spp.* con 16%, respectivamente; los restos de peces representan el 27% y la materia orgánica (MONI) el 5% (Fig. 14a).

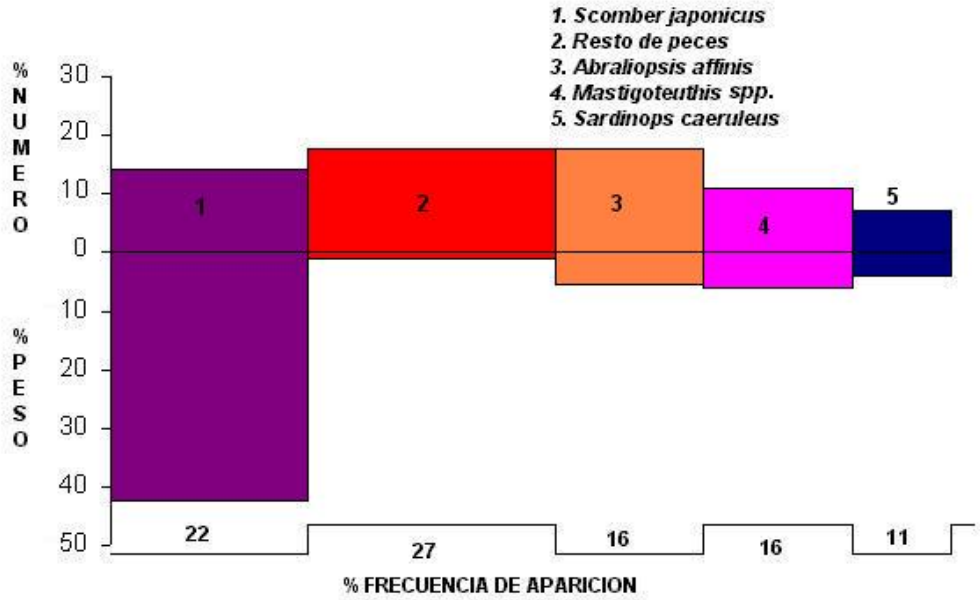
El índice de importancia relativa registró a los peces como el componente alimenticio más importante en la dieta con 59%, seguido por los cefalópodos con el 22%. Las especies presa de mayor importancia fueron la macarela *Scomber japonicus* con 41%, los calamares *Abraliopsis affinis* con 12% y *Mastigoteuthis spp.* con 9%; los restos de peces representaron el 17% y la materia orgánica (MONI) el 0.19% (Fig. 14b).

**INTERVALO DE TALLA 111-118 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Abraliopsis affinis** | 35.11 | 5.73 | 5 | 17.86 | 3 | 16.7 | 393.2 | 12.94 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 35.45 | 5.79 | 3 | 10.71 | 3 | 16.7 | 275.1 | 9.05 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Oxyjulis californicus** | 8.04 | 1.31 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 27.14 | 0.89 |
| *Euthynus linneatus* | 53.5 | 8.73 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 68.38 | 2.25 |
| *Scomber japonicus* | 259.35 | 42.36 | 4 | 14.29 | 4 | 22.2 | 1259 | 41.44 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 95.48 | 15.59 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 106.5 | 3.50 |
| *Sardinops caeruleus* | 25.75 | 4.20 | 2 | 7.14 | 2 | 11.1 | 126.1 | 4.15 |
| *Auxis thazard* | 16 | 2.61 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 34.36 | 1.13 |
| *Syacium latifrons* | 44.43 | 7.25 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 60.15 | 1.98 |
| *Synchiropus atrilabiatus* | 12.01 | 1.96 | 1 | 3.57 | 1 | 5.56 | 30.74 | 1.01 |
| Serranidae | 12.98 | 2.12 | 2 | 7.14 | 2 | 11.1 | 102.9 | 3.38 |
| Restos Peces | 7.03 | 1.14 | 5 | 17.86 | 5 | 27.8 | 527.9 | 17.38 |
| MONI | 6.5 | 1.06 | | 0 | 1 | 5.56 | 5.89 | 0.19 |
| **TOTALES** | **612.29** | **100** | **28** | **100** | | | **3038** | **100** |

**TABLA 3-E.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base en intervalos de talla, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

a)


1. Scomber japonicus
2. Resto de peces
3. Abraliopsis affinis
4. Mastigoteuthis spp.
5. Sardinops caeruleus
% NUMERO
% PESO
30
20
10
0
10
20
30
40
50
1
2
3
4
5
22
27
16
16
11
% FRECUENCIA DE APARICION

b)

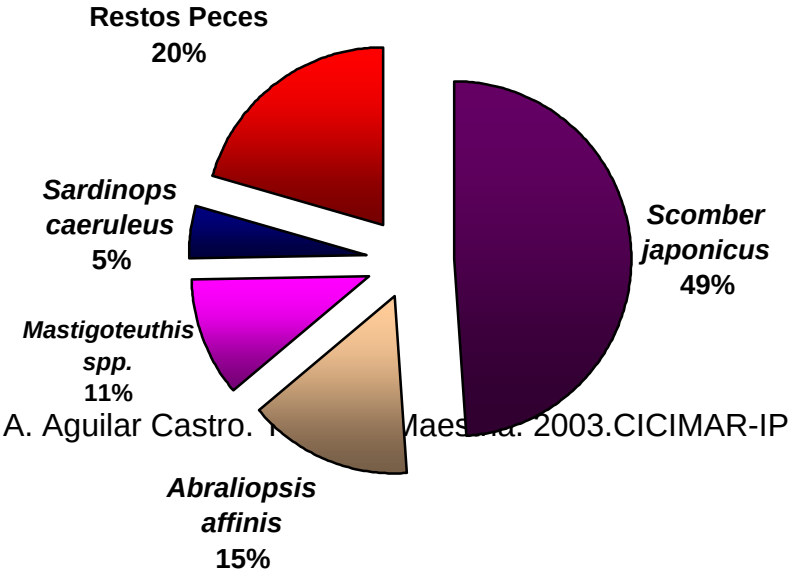

Restos Peces
20%
Sardinops caeruleus
5%
Mastigoteuthis spp.
11%
Abraliopsis affinis
15%
Scomber japonicus
49%

**Figura 14.** a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (111 a 118 cm de longitud total) en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

#### 7.1.4.6. INTERVALO DE TALLA DE 119 A 126 cm DE LONGITUD TOTAL

Se colectaron 5 estómagos, de los que se realizó la identificación taxonómica de 9 especies presa, de las cuales 6 son peces, una especie de crustáceo y 2 cefalópodos, así como restos de peces (Tabla 3-F).

Numéricamente se obtuvo un total de 26 organismos presa, siendo los cefalópodos los que presentaron un valor porcentual más alto (65%), seguido por los peces con 23% y crustáceos 3%. Las especies presa con mayor numero de organismos fueron los calamares *Dosidicus gigas* con 50% y *Abraliopsis affinis* con 15%, las especies de peces presentaron el mismo valor porcentual de 3.85% (Fig. 15a).

Gavimétricamente, el peso registrado por las presas en la dieta fue de 313.51 g. Los peces aportaron el 76% (238 g); mientras que los cefalópodos el 19% (61 g) y los crustáceos el 0.26% (0.82 g). Las especies presa con los valores porcentuales más altos fueron *Auxis thazard* con 59%, seguido por el calamar *Dosidicus gigas* con 10% y *Abraliopsis affinis* con 9.5% y los restos de peces representaron el 4% (Fig. 15a).

En cuanto a la frecuencia de aparición, los peces fueron los componentes alimenticios más importantes en la dieta (100%) mientras que los cefalópodos aparecieron en el 40%. En cuanto a las especies el calamar *Abraliopsis affinis* es el que presentó el valor porcentual más alto (80%), seguido por el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 40% y los restos de peces con el 40% (Fig. 15a).

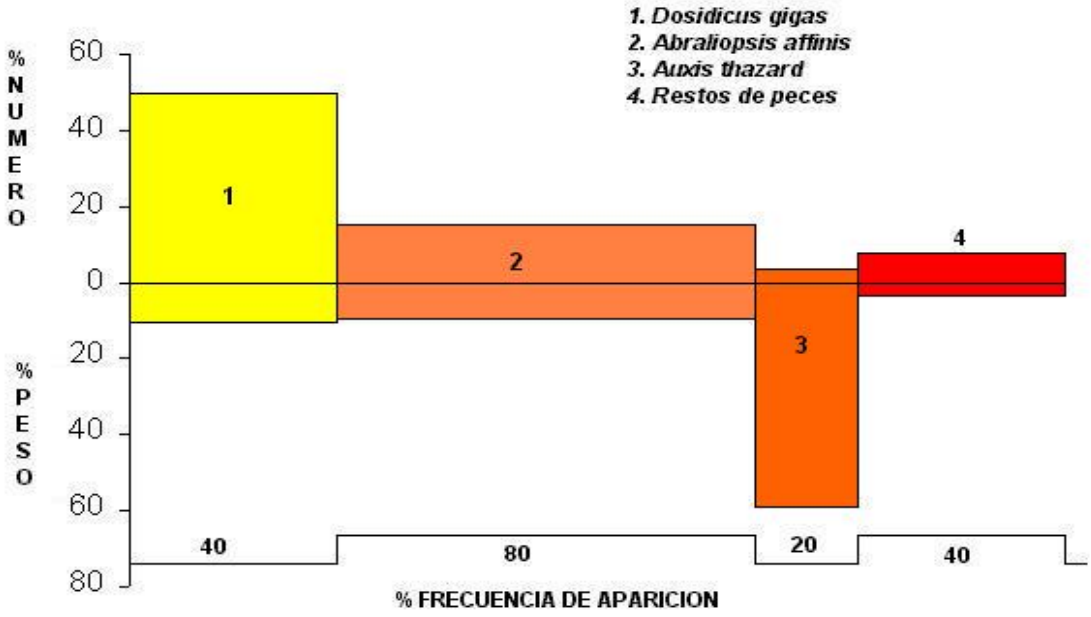
El índice de importancia relativa señaló a los calamares como el componente alimenticio más importante en la dieta con un valor porcentual de 63%; mientras que los peces pasan a segundo termino con un 28%, y los crustáceos presentaron un 1.18%. Las especies presa más importantes en la dieta fueron el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 34%, seguido por el calamar *Abraliopsis affinis* con 28%, *Auxis thazard* con 18% y los restos de peces representaron el 6.7% (Fig. 15b).

**INTERVALO DE TALLA 119-126 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| **Pleuroncodes planipes** | 0.82 | 0.26 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 82.15 | 1.18 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| **Abraliopsis affinis** | 29.84 | 9.51 | 4 | 15.38 | 4 | 80 | 1992 | 28.75 |
| *Dosidicus gigas* | 31.67 | 10.1 | 13 | 50 | 2 | 40 | 2404 | 34.69 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| **Trachurus symmetricus** | 13.89 | 4.43 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 165.5 | 2.38 |
| *Sardinops caeruleus* | 9.45 | 3.01 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 137.2 | 1.98 |
| *Auxis thazard* | 185.46 | 59.16 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 1260 | 18.18 |
| *Synodus evermanni* | 8.2 | 2.616 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 129.2 | 1.86 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 18.95 | 6.04 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 197.8 | 2.85 |
| *Paralabrax spp.* | 2.77 | 0.88 | 1 | 3.84 | 1 | 20 | 94.59 | 1.36 |
| Restos Peces | 12.45 | 3.97 | 2 | 7.69 | 2 | 40 | 466.5 | 6.73 |
| **TOTALES** | **313.51** | **100** | **26** | **100** | | | **6930** | **100** |

**TABLA 3-F.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base en intervalos de talla, en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

a)


1. Dosidicus gigas
2. Abraliopsis affinis
3. Auxis thazard
4. Restos de peces
% NUMERO
% PESO
60
40
20
0
20
40
60
80
1
2
3
4
40
80
20
40
% FRECUENCIA DE APARICION

b)

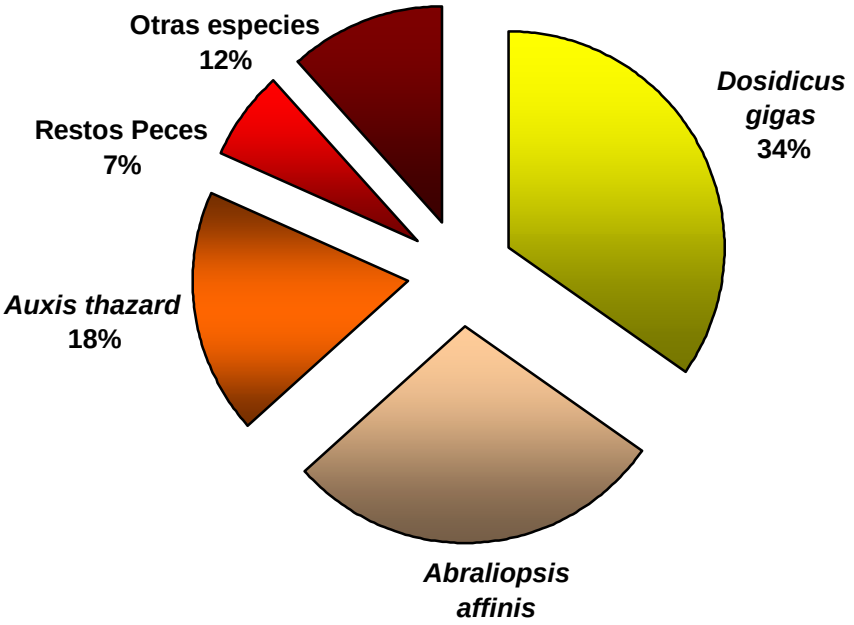



**Figura 15**. a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (119 a 126 cm de longitud total) en la dieta.

### 7.1.4.7. INTERVALO DE TALLA MAYOR A 127 cm DE LONGITUD TOTAL

De 6 estómagos colectados se identificaron 14 especies presa en la dieta, de los cuales 8 fueron especies de peces y 4 especies de cefalópodos, especies no identificadas de las familias Hemiramphidae y Serranidae, así como restos de cefalópodos (Tabla 3-G).

Basándose en el método numérico se obtuvo un total de 54 organismos presa en la dieta, de los cuales los cefalópodos presentaron el valor más alto (79%), seguido por los peces con 18%. Las especies presa más importantes en número fueron los calamares *Dosidicus gigas* con 57%, *Onychoteuthis banksii* con 14%, *Abraliopsis affinis* con 5% y los restos de cefalópodos aportaron el 1.85% (Fig. 16a).

El peso total registrado por los organismos presa fue de 871 g, de los cuales los cefalópodos aportaron el 41% (1030 g), los peces el 22% (567 g). Las especies presa más importantes fueron el calamar *Onychoteuthis banksii* con el 28% (696 g), seguido por

el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 13% (311 g), *Auxis thazard* con 7.3% (181 g) y los restos de cefalópodos con el 35% (871 g) (Fig. 16a).

En cuanto a la frecuencia de aparición tenemos a los peces como el componente alimenticio más importante en la dieta (83.3%), seguido por los calamares con 66.6%. En cuanto a las especies el calamar *Abraliopsis affinis* es la que se registró con mayor frecuencia en los estómagos (80%), seguido por el calamar gigante *Dosidicus gigas* (40%) y los restos de peces (40%) (Fig. 16a).

De acuerdo al índice de importancia relativa los cefalópodos fueron el componente alimenticio más importante en la dieta con un 87%, seguido por los peces con 6.5%. Con relación a las especies presa el calamar gigante *Dosidicus gigas* fué la especie más importante con 44%, seguido por el calamar *Onychoteuthis banksii* con 40%; los restos de cefalópodos representan el 5.8%. y otras especies de peces y cefalópodos el 8.8% (Fig. 16b).

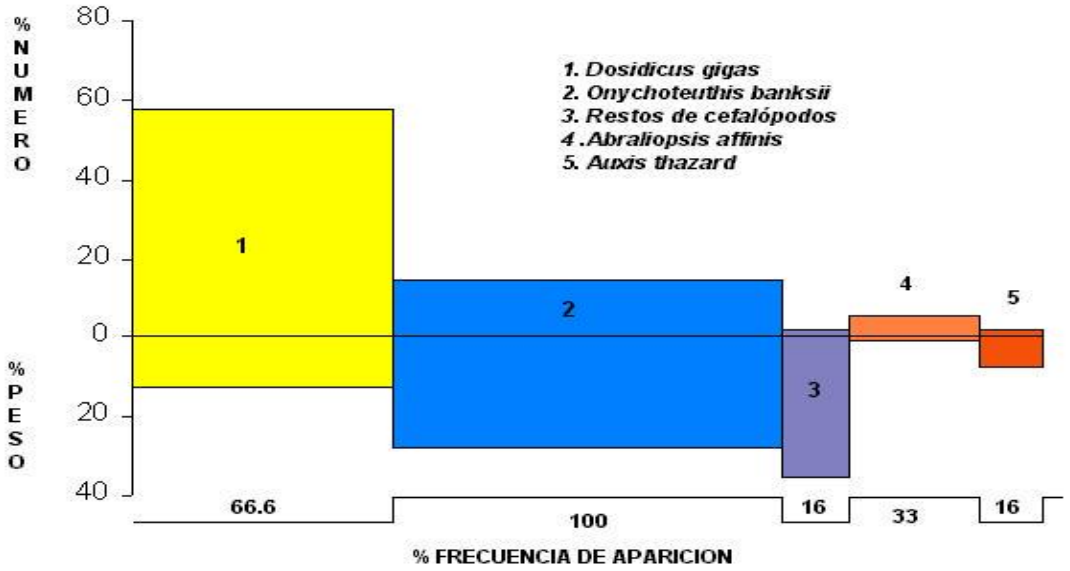
**INTERVALO DE TALLA MAYOR A 127 cm LT**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cephalopoda | | | | | | | | |
| ***Abraliopsis affinis*** | 17.84 | 0.72 | 3 | 5.55 | 2 | 33.3 | 209.27 | 1.98 |
| Dosidicus gigas | 311.55 | 12.62 | 31 | 57.41 | 4 | 66.7 | 4668.35 | 44.36 |
| Onychoteuthis banksii | 696.22 | 28.2 | 8 | 14.81 | 6 | 100 | 4301.23 | 40.87 |
| Pholidoteuthis boschmai | 4.82 | 0.19 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 34.11 | 0.32 |
| resto ceph | 871 | 35.28 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 618.80 | 5.88 |
| Osteichthyes | | | | | | | | |
| ***Oxyjulis californicus*** | 39.75 | 1.61 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 57.69 | 0.54 |
| Auxis thazard | 181.23 | 7.34 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 153.19 | 1.45 |
| Decapterus macrosoma | 89.34 | 3.61 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 91.17 | 0.86 |
| Naucrates ductor | 44.98 | 1.82 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 61.22 | 0.58 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gymnothorax spp. | 11.05 | 0.44 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 38.32 | 0.36 |
| Coryphaena spp. | 1.21 | 0.04 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 31.68 | 0.30 |
| Hemiramphidae | 5.85 | 0.23 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 34.81 | 0.33 |
| Porichthys analis | 168.23 | 6.81 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 144.42 | 1.37 |
| Sardinops caeruleus | 26 | 1.05 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 48.41 | 0.46 |
| Serranidae | 0.01 | 0 | 1 | 1.85 | 1 | 16.7 | 30.87 | 0.29 |
| TOTALES | 2469.1 | 100 | 54 | 100 | | | 10523.6 | 100 |

**TABLA 3-G.** Categorías alimenticias en la dieta de juveniles de *Sphyrna lewini*, con base en intervalos de talla (mayor a 127 cm de longitud total), en el Suroeste del Golfo de California, México, expresados en valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

a)



b)

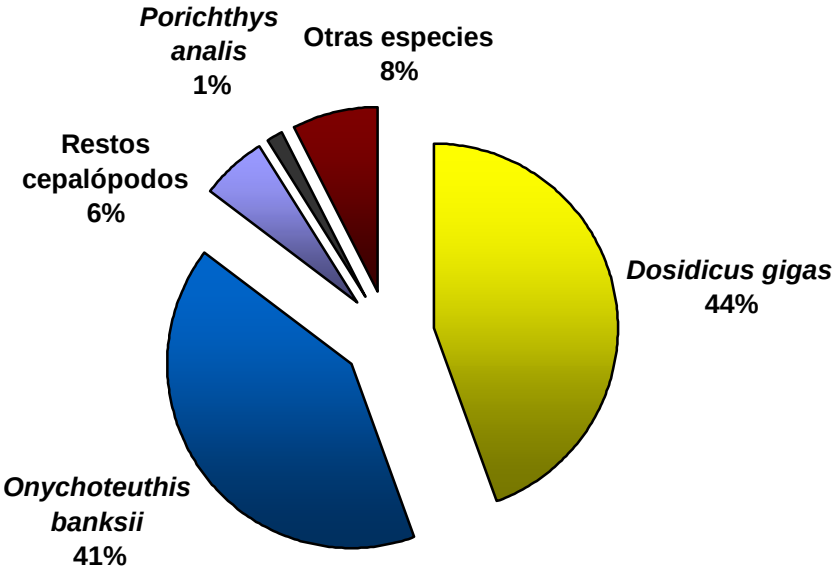



**Figura 16.** a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias por intervalos de talla (mayor a 127 cm de longitud total) en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

### 7.1.5. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR AÑO

#### 7.1.5.1. DESCRIPCIÓN DE LA DIETA DURANTE EL AÑO 2001

De 118 estómagos colectados en el año 2001 (no se contó con el dato de campo de 5 individuos) se identificaron un total de 33 especies presa, comprendidas en 2 especies de crustáceos y un crustáceo no identificado; 27 especies de peces así como restos de peces de las familias Carangidae, Muraenidae, Paralichthyidae y Serranidae, 5 especies de cefalópodos, restos de cefalópodos y una especie no identificada de la familia Loliginidae; materia orgánica (MONI) y 7 estómagos vacíos (Tabla 4-A).

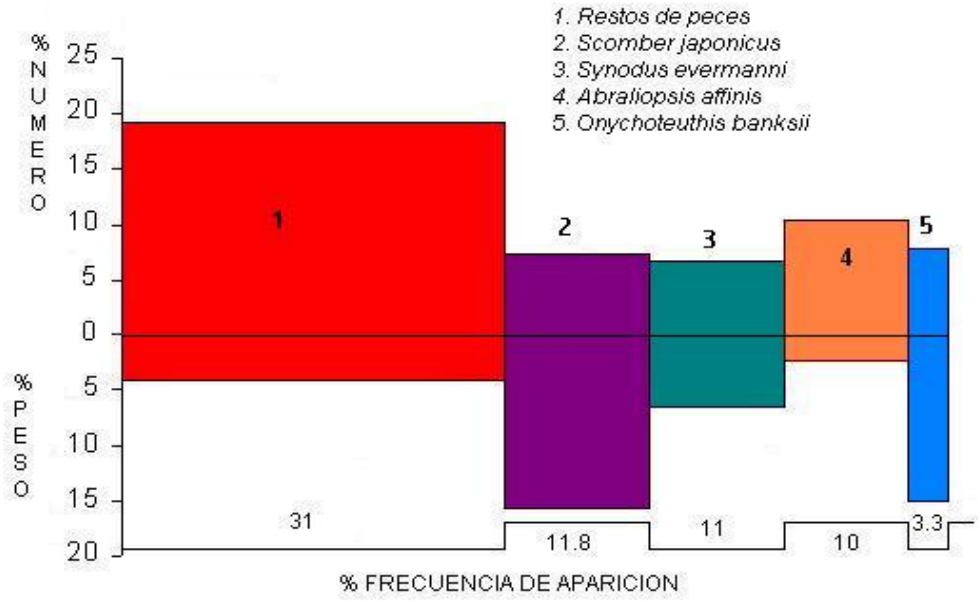
Numéricamente, fueron 193 los organismos presa encontrados en la dieta. Los peces representaron el 48.2%, los cefalópodos el 29% y crustáceos el 3.11%. En cuanto a las especies con valores porcentuales más altos fueron los calamares *Abraliopsis affinis* (10%) y *Onychoteuthis banksii* (7.8%), la macarela *Scomber japonicus* (7.3%) y el pez chile *Synodus evermanni* (6.7%); asimismo los restos de peces representaron el 19% (Fig. 17a).

Gavimétricamente, las presas contribuyeron con 5334 g de peso a la dieta. Los peces son los que registraron el valor porcentual mayor con 56.8% (3031 g); mientras que los cefalópodos aportaron el 20.9% (1116 g) y los crustáceos el 1.31% (70 g). Las especies presa con los mayores valores fueron: macarela *Scomber japonicus* con 15.6% (834.2 g), calamar *Onychoteuthis banksii* con 15% (797.7 g), *Auxis thazard* con 7.7% (412 g) y el pez chile *Synodus evermanni* con 6.5% (343.9 g); los restos de peces representaron el 4.07% (217.1 g) y la materia orgánica (MONI) el 0.54% (29.04 g) (Fig. 17a).

En cuanto a la frecuencia de aparición, los peces fueron el contenido alimenticio más importante en la dieta con 88%, seguido por los calamares con 20.3% y los crustáceos con 5%. Las especies presa más frecuentes en la dieta fueron la macarela *Scomber japonicus* con 12%, el pez chile *Synodus evermanni* con 11%, el calamar *Abraliopsis affinis* con 10%; los restos de peces representan el 31%, la materia orgánica (MONI) el 2.5% (Fig. 17a).

El índice de importancia relativa mostró que los peces fueron el componente más importante durante el año 2001 en la dieta del tiburón martillo (38%), seguido por los cefalópodos (16%) y los crustáceos (0.5%). Las especies presa más importantes fueron la macarela *Scomber japonicus* con el 17%, seguido por el pez chile *Synodus evermanni* con 8.9% y el calamar *Abraliopsis affinis* con 8%; los restos de peces representan el 45% y la materia orgánica (MONI) el 0.1% (Fig. 17b).

*a)* ***AÑO 2001***




b)

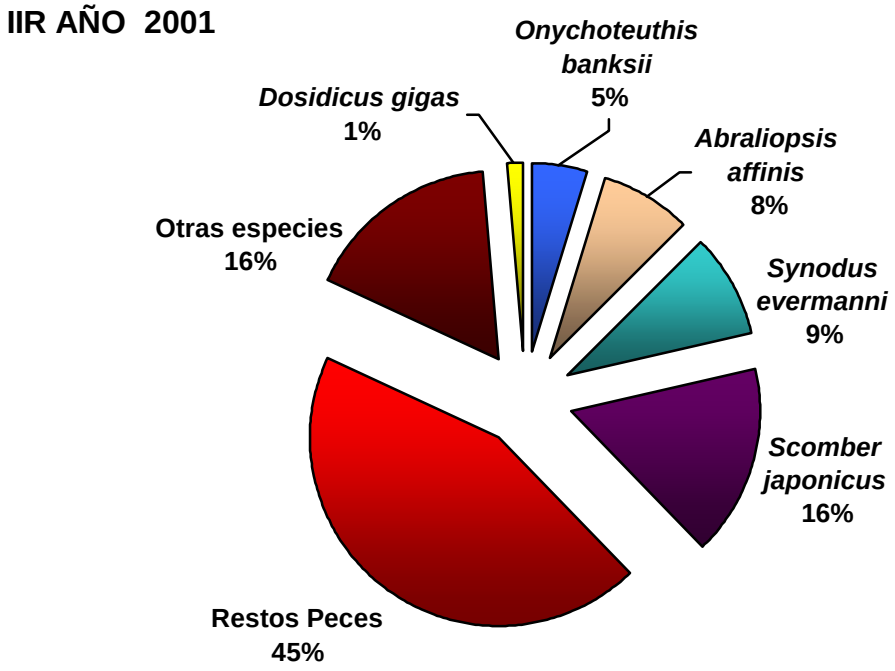



**Figura 17.** a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias durante 2001 en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

**AÑO 2001**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| *Penaeus californiensis* | 10.14 | 0.19 | 3 | 1.55 | 3 | 2.54 | 4.43 | 0.27 |
| *Pleuroncodes planipes* | 59.17 | 1.10 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 1.37 | 0.08 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| *Abraliopsis affinis* | 125.37 | 2.35 | 20 | 10.36 | 12 | 10.2 | 129.29 | 7.95 |
| *Dosidicus gigas* | 165.07 | 3.09 | 8 | 4.14 | 4 | 3.39 | 24.54 | 1.51 |
| *Onychoteuthis banksii* | 797.65 | 14.96 | 15 | 7.77 | 4 | 3.39 | 77.04 | 4.74 |
| *Gonatus spp.* | 0.64 | 0.01 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.44 | 0.02 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 26.84 | 0.50 | 5 | 2.59 | 4 | 3.39 | 10.48 | 0.64 |
| Loliginidae | 0.01 | 0 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.43 | 0.02 |
| Restos de Cephalopoda | 871 | 16.33 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 14.27 | 0.87 |
| Picos no identificados | 0.04 | 0 | 6 | 3.10 | 4 | 3.39 | 10.54 | 0.64 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| *Apterichtus equatorialis* | 13.17 | 0.24 | 1 | 0.51 | 1 | 0.84 | 0.64 | 0.04 |
| *Auxis thazard* | 412 | 7.72 | 3 | 1.55 | 3 | 2.54 | 23.59 | 1.45 |
| *Decapterus macrosoma* | 135.21 | 2.53 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 2.58 | 0.15 |
| *Diplectrum pacificum* | 31.91 | 0.59 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.94 | 0.05 |
| *Etropus crossotus* | 13.74 | 0.25 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.65 | 0.04 |
| *Etrumeus teres* | 2.33 | 0.04 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.47 | 0.02 |
| *Euthynus linneatus* | 94.21 | 1.76 | 2 | 1.03 | 2 | 1.69 | 4.75 | 0.29 |
| *Paralichthys woolmani* | 48.58 | 0.91 | 2 | 1.03 | 2 | 1.69 | 3.30 | 0.20 |
| *Porichthys analis* | 7.08 | 0.13 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.55 | 0.03 |
| *Gibbonsia spp.* | 3.19 | 0.06 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.48 | 0.03 |
| *Heteropriacanthus cruentatus* | 65.96 | 1.23 | 7 | 3.62 | 5 | 4.24 | 20.60 | 1.26 |
| *Syacium latifrons* | 44.43 | 0.83 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 1.14 | 0.07 |
| *Synchiropus atrilabiatus* | 12.01 | 0.22 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.62 | 0.03 |
| *Synodus evermanni* | 343.86 | 6.44 | 13 | 6.73 | 13 | 11 | 145.23 | 8.93 |
| *Naucrates ductor* | 37.71 | 0.70 | 2 | 1.03 | 2 | 1.69 | 2.95 | 0.18 |
| *Sardinops caeruleus* | 147.72 | 2.77 | 8 | 4.14 | 8 | 6.78 | 46.87 | 2.88 |
| *Scomber japonicus* | 834.24 | 15.64 | 14 | 7.25 | 14 | 11.9 | 271.64 | 16.72 |
| *Scorpaena histrio* | 52 | 0.97 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 1.26 | 0.07 |
| *Oxyjulis californicus* | 100.32 | 1.88 | 5 | 2.59 | 4 | 3.39 | 15.15 | 0.93 |
| *Trachinotus rhodopus* | 4 | 0.07 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.50 | 0.03 |
| *Trachurus symmetricus* | 80.4 | 1.50 | 2 | 1.03 | 2 | 1.69 | 4.31 | 0.26 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 149.91 | 2.81 | 5 | 2.59 | 5 | 4.24 | 22.88 | 1.40 |
| *Gymnothorax spp.* | 291 | 5.45 | 2 | 1.03 | 1 | 0.85 | 5.50 | 0.33 |
| *Caranx spp.* | 1.15 | 0.02 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.45 | 0.02 |
| *Coryphaena spp.* | 9.67 | 0.18 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.59 | 0.03 |
| *Paralabrax spp.* | 20.42 | 0.38 | 2 | 1.03 | 2 | 1.69 | 2.40 | 0.14 |
| Muraenidae | 10.5 | 0.19 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.60 | 0.03 |
| Paralichthyidae | 2.43 | 0.04 | 1 | 0.51 | 1 | 0.85 | 0.47 | 0.02 |
| Serranidae | 50.17 | 0.94 | 8 | 4.14 | 8 | 6.78 | 34.47 | 2.122 |
| Carangidae | 11.55 | 0.21 | 3 | 1.55 | 3 | 2.54 | 4.50 | 0.27 |

Tabla 4-A (Continuación)

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Restos Peces | 217.07 | 4.07 | 37 | 19.17 | 37 | 31.4 | 728.74 | 44.84 |
| MONI | 29.04 | 0.54 | 0 | 0 | 3 | 2.54 | 1.38 | 0.08 |
| VACIOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 5.93 | 0 | 0 |
| **TOTALES** | **5333.59** | **100** | **193** | **100** | | | **1625** | **100** |

**TABLA 4-A**. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini,* con base en el análisis por años, en el Suroeste del Golfo de California, México. Se representan los valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

### 7.1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LA DIETA DURANTE EL AÑO 2002

De un total de 16 estómagos colectados durante el año 2002, se identificaron 16 especies presa, de las cuales 10 son especies de peces, una especie de crustáceo y 5 especies de cefalópodos, así como especies no identificadas de las familias Serranidae, Hemiramphidae, Paralichthyidae, Loliginidae y restos de peces (Tabla 4-B).

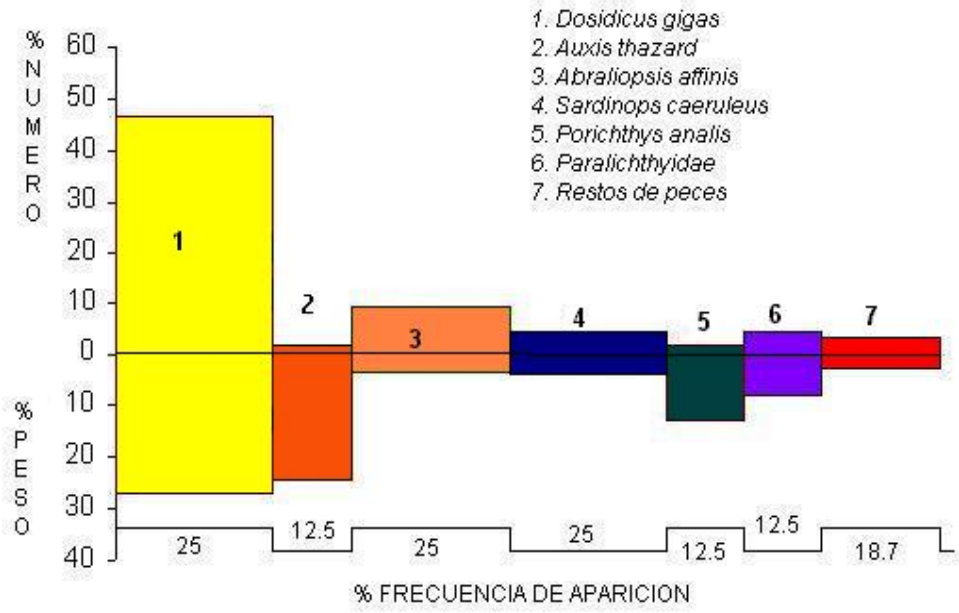
Numéricamente se registraron un total de 86 organismos presa en la dieta. Los cefalópodos fueron la presa que alcanzó valores porcentuales más altos (68.6%), seguido por los peces (26.7%) y los crustáceos (1.16%). En cuanto a las especies presa que alcanzaron los mayores valores fueron el calamar gigante *Dosidicus gigas* (47%), seguido por el calamar *Abraliopsis affinis* (9.3%), especies no identificadas de la familia Loliginidae (5.8%), la sardina *Sardinops caeruleus* (4.7%) y los restos de peces (3.5%) (Fig. 18a).

Gavimétricamente el aporte en peso de las presas a la dieta fue de 1500 g. Los peces son los que más aportaron a la dieta con el 65.4% (981 g), seguido por los cefalópodos con el 31.9% (479 g) y los crustáceos 0.05%. Referente a las especies presa, el calamar gigante *Dosidicus gigas* fue el componente alimenticio que aportó mayor biomasa con 27.2% (408.6 g), seguido por *Auxis thazard* 24.4% (366.7 g), *Porichthys analis* con 12.9% (194.2 g) y los restos de peces representan el 2.58% (38.7 g) (Fig. 18a).

En cuanto a la frecuencia de aparición, los peces son el componente alimenticio más importante en la dieta en un 93%, seguido por los cefalópodos con 50% y los crustáceos con 6%. Las especies presa más importantes fueron la sardina *Sardinops caeruleus* y los calamares *Abraliopsis affinis* y *Dosidicus gigas* con 25% cada uno, *Auxis tahzard* con 13% y los restos de peces representaron el 19% (Fig. 18a).

De acuerdo al índice de importancia relativa los cefalópodos fueron el componente alimenticio más importante (65.1%) en la dieta de tiburón martillo en el año 2002, seguido por los peces con 31.5% y los crustáceos con 0.21%. Referente a las especies presa los de mayor importancia fueron: el calamar gigante *Dosidicus gigas* con 52%, seguido por *Auxis thazard* con 9.4%, el calamar *Abraliopsis affinis* con 8.7%, *Sardinops caeruleus* con 5.7%, *Porichthys analis* con 5.3% y los restos de peces con el 3.2% (Fig. 18b).

***a) AÑO 2002***




**b) IIR AÑO 2002**

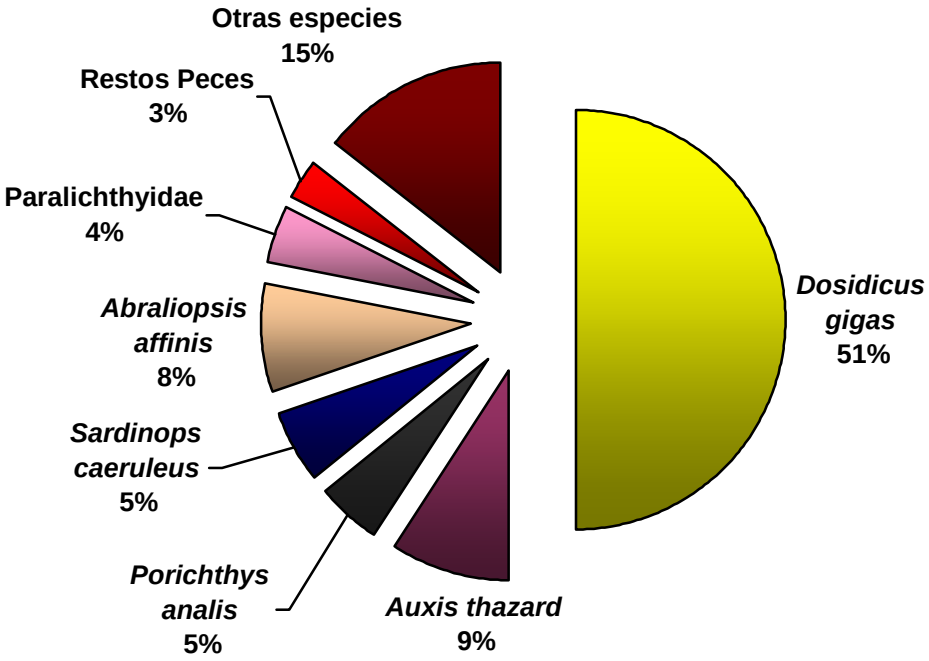



**Figura 18.** a) Porcentaje Numérico, Gavimétrico y Frecuencia de Aparición; b) Índice de Importancia Relativa de las categorías alimenticias durante 2002 en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Suroeste del Golfo de California, México.

**AÑO 2002**

| ESPECIES PRESA | P | %P | N | %N | FA | %FA | IIR | %IIR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Crustacea** | | | | | | | | |
| *Pleuroncodes planipes* | 0.82 | 0.05 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 7.60 | 0.21 |
| **Cephalopoda** | | | | | | | | |
| *Onychoteuthis banksii* | 21.48 | 1.43 | 3 | 3.48 | 2 | 12.5 | 61.51 | 1.72 |
| *Abraliopsis affinis* | 47.69 | 3.18 | 8 | 9.30 | 4 | 25 | 312.05 | 8.72 |
| *Dosidicus gigas* | 408.63 | 27.24 | 40 | 46.51 | 4 | 25 | 1843.8 | 51.56 |
| *Pholidoteuthis boschmai* | 1.21 | 0.08 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 7.77 | 0.21 |
| *Mastigoteuthis spp.* | 0.02 | 0 | 2 | 2.32 | 2 | 12.5 | 29.08 | 0.81 |
| Loliginidae | 0.02 | 0 | 5 | 5.81 | 2 | 12.5 | 72.69 | 2.03 |
| **Osteichthyes** | | | | | | | | |
| *Oxyjulis californicus* | 52.6 | 3.50 | 2 | 2.32 | 2 | 12.5 | 72.90 | 2.03 |
| *Paralabrax maculatofasciatus* | 17.54 | 1.16 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 14.57 | 0.40 |
| *Porichthys analis* | 194.23 | 12.95 | 2 | 2.32 | 2 | 12.5 | 190.93 | 5.33 |
| *Sardinops caeruleus* | 51.71 | 3.44 | 4 | 4.65 | 4 | 25 | 202.46 | 5.66 |
| *Auxis thazard* | 366.69 | 24.45 | 2 | 2.32 | 2 | 12.5 | 334.64 | 9.35 |
| *Decapterus macrosoma* | 89.34 | 5.95 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 44.49 | 1.24 |
| *Naucrates ductor* | 4.82 | 0.32 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 9.27 | 0.25 |
| *Synodus evermanni* | 51.57 | 3.43 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 28.75 | 0.80 |
| *Gymnothorax spp.* | 19.69 | 1.31 | 2 | 2.32 | 2 | 12.5 | 45.47 | 1.27 |
| *Coryphaena spp.* | 3.46 | 0.23 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 8.70 | 0.24 |
| Serranidae | 6.82 | 0.45 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 10.10 | 0.28 |
| Hemiramphiae | 5.9 | 0.39 | 1 | 1.16 | 1 | 6.25 | 9.72 | 0.27 |
| Paralichthyidae | 117.05 | 7.80 | 4 | 4.65 | 2 | 12.5 | 155.68 | 4.35 |
| Restos Peces | 38.71 | 2.58 | 3 | 3.48 | 3 | 18.8 | 113.79 | 3.18 |
| **TOTALES** | **1500.02** | **100** | **86** | **100** | | | **3576.1** | **100** |

**TABLA 4-B**. Categorías alimenticias en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini,* con base en el análisis por años, en el Suroeste del Golfo de California, México. Se representan los valores absolutos y porcentajes de los métodos numérico (**N**), gavimétrico (**P**), frecuencia de aparición (**FA**) e índice de importancia relativa (**IIR**).

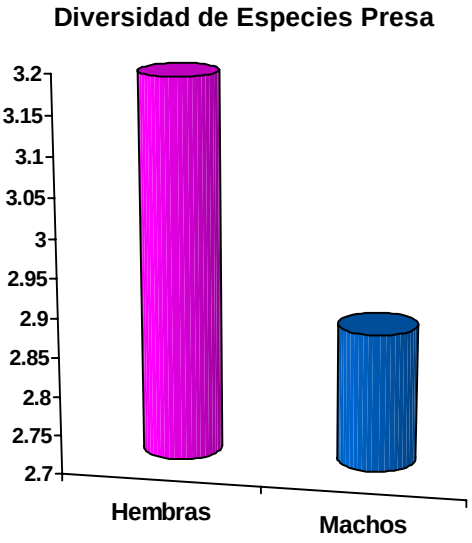
## 7.2. ÍNDICES ECOLÓGICOS

### DIVERSIDAD Y AMPLITUD DE NICHO TRÓFICO

La dieta del tiburón martillo en el Suroeste del Golfo de California presentó una diversidad intermedia de especies presa (H' = 2.74); sin embargo, la amplitud del nicho fue baja (Bi = 0.16), lo cual indica que el tiburón martillo en esta zona es considerado como un depredador especialista debido al mayor consumo de cefalópodos (*Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii* y *Abraliopsis affinis*).

Las hembras juveniles del tiburón martillo presentan una diversidad de especies presa de H' = 3.18 (Fig. 19a), y una amplitud de nicho trófico de Bi = 0.41 (Fig. 19b). La diversidad de especies presa de machos fué de H' = 2.87 (Fig. 19a), y la amplitud de nicho trófico de Bi = 0.33 (Fig. 19b).

**a)**




**b)**

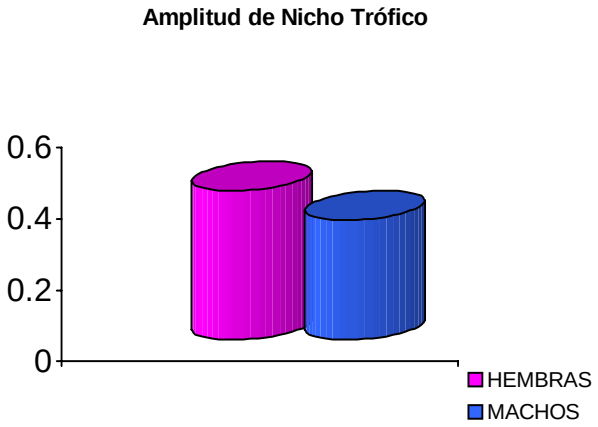



**Figura 19.** a**)** Diversidad de especies presa por Sexos en la dieta de *Sphyrna lewini*; b**)** Amplitud de Nicho Trófico por Sexos en la dieta de *Sphyrna lewini.*

En el intervalo de talla de 79 a 118 cm de longitud total se observó una diversidad de especies presa de H' = 2.04 a 2.26 y una amplitud de nicho trófico de Bi = 0.39 a 0.90; mientras que para tallas mayores (119 a 255 cm de longitud total) la diversidad fue menor (H' = 0.16 a 1.70), así como una amplitud de nicho trófico menor (Bi = 0.12 a 0.30) (Fig. 20).

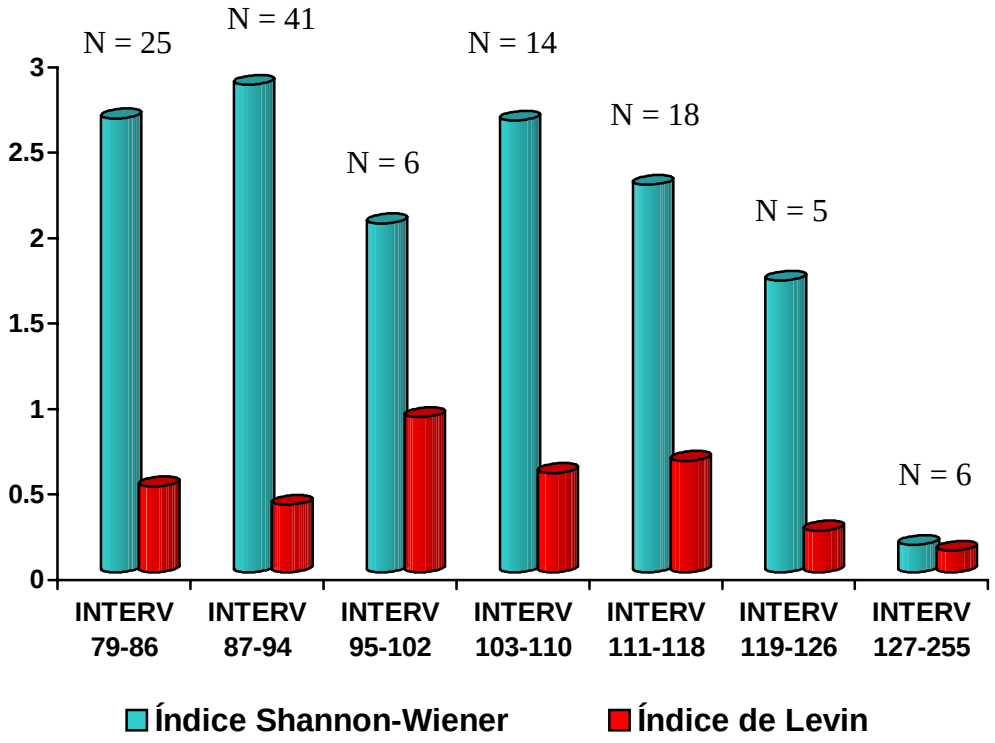



**Figura 20**. Diversidad de especies presa (Índice de Shannon-Wiener (H') y Amplitud de nicho trófico (Índice de Levin (Bi) por intervalos de tallas, en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

Durante el año 2001, la dieta de los juveniles de tiburon martillo muestra una diversidad de especies presa de H' = 3.07, y una amplitud de nicho trófico de Bi = 0.30 (Fig. 21). Mientras que durante el año 2002, la dieta muestra una diversidad de especies presa de H ' = 2.16, y una amplitud de nicho trófico de Bi = 0.15 (Fig. 21).

**TRASLAPAMIENTO TRÓFICO**

Se observó un traslapamiento biológicamente significativo en la dieta entre sexos de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Cλ = 0.76).

En relación a las tallas, las longitudes totales registradas no sobrepasan los 150cm, por lo cual se consideran organismos juveniles, el índice de Morisita-Horn indica que se presenta una traslapamiento trófico en la dieta entre los intervalos de talla de 79 a 94cm (Cλ = 0.739), de 79 a 86cm y 103 a 110cm (Cλ = 0.602), de 119 a 134cm (Cλ = 0.876) y entre los intervalos que van de 119 a 126cm y 135 a 142cm (Cλ = 0.832) (Fig. 22).

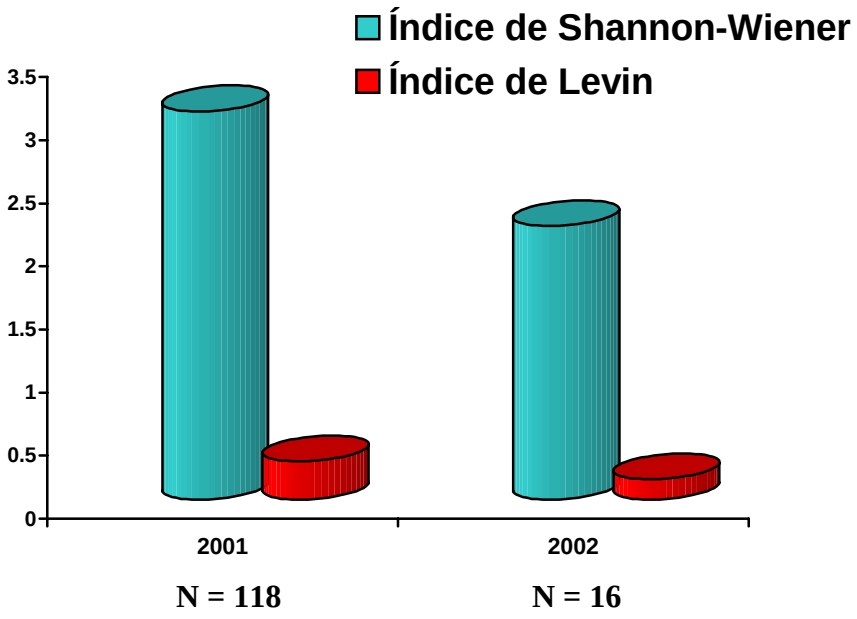



**Figura 21**. Diversidad de especies presa (Índice de Shannon-Wiener (H') y Amplitud de nicho trófico (Índice de Levin (Bi) por años, en la dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

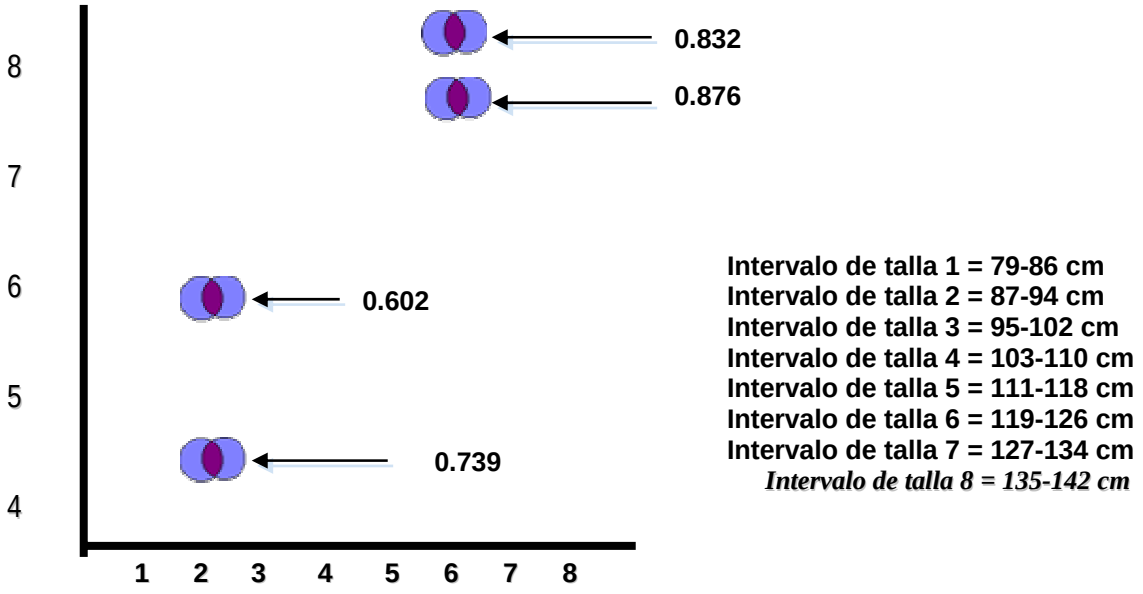



**Figura 22**. Traslapamiento trófico por intervalos de talla en la dieta de *Sphyrna lewini*.

## 7.3. ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE $^{13}$C Y $^{15}$N

Se obtuvieron las razones isotópicas de carbono ($\delta^{13}$C) y nitrógeno ($\delta^{15}$N) de juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* a partir de muestras de músculo de individuos capturados durante los años 2000, 2001 y 2002 en la Bahía de La Paz (en los campos pesqueros El Pardito, El Portugués, El Sauzoso), así como de muestras de hembras adultas de tiburón martillo provenientes de capturas registradas en los campos pesqueros Punta Lobos (Costa Occidental de Baja California Sur) y Ensenada de Muertos (Golfo de California) durante los años 2001 y 2002 (Tabla 5). El $\delta^{13}$C en el tejido muscular analizado del tiburón martillo *Sphyrna lewini* varía de –15.58 a –17.57 ‰; el $\delta^{15}$N varía de 19.0 a 21.88 ‰ (Fig. 23).

Las razones isotópicas muestran una marcada separación en la posición trófica de los martillos juveniles y las hembras adultas, estando las hembras adultas en una posición trófica menor (más negativo) que los individuos juveniles (Fig. 24).

Asimismo no se observaron diferencias marcadas con relación al sexo en la posición trófica de los juveniles del tiburón martillo, por lo que se considera que tanto hembras como machos juveniles se ubican en la misma posición trófica; sin embargo, las hembras adultas mantienen una posición trófica menor con respecto a las hembras juveniles (Fig. 25).

Con respecto al análisis por años, no se observó una diferencia marcada en la posición trófica del tiburón martillo, solo durante el año 2000 se observaron valores menores de $^{15}N$ en los juveniles de tiburón martillo. La posición trófica de los adultos en el año 2001 y 2002 fue diferente a la posición trófica de los juveniles (Fig. 26).

Las hembras y machos juveniles del tiburón martillo presentaron diferencias significativas en relación al $^{13}C$ Y $^{15}N$ (ANOVA, $F_{1,21}$ =.00102, $p$ = 0.97), las hembras se ubicaron ligeramente en un nivel de $^{15}N$ menor que los machos (Fig. 27). Con respecto al $^{13}C$, (ANOVA, $F_{1, 21}$ =.42134, $p$ = 0.97), las hembras mostraron una marcada diferencia con respecto de los machos (Fig. 28).

| *fecha* | *Localidad* | LT (cm) | SEXO | NITROGENO $\delta^{15}N$ | CARBONO $\delta^{13}C$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 88 | macho | 21.2 | -16.1 |
| 24-Ene-01 | El Sauzoso | 120 | macho | 20.5 | -16.6 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 91 | hembra | 21.4 | -16.6 |
| 28-Feb-01 | El Sauzoso | 87 | macho | 21.6 | -16.6 |
| 28-Feb-01 | El Sauzoso | 106 | hembra | 20.6 | -16.8 |
| 24-Ene-01 | El Sauzoso | 83 | hembra | 21.2 | -15.9 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 84 | macho | 21.0 | -16.1 |
| 28-Feb-01 | El Sauzoso | 85 | macho | 21.0 | -16.3 |
| 24-Ene-01 | El Sauzoso | 89 | hembra | 21.3 | -15.7 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 86 | hembra | 21.4 | -16.1 |
| 07-Dic-00 | EL Pardito | * | macho | 20.9 | -16.0 |
| 14-Feb-02 | El portugues | 105 | hembra | 21.7 | -16.4 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 89 | macho | 21.4 | -16.2 |
| 24-Ene-01 | El Sauzoso | 90 | hembra | 21.1 | -16.8 |
| 07-Nov-00 | EL Pardito | * | macho | 20.1 | -16.3 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 85 | hembra | 21.8 | -16.3 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 96 | hembra | 21.4 | -16.2 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 86 | macho | 21.2 | -16.4 |
| 24-Ene-01 | El Sauzoso | 116 | macho | 20.3 | -16.7 |
| 23-Ene-01 | El Sauzoso | 92 | hembra | 21.3 | -15.5 |
| 28-Feb-01 | El Sauzoso | 114 | hembra | 20.5 | -16.8 |
| 10-Abr-02 | Ensnd. De muertos | 162 | adulto-hembra | 19.2 | -17.5 |
| 17-Ago-01 | Pnta. Lobos | 175 | adulto-hembra | 19.0 | -17.5 |

*No se tiene el dato

**TABLA 5** . Descripción del análisis isotópico a partir del músculo del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, en el sur del Golfo de California.

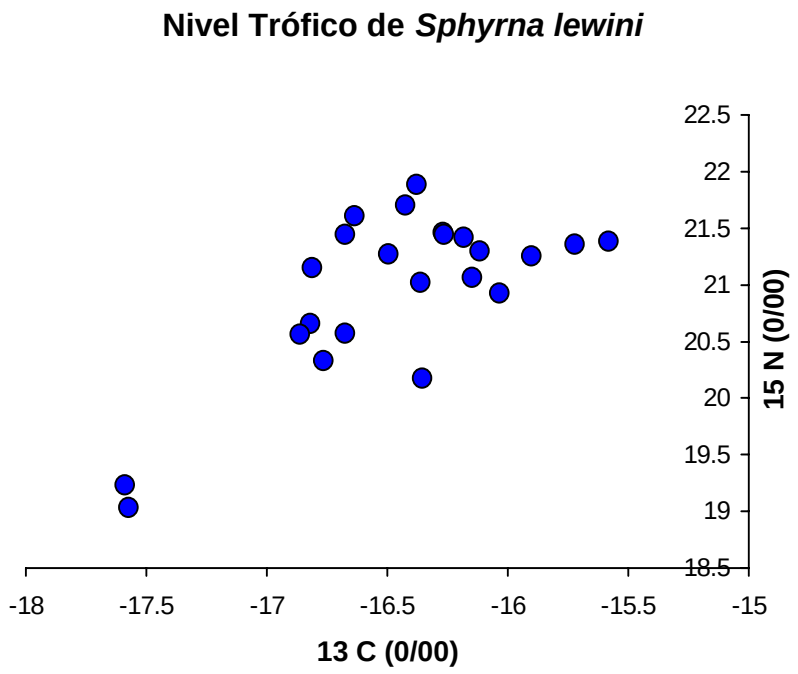



Figura 23. Nivel trófico de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California.

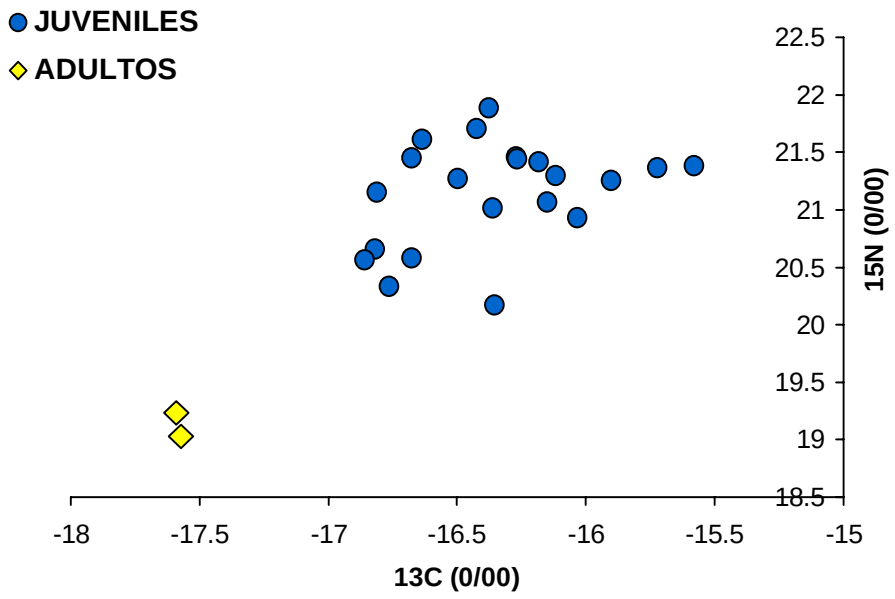



Figura 24. Nivel trófico de juveniles y adultos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California.

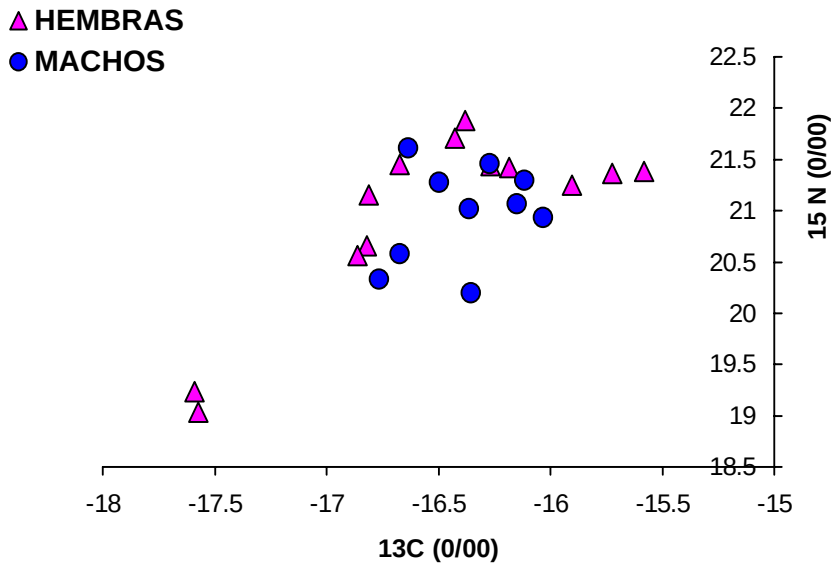



Figura 25. Nivel trófico ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$) de hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California.

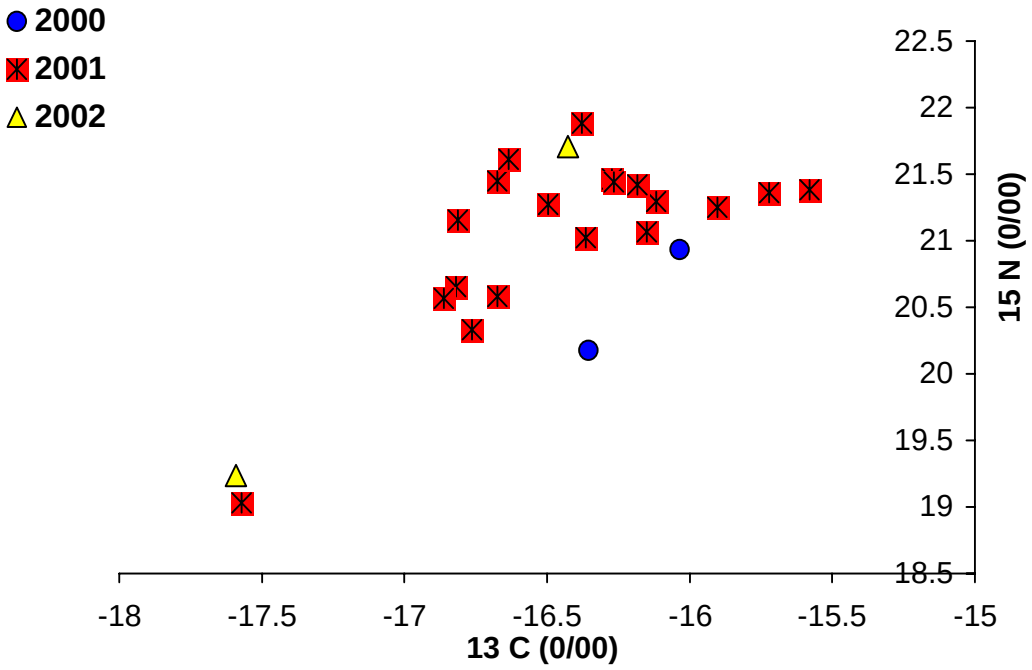



Figura 26. Nivel trófico ($\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$) de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados durante los años 2000, 2001 y 2002 en campos pesqueros del Golfo de California.

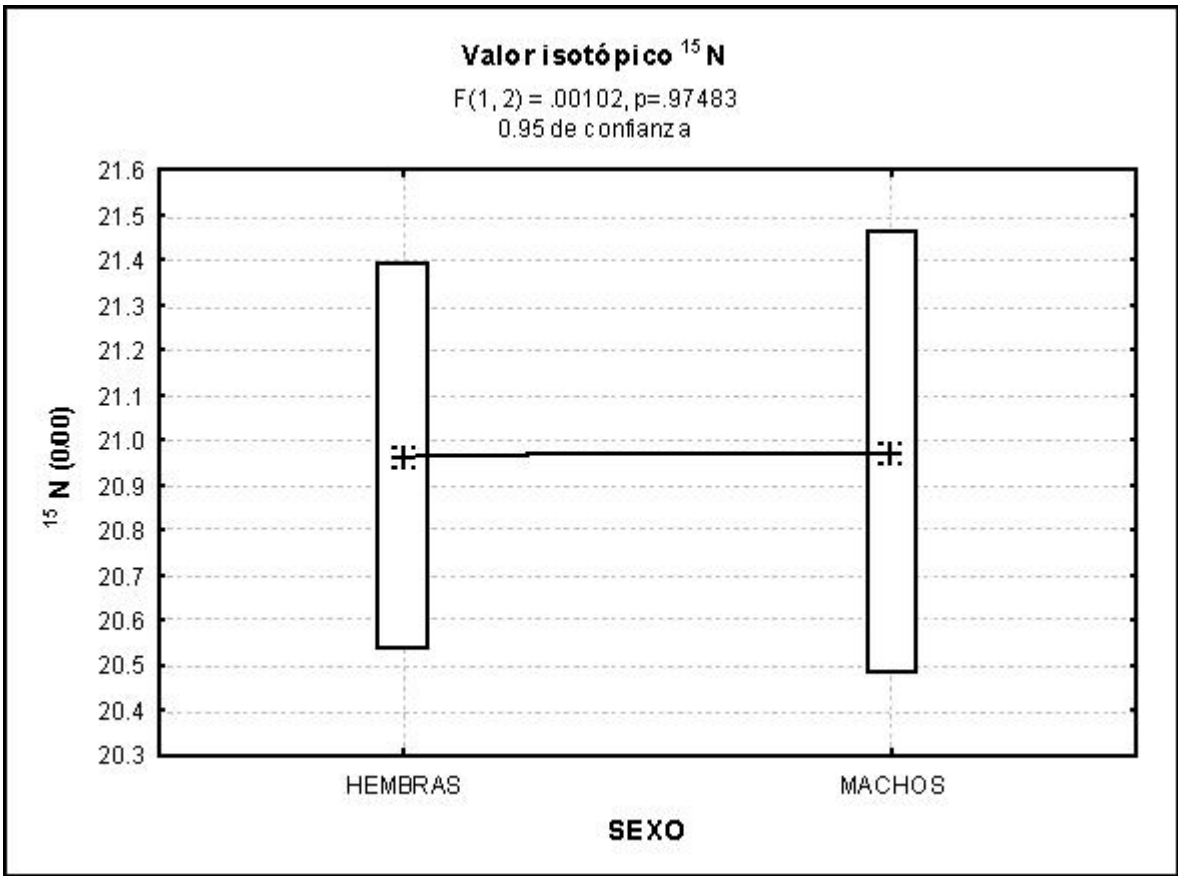



Figura 27. Análisis ANOVA del nivel trófico con base al $\delta^{15}N$ en hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico.

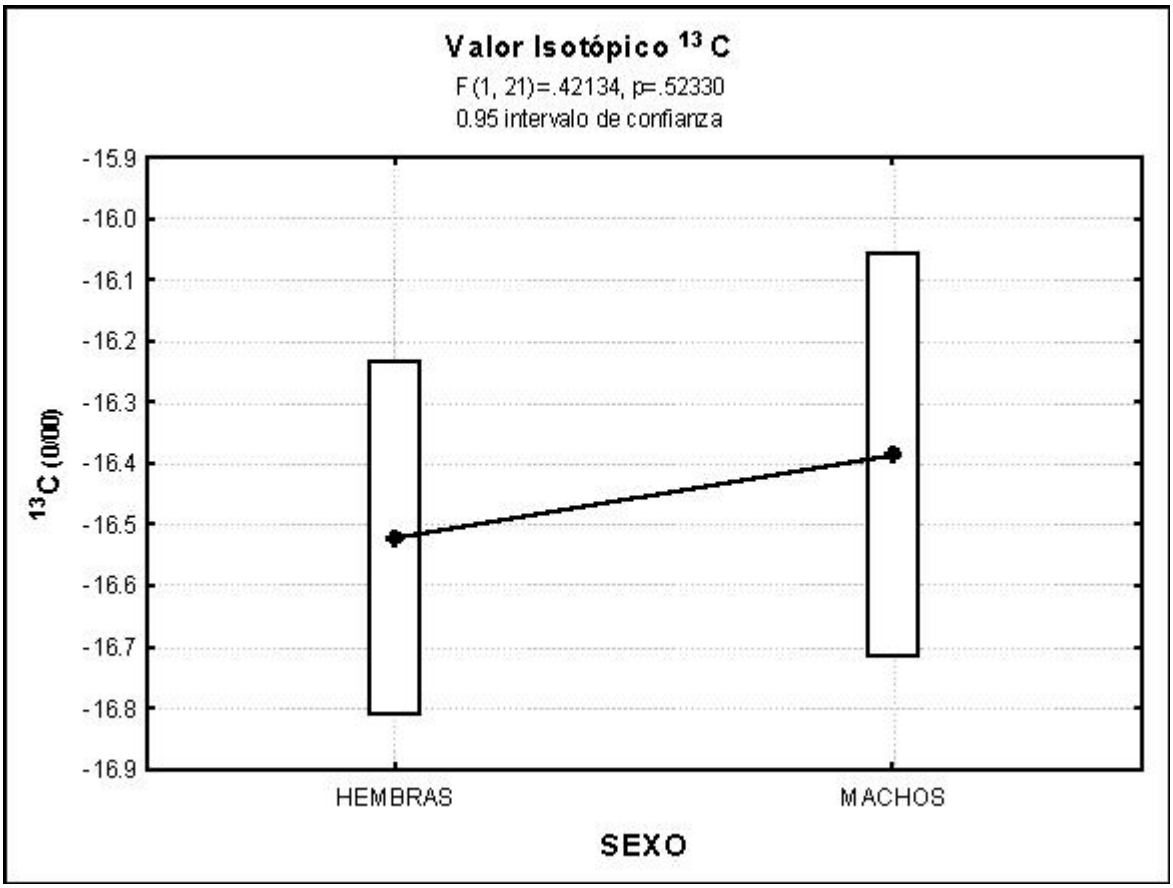



Figura 28. Análisis ANOVA del nivel trófico con base al $\delta^{13}C$ en hembras y machos de tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturados en el Golfo de California y Océano Pacífico.

# *8.* DISCUSIÓN

## 8.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS

Los estómagos de *Sphyrna lewini* en su mayoría se observaron con un porcentaje de llenado de 25 a 50%. Se ha manejado que esta especie migra hacia zonas oceánicas durante la noche para alimentarse, regresando durante el amanecer hacia aguas costeras (Klimley *et al*., 1993) y es probablemente que en este regreso hacia la Bahía de La Paz sean capturadas con redes por los pescadores ribereños, los cuales tienden sus redes en las primeras horas del día, las dejan durante la noche para regresar al día siguiente por ellas. Al quedar atrapados los tiburones en la red y permanecer toda la noche el proceso de digestión no se detiene por ello se registraron presas en estado de digestión avanzado. Bush y Holland (2002) mencionan que *Sphyrna lewini* presenta una tasa de digestión rápida en relación con otras especies de tiburones, siendo el tiempo de evacuación gástrica (de un 80% del alimento consumido) de 5.4 a 22.1 horas.

La dieta de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el suroeste del Golfo de California esta compuesta principalmente de cefalópodos (44.6%), peces (27.3%), así como de algunos crustáceos. En general los estudios realizados en diferentes áreas geográficas han registrado que esta especie se alimenta principalmente de cefalópodos y peces (Clarke-Thomas, 1971; Smale y Cliff, 1988; Klimley *et al*., 1993; Anislado-Tolentino, 2000; Bush, 2002).

En este estudio el índice de amplitud de nicho trófico mostró que los tiburones martillo juveniles son depredadores especialistas, debido al mayor consumo de cefalópodos (p. ej. *Dosidicus gigas, Onychoteuthis banksii, Abraliopsis affinis*) y peces (p.ej. *Scomber japonicus, Synodus evermanni, Sardinops caeruleus*). Este tiburón incluye en su dieta otras especies (aunque en menor frecuencia) de peces demersales, mesopelágicas y neríticas. Asimismo en un estudio realizado por Clarke-Thomas (1971) en Hawaii se observó que los juveniles de *Sphyrna lewini* menores a 87.5 cm de longitud total, se alimentaban principalmente de peces (Scaridos y Gobioideos) así como de crustáceos que permanecen cerca de los arrecifes. De igual manera Bush (2002) reportó que los juveniles de *Sphyrna lewini* en Hawai se alimentaron principalmente de peces y crustáceos bentónicos.

A diferencia de los juveniles, en los tiburones martillo adulto se ha observado que se alimentan principalmente de peces y calamares que habitan la zona oceánica (Klimley *et al*. 1993). Un factor importante a considerar, es que los tiburones martillo realizan movimientos verticales en busca de presas mesopelágicas. Los movimientos verticales del tiburón martillo fueron más profundos durante la noche (50 a 450m) que durante el día. Estos resultados encontrados por Klimley *et al*., (1993) se refieren principalmente a individuos adultos de *Sphyrna lewini*; sin embargo el patrón podría ser el mismo para los juveniles reportados en este trabajo. Anislado-Tolentino (2000) señala que los tiburones martillo *Sphyrna lewini,* que se han encontrado en aguas cercanas a las costas de Michoacán son juveniles o preadultos, al igual que los tiburones martillo en Mazatlán, Sinaloa los cuales también consumen presas demersales y cefalópodos epipelágicos y mesopelágicos (Ana Ma. Torres Huerta. UMAR.Oaxaca, Mex.*Com.Pers*.).

Klimley *et al*., (1993) mencionan que el tiburón martillo adulto realiza migraciones hacia la zona oceánica para alimentarse; sin embargo, en el presente estudio se observó que los juveniles de tiburón martillo consumían peces epipelágicos (*Scomber japonicus* y *Sardinops caeruleus*), así como calamares epipelágicos y mesopelágicos (*Dosidicus gigas*, *Onychteuthis banksii*, *Abraliopsis affinis*), lo cual indica que este tiburón se alimenta fuera de la Bahía de La Paz probablemente durante la noche permaneciendo durante el día en la bahía en busca de protección contra depredadores y alimentándose de especies bentónicas y demersales (p.ej. *Gymnothorax spp*., *Paralichthys woolmani, Scorpaena histrio, Heteropriacantus cruentatus, Oxyjulis californicus, Gibbonsia spp., Prionurus punctatus, Syacium latifrons, Etropus crossotus Synchiropus atrilabiatus*, *Diplectrum pacificum, Paralabrax spp*., *Apterichtus equatorialis*, *Synodus evermanni, Paralabrax maculatofasciatus*, *Porichthys analis*).

La incidencia alimenticia de los juveniles de tiburón martillo sobre presas demersales y bentónicas se puede deber a la poca destreza y capacidad que tienen en relación a la búsqueda de alimento por lo cual seleccionan alimento que sea abundante y fácil de consumir en determinada zona. Klimley (1983) menciona que el tiburón martillo adulto en el Golfo de California es un depredador generalista oportunista entre las especies de tiburones, no solo por el gran numero de especies presa que consume sino por los hábitats en los que se alimenta; mientras que los juveniles del tiburón martillo prefieren zonas costeras para alimentarse, el adulto se mueve hacia zonas oceánicas en

busca del alimento, tal observación se ve reflejado en los resultados de este estudio. Asimismo este autor menciona que la igualdad relativa de explotación de presas de diferentes grupos taxonómicos y hábitats, podría explicar la amplia distribución y abundancia de esta especie de tiburón en aguas subtropicales y tropicales.

La frecuencia y diversidad de especies presa de tallas pequeñas consumidas por el tiburón martillo juvenil indica que se alimenta de organismos juveniles de las especies que componen su dieta, especialmente los cefalópodos (*Dosidicus gigas* y *Abraliopsis affinis*) ya que su tamaño de boca no permite consumir presas muy grandes, comparado con los tiburones adultos.

Smale y Cliff (1988) hacen referencia a la presencia de cefalópodos en la dieta del tiburón *Sphyrna lewini* adulto capturado en Sudáfrica, los cuales mencionan que los cefalópodos encontrados en la dieta fue de 53% y corresponden a especies neríticas tales como especies de la familia Loliginidae, así como especies oceánicas (47%), de las familias Ommastrephidae, Gonatidae y Onychoteuthidae. Estas familias de cefalópodos fueron registradas en el presente estudio en un 44%. Asimismo estos autores mencionan que los tiburones adultos consumen cefalópodos oceánicos más que cefalópodos neríticos. En los resultados de este estudio también se puede observar que los tiburones juveniles siguen la misma tendencia que los adultos, ya que en la dieta se encontró en su mayoría especies de cefalópodos oceánicos, más que neríticos, lo cual podría indicar el hábitat usado por los juveniles para su alimentación, y la probable migración nocturna hacia aguas profundas fuera de la Bahía de La Paz.

Se conoce que un gran numero de especies de calamares realizan migraciones verticales, de manera que 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), tal y como probablemente hace el tiburón martillo juvenil al migrar fuera de la Bahía de La Paz hacia aguas oceánicas. Klimley *et al*. (1993) mencionan que los adultos de tiburón martillo realizan excursiones verticales a profundidades de 100 a 450 m durante la noche; sin embargo no mencionan si este comportamiento es similar en los individuos juveniles, debido a que no existe información al respecto.

Smale y Cliff (1988) concuerdan con lo mencionado por Klimley *et al*. (1993) y correspondiente al presente estudio, ya que los juveniles de tiburón martillo permanecen en aguas costeras por un determinado tiempo, en bahías principalmente, pero se mueven hacia zonas oceánicas durante la noche para alimentarse, regresando así durante el día hacia la zona costera.

Comparando el alimento y el hábitat trófico con otras especies del género *Sphyrna*, *S. tiburo* es un tiburón pequeño que se encuentra comúnmente en estuarios someros durante los meses cálidos, alimentándose principalmente de cangrejos, camarones, isópodos, balanos, moluscos, cefalópodos, peces pequeños e invertebrados (Cortés *et al*., 1996); mientras que los juveniles de *S. lewini* del presente estudio tiene una incidencia menor a consumir crustáceos pequeños, prefiriendo peces bentónicos, demersales y epipelágicos, así como cefalópodos oceánicos.

Smale (1991) analizó estómagos de *S. zygaena* en Sudáfrica, encontrando que el comportamiento es similar a *S. lewini*. Los adultos de *S. zygaena* se encuentran principalmente en aguas oceánicas alimentándose de cefalópodos oceánicos, en arrecifes a 100 m de profundidad; mientras que los juveniles permanecen en aguas costeras alimentándose principalmente de calamares costeros y peces. Las presas generalmente fueron de tallas pequeñas, lo cual coincide con el presente estudio al consumir organismos pequeños y del bentos, excepto en el consumo de calamares, ya que en los estómagos de tiburones martillo juveniles de la Bahía de La Paz se registraron calamares oceánicos (mesopelágicos).

Cliff (1995) estudia a *S. mokarran* en Sudáfrica, él encontró que esta especie se encuentra coexistiendo con *S. lewini* en aguas tropicales-templadas. *S. mokarran* se encuentra en aguas costeras, pero es más frecuente en aguas profundas sobre la plataforma continental. Tanto hembras como machos son capturados principalmente en aguas templadas, lo cual sugiere que sus movimientos y distribución siguen los flujos de aguas templadas. Se alimenta principalmente de otras especies de elasmobranquios, peces, y en menor frecuencia de cefalópodos (oceánicos y mesopelágicos) y crustáceos. Con base a las especies presa encontradas en los estómagos (en su mayoría especies bentónicas, epipelágicas y demersales), se deduce que esta especie se alimenta cercana al fondo, sobre sustratos blandos, y de especies pelágicas.

Basándose en lo anterior, la descripción de la dieta del tiburón martillo *Sphyrna lewini* realizada en este estudio, indica que los tiburones martillo juveniles entran al Golfo de California en el invierno (Diciembre-Abril) y consumen organismos neríticos (Muraenidae, Paralichthyidae, Ophicthidae, 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. La corta permanencia invernal de los juveniles en la Bahía de La Paz, indica que migran hacia otras zonas, regresando a la Bahía de La Paz el año siguiente; sin embargo, se desconoce hacia donde se desplazan después de la primavera.

### 8.1.1. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR SEXOS

Galván-Magaña *et al*., (1989) menciona que los machos de *S. lewini* adultos fueron más comunes que las hembras adultas en las capturas de primavera; mientras que las frecuencias de las capturas de individuos de ambos sexos fueron similares durante el verano. Asimismo encuentra diferencias estacionales en las longitudes de *S. lewini* (1.89 a 2.41cm de longitud total).

Klimley (1983) señala que esta especie se encuentra presente durante todo el año en el Golfo de California presentando segregación por sexos, siendo las hembras (adultos y juveniles) las que se encuentran en mayor porcentaje fuera de la costa (47%) alimentándose principalmente de presas pelágicas, mientras que los machos son capturados en zonas cercanas a la costa (15%) donde la incidencia sobre presas bentónicas es mayor. En el presente estudio las capturas de individuos juveniles fué principalmente en la Bahía de La Paz durante los meses de invierno, en una proporción de sexos de 1:1, a lo cual Clarke-Thomas (1971) menciona que si normalmente los adultos de esta especie se encuentra dispersos en la zona oceánica, la migración hacia aguas costeras de los juveniles aumenta la oportunidad de contacto entre sexos incrementando así la supervivencia ya que en aguas costeras el alimento para los juveniles es mas abundante y el efecto dado por los depredadores en menor. Asimismo las hembras juveniles presentaron una diversidad de especies presa mayor e incluyen en su dieta especies pelágicas y bentónicas, al igual que los machos, sin embargo estos últimos presentan una mayor incidencia sobre especies demersales y bentónicas.

En la dieta de juveniles de tiburón martillo se observó un traslapamiento biológicamente significativo entre machos y hembras, es decir, se alimentan de especies similares, lo cual indica que permanecen y comparten una misma área por un determinado tiempo en este caso la Bahía de La Paz durante los meses de invierno de Diciembre a Marzo.

### 8.1.2. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR INTERVALOS DE TALLAS

En los muestreos realizados en el suroeste del Golfo de California, se obtuvieron datos de tiburón martillo, hembras y machos, en intervalos de talla de 79 a 162 cm de longitud total; sin embargo se registró un individuo hembra de 255 cm de longitud total, el cual puede considerarse como adulto, lo cual indica que se trata en su mayoría de individuos juveniles. Klimley (1983) encontró intervalos de tallas similares (tiburones menores a 87.5cm, hembras y machos) en tiburón martillo capturados en la Bahía de La Paz en el Golfo de California. Lo cual concuerda con Torres-Huerta (1999), quien menciona la presencia de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* con tallas que oscilan entre 45.4 a 186 cm, en capturas realizadas en 1992 en la Bahía de La Paz con redes agalleras. La presencia de individuos juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* en la Bahía de La Paz indica que es una zona utilizada para alimentación y probablemente de crianza.

Anislado-Tolentino (2000) reporta que las costas de Michoacán, también representa un área de crianza y expulsión de crías, ya que además de la presencia de hembras grávidas a término, existe la presencia de machos adultos, juveniles grandes (110 a 130 cm) y neonatos con la inserción umbilical reciente y con el estómago lleno. Asimismo, Bush y Holland (2002) mencionan que los juveniles de *Sphyrna lewini* emplean las costas de Hawaii como áreas de crianza. Al igual que los tiburones martillo de Bahía de La Paz. Allen (1999) menciona que las crías de *Sphyrna lewini* usan las aguas someras como un refugio de los depredadores adultos, tal y como sucede con los juveniles que se localizan en el Golfo de California, considerando como área de refugio o

crianza la Bahía de La Paz, la cual se caracteriza por ser en general un ambiente somero y con aguas mas profundas en algunas zonas de la Bahía.

Torres-Huerta (1999) reporta que en aguas costeras del noroeste de México, los organismos juveniles de tiburón martillo (*Sphyrna lewini*) permanecen durante otoño e invierno; con mayor abundancia en la costa suroriental del Golfo de California durante otoño e invierno, y en primavera en la costa suroccidental del Golfo; sin embargo, en el presente estudio, durante 2000 a 2002, los tiburones juveniles se capturaron en invierno (Diciembre-Marzo) en la costa suroccidental del Golfo de California.

Anislado-Tolentino (2000) señala que las crías y juveniles del tiburón martillo que se encuentran en aguas someras de las costa de Michoacán, forman cardúmenes (de 30 a 200 individuos) y que los adultos viven de forma solitaria. En el presente estudio en la Bahía de La Paz se observó que los pescadores capturan de 30 a 40 individuos juveniles en la misma red, indicando la formación de cardúmen.

Anislado-Tolentino (2000) hace hincapié en que los tiburones muestran patrones de utilización del espacio mediante segregación de tallas y sexos, como una estrategia de reducción de la competencia intraespecífica. En este estudio se observa una segregación marcada en relación a los juveniles con respecto a los adultos de los tiburones martillo capturados en el suroeste del Golfo de California, tal segregación puede ser una estrategia para evitar la depredación. Sin embargo, no se conoce si la dominancia de juveniles de tiburón martillo en las capturas se debe a la segregación propia de la especie o a que las poblaciones han disminuido por efecto de la pesquería. Los adultos en años anteriores (anterior a 1985) permanecían en el Bajo Espíritu Santo durante verano y otoño y formando grupos numerosos (hasta 100 individuos) (Klimley, 1983). En la actualidad no son dominantes en las capturas pesqueras, lo cual indica que han desplazado hacia otras zonas fuera del Golfo de California, o ha habido una reducción en su numero poblacional. Sin embargo, se desconoce cuando penetran al Golfo de California, debido a su presencia como juveniles durante el invierno.

Klimley (1983) menciona que el tiburón martillo realiza cambios ontogenéticos de hábitats costeros poco profundos a hábitats oceánicos donde se alimentan de especies presa tanto costeras como oceánica. Los tiburones pequeños se alimentan de peces bentónicos y neríticos; mientras que los adultos se alimentan de peces neríticos y

epipelágicos, así como de cefalópodos. Sin embargo a diferencia con lo registrado por Klimley (1983), los tiburones martillo juveniles tienen una mayor preferencia por cefalópodos juveniles mesopelágicos y epipelágicos, así como de peces epipelágicos, cuando son abundante en la zona. Este mismo patrón de alimentación siguen los tiburones martillo adultos y subadultos más que los juveniles (Klimley, 1983; Galván-Magaña *et al*., 1989). La preferencia de los juveniles en alimentarse de peces bentónicos también se observó en la presente tesis, en los individuos de tallas menores a 118 cm de longitud total se observa una preferencia en su dieta principalmente de peces tanto epipelágicos como bentónicos y demersales; mientras que en los individuos de tallas mayores la dieta estaba constituida principalmente de cefalópodos mesopelágicos y epipelágicos.

Torres-Huerta (1999) señala que las diferencias en la distribución del tiburón martillo al parecer están relacionadas a las características geográficas y climáticas de cada zona. La costa oriental del Golfo de California presenta una mayor extensión de la plataforma continental, la línea batimétrica de los 60 m se extiende por toda la costa oriental. Estas características topográficas podrían estar asociadas con la alimentación y supervivencia de neonatos y juveniles de los tiburones martillo de la zona de Sinaloa; sin embargo, también se encontraron tiburones juveniles en la costa suroccidental del Golfo. La diferencia topográfica en la costa occidental es la presencia de un mayor número de Islas y montañas submarinas, así como sustrato rocoso y zonas de mayor profundidad (Thomson *et al*., 2000). Estas características también pueden influir en la permanencia de los juveniles y adultos del tiburón martillo debido a un mayor acceso de presas de diferentes hábitats (nerítico, rocoso, mesopelágico, etc).

### 8.1.3. HÁBITOS ALIMENTICIOS POR AÑOS

En el año 2001 se tuvo un mayor registro de capturas de *Sphyrna lewini*, lo cual pudo influir en la mayor diversidad de especies presa y mayor amplitud de nicho trófico que el encontrado en el año 2002; sin embargo, existe un marcado traslapamiento del tipo de presas entre los años de colecta, debido a que los juveniles de tiburón martillo permanecen en una misma zona, incidiendo sobre especies similares.

La diferencia en los registros de capturas está determinada por la abundancia de la especie durante ambos años y por el arte de pesca empleado (red agallera de 6 y 8 pulgadas). Durante el año 2001 los juveniles del tiburón martillo fueron más frecuentes y abundantes que en el año 2002. Los pescadores mencionan que durante el año 2002 el tiburón martillo no fue tan abundante en el área a diferencia de años pasados, donde se observaban capturas hasta de más de 50 individuos diarios. El año 2002 fue particular oceanográficamente ya que se presentaron temperaturas mas frías que durante 2001 (Felipe Galván.CICIMAR-IPN. La Paz B.C.S. Mex. *Com. Pers*.).

Galván-Magaña *et al*., (1989) así como Klimley *et al*., (1993) reportan que *Sphyrna lewini* es 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. De igual manera Hernández-Carvallo (1967) menciona que *S. lewini* se registraba en ambas costas del Golfo de California, y durante todo el año en aguas costeras de Mazatlán. Torres-Huerta (1999) señala que en las capturas realizadas en 1992 en la Bahía de La Paz, la presencia del tiburón martillo fue durante todo el año; tales capturas se realizaron empleando redes agalleras, siendo la mayor frecuencia en primavera cuando las temperaturas superficiales del agua oscilan entre 20 y 24°C y las menores capturas en invierno, verano y otoño; sin embargo estos registros se refieren a individuos adultos más que juveniles. En este estudio, las capturas de tiburón martillo juvenil registradas en el suroeste del Golfo de California, fueron principalmente en los meses de invierno (enero y febrero) y algunos registros en octubre del 2001; asimismo para el año 2002 las mayores capturas se hicieron principalmente en enero y febrero, siendo las menores en los meses de marzo, abril y julio. Tal diferencia entre años en la presencia y abundancia del tiburón martillo en el Golfo de California, puede deberse principalmente a la marcada explotación pesquera que ha sufrido esta especia a través de los años o porque las condiciones oceanográficas no son las adecuadas para la permanencia de esta especie dentro del golfo.

## 8.2. ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

Los estudios de la cadena alimenticia provienen del análisis de contenidos estomacales y de observaciones en campo o en laboratorio sobre alimentación. Estas técnicas no aportan información suficiente sobre las fuentes de energía y enlaces tróficos entre organismos debido a que aportan información de ingestiones recientes, pero no de la historia alimenticia, tal y como se puede observar en los análisis de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno. Los isótopos de carbono permiten identificar el flujo de energía de los productores primarios hacia los consumidores; mientras que los isótopos de nitrógeno permiten definir los niveles tróficos debido al enriquecimiento en $\delta$15N (3-4 ‰) conforme incrementa el nivel trófico (Gu *et al*., 1994).

Harvey y Kitchell (2000) mencionan que los análisis de isótopos estables son una herramienta de complemento para los análisis de contenidos estomacales. Asimismo, Hobson y Clark (1992) mencionan que esta técnica determina las contribuciones relativas de dos fuentes de materia orgánica isotópicamente diferentes a la dieta de consumidores.

Los valores isotópicos resultantes en este estudio muestran que existe diferencias en la posición trófica que ocupan los tiburones martillos juveniles con relación a los adultos; tal diferencia en esta posición indica que los juveniles utilizan zonas diferentes de alimentación con respecto a los adultos. Los juveniles se mantienen en aguas costeras del Golfo de California (Bahía de La Paz) alimentándose de especies epipelágicas, bentónicas y demersales. Por lo que los valores isotópicos de carbono que muestran corresponden a cadenas tróficas costeras; mientras que los adultos consumen calamares mesopelágicos y epipelágicos (Galván-Magaña *et al*., 1989) con valores isotópicos de carbono provenientes de cadenas tróficas oceánicas.

Los juveniles de tiburón martillo presentan valores isotópicos similares, lo cual indica que se encuentran en la misma posición trófica. Asimismo se observa que las hembras y machos juveniles se encuentran en una misma zona alimentándose de especies similares, a diferencia de las hembras adultas, quienes presentan valores isotópicos menores por lo que la zona de alimentación es diferente a la de los juveniles.

Klimley *et al*. (1993) señala que los adultos se mueven hacia la región oceánica para alimentarse. De tal manera los valores isotópicos de las hembras adultas

corresponden a cadenas tróficas oceánicas donde los valores isotópicos de carbono son menores. Galván *et al*. (1989), analizan los contenidos estomacales de adultos de *Sphyrna lewini* en el Golfo de California, los cuales registran que este tiburón se alimenta principalmente de calamares mesopelágicos y batipelágicos (*Histioteuthis heteropsis, Vampiroteuthis infernalis*) y de peces epipelágicos pequeños (*Scomber japonicus*) o demersales (Familia Mullidae). Las presas de los adultos de *Sphyrna lewini* son consumidores de cadenas tróficas cortas (zooplanctófagos o consumidores de peces mesopelágicos), por ello los adultos del tiburón martillo presentaron un valor de isótopos de Carbono bajo (-17.5), comparado con los juveniles (15.5-16.9), los cuales consumen presas carnívoras (peces de las familias Muraenidae, Lutjanidae y Sciaenidae).

Los valores isotópicos no fueron diferentes en los años 2000, 2001 y 2002, lo cual indica que los juveniles de tiburón martillo regresan a la misma zona (Bahía de La Paz) a través de los años para alimentarse y que se alimentan de presa similares. Estos resultados indican que los tiburones martillo juveniles utilizan la zona de la Bahía de La Paz como área de alimentación temporal. Bush y Holland (2002) mencionan que el uso de las áreas de crianza por los tiburones sugiere que el alimento es abundante en esas áreas lo cual aprovechan para un rápido crecimiento, o bien que estas áreas proveen de protección contra la depredación. Las áreas de crianza podrían servir como un refugio efectivo ya que la abundancia de depredadores grandes es baja. En la Bahía de La Paz los juveniles del tiburón martillo fueron capturados a 160 m de profundidad, lo cual también les proporciona un hábitat más seguro contra depredadores. Sin embargo, para determinar que la Bahía de La Paz es un área de crianza de tiburones martillo requiere la presencia de neonatos y de hembras grávidas, los cuales no fueron registrados en las capturas durante los tres años del estudio.

## 9. CONCLUSIONES

1. Los juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* se alimentan principalmente de cefalópodos juveniles y peces en la costa sur-oriental del Golfo de California.

2. Se consideran depredadores especialistas en la zona de Bahía de La Paz debido al mayor consumo de 5 especies presa (*Dosidicus gigas, Onychoteuthis banksii, Scomber japonicus*, *Synodus evermanni* y *Abraliopsis affinis*); lo cual indica que esta especie de tiburón, consume presas epipelágicas que forman cardúmenes, así como especies demersales y mesopelágicas.

3. El tiburón martillo juvenil utiliza diferentes hábitats para su alimentación. Consume peces bentónicos costeros, como *Paralabrax maculatofasciatus*, *Porichthys analis*, *Etropus crossotus*, *Gibbonsia spp.*, *Gymnothorax spp*., *Oxyjulis californicus*, *Synchiropus atrilabiatus* entre otros. Así como de cefalópodos mesopelágicos y epipelágicos como *Gonatus spp*., *Mastigoteuthis spp*., *Pholidoteuthis boschmai* y especies de la familia Loliginidae.

4. Las longitudes totales no sobrepasan los 180cm, por tal motivo los tiburones martillo se consideran juveniles en el suroeste del Golfo de California y se podría considerar a la Bahía de La Paz como una zona de alimentación y crecimiento temporal para esta especie.

5. Se presenta un traslapamiento biológicamente significativo en la dieta de *Sphyrna lewini* entre sexos y por intervalos de talla, indicando que tanto los tiburones martillo juveniles se están alimentando de especies similares en una misma zona.

6. Durante el año 2001, la dieta de los juveniles de tiburón martillo muestra una diversidad de especies presa mayor y diferente con respecto al año 2002.

7. Se observó un marcado traslapamiento biológicamente significativo en la dieta entre años en el suroeste del Golfo de California, lo cual indica que los tiburones martillo juveniles regresan cada año al mismo sitio de alimentación.

8. Las razones isotópicas de carbono y nitrógeno ($^{13}C$ y $^{15}N$) de juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* del suroeste del Golfo de California, muestran que los juveniles presentan una posición trófica mayor que los individuos adultos, debido al mayor consumo de presas carnívoras de cadenas tróficas mas largas.

9. No se observaron diferencias isotópicas de Carbono y Nitrógeno entre sexos de juveniles de la especie, pero si con respecto a los adultos, los cuales fueron hembras.

10. No se observa diferencias en la posición trófica de *Sphyrna lewini* entre los años de muestreo (2000, 2001 y 2002), lo cual indica un comportamiento de alimentación similar al consumir presas bentónicas y epipelágicas.

## 10. LITERATURA CITADA


Anislado Tolentino., V. 2000. Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith,1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. *Tesis Maestría*. Facultad de Ciencias. UNAM. 145 pp.

Anónimo.2001.http://www.oceansonline.com/sharks2.htm

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

Allen, G. R. y D. R. Robertson. 1994. *Peces del Pacífico Oriental Tropical*. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX. México. 327pp.

Álvarez Borrego, S. 1983. The Gulf of California. p. 427-449 In: Estuaries and enclosed seas (B.H. Ketchum, ed.). Elsevier Sci. Publ. Co., AmsterdamAnislado Tolentino, V. 1995. Determinación de la Edad y Crecimiento en el Tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el Pacífico Central Mexicano. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias. UNAM. 68 p.

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.

Brusca, R.C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. The University of Arizona Press. 513 p.

Bush, A. 2002. Diet and diel feeding periodicity of juvenile scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in Kane'ohe Bay, O'ahu Hawai'i. Capter 2. *Doctoral dissertation*.

Bush, A. y K. Holland.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.

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.

Castillo-Geniz, J.L, 1992. "Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México", documento del Programa Tiburón.

Castro, J. I., C. Woodley y R. Brudek.1999. A preliminary evaluation of the status of shark species. FAO Fisheries Technical Paper. 380p.

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-Thomas, A. 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. *Pacific Science.* (25): 133-144.

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, South Africa.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.

Cortés, E., C. A. Manire y R. E. Hueter.1996.Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida.*Bulletin of Marine Science*.58(2):353-367.

Créach, V., M.T. Schricke, G. Bertru y A. Mariotti.1997.Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers.*Estuarine, Coastal and Shelf Science*.44:599-611.

Cruz-Escalona, V. H., L. A. Abitia-Cárdenas, L. Campos-Dávila y F. Galvan-Magaña.2000.Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. *Bulletin of Marine Science*.66(2):361-373.

Daniel, W.W. 1996. Bioestadística, Base para el análisis de las ciencias de la salud. Uthea-Noriega Eds. México. 878pp.

Fischer, W., F. Krupp, W, Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem, (Red.) 1995. *Pacifico Centro-Oriental; Guia FAO para la identificación de especies para los fines de pesca.* FAO; Roma. (Vol- I - II - III) 1 -1813 pp.

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

Garth, J.S. y W. Stephenson. 1966. *Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae.* Allan Hancock Monogr. *Marine Biology.* 1: 154 p.

Godknecht, A. y E., Ritter. 2001.http: //www. shark. ch/cgi-bin/Sharks /spec_conv.pl ?E+ Sphyrna. lewini#DI

Gu, B., D.M. Schell y V. Alexander.1994.Stable carbon and nitrogen isotopic analysis of the plankton food web in a subarctic lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*. 51:1338-1344.

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.

Hernández-Carvallo, A. 1967. Observations on the hammerhead sharks (*Sphyrna*) in the waters near Mazatlán. Sinaloa, Mexico. I*n*: *Sharks, Skates and Rays*. P. W. Gilbert, R. F. Mathewson y D. P. Rall (eds.), The Johns Hopkins Press. Baltimore. Mary Land.: 79-83.

Herzka, S.Z., Departamento de Ecología CICESE. Ecología de isótopos estables. Recuperado 6, Octubre (2003) *En:* http://ecologia.cicese.mx/~sherzka/

Hobson, K.A. y R.G. Clark.1992. Assessing avian diets using stable isotopes II: factors influencing diet-tissue fractionation. *The condor*. 94:189-197.

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.

Horn, H.S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American Naturalist.* 100:419-424.

Iverson, L.K. y Pinkas, L.1971. A pictorial guide to beaks of certain eastern pacific cephalopods.*California Division Fish and Game. Fishery Bulletin*.152:83-105.

Klimley A. P. 1981/82. Grouping behaviour of the scalloped hammerhead. *Oceanus*. 4(4): 65-71

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.

Klimley, A.P.1993. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and geomagnetic field. *Marine biology*.117(1):1-22.

Klimley, A.P. y S.T., Brown.1982. La determinación estereográfica de las longitudes de las cornudas *Sphyrna lewini*, nadando libremente en el Golfo de California. *TRANS. CIBCASIO*.6:110-137.

Klimley, A.P., S.B. Butler, D.R. Nelson y T.Stull.1988.Diel movements of scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini* Griffith and Smith, to and from a seamount in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology.* 33:751-761.

Klimley A. P., y D. R.Nelson.1981. Schooling of the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini* in the Gulf of California. *Fishery Bulletin*. 79(2): 256-26.

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.

Lindeman, R. L. 1942. The trophic dynamic aspect of ecology.*Ecology*.23:399-418.

Lowe, C.G. 2001. Metabolic rates of juvenile scalloped hammerhead sharks (*S. lewini*). *Marine Biology*. 139:447-453.

Miller, D.J. y S.C. Jorgensen.1973.Meristic characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. *California Department of Fish Bulletin*.71(1): 301- 312.

Miller, D.J. y R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *California Department of Fish and Game Bulletin.* 157: 249 p.

Monod, T. 1968. *Le complexe urophore des poissons teleosteens*. Memories de L'Institute Fundamental D' Affrique Noire. 81: 705 p.

Odum, E. P. 1972. *Ecología*. Interamericana. México. 639p.

Peterson, A. W. y A. K., Whitfield. 1997. A stable carbon isotope study of the food-web in a freshwater-deprived south African estuary, with particular emphasis on the ichthyofauna. *Estuarine, Coastal and shelf Sciencie*. 45:705-715.

Pinkas L., S. M. Oliphant y I.L.K. Iverson.1971.Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish bulletin*.152:105.

Rau, G. H., A.J., Mearns, D.R., Young, R.J. Olson, H.A. Schafer y I.R. Kaplan. 1983. Animal 13C/12C correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*. 64(5):1314-1318.

Rebollar-Prudente, R. 2000. Diferenciación larval de las especies del genero *Auxis* y la variación espacio temporal de las concentraciones larvales de tres especies de la familia Scombridae en el Golfo de California, México. *Tesis de Maestría*. CICIMAR-IPN.63pp

Romeu, E.2001.http://www.conabio.gob.mx/biodiversitas/tiburon.htm

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.

Stillwell, C. E. y N. E. Kohler. 1982. Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrhincus*) in the northern atlantic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science.* 39: 407-414.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 1979. *Reef fishes of the Sea of Cortez.* John Wiley and Sons, New York, 302 p.

Thomson, D.A., L.T. Findley y A.N. Kerstitch. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez. The Rocky-Shore Fishes of the Gulf of California.* The University of Texas Press. USA. 353 p.

Torres-Huerta, A.M.1999.Observaciones sobre la biología reproductiva de la cornuda barrosa *Sphyrna lewini* (Griffith y smith, 1834)(Pisces: Sphyrnidae) en aguas del noroeste de México. *Tesis de Licenciatura*.UNAM.68pp.

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.

## ANEXO I. LISTADO SISTEMATICO DE LOS ORGANISMOS PRESA EN LA DIETA DEL TIBURÓN MARTILLO *Sphyrna lewini*.

***Phylum Artropoda***

Subphylum Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Orden Decapoda

Familia Galatheidae

*Pleuroncodes planipes*

Familia Penaeidae

*Penaeus (Farfantepenaeus) californiensis*

***Phylum Mollusca***

Clase Cephalopoda

Subclase Coleoidea

Superorden Decapodiformes

Orden Teuthoidea

Familia Enoploteuthidae

*Abraliopsis (Pfefferiteuthis) affinis*

Familia Ommastrephidae

*Dosidicus gigas*

Familia Onychoteuthidae

*Onychoteuthis banksii*

Familia Pholidoteuthidae

*Pholidoteuthis boschmai*

Familia Gonatidae

*Gonatus spp.*

Familia Mastigoteuthidae

*Mastigoteuthis spp.*

Familia Loliginidae

***Phylum Chordata***

Subphylum Vertebrata

Superclase Gnathostomata

Clase Actionopterygii

Orden Beloniformes

Suborden Belonoidei

Familia Exocoetidae

*Cheilopogon pinnatibarbatus*

Familia Hemiramphidae

Orden Clupeiformes

Suborden Clupeoidei

Familia Clupeidae

*Sardinops caeruleus*

*Etrumeus teres*

Orden Perciformes

Suborden Percoidei

Familia Coryphaenidae

*Corhyphaena spp.*

Familia Serranidae

*Paralabrax maculatofasciatus*

*Diplectrum pacificum*

*Paralabrax spp.*

Familia Carangidae

*Decapterus macrosoma*

*Trachurus symmetricus*

*Caranx spp.*

*Naucrates ductor*

*Trachinotus rhodopus*

Familia Priacanthidae

*Heteropriacantus cruentatus*

Suborden Scombroidei

Familia Scombridae

*Euthynnus lineatus*

*Scomber japonicus*

*Auxis thazard*

Suborden Labroidei

Familia Labridae

*Oxyjulis californicus*

Suborden Blennioidei

Familia Clinidae

*Gibbonsia spp.*

Suborden Callionymoidei

Familia Callyonimidae

*Synchiropus atrilabiatus*

Suborden Acanthuroidei

Familia Acanthuridae

*Prionurus punctatus*

Orden Batrachoidiformes

Familia Batrachoididae

*Porichthys analis*

Orden Anguilliformes

Suborden Muraenoidei

Familia Muraenidae

*Gymnothorax spp.*

Suborden Congroidei

Familia Ophicthidae

*Apterichtus equatorialis*

Orden Aulopiformes

Suborden Alepisauroidei

Familia Synodontidae

*Synodus evermanni*

Orden Scorpaeniformes

Suborden Scorpaenoidei

Familia Scorpaenidae

*Scorpaena histrio*

Orden Pleuronectiformes

Suborden Pleuronectoidei

Familia Paralichthyidae

*Paralichthys woolmani*

*Syacium latifrons*

*Etropus crossotus*

## ANEXO II. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES PRESENTES ENLA DIETA DE *Sphyrna lewini*

# CRUSTÁCEOS

### Galatheidae

*Pleuroncodes planipes*

Es una especie que alcanza una talla máxima de 75 mm de longitud total, se encuentra cerca de la superficie pero ocasionalmente en o sobre el fondo. Es muy

abundante y es una de las fuentes de alimento más importante para peces epipelágicos y pelágicos de Baja California (Gotshall, 1994).

### Penaeidae

*Penaeus (Farfantepenaeus) californiensis* (Holmes, 1900)

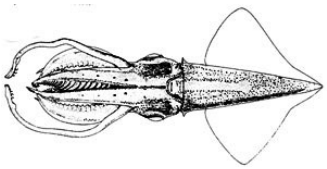
Esta especie alcanza una talla máxima de 24 cm de longitud total, se encuentra presente sobre fondos blandos arenosos o lodosos, entre 2 y 180 m de profundidad, pero es más abundante entre 25 y 50 m de profundidad. Es típicamente marina pero los juveniles se encuentran ocasionalmente en estuarios o lagunas (Fischer *et al*. 1995)

## CEFALÓPODOS

### Enoploteuthidae

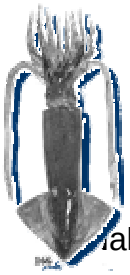
*Abraliopsis (Pfefferiteuthis) affinis* (Pfeffer, 1912)

Es una especie epipelágica, en el día se encuentra de 300 a 700 m de profundidad, y en las noches desde la superficie hasta 900 m de profundidad (Fischer *et al*. 1995).



### Ommastrephidae

*Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835)



Es una especie oceánica y nerítica que se encuentra desde la superficie hasta 500 m de profundidad. Habita también en aguas costeras y se

mantiene cerca de la superficie tanto de día como de noche (Fischer *et al*. 1995).

**Onychoteuthidae**

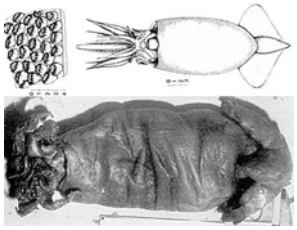
*Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817)

Es una especie Oceánica que se encuentra generalmente entre la superficie y 150 m, pero puede alcanzar hasta 800 m de profundidad (Fischer *et al*. 1995).

**Pholidoteuthidae**

*Pholidoteuthis boschmai* (Adam, 1950)

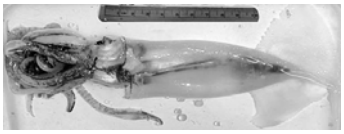
Longitud máxima del manto de 72 cm, presenta una distribución circumglobal en aguas subtropicales a templadas (Nesis y Nikitina, 1990), pero se han descrito pocos especimenes.

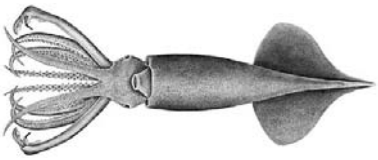


**Gonatidae** (Hoyle, 1886)

*Gonatus spp*.

Los miembros de esta familia son calamares pelágicos que se encuentran en la superficie hasta 1000 m de profundidad. Algunas especies realizan migraciones verticales diurnas, ascendiendo durante la noche y descendiendo durante el día. Los gonatidos están presentes en latitudes altas en ambos hemisferios (www.Cephbase.utmb.edu).





**Mastigoteuthidae** (Verrill, 1881)

*Mastigoteuthis spp.*

Los miembros de esta especie se encuentran en aguas profundas de la zona pelágica o batipelágica, contiene un solo genero con 19 especies las cuales son poco conocidas (www.Cephbase.utmb.edu).

**Loliginidae** (Lesueu, 1821)

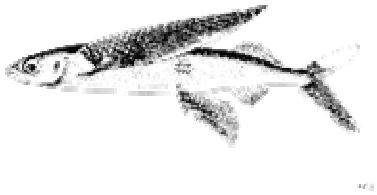
Los representantes de esta familia son organismos demersales o semipelágicos que habitan en las zonas costeras a profundidades máximas de 400 m. Generalmente realizan movimientos verticales formando agregaciones cercanas al fondo durante el día, dispersándose en la columna de agua durante la noche (www.Cephbase.utmb.edu).

# PECES

## Exocoetidae

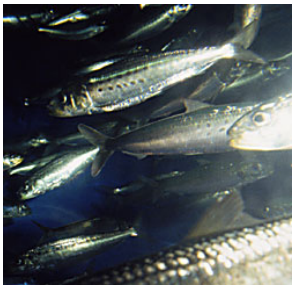
*Cheilopogon pinnatibarbatus* (Bennett, 1831)

Esta especie llega a alcanzar los 40 cm de longitud estándar, es una especie pelágica de ambientes tropicales, aunque también se encuentra en zonas costeras. Es capaz de salir fuera del agua y trasladarse a grandes distancias cerca de la superficie. Se alimenta de zooplancton y pequeños peces (www.fishbase.org).



## Clupeidae

***Sardinops caeruleus* (Girard, 1856)**



Alcanza una talla máxima de 23 cm en el Golfo de California. Es una especie pelágica, predominantemente costera. Forma cardúmenes muy grandes, es una especie migratoria. Se alimenta de zooplancton y fitoplancton. Su distribución va desde Alaska hasta el Golfo de California (www.fishbase.org).

*Etrumeus teres* (DeKay, 1842)

Esta especie presenta una talla máxima de 30 cm de longitud estándar. Es una especie pelágica y predominantemente costera. Se alimenta de eufáusidos y copépodos. Se reproduce entre mayo y abril dentro del Golfo de California. Su distribución en el Pacífico Este se da desde el Golfo de

California, Islas Galápagos y Perú. Forma cardúmenes en las líneas de costas rocosas (www.fishbase.org).

**Coryphaenidae**

*Corhyphaena spp.*

Las especies de este género varían de 75 cm a 1m de longitud estándar; es una especie pelágica oceánica, pero también se aproxima a la costa. Se alimentan de peces, crustáceos y calamares, y forman pequeñas concentraciones bajo objetos flotantes (www.fishbase.org).

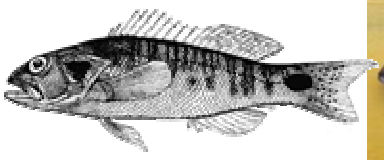
**Serranidae**

*Paralabrax maculatofasciatus* (Steindachner, 1868)

Talla máxima de 56 cm de longitud estándar, vive sobre fondos arenosos en la vecindad de rocas o plantas marinas, desde la costa hasta unos 60 m de profundidad. Se alimenta durante el día de pequeños peces y crustáceos bentónicos (www.fishbase.org).

*Diplectrum pacificum* (Meek y Hildebrand, 1925)

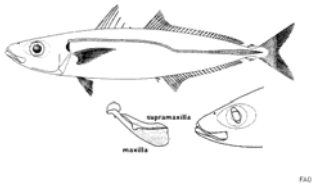
Su talla máxima es de 28 cm, vive en fondos de arena o arena fangosa entre 1 y 90 m de profundidad, pero es más abundante entre 15 y 30 m. Se alimenta principalmente de peces y crustáceos. Es un hermafrodita sincrónico. Se distribuye desde Bahía Magdalena hasta Ecuador incluyendo el Golfo de California. En Baja California Sur se localiza en: Laguna San Ignacio, Bahía Magdalena, Bahía de La Paz y Bahía Concepción (www.fishbase.org).



**Carangidae**

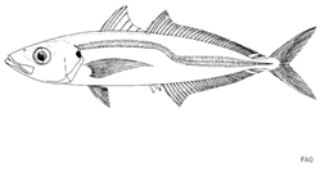
*Decapterus macrosoma* (Bleeker, 1851)

Talla máxima de 30 cm de longitud, es una especie predominantemente pelágica que forma cardúmenes entre 30 y por lo menos 170 m de profundidad. Se alimenta principalmente de pequeños invertebrados planctónicos. En el Pacifico Este va desde el Golfo de California hasta Perú incluyendo Islas Galápagos (www.fishbase.org).



*Trachurus symmetricus* (Ayres, 1855)

Talla máxima registrada de 80 cm de longitud total, es una especie pelágica que forma cardúmenes en aguas costeras y oceánicas, alcanzando grandes distancias de hasta 500 millas de la costa y profundidades de hasta 150 m. se alimenta de pequeños crustáceos y larvas de peces (www.fishbase.org).



*Caranx spp.*

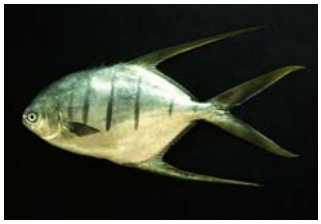
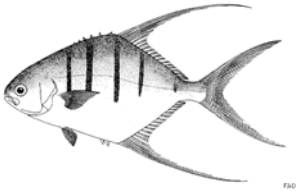
Las especies de este género van de los 55cm a 1m de longitud total, son de hábitos pelágicos en aguas costeras y oceánicas, también se les consideran especies gregarias demersales. Se alimentan principalmente de peces, camarones, cangrejos y otros invertebrados (www.fishbase.org).

*Naucrates ductor* (Linnaeus, 1758)

Su talla va de los 35 a los 70 cm de longitud, es una especie principalmente pelágica en aguas oceánicas que mantiene una relación de comensal con grandes tiburones y otros peces (www.fishbase.org).

*Trachinotus rhodopus* (Gill, 1863)

Talla máxima de 33 cm de longitud de horquilla, es una especie demersal costera que forma grandes cardúmenes en la zona de rompientes y en aguas claras a lo largo de playas arenosas; también se encuentra en arrecifes y en áreas rocosas. Se alimenta de pequeños invertebrados y peces (www.fishbase.org).

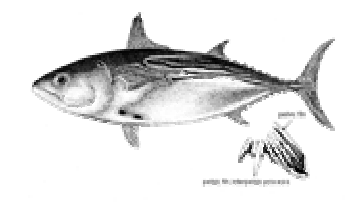
**Priacanthidae**

*Heteropriacantus cruentatus* (Lacepède, 1801)

Talla máxima de 25 cm de longitud estándar; los juveniles de esta especie son pelágicos, mientras que los adultos están confinados a aguas someras, generalmente hasta 20 m de profundidad o menos; es más común en torno a islas que en la costa continental; es cosmopolita de aguas tropicales y templadas. Se alimenta de cefalópodos, camarones, estomatópodos, cangrejos, pequeños peces y poliquetos (www.fishbase.org).

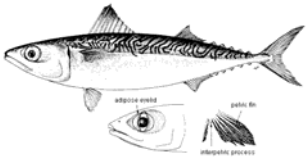
**Scombridae**

*Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920)



Talla máxima de 84 cm de longitud furcal; es una especie epipelágica, tanto nerítica como oceánica. Esta especie tiende a formar grupos diferenciados por tallas y se agrupa con otras especies como *Thunnus albacares* y *Katsuwonus pelamis*. En el Sur de Baja California los desoves alcanzan su intensidad máxima en octubre y diciembre. Es un depredador oportunista y probablemente compite por el alimento con otras especies (www.fishbase.org).

*Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782)



Presenta una talla máxima de 50 cm de longitud furcal; es una especie predominantemente pelágica costera, ocasionalmente epipelágica o mesopelágica sobre el talud continental, se puede encontrar desde la superficie hasta 300 m de profundidad. Es una especie migratoria que forma cardúmenes segregados por tallas, asimismo se agrupa con otras especies como *Sarda chiliensis*, *Trachurus symmetricus* y *Sardinops sagax*. Es un depredador oportunista, no selectivo y la dieta de los adultos incluye todo tipo de crustáceos, peces y cefalópodos; permanece cerca del fondo durante el día y en la noche se mueve hacia aguas abiertas donde se alimenta (www.fishbase.org).

*Auxis thazard* (Lacepède, 1800)

Esta especie presenta una talla máxima de 58 cm de longitud furcal; es epipelágica, tanto nerítica como oceánica. Es una especie sujeta a periodos de abundancia y escasez, tal abundancia la hacen ser un elemento importante en la

cadena trófica para otras especies de peces; se alimentan de cefalópodos, pequeños peces, plancton y larvas de estomatópodos (www.fishbase.org).

**Labridae**

*Oxyjulis californica* (Günther, 1861)

Talla máxima 25 cm de longitud total; es una especie demersal marina de ambientes subtropicales. Se distribuye desde el norte de California (EU) hasta Baja California Sur, México. Esta especie vive entre las algas marinas y sobre rocas. Se encuentra usualmente a una profundidad de 23 m pero puede capturarse a profundidades de hasta 73 m. Se alimenta de una gran variedad de pequeños invertebrados y de algunos parásitos presentes en otros peces (www.fishbase.org).

**Clinidae**

*Gibbonsia spp.*

Presenta una talla máxima de 16 cm de longitud total; es demersal, marino y de ambientes subtropicales. Se encuentra sobre áreas rocosas hasta 56 m de profundidad, usualmente cercano a algas marinas (www.fishbase.org).

**Callyonimidae**

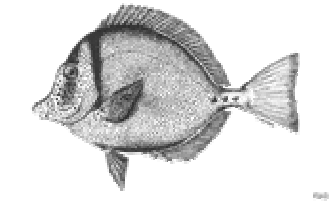
*Synchiropus atrilabiatus* (Garman, 1899)

Es una especie demersal, marina, habita en ambientes subtropicales a una profundidad de 12 a 46 m. Se distribuye desde Costa Rica, Perú, Cocos y Galápagos; se encuentra una población disyuntiva en Banco Gorda, a las afueras de Cabo San Lucas, Baja California Sur, Méx. Prefiere

hábitats arenosos y fangosos, y en menos grado áreas coralinas. Se alimenta de pequeños invertebrados bentónicos (www.fishbase.org).

## Acanthuridae

*Prionurus punctatus* (Gill, 1862)



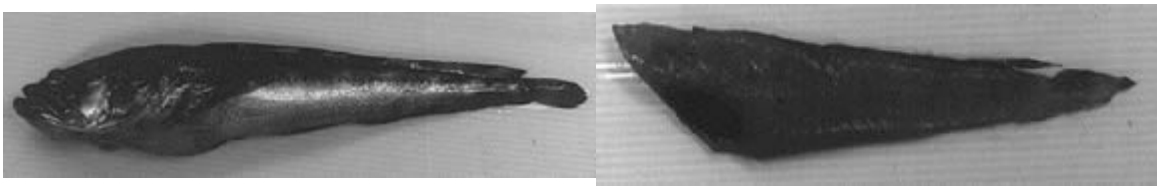
Esta especie alcanza una talla máxima de 60 cm de longitud total; es una especie de hábitos diurnos que forma cardúmenes sobre arrecifes someros, generalmente entre 6 y 12 m, y raramente hasta 30 m d profundidad ; es herbívoro y raspa las algas en las superficies rocosas.

En el Pacifico Este va desde el sur de Baja California hasta El Salvador, incluyendo las Islas Revillagigedos (www.fishbase.org).

## Batrachoididae

*Porichthys analis* (Hubbs y Schultz, 1939)

La talla que alcanza esta especie es de 27 cm de longitud estándar. Se localiza desde la zona intermareal hasta 224 m de profundidad. Se distribuye desde el Golfo de California hasta Bahía de Tenacatita, México (www.fishbase.org).



## Muraenidae

*Gymnothorax spp.*

Los miembros de esta familia llegan a alcanzar hasta 2 m de longitud total. Se distribuyen preferentemente en mares subtropicales; habitan a poca profundidad en ambientes rocosos, coralinos, arenosos y fangosos. Las especies de este género se alimentan de una gran variedad de peces y crustáceos durante la noche así como durante el día (Gotshall, 1998). Son piscívoros pero también se alimentan de carroña (Fischer *et al*., 1995).

**Ophicthidae**

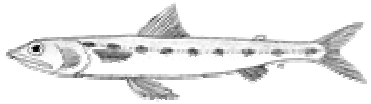
*Apterichtus equatorialis* (Myers y Wade, 1941)

Talla maxima de 27 cm ; es una especie bentónica, vive sobre fondos de arena y fango, desde aguas someras hasta unos 125 m de profundidad (www.fishbase.org).

**Synodontidae**

*Synodus evermanni* (Jordan y Bollman, 1890)

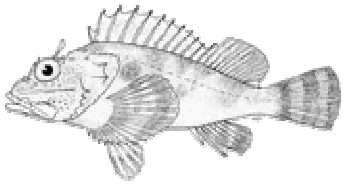
Esta especie presenta una talla media de 20 cm de longitud total; es capturada al arrastre sobre fondos blandos entre 25 y 275 m de profundidad (www.fishbase.org).



**Scorpaenidae**

*Scorpaena histrio* (Jenyns, 1842)

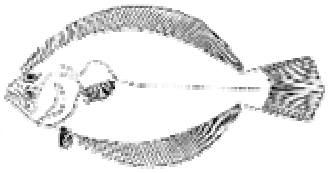
Esta especie presenta una talla máxima de 17 cm de longitud estándar; se extiende desde Mazatlán, Sinaloa, México, hasta Perú. También se ha registrado para Cabo San Lucas B. C. S. Se ha capturado sobre fondos rocosos entre 5 y 157 m de profundidad (www.fishbase.org).



**Paralichthyidae**

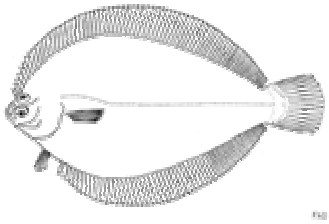
*Paralichthys woolmani* (Jordan y Williams en Gilbert, 1897)

Es una especie demersal y es común hasta 50 cm de longitud total; es de ambientes tropicales y se encuentra desde las regiones estuarinas hasta unos 22 m de profundidad. Se alimenta principalmente de peces. Su distribución en el Pacífico Este va desde México a Perú, incluyendo las Islas Galapagos (www.fishbase.org).



*Syacium latifrons* (Jordan y Gilbert, 1882)

Especie demesal de ambientes tropicales ; su talla máxima va de 25 cm de longitud total ; vive sobre fondos blandos entre 20 y 94 m de profundidad. En el Pacífico Este va desde el Golfo de California, México hasta Perú (www.fishbase.org).

*Etropus crossotus* (Jordan y Gilbert, 1882)

Especie de talla común hasta 20 cm de longitud total; vive sobre fondos fangosos y arenosos, desde menos de 1 hasta unos 33 m de profundidad. Es común en estuarios, siendo las lagunas costeras las que son utilizadas como áreas de crecimiento por la especie. Se alimenta de pequeños peces y de macro-invertebrados bentónicos (www.fishbase.org).