

[Ir a Tabla de Contenido](#)

**HABITOS ALIMENTARIOS DE LOS TIBURONES MARTILLO *Sphyrna lewini*
(Griffith & Smith, 1834) Y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) EN EL PACÍFICO
ECUATORIANO**

JESUS DAVID CASTAÑEDA SUAREZ

LUIS ALEJANDRO SANDOVAL LONDOÑO

**UNIVERSIDAD DE BOGOTA JORGE TADEO LOZANO
ÁREA DE INGENIERIA Y RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ D.C.
2004**

**HABITOS ALIMENTARIOS DE LOS TIBURONES MARTILLO *Sphyrna lewini*
(Griffith & Smith, 1834) Y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) EN EL PACÍFICO
ECUATORIANO**

JESUS DAVID CASTAÑEDA SUAREZ

LUIS ALEJANDRO SANDOVAL LONDOÑO

**Trabajo de Grado presentado como
requisito parcial para optar al título
de Biólogo Marino**

DIRECTOR

**Felipe Galván-Magaña
Ph.D. Ecología Marina**

ASESOR

**Paúl Gómez-Canchong
Biólogo Marino**

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
ÁREA DE INGENIERIA Y RECURSOS NATURALES
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ D.C.
2004**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, noviembre 2 de 2004

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director y maestro Dr. Felipe Galván-Magaña, por compartir su conocimiento y brindarnos la oportunidad de culminar exitosamente una etapa de nuestras vidas. Doctor, gracias por la confianza.

Gracias a Paúl Gómez por los valiosos aportes y enseñanzas pero sobre todo por la paciencia, y al diseñador gráfico “Kiko” Sandoval por la diagramación, figuras y fotos.

Alvaro Baigorí y Carlos Polo, pastuso y polín gracias por la gran amistad y el apoyo durante esta aventura, compañeros de viaje, de aprendizaje, penas y alegrías. Como olvidar las travesías en la amenaza amarilla, las madrugadas a la playa de Tarquí, las recetas improvisadas a base de tiburón, atún y pasta, las extensas horas de laboratorio, los ratos en San Clemente, el paseo shopping, la casa de las moscas, la del pozo del aro, el malecón, la fabril, el comeprecio y el café internet.

Al Biólogo Jimmy Martínez “Bull-shark”, por su colaboración incondicional. A los integrantes del grupo de investigación de elasmobranquios, Colombo, Luis, Vanesa, Liliana, Pacheco y Méndez. Al biólogo pesquero Juan Figueroa “Mr. Satán” por facilitarnos su laboratorio. Al personal de la CIAT en Manta, al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), a la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a los comerciantes de tiburón de playa Tarquí, Cesar y los demás debuchadores.

A los amigos de la casa del ritmo Juan Carlos, Alfredo y Arnold, por todos los buenos momentos vividos en estos años de estudiantes y por otros que ya vendrán.

A la humildad y su fiel hinchada por las alegrías y logros alcanzados. A los amigos y personas con las que compartimos y crecimos durante la carrera; Alexa Gartner, Camila Rosso con doble S, Maria del Diablo, Ana Maria Millán, Carola Torres, Paty Good, Gina Díaz, Pacho Reyes, Diego “el genio” Varila, Carola Vasquez, Erika, Martica Forero, Adriana, Angela Caries, Pilarica Manrique, Mancho Guerrero, Lucho “Guajiro”, Rafa “Sanbuca”, la vecina Claudia Barón, La Flores, Juan Pablo, y nuestros instructores de buceo Lina y Santiago.

Y a todas las personas que aportaron su conocimiento en nuestra formación como Biólogos Marinos.

A Amanda y Lucho.

*Madre y padre, viene de
ustedes mi orgullo,
ejemplos de honestidad,
humildad y amor por los
ideales.*

*A David, Compañero de
tesis, de fútbol, de lucha, por
la amistad sincera y por
creer en este y otros sueños.*

Alejandro S.

*A Dios y a mi familia.
Papá, mamá, Juancho,
Johanna y Camila, por
enseñarme las cosas más
importantes de la vida,
apoyarme siempre y
ayudarme a cumplir mis
sueños, a mi abuelo por
darme ésta oportunidad.*

*A un buen amigo, Alejo
gracias por compartir y
ayudarme a alcanzar esta
meta.*

David C.

“Los depredadores no sólo nos asustan, ejercen una fascinación obsesiva sobre nosotros, nos hacen propensos a contar historias y fábulas y son tema interminable de conversación, porque la fascinación produce preparación, y la preparación supervivencia. En un sentido profundamente tribal, amamos a nuestros monstruos.”

E. O. Wilson.

“Haai op die aas”

*En Afrikaans, "El tiburón viene
hacia el anzuelo"*

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>METODOLOGIA</u>	7
2.1 <u>FASE DE CAMPO</u>	7
2.2 <u>FASE DE LABORATORIO</u>	8
2.3 <u>FASE DE GABINETE</u>	11
3. <u>RESULTADOS</u>	17
3.1 <u><i>Sphyrna Lewini</i></u>	17
3.1.1 <u>Análisis Trófico Por Sexo</u>	23
3.1.2 <u>Análisis Trófico Por Tallas</u>	26
3.1.3 <u>Análisis Trófico Mensual</u>	29
3.2 <u><i>Sphyrna Zygaena</i></u>	32
3.2.1 <u>Análisis Trófico Por Sexo</u>	38
3.2.2 <u>Análisis Trófico Por Tallas</u>	40
3.2.3 <u>Análisis Trófico Mensual</u>	43
4. <u>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</u>	46
4.1 <u><i>Sphyrna Lewini</i></u>	46
4.1.1 <u>Patrones De Alimentación</u>	46
4.1.2 <u>Análisis Trófico General</u>	49

4.1.3 Análisis Tráfico Por Sexos	54
4.1.4 Análisis Tráfico Por Tallas	56
4.1.5 Análisis Tráfico Mensual	58
4.2 Sphyrna Zygaena	59
4.2.1 Patrones De Alimentación	59
4.2.2 Análisis Tráfico Gene ral	60
4.2.3 Análisis Tráfico Por Sexo	66
4.2.4 Análisis Tráfico Por Tallas	66
4.2.5 Análisis Tráfico Mensual	68
4.3 INTERACCIÓN TRÓFICA ENTRE LOS TIBURONES MARTILLO <i>Sphyrna lewini</i> Y <i>S. zygaena</i>.	68
5. CONCLUSIONES	72
6. RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXOS	83

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ecuaciones utilizadas para calcular el peso corporal (P) de algunas especies de cefalópodos.	13
Tabla 2. Composición del espectro trófico general del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> .	18
Tabla 3. Valores del índice de Levin (B_i), diversidad (Shannon-Wiener, H) y equitatividad (Pielou, E) entre los intervalos de talla y los grupos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y tallas mayores (2,02 a 2,84 m).	28
Tabla 4. Traslapo de las dietas de ocho intervalos de talla (m) del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> desembarcados en la playa de Tarqui, Manta, Ecuador.	29
Tabla 5. Valores del índice de Levin (B_i), diversidad (Shannon-Wiener, H) y equitatividad (Pielou, E) durante los meses de muestreo.	31
Tabla 6. Traslapo de las dietas del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> durante los seis meses de muestreo.	32
Tabla 7. Composición del espectro trófico global del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> .	33
Tabla 8. Valores del índice de Levin (B_i), Diversidad (Shannon-Wiener, H) y equitatividad (Pielou, E) entre los intervalos de talla de <i>S. zygaena</i> .	42
Tabla 9. Traslapo de las dietas de ocho intervalos de talla (m) de la cornuda cruz, <i>S. zygaena</i> en el Pacífico ecuatoriano.	42
Tabla 10. Valores del índice de Levin (B_i), Diversidad (Shannon-Wiener, H) y equitatividad (Pielou, E); durante los meses de muestreo.	44
Tabla 11. Traslapo de las dietas del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> durante los seis meses de muestreo.	45

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de Ecuador mostrando el lugar de muestreo (Manta).	5
Figura 2. Diagrama generalizado de la superficie interna de un otolito <i>sagitta</i> derecho.	9
Figura 3. Diagrama generalizado del aparato mandibular “pico” de los cefalópodos.	10
Figura 4. Ecuación lineal y gráfica de la relación de longitud precaudal (LP) y total (LT) de <i>Sphyrna lewini</i> y <i>S. zygaena</i> .	11
Figura 5. Índice de Hoffman de la acumulación sucesiva de presas y la diversidad de componentes alimentarios del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> .	17
Figura 6. Presas más importantes en la dieta de <i>S. lewini</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	21
Figura 7. %IIR de las presas más importantes del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> en el Pacífico ecuatoriano.	22
Figura 8. IIG (%) de algunas de las presas consumidas por el tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> en el Pacífico ecuatoriano.	22
Figura 9. Presas más importantes en la dieta de hembras de <i>S. lewini</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	23
Figura 10. %IIR de las presas más importantes de los machos y hembras del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> en el Pacífico ecuatoriano.	24
Figura 11. Presas más importantes en la dieta de hembras de <i>S. lewini</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	25

Figura 12. Composición del espectro trófico del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> por intervalos de tallas de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	26
Figura 13. Composición del espectro trófico del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> por grupos de intervalos de tallas de longitud total, individuos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y mayores (2,02 a 2,84 m), del Pacífico ecuatoriano durante 2003.	27
Figura 14. Relación entre los intervalos de talla y la amplitud de dieta (B_i) del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> .	28
Figura 15. Relación entre la amplitud de dieta (B_i) y grupos de intervalos de tallas de longitud total del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> , individuos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y mayores (2,02 a 2,84 m), del Pacífico ecuatoriano durante el 2003.	29
Figura 16. Composición del espectro trófico del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> por mes de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	30
Figura 17. Relación entre meses y amplitud de dieta (B_i) del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> .	31
Figura 18. Índice de Hoffman de la acumulación sucesiva de presas y la diversidad de componentes alimentarios del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> .	32
Figura 19. Presas más importantes en la dieta de <i>S. zygaena</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	36
Figura 20. %IIR de las presas más importantes del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> en el Pacífico ecuatoriano.	37
Figura 21. IIG (%) de algunas de las presas consumidas por el tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> en el Pacífico ecuatoriano.	37
Figura 22. Presas más importantes en la dieta de hembras de <i>S. zygaena</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	38

Figura 23. Presas más importantes en la dieta de machos de <i>S. zygaena</i> aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA).	39
Figura 24. %IIR de las presas mas importantes de los machos y hembras del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> en el Pacífico ecuatoriano.	40
Figura 25. Composición del espectro trófico del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> por intervalos de tallas de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante el 2003.	41
Figura 26. Relación entre los intervalos de talla y la amplitud de dieta (B_i) de la cornuda cruz, <i>S. zygaena</i> en el Pacífico ecuatoriano.	42
Figura 27. Composición del espectro trófico del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> por mes de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante el 2003.	43
Figura 28. Relación entre meses y amplitud de dieta (B_i) del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> .	44
Figura 29. Índice de vacuidad (%) de la proporción de llenado de los estómagos de <i>S. lewini</i> .	47
Figura 30. Estados de digestión de las presas encontradas en los estómagos <i>S. lewini</i> .	49
Figura 31. Índice de vacuidad en valores porcentuales de los estómagos de <i>S. zygaena</i> .	59
Figura 32. Estado de digestión general de las presas consumidas por <i>S. zygaena</i> .	60

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A . Consideraciones generales sobre tiburones	83
ANEXO B . Pesquerías en Ecuador	92
ANEXO C . Formato utilizado para la toma de datos en campo.	94
ANEXO D . Formato para la toma de datos en laboratorio.	95
ANEXO E . Colección de referencia. Estructuras utilizadas (esqueleto axial y otolito <i>sagitta</i>) para la identificación de algunos peces registrados en los estómagos de <i>S. lewini</i> y <i>S. zygaena</i> .	96
ANEXO F . Colección de referencia de crustáceos-presa de <i>S. lewini</i> y <i>S. zygaena</i>	114
ANEXO G . Colección de referencia del aparato mandibular (pico) de algunos cefalópodos registrados en los estómagos de <i>S. lewini</i> y <i>S. zygaena</i> .	117
ANEXO H . Espectro trófico de hembras y machos de <i>S. lewini</i> .	131
ANEXO I . Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> por intervalos de tallas (m) de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	135
ANEXO J . Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo <i>Sphyrna lewini</i> por meses de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	136
ANEXO K . Espectro trófico de hembras y machos de <i>S. zygaena</i> .	137
ANEXO L . Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> por intervalos de tallas (m) de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	140
ANEXO M . Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> por meses de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.	141

RESUMEN

Se realizó el estudio de los hábitos alimentarios de dos especies de tiburón martillo; *Sphyrna lewini* y *S. zygaena*, capturados con redes de enmalle por la flota pesquera artesanal de Ecuador y desembarcados en la playa de Tarqui, Manta, durante el segundo periodo de 2003. Se colectaron estómagos de 91 individuos de *S. lewini* y 156 de *S. zygaena*, para evaluar el espectro trófico. El estado de digestión de las presas y el índice de vacuidad permitió establecer el posible patrón de alimentación de estas dos especies. El número de componentes alimentarios registrados es relativamente alto (39 para *S. lewini* y 41 para *S. zygaena*). En *S. lewini* se encuentra que los calamares *Dosidicus gigas*, *Mastigoteuthis dentata* y *Ancistrocheirus lesueurii* son las presas principales; mientras que para *S. zygaena* son *D. gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *A. lesueurii*. Debido a la biología de las presas se considera que la alimentación de ambos depredadores ocurre principalmente durante la noche en la zona oceánica. Se establecieron los patrones tróficos determinando la variación temporal, por talla y sexo de cada especie, utilizando diferentes métodos cuantitativos. A pesar de consumir algunas presas similares, la diferencia en su proporción y la presencia de presas exclusivas que revisten importancia, hacen que el nivel de traslapo entre las dos especies de tiburón sea bajo, demostrando una posible segregación espacial de estos tiburones en la zona estudiada. La amplitud de la dieta, determinada por el índice de Levin es baja para las dos especies, por lo que pueden ser considerados unos depredadores especialistas.

Palabras clave: Tiburón martillo, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, hábitos alimentarios, presas, traslapo.

INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios juegan un papel importante como depredadores superiores en los ecosistemas marinos al regular el balance de la cadena alimenticia. La sobrepesca a nivel mundial de tiburones maduros e inmaduros durante varias décadas ha generado en la actualidad una disminución en la captura de este recurso (Bonfil, 1994; Baum y Myers, 2004). Se estima que poblaciones de tiburones oceánicos y costeros han declinado cerca de un 75% en los últimos 15 años (Baum *et al.*, 2003). El descarte de un gran número de tiburones de diferentes especies así como de otros individuos de interés pesquero y deportivo (peces picudos, dorados y otros) realizado por los barcos atuneros que operan en el Océano Pacífico oriental (IATTC, 1998), ocasionan un grave daño ecológico que no ha sido evaluado, contribuyendo a la disminución de estos importantes depredadores reguladores del ecosistema pelágico.

La explotación que se realiza sobre los elasmobranquios no es una actividad pesquera que permita la sustentabilidad del recurso, ya que históricamente se ha visto la tendencia a una rápida disminución en las capturas o lo que es peor al colapso total de las pesquerías (Holden, 1974); lo cual se explica por las tasas de crecimiento lento, las tasas bajas de reproducción y la baja fertilidad que presentan estos organismos (Castro, 1983).

Actualmente las pesquerías sobre tiburones se han incrementado a nivel mundial debido al consumo humano de las aletas y a la utilización del cartílago en la obtención de fármacos, en algunos casos de la pesca sólo es aprovechada la carne mientras que el resto del animal se descarta, en otros sólo se aprovechan las aletas, el hígado o la piel; son pocas las ocasiones en que son utilizadas todas las partes del animal. Al explotar de esta manera recursos marinos de los cuales se tiene poca

información biológica no se permite un adecuado manejo de las pesquerías y, dada la creciente demanda de productos del tiburón en un momento en que sus poblaciones están en descenso, se requiere urgentemente racionalizar las pautas de aprovechamiento actuales (FAO, 2001). Estando los tiburones de diversas especies sujetos a una pesca indiscriminada y siendo escasos los estudios biológicos, se hace conveniente investigaciones que incluyan aspectos tales como abundancia, reproducción, edad, crecimiento y alimentación a fin de contar con los elementos necesarios para su posible regulación o manejo.

En Ecuador los tiburones son considerados como un recurso relativamente abundante (Bostock y Herdeson, 1985; Martínez, 1998), estando siempre presente en los desembarques de la pesca; su captura se realiza de forma incidental con la utilización de diferentes artes, como son: espinel de superficie y fondo, redes de enmalle de superficie, media agua y fondo, líneas de mano de media agua y fondo, palangre de profundidad y trasmallo de fondo "camaronero"; en raras excepciones la pesca es dirigida en la modalidad artesanal, es decir, no están consideradas como especies objetivo, a pesar de que existe un mercado interno y de exportación. Se capturan tiburones principalmente junto a especies de peces pelágicos grandes como el dorado (*Coryphaena hippurus*), los picudos de la familia Isthiotheridae, los atunes del género *Thunnus*; y el pez espada (*Xiphias gladius*) (Martínez, 1998). En cuanto a las capturas o a la estimación de sus desembarques realmente se cuenta con muy poca información y no existen investigaciones biológicas que apoyen una ordenación pesquera.

Como referencia se cuenta con trabajos generales realizados principalmente por el Instituto Nacional de Pesca ecuatoriano (INP) destacándose los siguientes: Solís-Coello y Mendívez (1999), hacen una descripción de los puertos pesqueros artesanales de la costa continental ecuatoriana, presentando características generales de cada puerto como son: número de pescadores artesanales, número de

embarcaciones, artes de pesca, especies capturadas, entre otras. Lopez *et al.* (1999) realizan un informe estadístico de los desembarques pesqueros entre 1985 y 1997 aportando datos de caletas o puertos pesqueros donde zarpan y desembarcan los diferentes tipos de embarcaciones, nombres científicos y vulgares de las principales especies comerciales. Villón y Beltrán (1999) desarrollan un diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Manta, donde presentan datos exclusivos sobre las embarcaciones, desembarques totales, composición por especies así como datos sobre el costo y beneficios de las operaciones de pesca.

Lo más cercano y pertinente como referencia son los trabajos realizados por Baigorri y Polo (2004), quienes describen el espectro trófico en dos especies de tiburón zorro (*Alopias superciliosus* y *A. pelagicus*); y Martínez (1998) quien hace un informe sobre el manejo de las pesquerías de tiburones en el Ecuador, mencionando su historia, evolución, composición de especies (familias, nombres científicos y vulgares), distribución, zonas de pesca, artes, acciones de las flotas artesanales e industriales y comercialización del producto.

A nivel mundial se han realizado diversos trabajos concernientes a la biología de los tiburones; sin embargo, para *Sphyrna lewini* y *S. zygaena* son muy escasos los estudios sobre aspectos básicos de su biología y más aún aquellos relacionados con la alimentación. Algunos de los trabajos asociados a los hábitos alimentarios de estas especies de tiburones martillo son: Galván-Magaña *et al.* (1989) quienes hacen referencia a la abundancia estacional y los hábitos alimenticios de algunas especies de tiburones en el Golfo de California, incluyendo *S. lewini* y *S. zygaena*. Smale y Cliff (1998) describen los cefalópodos consumidos por cuatro especies de tiburones (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* y *S. mokarran*) en Kwazulu-Natal, Sur África, encontraron que de los 422 estómagos analizados de *S. lewini* las familias Octopodidae, Octopoteuthidae y Ancistrocheiridae dominaron entre las 12 familias identificadas, en tanto que en los

258 estómagos de *S. zygaena* dominó la familia Loliginidae; Sepiidae y Ancistrocheiridae fueron las que presentaron mayores componentes de doce familias registradas. Bush y Holland (2002) estudian la evacuación gástrica y la ración diaria de alimento del tiburón martillo *S. lewini* en Bahía Kaneohe, Hawaii. Bush (2003) analiza la dieta y la periodicidad de alimentación en los juveniles del tiburón martillo (*S. lewini*) de Bahía Kaneohe, Hawaii. Aguilar-Castro (2003) trata la ecología trófica de los juveniles de tiburón martillo *S. lewini* en el Golfo de California realizando análisis de los hábitos alimenticios por sexo, talla, año y localidad, emplean el método de análisis estomacal y determinación de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno en tejido muscular, identifica un total de 41 especies presas (2 crustáceos, 32 peces y 7 cefalópodos).

El presente estudio comprende la zona del Océano Pacífico del Ecuador ([Figura 1](#)), la costa continental ecuatoriana presenta cerca de 153 puertos pesqueros (Solis-Coello y Mendívez, 1999). El puerto de Manta (Provincia de Manabí) fue seleccionado como el lugar de muestreo, por considerarlo como uno de los puertos pesqueros importantes por los altos volúmenes de pesca que se registran, así como por las oportunidades de trabajo e ingresos económicos que se generan (Villón y Beltrán, 1999). Ecuador es una región de clima tropical que presenta dos principales periodos estacionales; una temporada de lluvias que generalmente transcurre en el primer semestre del año, enero a junio, con los dos últimos meses de transición y una temporada seca de julio a diciembre, donde noviembre y diciembre son meses de transición (Regueira. 2001).

El presente trabajo aporta información sobre los hábitos alimentarios de los tiburones martillo (Familia: Sphyrnidae) *Sphyrna lewini* y *S. zygaena* (Anexo A), capturados por la flota pesquera artesanal de Ecuador ([Anexo B](#)) y desembarcados en la playa de Tarqui, Manta, durante el segundo periodo de 2003; época seca del año. Dando inicio a una serie de investigaciones en el estudio de la biología de los pelágicos

mayores de interés comercial del Pacífico ecuatoriano, que junto con trabajos de reproducción, edad y crecimiento pretenden proporcionar bases para establecer métodos adecuados que contribuyan a una correcta administración y protección de estos recursos.

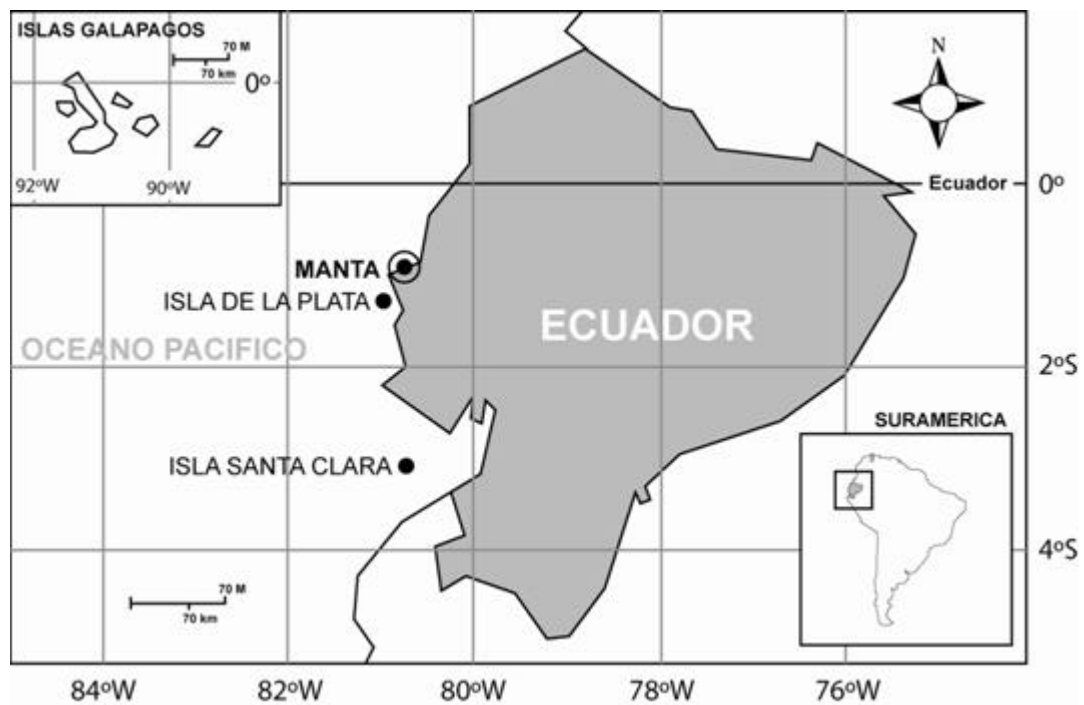


Figura 1. Mapa de Ecuador mostrando el lugar de muestreo (Manta).

Los objetivos de la investigación son conocer por medio del análisis del contenido estomacal las presas consumidas por los tiburones, con su identificación hasta el mínimo taxón posible; determinar la importancia de cada componente alimentario dentro del espectro trófico; establecer la diversidad de las presas y considerar si son depredadores especialistas o generalistas según el cálculo de la amplitud del nicho trófico; evaluar la variación alimentaria mediante el traslapamiento trófico entre tallas, meses y sexos; y confrontar los hábitos alimentarios de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* y *S. zygaena*.

La investigación forma parte del proyecto internacional "Estudio de la red alimenticia del Océano Pacífico ecuatorial" de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), en colaboración con el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR, Instituto Politécnico Nacional, México) y el apoyo de la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador.

2. METODOLOGÍA

2.1 FASE DE CAMPO

Los muestreos se realizaron entre dos y/o cuatro días a la semana según los desembarcos artesanales realizados en la playa durante la segunda época del año (julio a diciembre de 2003), siendo ésta la temporada donde se registra la mayor frecuencia de captura de tiburón (Martínez, 1998). Se extrajeron estómagos de 91 *Sphyrna lewini* y 156 de *S. zygaena*.

Los datos de las muestras se registraron en un formato que incluía la siguiente información: fecha, sitio de colecta, método de colecta y tipo de carnada utilizada, lo propio para los datos básicos del ejemplar: especie, sexo, longitud total (LT) y longitud precaudal (LP) utilizando una cinta métrica con precisión de 1 mm, en los machos la abertura del rifiodón, longitud, calcificación y rotación del gonopterigio; para las hembras marcas de cortejo y abertura vaginal ([Anexo C](#)).

Una vez abierto el tiburón, se colectó el estómago, calculándose el porcentaje de llenado o estado de repleción estomacal (valores de: 0 = vacío; 1 = 25% lleno; 2 = 50% lleno; 3 = 75% lleno; y 4 = 100% lleno) (Guerra y Sánchez, 1998), posteriormente se tamizó el contenido para eliminar los jugos gástricos y el agua. Dicho contenido se almacena en bolsas o recipientes plásticos debidamente rotulados para su congelamiento en las instalaciones de la CIAT en la ciudad de Manta, Ecuador.

2.2 FASE DE LABORATORIO

Las muestras se trabajaron en el laboratorio de ictiología de la facultad de Biología Pesquera de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en la ciudad de Manta, Ecuador. Para el análisis del contenido estomacal se separaron las diferentes presas por su grupo taxonómico y se identificaron hasta el mínimo taxón posible, lo cual estuvo determinado por el grado de digestión que presentaban. En la mayoría de los casos se alcanzó el nivel de especie, algunas categorías se registraron en familia y por falta de claves se identificaron hasta orden octópoda algunos cefalópodos. Cuando el alimento estaba muy digerido se emplearon las categorías de restos de crustáceos, peces y cefalópodos. Se registró de cada ítem el número, peso (g) y alguna medida representativa de longitud (cm). El formato utilizado para la toma de datos en el laboratorio se puede observar en el Anexo D.

Para el manejo del estado de digestión (ED) de las presas, se estableció la siguiente escala: 1) Fresco: presas completas que poseían piel y sus características externas estaban intactas. 2) Intermedio: organismos sin algunas de sus características externas (piel, aletas, etc.), pero con presencia de músculo y esqueleto completo. 3) Parcial: Se encontraba el esqueleto prácticamente sin músculo, picos de calamares con restos del manto o los exoesqueletos de crustáceos. 4) Digerido: Se encontraban partes aisladas de esqueletos como vértebras y otolitos, también picos de calamares y restos de exoesqueletos de crustáceos.

Para la identificación de peces que presentaban un estado de digestión fresco (ED 1) o intermedio (ED 2), se utilizaron las claves de Allen y Robertson (1994), Fischer *et al.*, (1995) y Chirichigno (1998). Una vez identificados, se procedió a retirar el músculo dejando solo el esqueleto y a extraer los otolitos; con el fin de crear una colección de referencia para facilitar la identificación de peces que se encontraban

en estados de digestión más avanzados (ED 3 y 4) ([Anexo E](#)). Para aquellos que se hallaban en ED 3, la determinación taxonómica se realizó por medio del esqueleto axial, mediante el conteo de vértebras; empleando el trabajo de Clothier (1950) y la colección de referencia. Se utilizó un microscopio estereoscópico Zeiss-Stemi DV4 para la identificación del otolito *sagitta* ([Figura 2](#)) que generalmente es el de mayor tamaño; comparándolos con los de individuos ya identificados y utilizando el catálogo de García-Godos (2001). Fue necesario enviar fotos detalladas del esqueleto axial y el otolito de un individuo a ictiólogos especialistas del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (La Paz, Baja California Sur, México) para su identificación; especie que fue confirmada como *Brotula clarkae*.

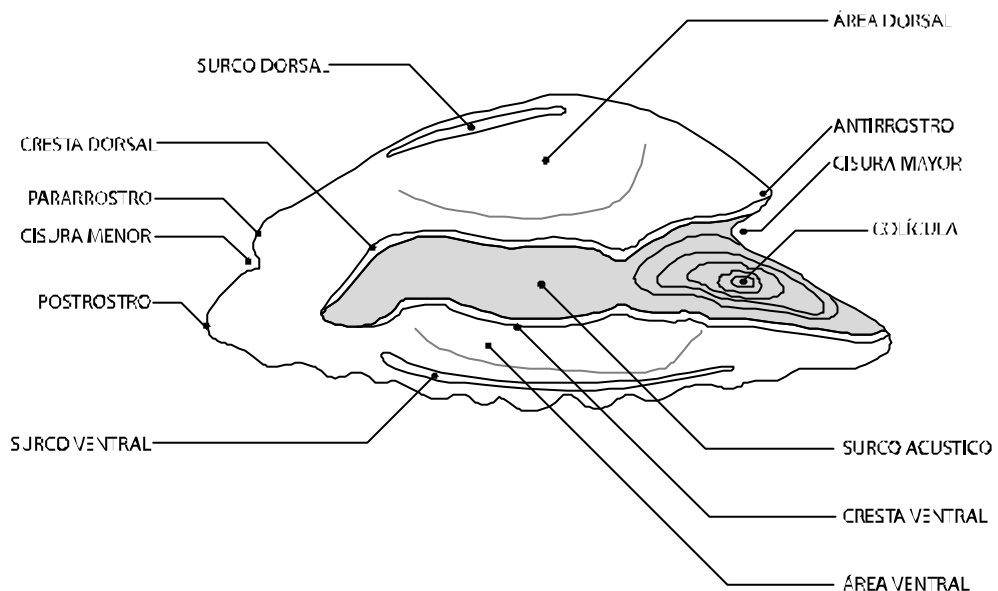


Figura 2. Diagrama generalizado de la superficie interna de un otolito *sagitta* derecho, mostrando sus principales estructuras.

Los crustáceos se identificaron en base a los exoesqueletos o por restos de éstos, utilizando las claves de Garth y Stephenson (1966), Brusca (1980) y Fischer *et al.*, (1995). Los cefalópodos debido a la rápida digestión de las partes blandas de su cuerpo la única estructura reconocible es el aparato mandibular comúnmente

conocido como "pico" ([Figura 3](#)), que por estar compuesto de quitina no es digerido rápidamente, y permite su identificación; para este grupo se emplearon las claves para identificación de "picos" de cefalópodos de Wolff (1982, 1984) y Clarke (1962, 1986) Se creó una colección de referencia tanto de crustáceos como de cefalópodos ([Anexo F](#) y [Anexo G](#)).

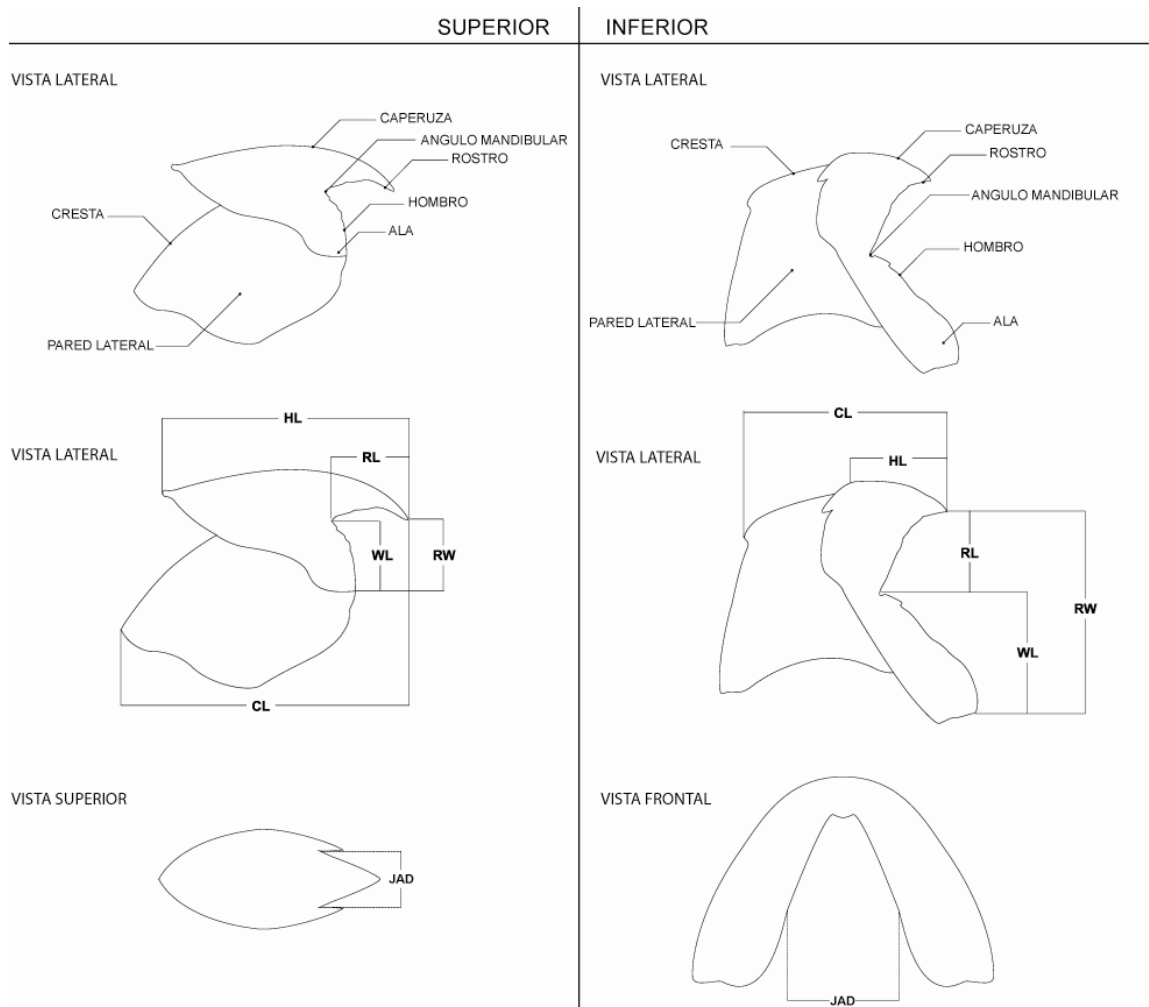
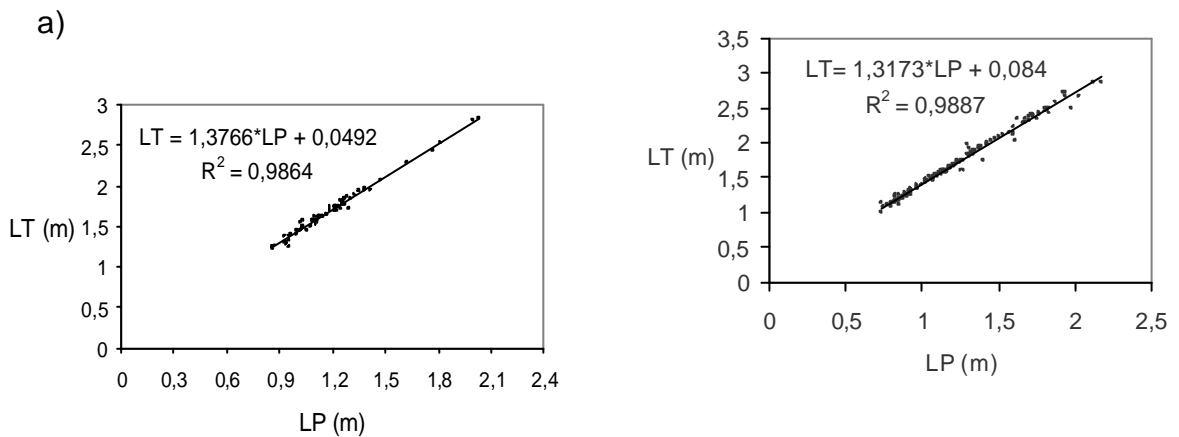


Figura 3. Diagrama generalizado del aparato mandibular "pico" de los cefalópodos, mostrando sus principales estructuras. Margen izquierdo pico superior, margen derecho pico inferior. HL: longitud de la caperuza; RL: longitud del rostro; WL: longitud del ala; CL: longitud de la cresta, RW: longitud del extremo del rostro al margen del ala y JAD: distancia entre ángulos mandibulares.

Las partes inferiores y superiores de los picos de los cefalópodos se organizaron según su tamaño para formar pares que correspondan a un mismo individuo; empleando un calibrador se registraron las medidas necesarias (longitud de la caperuza, del rostro, del ala, de la cresta, distancia del extremo del rostro al margen del ala y medida entre ángulos mandibulares) para estimar la longitud del manto y el peso real de cada calamar ([Figura 3](#)).

2.3 FASE DE GABINETE

Se estimaron la longitud total (LT) de los tiburones que en campo se encontraban en troncos (sin aletas) y sólo era posible registrar la longitud precaudal (LP); se utilizó la ecuación lineal obtenida de la relación de LT y LP con los datos del presente estudio. Para *Sphyrna lewini* se emplearon 79 individuos y 145 para *S. zygaena* ([Figura 4](#)).



b)

Figura 4. Ecuación lineal y gráfica de la relación de longitud precaudal (LP) y total (LT) de a) *Sphyrna lewini* y b) *S. zygaena*.

Los intervalos de talla se determinaron utilizando los valores de longitud total de los tiburones, el número de intervalos de clase se estableció utilizando la fórmula de Sturges (Daniel, 2002):

$$K = 1 + 3.322 (\log_{10} n)$$

Donde **K** = número de intervalos y **n** = número de valores (LT de los tiburones) en el conjunto de datos de observación. Se estimaron 8 intervalos de clase para ambas especies.

La amplitud de los intervalos se determinó con base a la siguiente fórmula (Daniel, 2002):

$$w = R/k$$

Donde **w** = amplitud intervalos, **R** (rango) = diferencia entre la LT más pequeña y la más grande dentro del total de tiburones y **k** = número de intervalos. La amplitud de los intervalos de talla de *Sphyrna lewini* fue de 20 cm, para LT entre 1,22 y 2,84 m, los intervalos de *S. zygaena* fueron de 24 cm, para LT entre 0,99 y 2,93 m.

El peso original de los calamares presa se estimó a partir de la longitud del rostro (RL) de los picos inferiores, en algunos casos se utilizaron las medidas de los picos superiores. Las relaciones empleadas se muestran en la [tabla 1](#);

en el caso de *T. rhombus*, se construyó la fórmula en base a información de Cephbase.

Tabla 1. Ecuaciones utilizadas para calcular el peso corporal (P) de algunas especies de cefalópodos, medidas del aparato mandibular (pico) en centímetros.

Especie	Pico superior		Pico inferior		Autor
	P (g)	r ²	P (g)	r ²	
	Ln P= 6,0+ ln RL 2,2	0,85	Ln P= 5,5+ln RL 2,1	0,81	Wolff, 1984
<i>A. affinis</i>					
<i>A. lesueurii</i>	-		Ln P= -0,194+ ln RL 3,56		Clarke, 1986
<i>O. sicula</i>	-		Ln P= 0.166+ln RL2,31		Clarke, 1986
<i>Histioteuthis spp.</i>	Ln P= 6,70+ ln RL 2,36	0,97	Ln P= 6,96+ ln RL 2,2	0,98	Wolff, 1984
<i>M. dentata</i>	-		Ln P= 0.181+ ln RL 2,88		Clarke, 1986
<i>L. diomedeeae</i>	Ln P= 5,7+ ln RL 1,21	0,65	Ln P= 6,0+ ln RL 1,4	0,58	Wolff, 1984
<i>D. gigas</i>	Ln P= 7,3+ ln RL 2,54	0,91	Ln P= 7,4+ln RL 2,48	0,91	Wolff, 1984
<i>S. oualaniensis</i>	Ln P= 7,6+ ln RL 3,2	0,95	Ln P= 7,8+ln RL 3,0	0,96	Wolff, 1984
<i>T. rhombus</i>			P = 11,782e0,9212RL	0,95	Cephbase*
<i>O. banksii</i>	Ln P= 9,4+ ln RL 3,8	0,93	Ln P= 9,1+ln RL 3,7	0,89	Wolff, 1984
<i>P. boschmai</i>	-		Ln P= 0,976+ ln RL 2,83		Clarke, 1986
<i>Gonatus spp.</i>	Ln P= 4,69+ ln RL 1,93	0,80	Ln P= 4,99+ ln RL 2,13	0,82	Wolff, 1984

La representatividad del número de muestras se comprobó mediante la metodología propuesta por Hoffman (1978), que consiste en graficar en el eje horizontal el número de estómagos revisados contra la diversidad acumulada al *i*ésimo estómago revisado en el eje vertical. Se empleó el índice de diversidad de Shannon-Weiner (Margalef, 1969; Bocanegra-Castillo *et al.*, 2000):

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

Donde H' = índice de Shannon-Wiener, S = número total de especies presa identificadas, y P_i = número de i especies, expresadas como una proporción de la suma de P_i por todas las especies presa; este índice varía teóricamente entre 0 y +8 (Cognetti *et al.*, 2001). Al graficar, la diversidad se incrementó conforme aumentó el número de estómagos revisados; el límite en el cual la curva se estabilizó indicó el punto donde el número de estómagos fue representativo. El análisis se realizó seleccionando los estómagos de manera aleatoria para evitar posibles efectos de la variación temporal.

Las presas se registraron cuantitativamente por número de individuos (N), peso húmedo (P) en gramos y frecuencia de aparición ($FA = n^\circ$ de estómagos con un tipo de presa / n° de estómagos con presas). Con el fin de corroborar la importancia de cada componente alimenticio se empleó el Índice de Importancia Relativa propuesto por Pinkas *et al* (1971). Este índice relaciona tres métodos cuantitativos de análisis de dieta (Método gravimétrico (%P), numérico (%N) y método de frecuencia de aparición %FA):

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

Donde IIR = es el índice de importancia relativa para una presa o ítem, $\%P$ = el porcentaje en peso (peso de una presa / peso de todas las presas x 100), $\%N$ = el porcentaje en número (número de una presa / número de todas las presas x 100), y $\%FA$ = es el porcentaje de frecuencia de aparición (FA de una presa / ? FA de todas las presas x 100). Este índice es una herramienta muy utilizada en estudios de alimentación ya que tiene la capacidad de mostrar los componentes de mayor importancia dentro del espectro trófico con valores porcentuales (Talent, 1976; Cortés y Gruber, 1990; Cortés *et al.*, 1996; Segura-Zarzosa *et al.*, 1997).

Para obtener un escalonamiento de las diferentes categorías de alimento y en complemento del *IIR* se aplicó el índice de importancia geométrica (*IIG*), este es un índice generalizado basado en la geometría de vectores que permite comparar y ordenar jerárquicamente las presas (Assis, 1996):

$$IIG = \sum_i Vi / \sqrt{n}$$

Donde ***IIG*** = índice de importancia geométrica, ***Vi*** = las medidas de cuantificación utilizadas (%N, %P y %FA) y ***n*** = el número de las medidas de cuantificación utilizadas en el análisis, en este caso 3.

Para establecer posibles patrones de alimentación, se hace relación de los estómagos vacíos empleando el índice de vacuidad = nº de estómagos vacíos / nº de estómagos totales x 100.

Para describir la variación en la diversidad del espectro trófico se empleó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Margalef, 1969) descrito anteriormente.

Se empleó el índice de equitatividad de Pielou (Margalef, 1969) para complementar el análisis de la diversidad de las presas, se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{MH'}$$

Donde ***E*** = es el índice de equitatividad; ***H'*** = índice de Shannon-Wiener y ***MH'*** = es la diversidad máxima posible (\log_2 del número de especies).

Se calculó la amplitud del nicho trófico utilizando el índice de Levin (Krebs, 1989) de acuerdo a Labropoulou y Eleftheriou (1997):

$$Bi = \frac{1}{n-1} \left\{ \left(\frac{1}{\sum_j P_{ij}^2} \right) - 1 \right\}$$

Donde **Bi** = Índice de Levin para el depredador *i*, **Pij** = proporción de la dieta del depredador *i* sobre la presa *j*, y **n** = número de categorías de presas. Los valores de este índice están comprendidos de cero (0) a uno (1). Valores de **Bi** cercanos a cero indican que utiliza un número bajo de recursos y presenta una preferencia por ciertas presas; por lo tanto sería un depredador especialista; cuando los valores son cercanos a uno, su espectro es generalista, es decir, utiliza todos los recursos sin ninguna selección (Labropoulou y Eleftheriou, 1997).

Se realizaron análisis de traslapamiento trófico, con el fin de comparar probables diferencias en el tipo de alimento por meses (variación temporal), por intervalos de longitud (talla), sexo y entre especies. Se utilizó el índice de Morisita-Horn (Horn 1966; Smith y Zaret 1982):

$$CI = 2 \frac{\sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{yi})}{\left(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2 \right)}$$

Donde **CI** = Índice de Morisita-Horn entre mes, sexo o talla *x*, y entre mes, sexo o talla *y*, **Pxi** = proporción de presa *i* del total de presas usados por el

sexo o talla x ; P_{yi} = proporción de presa i del total de presas usados por el sexo o talla del depredador y , n = número total de presas. Este índice varia entre cero (0) y uno (1) y se considera como un traslapo biológicamente significativo cuando el valor excede a 0,60 (Langton, 1982).

3. RESULTADOS

3.1 *Sphyrna Lewini*.

Se colectaron un total de 91 muestras de contenido estomacal: 44 machos y 47 hembras. 82 especímenes (90,1%) presentaron alimento fresco o restos parcialmente digerido en sus estómagos, nueve individuos (9,9%) no presentaron alimento en su estómago. De acuerdo al índice de Hoffman (1978), el número de estómagos fue suficiente para caracterizar el espectro trófico de la especie ([Figura 5](#)).

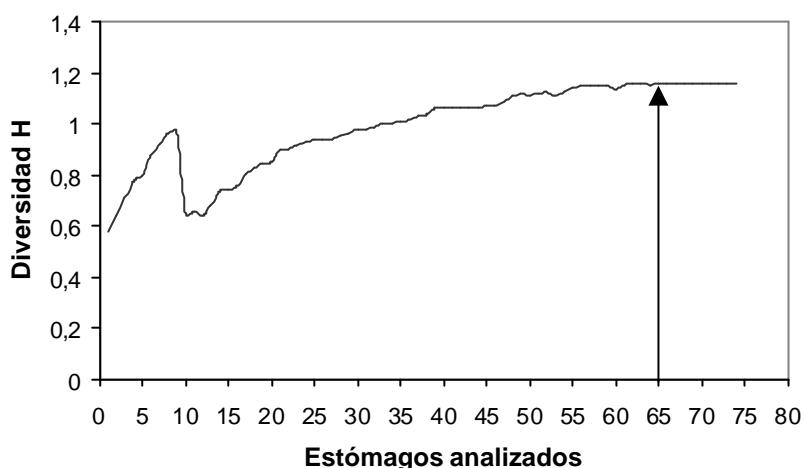


Figura 5 Índice de Hoffman de la acumulación sucesiva de presas y la diversidad de componentes alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

Se identificaron un total de 39 componentes alimentarios en la dieta de *Sphyrna lewini*: 12 cefalópodos (*Abraliopsis affinis*, *Ancistrocheirus lesueurii*, *Octopodoteuthis sicula*, *Histioteuthis* spp., *Mastigoteuthis dentata*, *Lollingucula (Loliolopsis) diomedea*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Thysanoteuthis rhombus*, *Pholidoteuthis boschmai*, *Gonatus* spp., y pulpos pelágicos del orden Octópoda), cinco crustáceos (*Solenocera agassizi*, *Heterocarpus vicarius*, *Munida* spp., un morfotipo de la familia

Penaeidae y uno de Xanthidae), 19 peces (*Ophichthus sp. 1*, *Ophichthus sp. 2*, *Myrophis vafer*, *Pseudomyrophis spp.*, *Merluccius gayi*, *Brotula clarkae*, *Synodus spp.*, *Oxyporhamphus micropterus micropterus*, *Cheilopogon atrisignis*, *Coryphaena spp.*, *Larimus argenteus*, *Gempylus serpens*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard*, un individuo correspondiente a la subfamilia Serraninae y morfotipos de las familias: Ophichthidae, Hemiramphidae, Scorpaenidae y Lutjanidae), restos de cefalópodos, restos de crustáceos y restos de peces; estos tres últimos componentes junto con *Brotula clarkae* y Octopoda no se consideraron para obtener los valores porcentuales del IIR ni del IIG, ya que no pudieron ser cuantificados ([Tabla 2](#)).

De acuerdo al método numérico, se registraron un total de 412 organismos, de los cuales los cefalópodos representan el 63,35%, crustáceos el 4,86% y peces el 31,80%. Las presas con mayor importancia son los cefalópodos *L. diomedea* (21,84%), *D. gigas* (10,92%) y *M. dentata* (10,9%). Aplicando el método gravimétrico, los componentes más importantes fueron los cefalópodos de la especie *D. gigas*, los cuales aportaron el 42,75% (24420,08 g); *S. oualaniensis*, 23,09% (13728,94 g); y *A. lesueurii*, 11,43% (6796,89 g). El peso total de las 412 presas registradas fue de 59452,86 g ([Figura 6](#)) ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Composición del espectro trófico general del tiburón martillo *Sphyrna lewini* expresado en valores absolutos y porcentuales de los método numérico (N) y gravímetro (P), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR), e índice de importancia geométrica (IIG). El asterisco (*) indica los componentes no cuantificables.

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
<i>Mollusca</i>										
<i>Cephalopoda</i>										
<i>Teuthoidea</i>										
<i>Enoploteuthidae</i>										
<i>Abraliopsis affinis</i>	3	0,73	9,05	0,02	1	1,22	0,91	0,04	1,13	0,50

Tabla 2 (continuación)

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Ancistrocheiridae										
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	26	6,31	6796,89	11,43	13	15,85	281,29	10,88	19,40	8,62
Octopoteuthidae										
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	11	2,67	944,82	1,59	5	6,10	25,97	1,00	5,98	2,66
Histiotheuthidae										
<i>Histioteuthis spp.</i>	11	2,67	1591,84	2,68	7	8,54	45,65	1,77	8,02	3,56
Mastigoteuthidae										
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	42	10,19	252,18	0,42	22	26,83	284,88	11,02	21,62	9,61
Loliginidae										
<i>Lollingunculla (Loliolopsis) diomedea</i>	90	21,84	2460,52	4,14	8	9,76	253,50	9,80	20,63	9,17
<i>Ommastrephidae</i>										
<i>Dosidicus gigas</i>	45	10,92	25420,08	42,76	17	20,73	1112,86	43,04	42,96	19,10
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	7	1,70	13728,95	23,09	5	6,10	151,17	5,85	17,83	7,93
Thysanoteuthidae										
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0,24	35,13	0,06	1	1,22	0,37	0,01	0,88	0,39
Pholidoteuthidae										
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	2	0,49	457,91	0,77	2	2,44	3,06	0,12	2,13	0,95
Gonatidae										
<i>Gonatus spp.</i>	1	0,24	25,69	0,04	1	1,22	0,35	0,01	0,87	0,39
Resto de calamar	*	*	217,27	0,37	11	13,41	*	*	*	*
Octopoda	22	5,34	*	*	12	14,63	*	*	*	*
Total	261	63,35	51940,33	87,36			2160,00	83,54	141,46	62,88
Arthropoda										
Crustacea										
Malacostraca										
Decapoda										
Solenoceridae										
<i>Solenocera agassizi</i>	5	1,21	39,22	0,07	3	3,66	4,68	0,18	2,85	1,27
Penaeidae	3	0,73	5,46	0,01	1	1,22	0,90	0,03	1,13	0,50
Pandalidae										
<i>Heterocarpus vicarius</i>	6	1,46	47,74	0,08	5	6,10	9,37	0,36	4,41	1,96
Anomura										
Galatheidae										
<i>Munida sp.</i>	5	1,21	50,51	0,08	2	2,44	3,17	0,12	2,16	0,96
Brachyura										
Xanthidae	1	0,24	6,69	0,01	1	1,22	0,31	0,01	0,85	0,38
Resto de crustáceos	*	*	108,64	0,18	16	19,51	*	*	*	*
Total	20	4,86	258,26	0,44			18,43	0,71	11,40	5,06

Tabla 2 (continuación)

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Anguilliformes										
Ophichthidae	9	2,18	311,87	0,52	6	7,32	19,82	0,77	5,79	2,57
<i>Ophichthus sp. 1</i>	3	0,73	246,43	0,41	3	3,66	4,18	0,16	2,77	1,23
<i>Ophichthus sp. 2</i>	1	0,24	418,00	0,70	1	1,22	1,15	0,04	1,25	0,56
<i>Myrophis vafer</i>	8	1,94	456,91	0,77	3	3,66	9,92	0,38	3,68	1,63
<i>Pseudomyrophis sp</i>	1	0,24	18,52	0,03	1	1,22	0,33	0,01	0,86	0,38
Gadiformes										
Merlucciidae										
<i>Merluccius gayi</i>	25	6,07	259,00	0,44	17	20,73	134,83	5,21	15,72	6,99
Ophidiiformes										
Ophidiidae										
<i>Brotula clarkae</i>	20	4,85	*	*	17	20,73	*	*	*	*
Aulopiformes										
Synodontidae										
<i>Synodus spp.</i>	3	0,73	156,35	0,26	2	2,44	2,42	0,09	1,98	0,88
Beloniformes										
Hemiramphidae										
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	1	0,24	33,60	0,06	1	1,22	0,36	0,01	0,88	0,39
<i>Micropterus</i>	1	0,24	36,00	0,06	1	1,22	0,37	0,01	0,88	0,39
Exocoetidae										
<i>Cheilopogon atrisignis</i>	1	0,24	24,90	0,04	1	1,22	0,35	0,01	0,87	0,39
Scorpaeniformes										
Scorpaenidae										
	12	2,91	229,34	0,39	10	12,20	40,22	1,56	8,95	3,98
Perciformes										
Serranidae										
Serraninae										
	1	0,24	262,70	0,44	1	1,22	0,83	0,03	1,10	0,49
Coryphaenidae										
<i>Coryphaena spp.</i>	1	0,24	31,62	0,05	1	1,22	0,36	0,01	0,87	0,39
Lutjanidae										
	4	0,97	137,48	0,23	2	2,44	2,93	0,11	2,10	0,93
Scianidae										
<i>Larimus argenteus</i>	32	7,77	339,48	0,57	17	20,73	172,86	6,69	16,78	7,46
Gempylidae										
<i>Gempylus serpens</i>	1	0,24	305,70	0,51	1	1,22	0,92	0,04	1,14	0,51
Scombridae										
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1	0,24	910,00	1,53	1	1,22	2,16	0,08	1,73	0,77
<i>Auxis thazard</i>	6	1,46	418,74	0,70	5	6,10	13,17	0,51	4,77	2,12
Resto de peces	*	*	2657,64	4,47	50	60,98	*	*	*	*
Total	131	31,80	7254,28	12,20			407,21	15,75	72,12	32,06

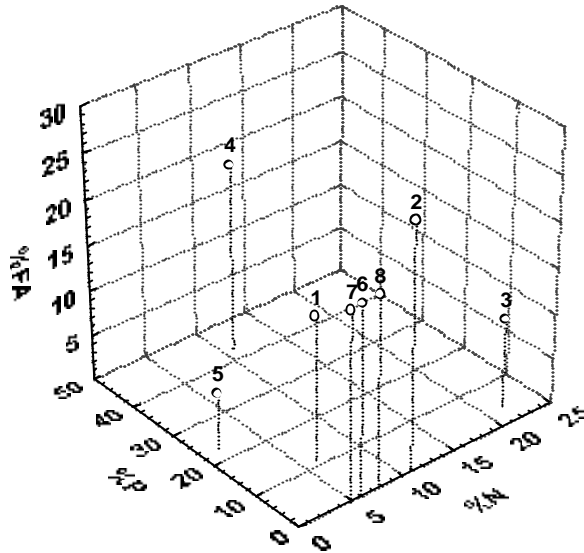


Figura 6. Presas más importantes en la dieta de *S. lewini* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *M. dentata*; 3 - *L. diomedea*; 4 - *D. gigas*; 5 - *S. oualaniensis*; 6 - *M. gayi*; 7 - *B. clarkae*; 8 - *L. argenteus*.

Las especies más frecuentes en los 82 estómagos con alimento fueron: los calamares *M. dentata* (26,82%), que se registró en 22 estómagos y *D. gigas* (20,73%) en 17 estómagos; seguido de los peces *L. argenteus*, *M. gayi* y *B. clarkae* (20,73%) en 17 estómagos cada uno ([Figura 6](#)) ([Tabla 2](#)). De acuerdo al índice de importancia relativa (%IIR), solo cinco especies presas representan más del 80% de la dieta: *D. gigas* (43,03%), *M. dentata* (11,88%), *A. lesueurii* (11,02%), *L. diomedea* (9,8%), y *L. argenteus* (6,69%), siendo estos los componentes más importantes del espectro trófico general de *Sphyrna lewini* ([Figura 7](#)). Asimismo, conforme al índice de importancia geométrica (%IIG), se encontró también que *D. gigas* (19,09%), *M. dentata* (9,61%), *L. diomedea* (9,17%), y *A. lesueurii* (8,62%), son las especies presa más importantes, destacándose únicamente *D. gigas* como una presa preferencial dentro de la dieta del tiburón martillo ([Figura 8](#)). El

valor del índice de Levin (B_i) para la cornuda común es 0,28, el de diversidad (Shannon-Wiener) 1,22 y el de equitatividad (Pielou) 0,78, por lo que se considera un depredador especialista.

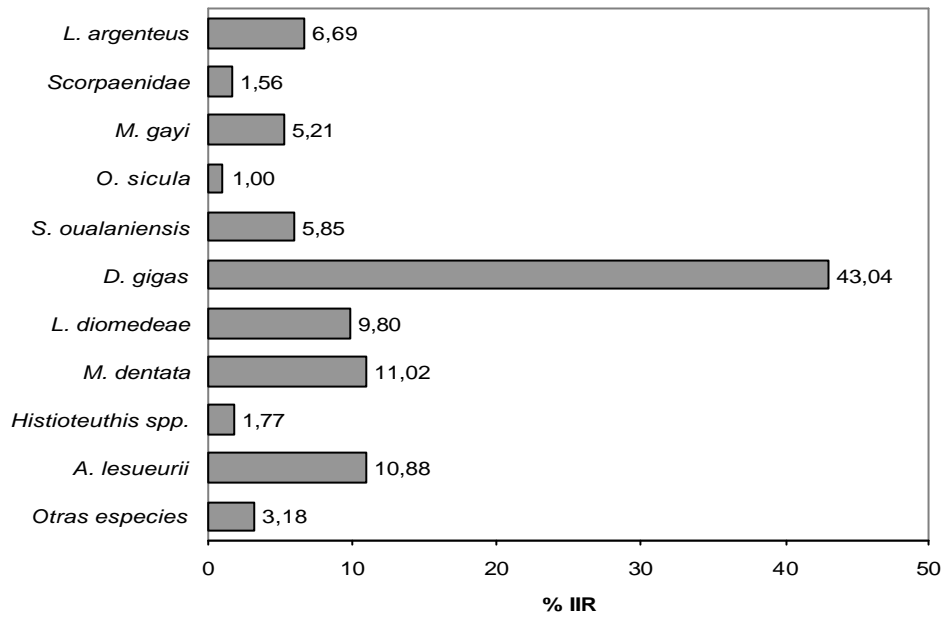


Figura 7. %IIR de las presas más importantes del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatoriano.

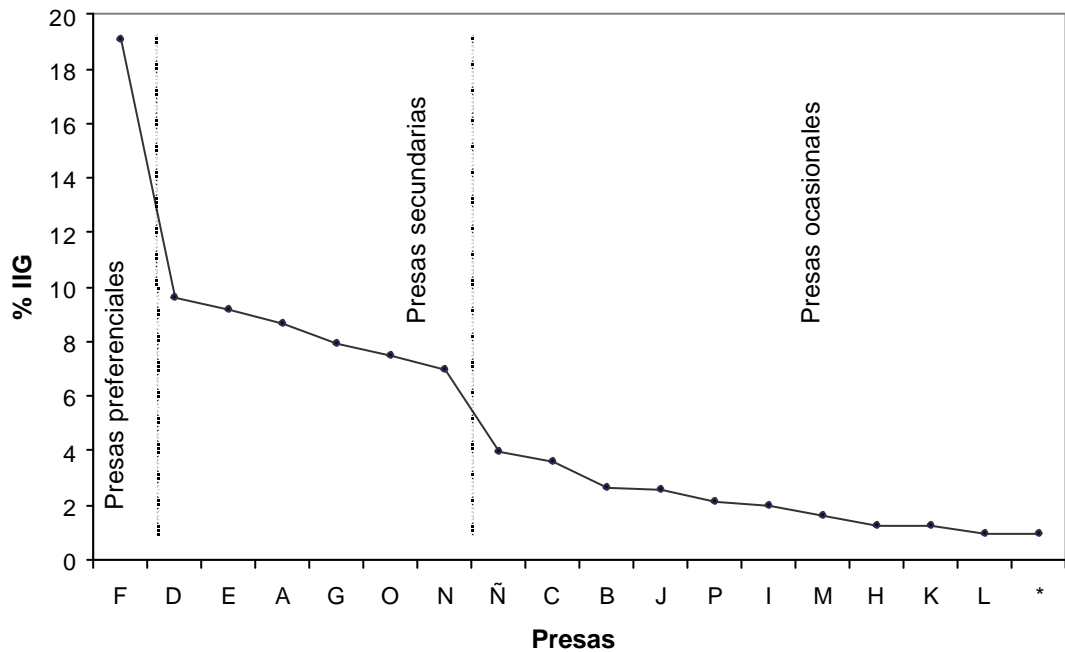


Figura 8. IIG (%) de algunas de las presas consumidas por el tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatoriano. A - *A. lesueurii*; B - *O. sicula*; C - *Histioteuthis spp.*; D - *M. dentata*; E - *L. diomedea*; F - *D. gigas*; G - *S. oualaniensis*; H - *S. agassizi*; I - *H. vicarius*; J - Ophichthidae; K - *Ophichthus sp. 1*; L - *Munida sp.*; M - *M. vafer*; N - *M. gayi*; Ñ - Scorpaenidae; O - *L. Argenteus*; P - *A. thazard*; * - otras especies.

3.1.1 Análisis Trófico Por Sexo.

De las 47 hembras analizadas, 44 estómagos contenían alimento (93,61%). La alimentación estuvo conformada por un total de 36 componentes alimenticios. Los más importantes según el método numérico son: *L. diomedea* (34,41%), *M. dentata* (11,34%) y *A. lesueurii* (6,88%), de acuerdo al método gravimétrico los más representativos son: *D. gigas* aportando el 36,93% (14588,6 g), *S. oualaniensis* el 31,46% (12425,68 g) y *A. lesueurii* el 10,22% (4037,59 g). Conforme al porcentaje de frecuencia de aparición, las especies que más se destacan son *M. dentata* (25%) presente en 11 estómagos, *B. clarkae* (20,45%) en 9 estómagos y *A. lesueurii* al igual que *D. gigas* (15,91%) en 7 estómagos ([Figura 9](#)).

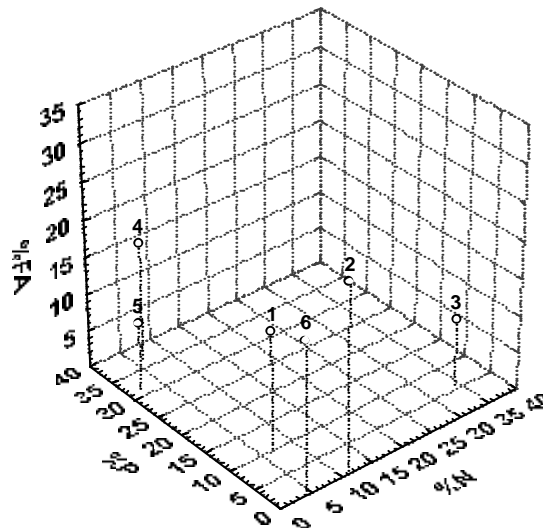


Figura 9 Presas más importantes en la dieta de hembras de *S. lewini* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *M. dentata*; 3 - *L. diomedea*; 4 - *D. gigas*; 5 - *S. oualaniensis*; 6 - *B. clarkae*.

Tanto el índice de importancia relativa (Figura 10) como el índice de importancia geométrica, registran como especies presa más importantes a: *D. gigas* (29,54 %IIR - 14,1 %IIG), *L. diomedea* (15,68 %IIR - 11,74 %IIG) y *S. oualaniensis* (13,02 %IIR - 10,12 %IIG) (ANEXO H).

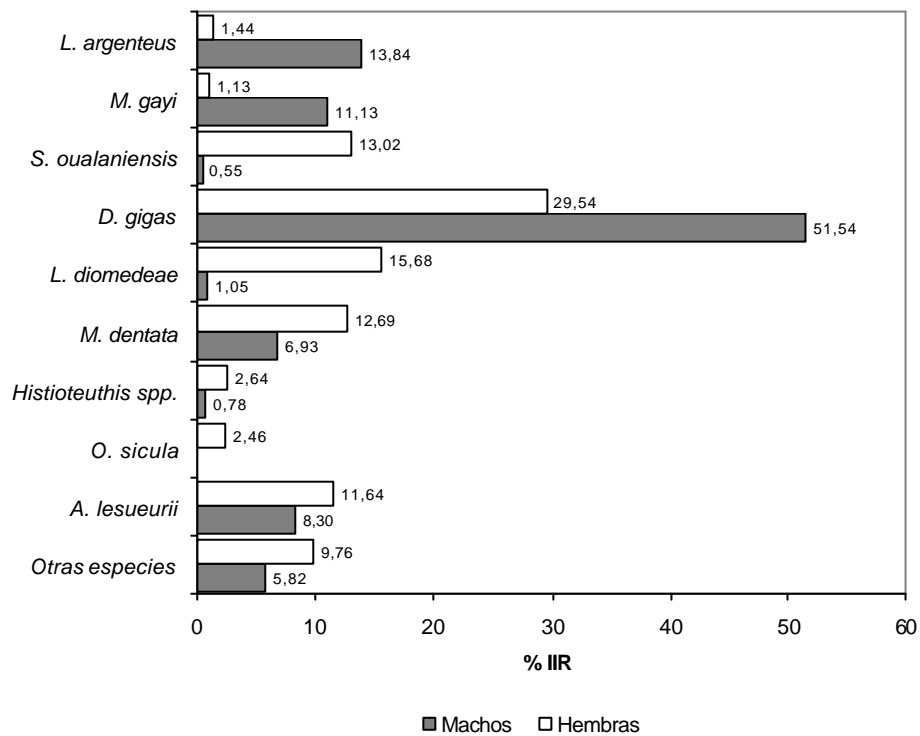


Figura 10. %IIR de las presas más importantes de los machos y hembras del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatoriano.

En 38 estómagos (86,36%), de las 44 muestras colectadas para machos poseían alimento. En relación con las hembras, se nota una disminución en el número de los componentes alimenticios con un total de 24 ítem. El método numérico presenta como los más importantes al calamar *D. gigas*

(17,58%) y a los peces *L. argenteus* (15,76%) y *M. gayi* (12,12%): según el método gravimétrico el más importante es *D. gigas* (53,58%) seguido por los calamares *A. lesueurii* (13,65) y *S. oualaniensis* (6,45). Las especies más frecuentes son *M. gayi* con 31,58%, *L. argenteus* y *M. dentata*, ambas con 28,95%, seguidas de *D. gigas* y pulpos pelágicos (octópodos) con 26,32% (Figura 11). Según el IIR (Figura 5) e IIG las especies presas más significativas son *D. gigas* (51,54 %IIR – 26,20 %IIG), *L. argenteus* (13,83 %IIR – 12,45 %IIG) y *M. gayi* (11,13 %IIR – 11,93 %IIG) (ANEXO H).

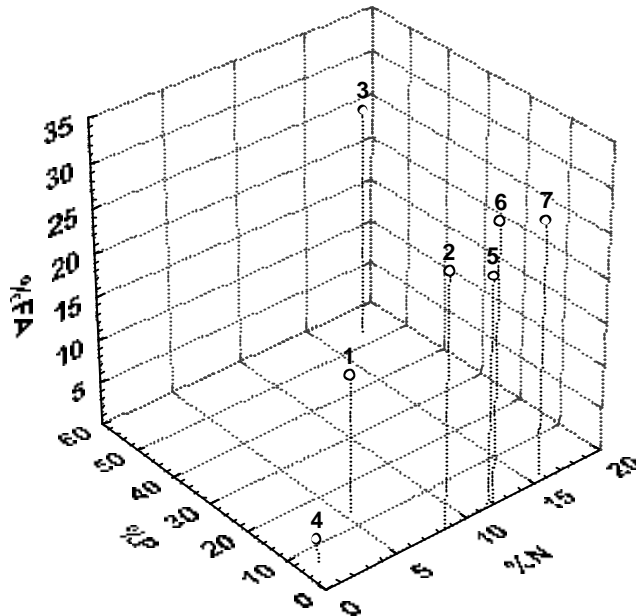


Figura 11. Presas más importantes en la dieta de hembras de *S. lewini* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *M. dentata*; 3 - *D. gigas*; 4 - *S. oualaniensis*; 5 - Octopoda; 6 - *M. gayi*; 7 - *L. argenteus*.

El valor del índice de Levin para las hembras es de 0,18 y para los machos 0,43. Se presentan valores bajos de diversidad y equitatividad para los dos sexos (hembras; $H' = 1,13$, $E = 0,74$ y machos $H' = 1,09$, $E = 0,83$). De acuerdo

con el índice de Morisita–Horn (*CI*) entre machos y hembras (0,38) no existe un traslape trófico significativo (valores > 0,6).

3.1.2 Análisis Trófico Por Tallas.

Los individuos muestreados presentaron tallas entre 1,22 y 2,84 m de longitud total (LT) y se agruparon en ocho intervalos con amplitud de 20 cm LT. De acuerdo al índice de importancia relativa la dieta de los individuos agrupados en el primer intervalo (1,22 a 1,41 m) se constituyó principalmente por el calamar *L. diomedea* (91,26 %). A partir de 1,42 hasta 1,81 m el componente alimentario más representativo es *D. gigas*. Desde 1,82 a 2,21 m se incrementa significativamente el consumo de *A. lesueurii* y moderadamente el de *O. sicula*. Para los individuos de los intervalos comprendidos entre 2,22 a 2,41 y 2,42 a 2,61 m una presa constituye el 100% de la dieta (*H. vicarius* y Ophichthidae respectivamente), en estos intervalos son pocos los estómagos analizados ($n = 3$). En los organismos de tallas mayores (> 2,61 m) *D. gigas* y *M. dentata* representan los mayores porcentajes de importancia ([Figura 12, ANEXO I](#)).

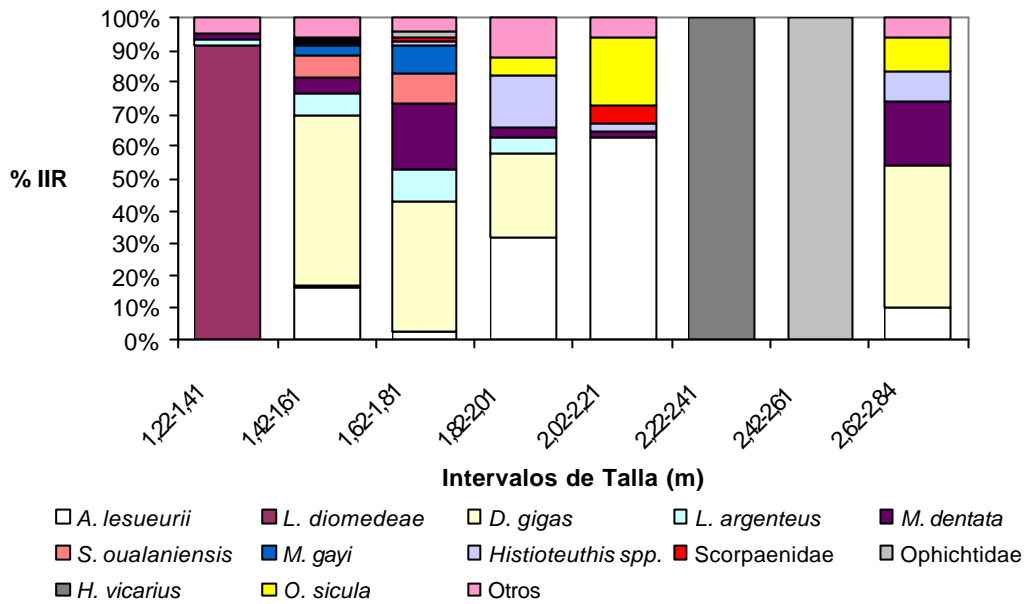


Figura 12. Composición del espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* por intervalos de tallas de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003. Los individuos se agruparon en de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y tallas mayores (2,02 a 2,84 m). En el primer grupo el componente de la dieta más significativo es *D. gigas*; en el segundo aumenta la importancia de los calamares *A. lesueurii* y *O. sicula*, disminuyendo la de *D. gigas*. Se observa que el primer grupo posee de forma exclusiva ítem alimentarios como *L. diomedea*, *L. argenteus* y *S. oualaniensis*

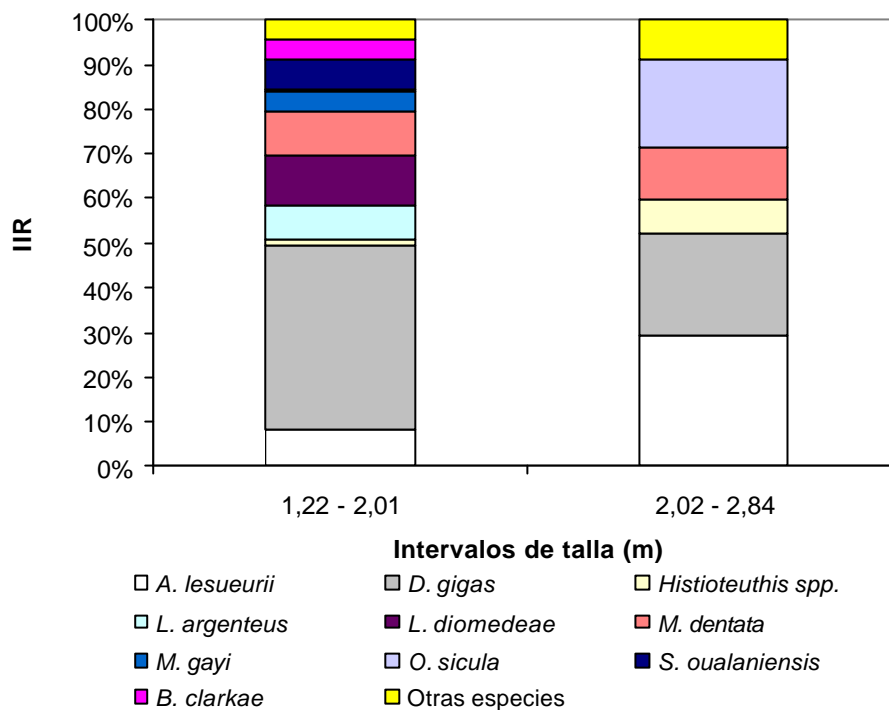


Figura 13. Composición del espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* por grupos de intervalos de tallas de longitud total, individuos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y mayores (2,02 a 2,84 m), del Pacífico ecuatoriano durante 2003.

En los intervalos de talla los valores de *Bi* se encuentran entre 0,00 y 0,83 y los de diversidad entre 0,20 y 1,11 (Tabla 3). Se presentan valores altos en las longitudes 1,82 a 2,41 m y en el último intervalo (2,62 – 2,84 m) en los cuales son pocos los estómagos analizados. En el séptimo intervalo *Bi* es igual a cero teniendo un solo estómago con una sola presa registrada (Figura 14). Al agrupar los tiburones en individuos de tallas menores (1,22-2,01 m) y mayores (2,02-2,84 m) se observa que los primeros tienden a ser especialistas (0,26) y los segundos generalistas (0,68), el número de estómagos analizados en las tallas mayores es bajo en relación con los examinados en las tallas menores (Figura 15).

Tabla 3. Valores del índice de Levin (B_i), diversidad (Shannon-Wiener, H') y equitatividad (Pielou, E) entre los intervalos de talla y los grupos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y tallas mayores (2,02 a 2,84 m).

Intervalos de Talla (m)	B_i	H'	E
1,22-1,41	0,05	0,39	0,38
1,42-1,61	0,45	1,20	0,87
1,62-1,81	0,47	1,11	0,86
1,82-2,01	0,79	1,08	0,95
2,02-2,21	0,78	0,85	0,94
2,22-2,41	0,83	0,45	0,95
2,42-2,61	0,00	*	*
2,62-2,84	0,67	0,71	0,90
Tallas menores	0,26	1,02	0,92
Tallas mayores	0,68	1,19	0,78

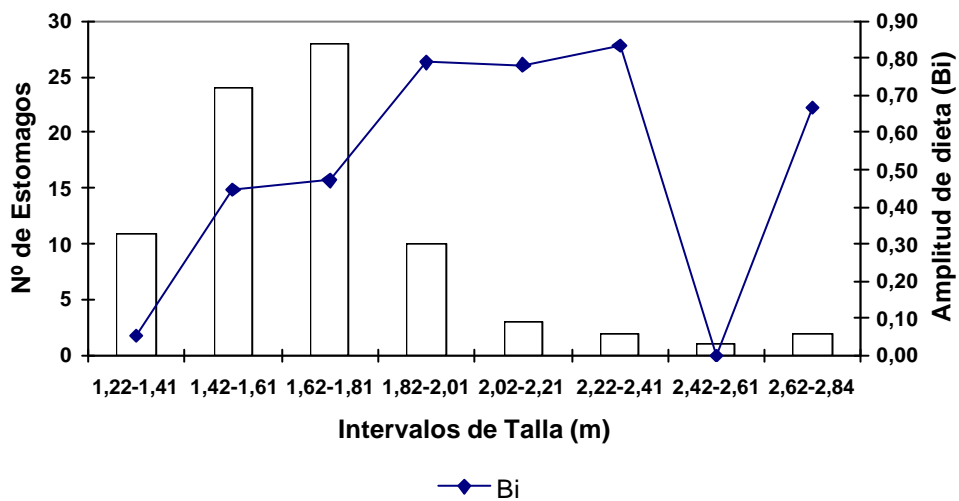


Figura 14. Relación entre los intervalos de talla y la amplitud de dieta (B_i) del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

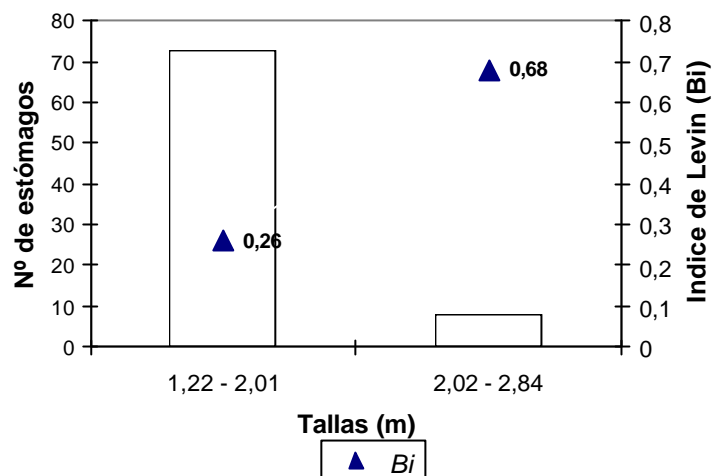


Figura 15. Relación entre la amplitud de dieta (Bi) y grupos de intervalos de tallas de longitud total del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, individuos de tallas menores (1,22 a 2,01 m) y mayores (2,02 a 2,84 m), del Pacífico ecuatoriano durante el 2003.

Entre las 28 combinaciones resultantes de los intervalos de tallas solo en cuatro se pueden considerar que existe un traslape en las dietas (L2-L3, L2-L4, L3-L4 y L4-L5) (Tabla 4). Al comparar la alimentación de los grupos de tallas menores y mayores, se considera que no poseen dietas similares ($CI = 0.42$).

Tabla 4. Traslape de las dietas de ocho intervalos de talla (m) del tiburón martillo *Sphyrna lewini* desembarcados en la playa de Tarqui, Manta, Ecuador.

Intervalo	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8
de Tallas	(1,22-1,41)	(1,42-1,61)	(1,62-1,81)	(1,82-2,01)	(2,02-2,21)	(2,22-2,41)	(2,42-2,61)	(2,62-2,84)
L2	0,06	1,00						
L3	0,10	0,81	1,00					
L4	0,02	0,65	0,64	1,00				
L5	0,01	0,36	0,34	0,63	1,00			
L6	0,02	0,18	0,31	0,16	0,21	1,00		
L7	<0,01	0,03	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	1,00	
L8	0,04	0,42	0,54	0,40	0,42	0,06	<0,01	1,00

3.1.3 Análisis Trófico Mensual.

Con respecto a la variación mensual en la dieta de *S. lewini*, en julio se analizaron 19 estómagos con alimento ($n = 19$). Conforme al índice de

importancia relativa la dieta consistió básicamente de cefalópodos (*D. gigas* y *L. diomedae*) y en menor proporción de peces (*L. argenteus* y *M. gayi*). En agosto ($n = 13$) el alimento predominante fueron los cefalópodos de las especies *D. gigas*, *M. dentata* y *A. lesueurii*. En septiembre ($n = 13$) se destacan los calamares del género *Histioteuthis* y los peces de la familia Ophichthidae. Octubre ($n = 18$) se caracteriza por la importancia de *A. lesueurii*, *L. argenteus* y *M. dentata*. En noviembre ($n = 5$) cerca del 97% de la dieta se conformó por cefalópodos, básicamente calamares de la familia Ommastrephidae (*D. gigas* y *S. oualaniensis*). Diciembre ($n = 14$) esta constituido en su mayoría por *Histioteuthis spp.*, *M. dentata* y peces de la familia Ophichthidae. En general se evidencia una variación en la composición del espectro trófico a lo largo de los meses (Figura 16, ANEXO J).

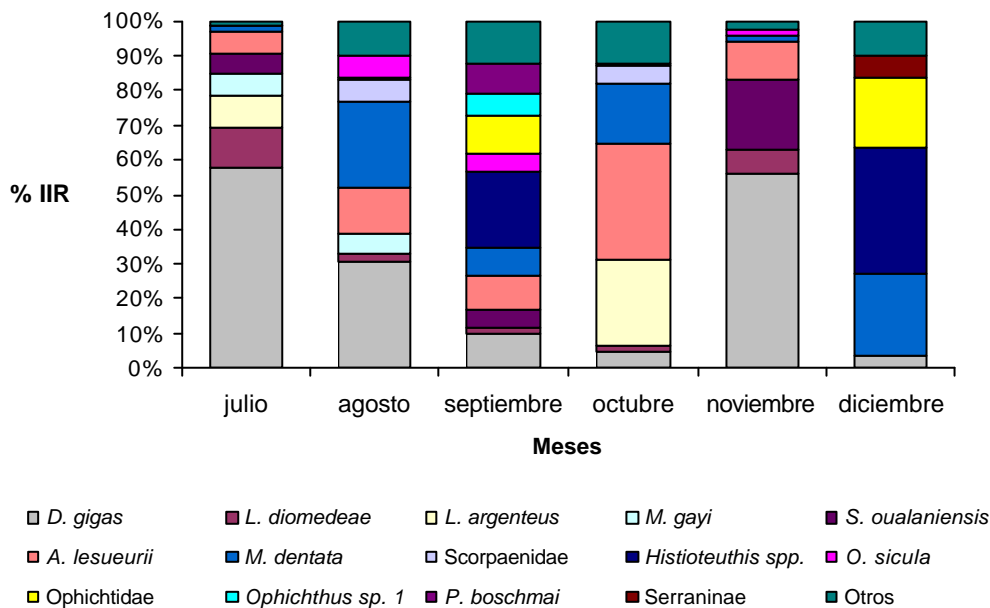


Figura 16. Composición del espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna lewini* por mes de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.

Durante los meses muestreados los valores de diversidad oscilan entre 0,82 y 1,19, los de equitatividad entre 0,66 y 0,95. El índice de Levin (B_i) varía

entre 0,18 y 0,75 (Tabla 5), se observa una tendencia a ser un depredador generalista durante los meses de septiembre (0,75) y octubre (0,64) (Figura 17).

Tabla 5. Valores del índice de Levin (B_i), diversidad (Shannon-Wiener, H') y equitatividad (Pielou, E) durante los meses de muestreo.

Meses	B_i	H'	E
julio	0,18	0,82	0,66
agosto	0,58	1,13	0,90
septiembre	0,75	1,19	0,95
octubre	0,64	1,08	0,92
noviembre	0,50	0,89	0,86
diciembre	0,52	0,95	0,86

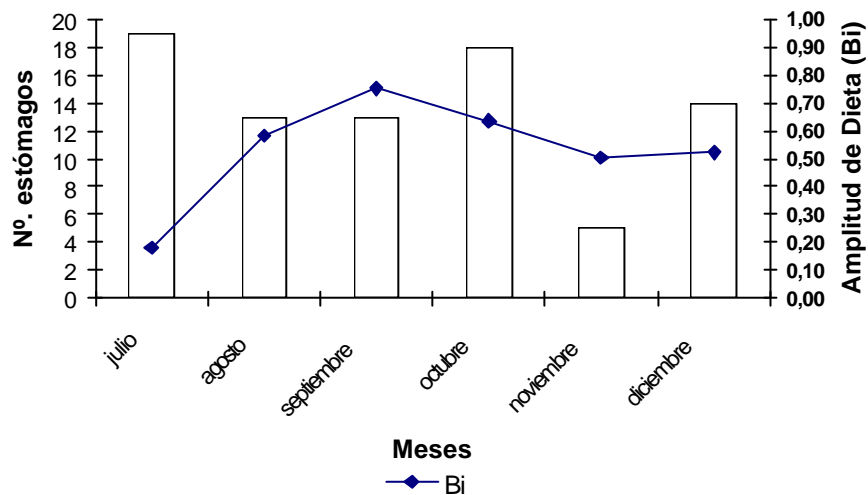


Figura 17. Relación entre meses y amplitud de dieta (B_i) del tiburón martillo *Sphyrna lewini*.

De acuerdo con el índice de traslapamiento trófico de Morisita–Horn (CI) entre las 15 combinaciones posibles de los meses de muestreo se presentaron traslapos significativos en tres de ellas (julio-noviembre, agosto-octubre y agosto-noviembre) (Tabla 6).

Tabla 6. Traslapo de las dietas del tiburón martillo *Sphyrna lewini* durante los seis meses de muestreo.

Meses	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
agosto	0,35	-			
septiembre	0,26	0,60	-		
octubre	0,29	0,66	0,44	-	
noviembre	0,70	0,64	0,37	0,32	-
diciembre	0,09	0,45	0,50	0,57	0,14

3.2 *Sphyrna Zygaena*.

Se muestrearon 156 individuos: 72 machos y 84 hembras, de los cuales 143 (92,31%) presentaron alimento fresco o restos parcialmente digerido en sus estómagos, 13 individuos (7,69%) no presentaron alimento en su estómago. Conforme al índice de Hoffman (1978), el número de estómagos analizados fue suficiente para caracterizar el espectro trófico de la especie (Figura 18).

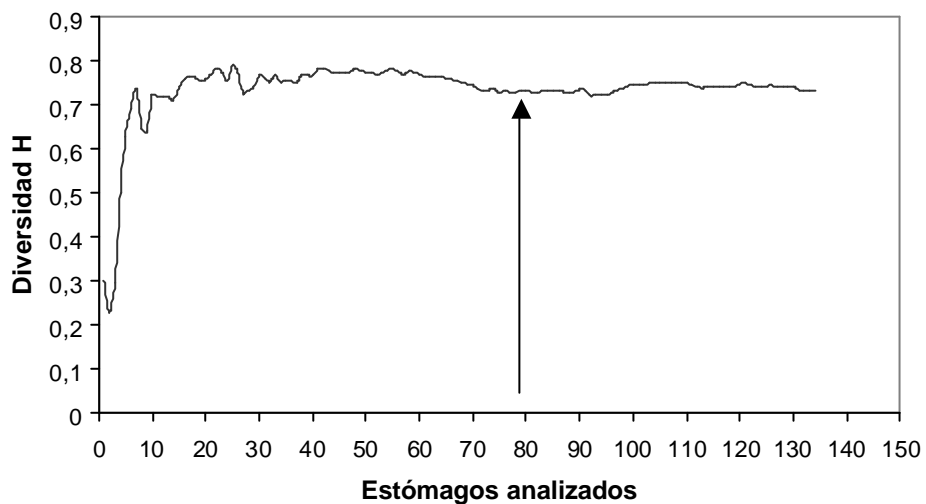


Figura 18. Índice de Hoffman de la acumulación sucesiva de presas y la diversidad de componentes alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*.

Se identificaron un total de 41 componentes alimentarios en la dieta de *Sphyrna zygaena*: 15 cefalópodos (*Ancistrocheirus lesueurii*, *Octopodoteuthis*

sicula, *Histioteuthis* spp., *Mastigoteuthis dentata*, *Lollingunculla* (*Loliolopsis*) *diomedeeae*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis*, *Thysanoteuthis rhombus*, *Onychoteuthis banksii*, *Pholidoteuthis boschmai*, *Gonatus* spp., calamares no identificados, pulpos pelágicos del orden Octópoda, *Argonauta* spp. y *Vitreledonella richardi*), 23 peces (*Synodus* spp., *Oxyporhamphus micropterus micropterus*, *Cheilopogon atrisignis*, *Cheilopogon spilonopterus*, *Exocoetus monocirrus*, *Exocoetus* morfotipo 1, *Fistularia* spp., *Coryphaena hippurus*, *Coryphaena* spp., *Larimus argenteus*, *Gempylus serpens*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard*, *Sarda sarda*, *Thunnus albacares*, *Thunnus* spp., *Canthidermis maculatus* y algunos organismos de las familias Ophichthidae, Hemiramphidae, Exocoetidae, Carangidae, Scombridae y un pez no identificado), restos de cefalópodos, restos de crustáceos y restos de peces; estos tres últimos componentes junto a calamares no identificados, Octopoda, *Argonauta* spp. y *Vitreledonella richardi* no se consideraron para obtener los valores porcentuales del IIR ni del IIG, ya que no pudieron ser cuantificados ([Tabla 7](#)).

Tabla 7. Composición del espectro trófico global del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* expresado en valores absolutos y porcentuales de los método numérico (N) y gravímetro (P), frecuencia y aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR), e índice de importancia geométrica (IIG). El asterisco (*) indica los componentes no cuantificables.

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Mollusca										
Cephalopoda										
Teuthoidea										
Ancistrocheiridae										
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	195	9,76	51987,48	3,80	64	44,76	607,02	5,11	33,67	12,32
Octopoteuthidae										
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	47	2,35	7694,19	0,56	24	16,78	48,94	0,41	11,37	4,16
Histiotheuthidae										
<i>Histioteuthis</i> spp.	4	0,20	864,08	0,06	4	2,80	0,74	0,01	1,77	0,65
Mastigoteuthidae										
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	190	9,51	1794,65	0,13	34	23,78	229,33	1,93	19,30	7,06
Loliginidae										
<i>Lollingunculla</i> (<i>Loliolopsis</i>) <i>diomedeeae</i>	18	0,90	332,82	0,02	3	2,10	1,94	0,02	1,75	0,64
Ommastrephidae										

<i>Dosidicus gigas</i>	1050	52,58	1035257,02	75,64	112	78,32	10042,55	84,60	119,25	43,65
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	252	12,62	195959,42	14,32	42	29,37	791,16	6,66	32,51	11,90

Tabla 7 (continuación)

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Thysanoteuthidae										
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	80	4,01	27606,66	2,02	26	18,18	109,51	0,92	13,97	5,12
Onychoteuthidae										
<i>Onychoteuthis banksii</i>	2	0,10	44,75	<0,01	1	0,70	0,07	<0,01	0,46	0,17
Pholidoteuthidae										
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	7	0,35	2411,70	0,18	4	2,80	1,47	0,01	1,92	0,70
Gonatidae										
<i>Gonatus spp.</i>	3	0,15	82,18	0,01	3	2,10	0,33	<0,01	1,30	0,48
Calamares no identificados	16	0,80	*	*	10	6,99	*	*	*	*
Resto de calamar	*	*	11298,46	0,83	77	53,85	*	*	*	*
Octopoda	1	0,05	*	*	1	0,70	*	*	*	*
Argonautidae										
<i>Argonauta spp.</i>	3	0,15	*	*	3	2,10	*	*	*	*
Vitreledonellidae										
<i>Vitreledonella richardi</i>	19	0,95	*	*	11	7,69	*	*	*	*
TOTAL	1887	94,49	1335333,43	97,57			11833,07	99,68	237,27	86,85

Arthropoda

Crustacea

Resto de crustáceos	*	*	0,10	<0,01	1	0,70	*	*	*	*
TOTAL			0,10	<0,01						

Chordata

Actinopterygii

Anguilliformes

Ophichthidae	1	0,05	0,82	<0,01	1	0,70	0,04	<0,01	0,43	0,16
---------------------	---	------	------	-------	---	------	------	-------	------	------

Aulopiformes

Synodontidae

<i>Synodus spp.</i>	1	0,05	23,94	<0,01	1	0,70	0,04	<0,01	0,43	0,16
---------------------	---	------	-------	-------	---	------	------	-------	------	------

Beloniformes

Hemiramphidae

<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	11	0,55	309,93	0,02	9	6,29	3,61	0,03	3,96	1,45
----------------------------------	----	------	--------	------	---	------	------	------	------	------

micropterus

Exocoetidae

<i>Cheilopogon atrisignis</i>	3	0,15	37,75	<0,01	2	1,40	0,21	<0,01	0,90	0,33
-------------------------------	---	------	-------	-------	---	------	------	-------	------	------

<i>Cheilopogon spilonopterus</i>	3	0,15	74,49	0,01	3	2,10	0,33	<0,01	1,30	0,48
----------------------------------	---	------	-------	------	---	------	------	-------	------	------

<i>Cheilopogon spilonopterus</i>	2	0,10	51,76	<0,01	2	1,40	0,15	<0,01	0,87	0,32
----------------------------------	---	------	-------	-------	---	------	------	-------	------	------

<i>Exocoetus monocirrhus</i>	5	0,25	89,71	0,01	4	2,80	0,72	0,01	1,76	0,65
------------------------------	---	------	-------	------	---	------	------	------	------	------

<i>Exocoetidae morfotipo 1</i>	1	0,05	5,44	<0,01	1	0,70	0,04	<0,01	0,43	0,16
--------------------------------	---	------	------	-------	---	------	------	-------	------	------

Syngnathiformes

Fistulariidae

<i>Fistularia spp.</i>	2	0,10	154,98	0,01	1	0,70	0,08	<0,01	0,47	0,17
------------------------	---	------	--------	------	---	------	------	-------	------	------

Perciformes

Carangidae	2	0,10	436,10	0,03	2	1,40	0,18	<0,01	0,88	0,32
-------------------	---	------	--------	------	---	------	------	-------	------	------

Coryphaenidae

<i>Coryphaena hippurus</i>	2	0,10	1853,90	0,14	2	1,40	0,33	<0,01	0,94	0,35
<i>Coryphaena spp.</i>	3	0,15	299,17	0,02	3	2,10	0,36	<0,01	1,31	0,48

Tabla 7 (continuación)

PRESAS	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Scianidae										
<i>Larimus argenteus</i>	12	0,60	141,65	0,01	2	1,40	0,85	0,01	1,16	0,42
Gempylidae										
<i>Gempylus serpens</i>	3	0,15	58,36	<0,01	2	1,40	0,22	<0,01	0,90	0,33
Scombridae										
<i>Auxis thazard</i>	14	0,70	1864,53	0,14	11	7,69	6,44	0,05	4,92	1,80
<i>Katsuwonus pelamis</i>	12	0,60	8434,86	0,62	10	6,99	8,51	0,07	4,74	1,74
<i>Sarda sarda</i>	2	0,10	1214,50	0,09	1	0,70	0,13	<0,01	0,51	0,19
Thunnus albacares										
	20	1,00	11338,75	0,83	11	7,69	14,08	0,12	5,50	2,01
<i>Thunnus spp.</i>	3	0,15	943,90	0,07	2	1,40	0,31	<0,01	0,93	0,34
Tetraodontiformes										
Balistidae										
<i>Canthidermis maculatus</i>	4	0,20	511,06	0,04	4	2,80	0,66	0,01	1,75	0,64
Pez no identificado	1	0,05	35,39	<0,01	1	0,70	0,04	<0,01	0,43	0,16
Resto de peces	*	*	3371,26	0,25	45	31,47	*	*	*	*
TOTAL	110	5,51	33275,62	2,43			37,70	0,32	35,93	13,15

Se registraron según el método numérico, un total de 1997 organismos; los cefalópodos representan el 94,49%, y los peces el 5,51%: las presas que tienen más importancia son los cefalópodos *D. gigas* (52,58%) *S. oualaniensis* (12,62%) y *A. lesueurii* (9,76%). De acuerdo con el método gravimétrico, los componentes más importantes fueron los cefalópodos de la especie *D. gigas*, los cuales aportaron el 75,64% (1035257,02 g); *S. oualaniensis*, 14,32% (195959,42 g); y *A. lesueurii*, 3,8% (51987,48 g) ([Figura 19](#)).

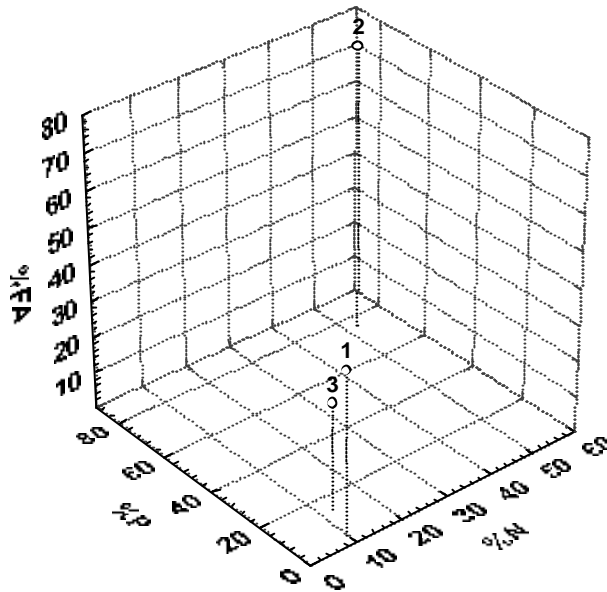


Figura 19. Presas más importantes en la dieta de *S. zygaena* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *D. gigas*; 3 - *S. oualaniensis*.

Las especies más frecuentes de los 143 estómagos con alimento fueron los calamares; *D. gigas* (78,32%), que se registraron en 112 estómagos, *A. lesueurii* (44,76%) en 64 estómagos y *S. oualaniensis* (29,37) en 42 estómagos (Figura 19) (Tabla 7). Aplicando el índice de importancia relativa (%IIR), el 96% de la dieta está representado por solo tres especies presa: *D. gigas* (84,6%), *S. oualaniensis* (6,66%) y *A. lesueurii* (5,11), siendo estos los componentes más importantes del espectro trófico general de *Sphyrna zygaena* (Figura 20). Acorde al índice de importancia geométrica (%IIG), estas mismas tres presas (*D. gigas*; 43,65%, *A. lesueurii*; 12,32 y *S. oualaniensis*; 11.9%) representaron cerca del 67% del total de la dieta,

destacándose únicamente *D. gigas* como una presa preferencial dentro en la alimentación del tiburón martillo (Figura 21). El valor del índice de Levin (B_i) para la cornuda cruz es 0,06, el de diversidad (Shannon-Wiener) 0,77 y el de equitatividad 0,49, por lo que es considerado un depredador especialista.

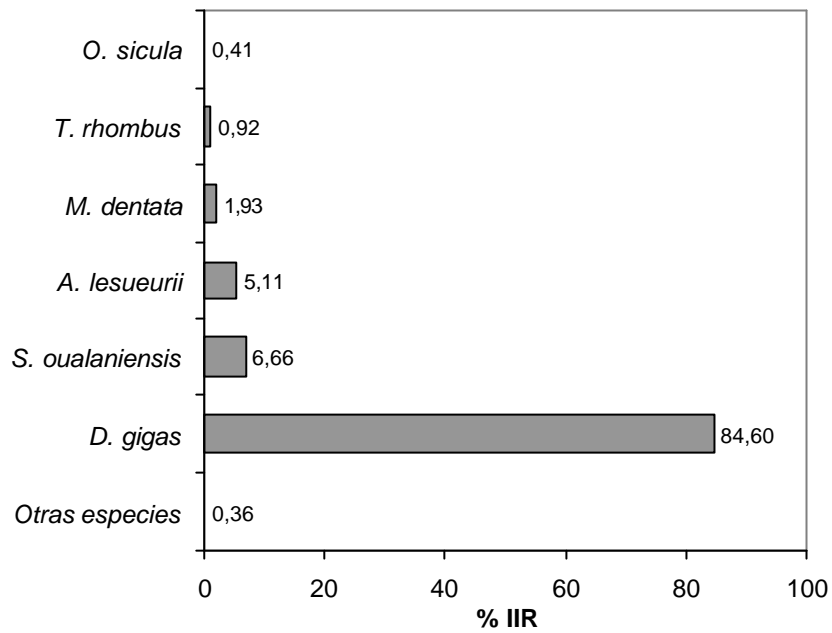


Figura 20. %IIR de las presas más importantes del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el Pacífico ecuatoriano.

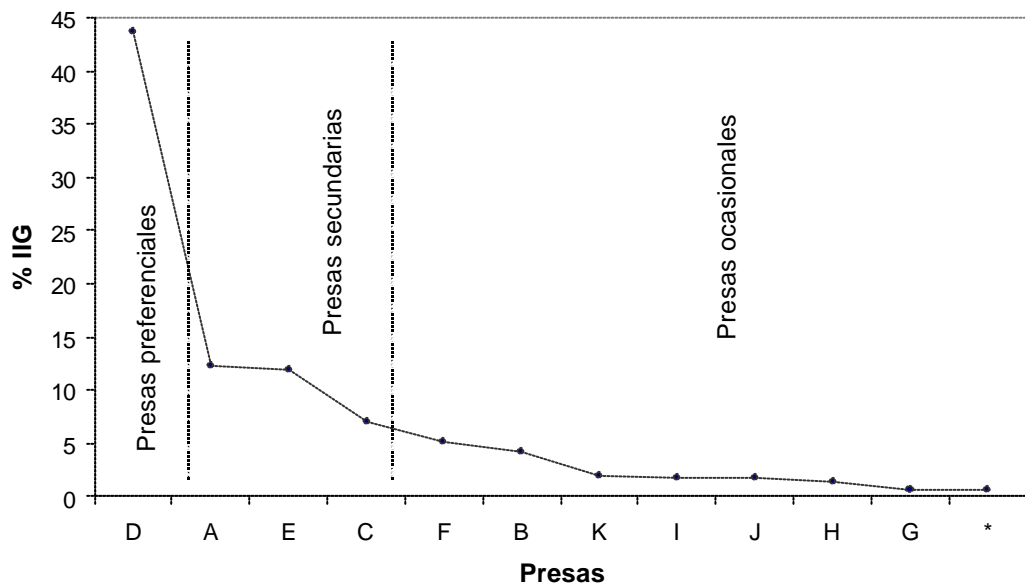
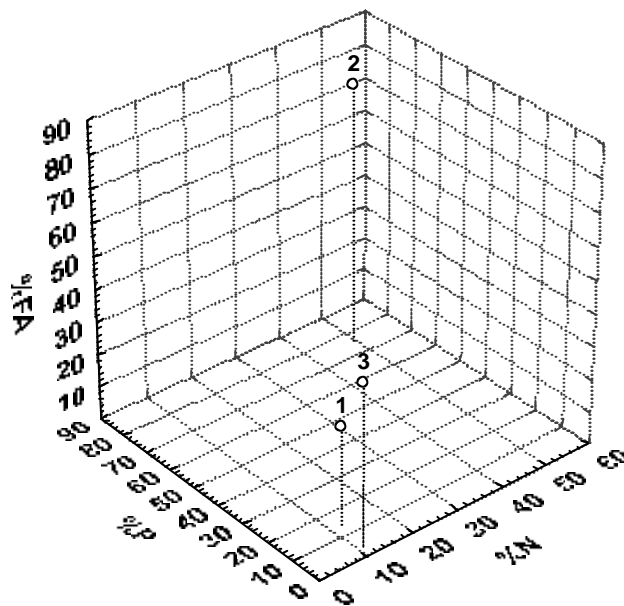


Figura 21. IIG (%) de algunas de las presas consumidas por el tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el Pacífico ecuatoriano. A - *A. lesueurii*; B - *O. sicula*; C - *M. dentata*; D - *D. gigas*; E - *S. oualaniensis*; F - *T. rhombus*; G - *P. boschmai*; H - *O. micropterus micropterus*; I - *A. thazard*; J - *K. pelamis*; K - *T. albacares*; * - otras especies.

3.2.1 Análisis trófico por sexo.

En las hembras, el 94,04% de los 84 estómagos colectados presentaron alimento, su dieta estuvo conformada por un total de 32 componentes. De acuerdo al método numérico las presas más importantes fueron *D. gigas* (49,41%), *A. lesueurii* (12,16%) y *S. oualaniensis* (11,29%). Aplicando el método gravimétrico se registran nuevamente como más importantes *D. gigas* (76,00%), *A. lesueurii* (13,74%) y *S. oualaniensis* (3,73%). De acuerdo al porcentaje de frecuencia de aparición las especies principales son *D. gigas* (79.74%), *S. oualaniensis* (49,36%), *A. lesueurii* (230.37%) ([Figura 22](#))



([ANEXO K](#)).

Figura 22. Presas más importantes en la dieta de hembras de *S. zygaena* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *D. gigas*; 3 - *S. oualaniensis*.

Para los 72 machos analizados, 64 estómagos contenían comida (88,8%) y su alimentación estuvo conformada por un total de 35 ítem. De acuerdo al método numérico las presas más importantes fueron *D. gigas* (58%), *S. oualaniensis* (13%) y *A. lesueurii* (7,10%). Aplicando el método gravimétrico se registran nuevamente como más importantes *D. gigas* (74,7%), *S. oualaniensis* (15,8%) y *A. lesueurii* (3,98). De acuerdo al porcentaje de frecuencia de aparición las especies principales son *D. gigas* (76,56), *A. lesueurii* (39,06%) y *S. oualaniensis* (28,13%) (Figura 23) (ANEXO I).

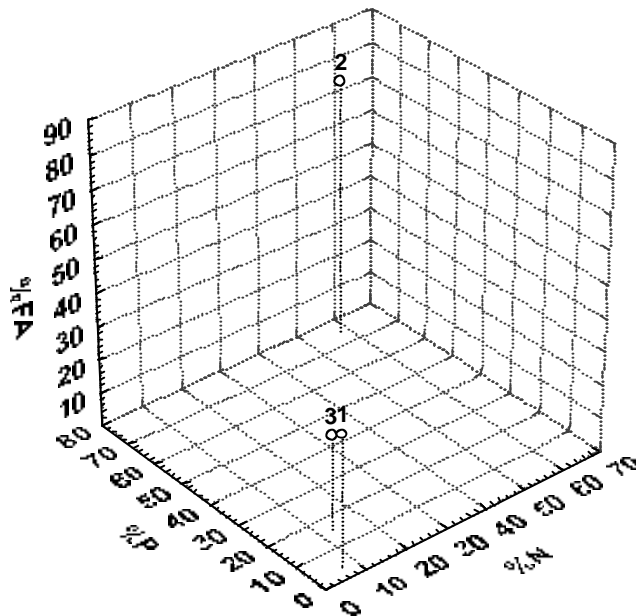


Figura 23. Presas más importantes en la dieta de machos de *S. zygaena* aplicando tres métodos cuantitativos, porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y porcentaje de frecuencia de aparición (%FA). 1 - *A. lesueurii*; 2 - *D. gigas*; 3 - *S. oualaniensis*.

En las hembras, aplicando tanto el índice de importancia relativa (Figura 24) como el de importancia geométrica, se registran como especies presa más importantes los calamares *D. gigas* (82,21 %IIR), *S. oualaniensis* (6,47%) y *A. lesueurii* (6,09%). En los machos al igual que en las hembras las dos

índices empleados muestran a *D. gigas* (87,27 %IIR), *S. oualaniensis* (7,04%) y *A. lesueurii* (3,70%) como las presas más importantes ([Figura 24](#))

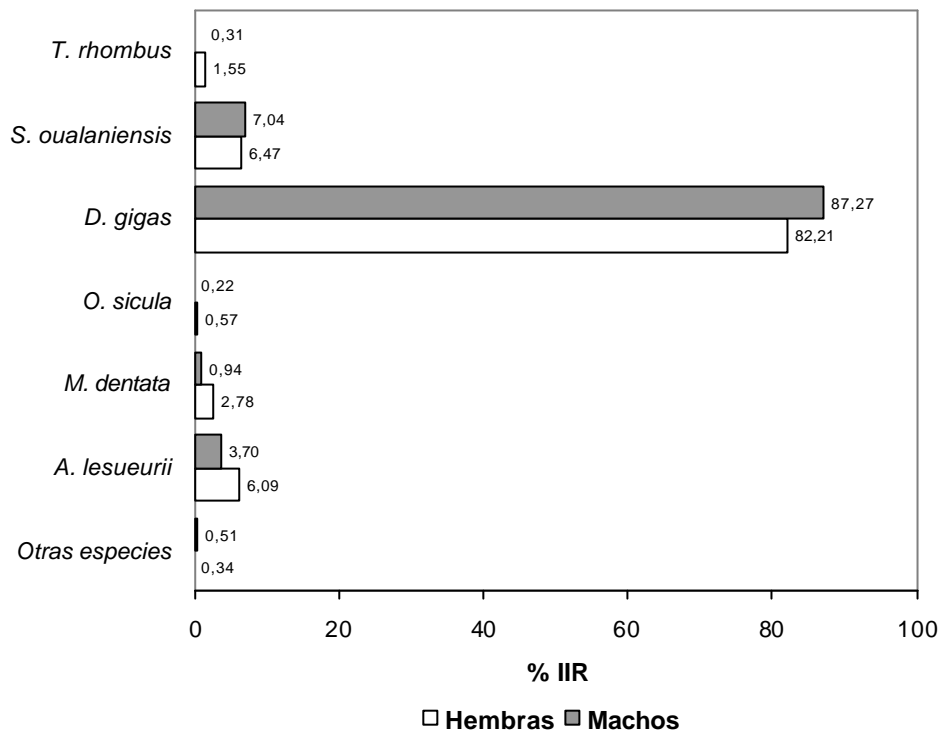


Figura 24. %IIR de las presas mas importantes de los machos y hembras del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* en el Pacífico ecuatoriano.

El valor del índice de Levin para las hembras es de 0,09 y para los machos 0,06. Se presentaron valores bajos de diversidad y equitatividad para los dos sexos (hembras; $H' = 0,78$, $E = 0,53$ y machos; $H' = 0,72$ $E = 0,48$). De acuerdo con el índice de Morisita–Horn (CI .) entre machos y hembras existe un traslape trófico casi total (0,98)

3.2.2 Análisis Trófico Por Tallas

Los individuos muestreados presentaron tallas entre 0,99 m y 2,93 m de longitud total (LT), se agruparon en ocho intervalos con amplitud de 24 cm LT. En general para todos los intervalos de talla de acuerdo al índice de importancia relativa se observa una preferencia por el consumo de *D. gigas*. En los primeros cuatro intervalos de talla (0,99 -1,95 m) se percibe un aumento paulatino y constante en la importancia de *S. oualaniensis*. A medida que aumenta el tamaño del tiburón se evidencia un incremento en el consumo del calamar *A. lesueurii*. Se nota entre los individuos comprendidos entre los 1,96 – 2,67 m LT un aumento en la importancia de *M. dentata*, *T. rhombus* y *O. sicula* (Figura 25, ANEXO L).

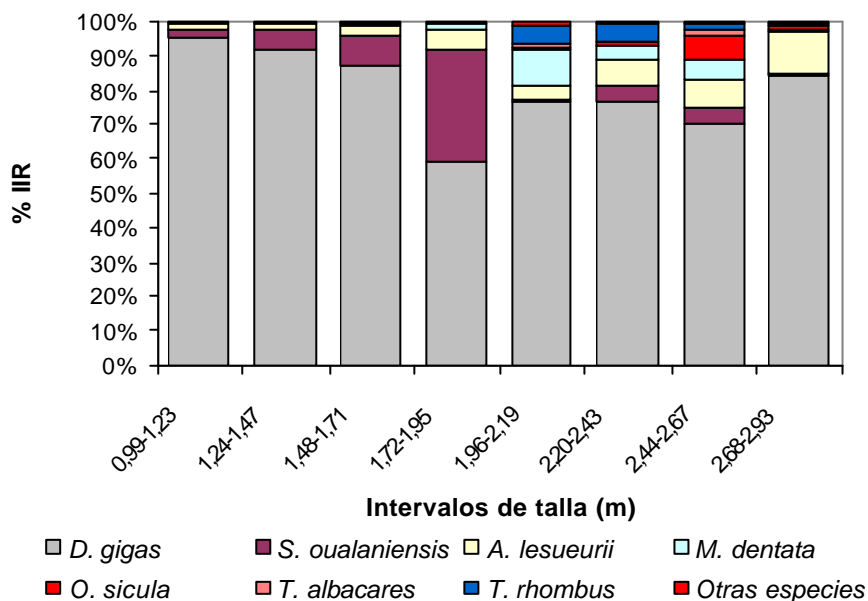


Figura 25. Composición del espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por intervalos de tallas de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante el 2003.

En los intervalos de talla los valores de B_i se encuentran entre 0,06 y 0,29, los de diversidad entre 0,46 y 0,86 y los de equitatividad entre 0,41 y 0,73 (Tabla 8, Figura 26). En las 28 combinaciones posibles entre los intervalos de tallas (Tabla 9), se presentaron traslajos significativos con valores de $C\lambda$ cercanos a 1.

Tabla 8. Valores del índice de Levin (B_i), Diversidad (Shannon-Wiener, H') y equitatividad (Pielou, E) entre los intervalos de talla de *S. zygaena*.

Intervalos de Talla (m)	B_i	H'	E
0,99-1,23	0,06	0,46	0,41
1,24-1,47	0,07	0,49	0,44
1,48-1,71	0,07	0,52	0,44
1,72-1,95	0,14	0,67	0,55
1,96-2,19	0,17	0,83	0,65
2,20-2,43	0,16	0,76	0,60
2,44-2,67	0,29	0,78	0,73
2,68-2,93	0,15	0,63	0,57

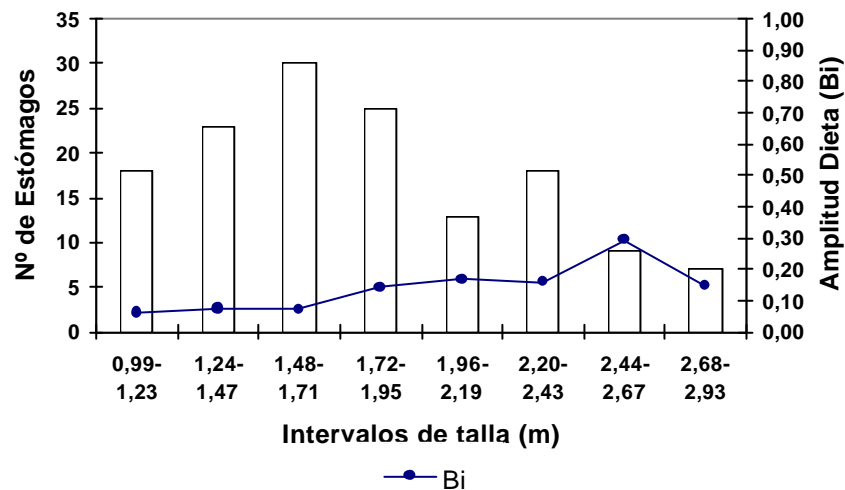


Figura 26. Relación entre los intervalos de talla y la amplitud de dieta (B_i) de la cornuda cruz, *S. zygaena* en el Pacífico ecuatoriano.

Tabla 9. Traslapo de las dietas de ocho intervalos de talla (m) de la cornuda cruz, *S. zygaena* en el Pacífico ecuatoriano.

Intervalo de Tallas	L1 (0,99-1,23)	L2 (1,24-1,47)	L3 (1,48-1,71)	L4 (1,72-1,95)	L5 (1,96-2,19)	L6 (2,20-2,43)	L7 (2,44-2,67)	L8 (2,68-2,93)
L2	0,99	1,00						
L3	0,99	1,00	1,00					
L4	0,75	0,80	0,84	1,00				
L5	0,81	0,81	0,82	0,76	1,00			
L6	0,86	0,87	0,88	0,82	0,98	1,00		
L7	0,83	0,84	0,86	0,83	0,93	0,97	1,00	
L8	0,89	0,90	0,91	0,76	0,88	0,95	0,93	1,00

3.2.3 Análisis trófico mensual.

Con respecto a la variación mensual de la dieta de *S. zygaena*, en julio se analizaron 28 estómagos con alimento, acorde al índice de importancia relativa la dieta consistió en más del 97% de tres especies presa de cefalópodos (*D. gigas*, *S. oualaniensis* y *A. lesueurii*). En agosto ($n = 27$) el alimento predominante fue los calamares de las especies *D. gigas*, *A. lesueurii* y *T. rhombus*. En septiembre se caracterizó por un ligero aumento en el consumo de *M. dentata* (4,04%), sin embargo las presas más importantes siguen siendo *D. gigas* y *A. lesueurii*. En octubre ($n = 29$) y noviembre ($n = 24$) se evidencia un importante aumento de *S. oualaniensis* siendo en estos dos meses su valor más alto (15,18% y 30,13% respectivamente); sin embargo *D. gigas* continúa con el porcentaje de importancia más alto dentro del espectro alimenticio de este tiburón. En diciembre el 95% de la dieta está representado por una sola especie (*D. gigas*). En general no se observa un cambio en la composición del espectro trófico a lo largo de los meses ([Figura 27](#), [ANEXO M](#)).

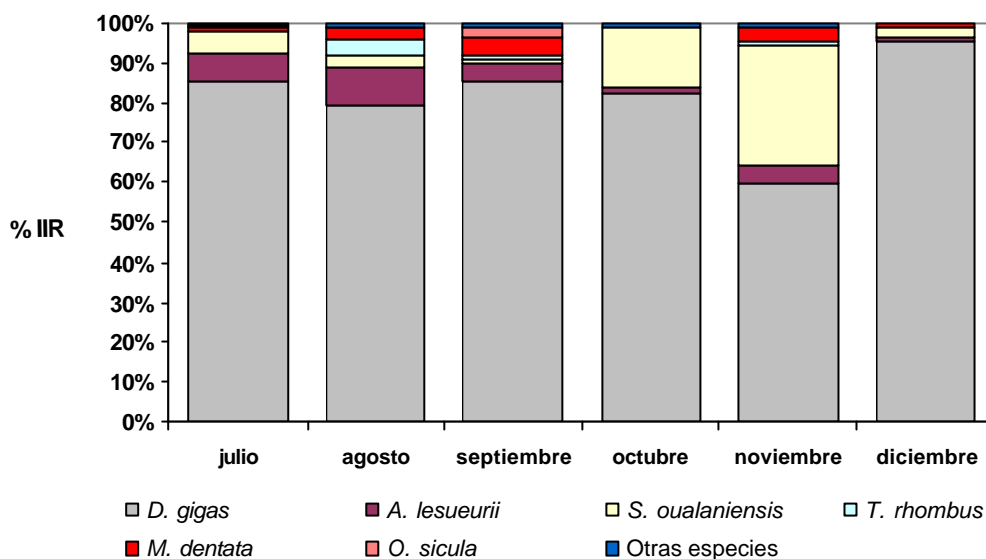


Figura 27. Composición del espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por mes de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante el 2003.

Durante los meses muestreados no se presentaron cambios significativos en el índice de Levin ya que solo varió entre 0,08 y 0,2. La diversidad oscila entre 0,46 y 0,83, la equitatividad varía entre 0,4 y 0,63 (Tabla 10), se observa una tendencia marcada de ser un depredador especialista en todos los meses (Figura 28). De acuerdo al índice de traslapamiento trófico, no hay variaciones en la dieta a través del tiempo de muestro (Tabla 11). El valor del índice de Morisita-Horn entre las dos especies (*S. lewini* y *S. zygaena*), es de 0,386, indicando que no hay traslape trófico entre éstas especies.

Tabla 10. Valores del índice de Levin (B_i), Diversidad (Shannon-Wiener, H') y equitatividad (Pielou, E); durante los meses de muestreo.

Meses	B_i	H'	E
julio	0,09	0,76	0,54
agosto	0,12	0,75	0,57
septiembre	0,14	0,80	0,62
octubre	0,11	0,48	0,47
noviembre	0,20	0,79	0,63

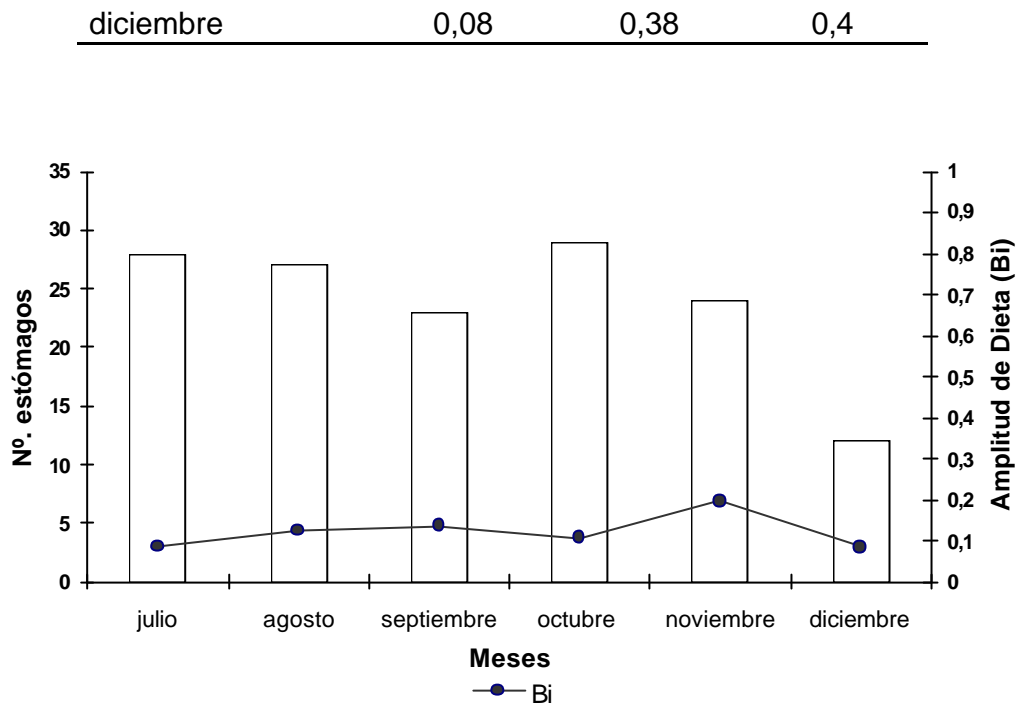


Figura 28. Relación entre meses y amplitud de dieta (*Bi*) del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*.

Tabla 11. Traslapo de las dietas del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* durante los seis meses de muestreo.

Meses	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre
agosto	0,98	1,00			
septiembre	0,97	0,98	1,00		
octubre	0,94	0,90	0,88	1,00	
noviembre	0,82	0,79	0,78	0,78	1,00
diciembre	0,93	0,89	0,88	0,98	0,69

4. DISCUSION DE RESULTADOS

En los últimos años a nivel mundial se han incrementado los estudios sobre tiburones en respuesta a las acciones de conservación y ordenamiento de los recursos y aprovechamiento sostenible a largo plazo. El conocimiento de los hábitos alimentarios de especies de importancia comercial de una zona es necesario para entender las dinámicas de las relaciones ecológicas que existen entre organismos y proveer información que contribuya al manejo de sus pesquerías (Cruz-Escalona *et al.*, 2000).

4.1 *Sphyrna Lewini*.

4.1.1 Patrones De Alimentación.

El porcentaje de estómagos vacíos encontrado en este estudio (9,9%) es bajo ([Figura 29](#)), comparado con resultados obtenidos en otros trabajos; 20% en juveniles de *S. lewini* (Bush, 2003), 25,6% en juveniles del tiburón limón, *Negaprion brevirostris* (Cortés y Gruber 1990), 48% en juveniles del puntas negras, *Carcharhinus limbatus* (Tavares y Provenzano, 2000) y 51% en el sardinero *Lamna nasus* (Joyce *et al.*, 2002). En los análisis de contenido estomacal de tiburón es común encontrar una alta proporción de estómagos sin alimento (Wetherbee *et al.*, 1990), ya que el uso de cebo en la captura puede atraer animales con estómagos vacíos; esto es menos probable cuando se usan métodos sin carnada (Wetherbee y Cortés, 2004), como es el caso de los tiburones examinados en esta investigación, los cuales fueron pescados por medio de redes de enmalle. Resultados similares obtuvieron Cortés *et al.* (1996), encontrando solamente el 5% de los estómagos sin alimento para el tiburón martillo *Sphyrna tiburo*, capturados con redes.

De acuerdo al bajo porcentaje de estómagos vacíos, se puede sugerir que el tiburón *Sphyrna lewini* en Ecuador come frecuentemente y/o emplea periodos largos de alimentación; además no es común que se presente eversión estomacal durante la captura. Los procesos de digestión del contenido estomacal de los tiburones durante el tiempo de calado de los artes de pesca influyen directamente en el porcentaje de estómagos sin alimento (Joyce *et al.*, 2002), y en los estados de digestión de las presas. Los artes (redes de enmalle) utilizados para la pesca de los tiburones examinados estuvieron expuestos por periodos de tres a cuatro horas, durante la noche y/o madrugada (Villón y Beltrán, 1999) y en las primeras horas de la mañana la pesca fue llevada a la playa, se puede considerar que éste es un periodo corto que no influye sustancialmente en el porcentaje de estómagos vacíos y en el estado de digestión de la mayoría de las presas.

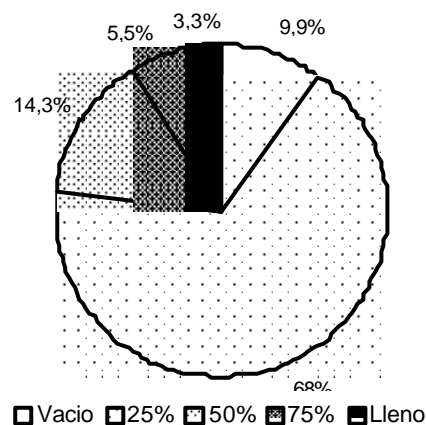


Figura 29. Índice de vacuidad (%) de la proporción de llenado de los estómagos de *S. lewini*.

Se ha especulado que los tiburones se alimentan principalmente durante la noche y no en el día (Wetherbee *et al.*, 1990). Sin embargo, los estudios anteriores al realizado por Bush (2003), que han examinado contenidos estomacales para ver los cambios diarios en la dieta, no muestran un claro incremento de la cantidad de alimento en los estómagos de los tiburones en

la noche. El bajo porcentaje de estómagos vacíos en este estudio puede reflejar una mayor actividad alimenticia durante la noche. El planteamiento anterior adquiere mayor solidez con los resultados obtenidos por Bush (2003) en juveniles de *S. lewini*, donde se demostró un aumento nocturno en las tasa de alimentación de esta especie, en relación a la proporción de estómagos vacíos y al análisis de estados de digestión.

Los estados de digestión (ED) en los ítem alimentarios de tiburones capturados al mismo tiempo son similares, por lo que se puede pensar que existe una sincronización de la población en la hora de alimentación, contrario a lo sugerido para juveniles de tiburón limón y brasilero (*Negaprion brevirostris* y *Carcharhinus plumbeus*), donde existen diferencias en los ED de los ítem alimentarios de animales de las mismas capturas (Wetherbbe y Cortés, 2004).

Se presentaron todos los ED en el alimento consumido por el tiburón *Sphyrna lewini*; sin embargo la mayor proporción de las presas se encontraba en estadios avanzados (3-4) (Figura 30). Puede sugerirse que el tiempo para la evacuación gástrica es relativamente corto y posiblemente la tasa metabólica es rápida, teniendo en cuenta que los tiburones no están por mucho tiempo atrapados en los artes de pesca. En relación a la evacuación gástrica Bush y Holland (2002) muestran que los juveniles de *S. lewini* poseen los tiempos (5 a 29 h) más bajos de evacuación gástrica total comparados con otras especies de tiburón como juveniles de *C. plumbeus* (81 a 104 h), juveniles de *N. brevirostris* (28 a 41 h) y adultos de *P. glauca* (164 h). La velocidad de estos procesos según los mismos autores está afectada por variables como el tamaño del alimento, el tipo de presa (especie) y la temperatura del agua.

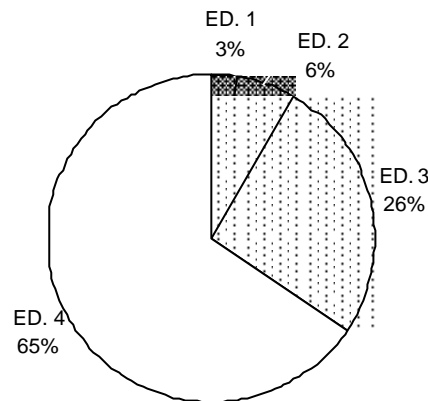


Figura 30. Estados de digestión de las presas encontradas en los estómagos *S. lewini*; ED. 1- fresco; ED. 2- intermedio; ED. 3 - parcial; ED. 4 - digeridos.

Las especies presa, particularmente de diferente taxa, pueden tener distintas tasas de evacuación gástrica (Bromley, 1994). Por esta razón la mayoría (96%) de los cefalópodos se encuentran en ED 4 y los peces (90%) en ED 2 y 3. Los cefalópodos son los ítem presa más importantes, debido a esto y a su rápida digestión el porcentaje de presas en ED 4 es mayor (Figura 30). Se ha estimado que el manto de estos individuos es degradado por las enzimas digestivas de grandes depredadores en un periodo de 5 a 10 horas (Olson y Boggs, 1986).

4.1.2 Análisis Trófico General

Un total de 28 categorías presa se identifican desde el nivel de género (Tabla 2), los peces representan un mayor número (14), seguidos por los calamares con 11 y por último los crustáceos con tres, pero son los cefalópodos los que poseen mayor importancia en la dieta de acuerdo a los índices numérico

(63,35%), gravimétrico (87,36%), importancia relativa (83,54%) e importancia geométrica (62,82%) ([Tabla 2](#)).

Los cefalópodos (62,88 %IIR), en especial los calamares conforman principalmente la dieta del tiburón *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatorial, complementada por peces (32,06 %IIR) y en menor proporción crustáceos (5,06 %IIR) ([Tabla 2](#)). Resultados semejantes fueron obtenidos por Aguilar-Castro (2003) en tiburones juveniles capturados en el sur oeste del Golfo de California, diferentes reportes realizan Galván-Magaña *et al.* (1989), en tiburones capturados al sur del Golfo de California, donde los peces son las presas más importantes (64,8 %IIR), en segundo lugar los cefalópodos (30,1 %IIR) y por último los crustáceos (5,1 %IIR); así mismo Torres-Rojas (2003) encuentra estos tres grupos en la dieta de tiburones de las costas de Mazatlán, Sinaloa. También se difiere con lo reportado por Bush (2003) para tiburones juveniles de esta especie capturados en Bahía Kaneohe, Hawaii, donde se alimentan de una mezcla de crustáceos y peces; los primeros son más importantes que los segundos de acuerdo al número (60,77 %), frecuencia de ocurrencia (99,68 %), e IIR (62,08 %), mientras que los peces son más importantes en cuanto a peso (47,83 % vs. 25,83 % para crustáceos).

Diferencias en la dieta por razón geográfica son comunes para especies de tiburón de amplia distribución. Wetherbee y Cortés (2004) citan casos donde se han encontrado cambios en el tipo de alimento por localidades de los tiburones azul (*Prionace glauca*), puntas negras (*Carcharhinus limbatus*), brasilero (*C. plumbeus*), toro (*C. leucas*), tigre (*Galeocerdo cuvier*) y limón (*Negaprion brevirostris*), entre otros. La dieta puede diferir dentro de una especie entre localidades, cuando se encuentran en áreas relativamente cerradas, como se reporta para el tiburón limón y brasilero. Además el tipo de hábitat y la profundidad del agua pueden también influenciar la composición

de la dieta. Según Cortés y Gruber (1990) posiblemente los resultados del análisis de los contenidos estomacales están reflejando la disponibilidad de las presas en cada área de estudio.

La dieta del tiburón martillo *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatoriano estuvo compuesta principalmente por calamares que habitan la zona oceánica; pertenecientes a las familias Ommastrephidae (*Dosidicus gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis*), Ancistrocheiridae (*Ancistrocheirus lesueurii*), Mastigoteuthidae (*Mastigoteuthis dentata*), Octopoteuthidae (*Octopodoteuthis sicula*) e Histioteuthidae (*Histioteuthis* spp.). Las familias anteriores se registran en este estudio con 73,56% IIR, 43,46% N y 81,97 %P. Smale y Cliff (1998), con tiburones de la misma especie capturados en Sudáfrica, encuentran que los cefalópodos oceánicos constituyen el 47% en cuanto a número y 76% en lo que respecta a masa. Las familias dominantes reportadas por estos autores son Ancistrocheiridae (*A. lesueurii*) y Octopoteuthidae (*Octopodoteuthis* spp. y *Taningia danae*), también se identifican Histioteuthidae y Ommastrephidae. Aguilar-Castro (2003) en la dieta de juveniles de este depredador encuentra también una mayor importancia en cefalópodos oceánicos (*D. gigas*, *Onychoteuthis banksii* y *Abraliopsis affinis*), esto indica una tendencia de este tiburón a consumir principalmente especies oceánicas.

Los cefalópodos neríticos identificados en este estudio son menos importantes en la dieta (9,8% IIR; 27,18% N%; 14,14% P), se identifican el calamar *L. diomedea* de la familia Loliginidae y octópodos (estos últimos no se tienen en cuenta para %IIR; %IIG y %P). Del mismo modo Smale y Cliff (1998), encuentran que los cefalópodos costeros consumidos son menos importantes en Sudáfrica (53% N y 24% P), allí los pulpos dominan y también se registra la familia Loliginidae (*Loligo vulgaris reynaudii* y *L. duvaucelii*), aunque especies distintas a la reportada en el presente trabajo.

Los crustáceos son el grupo de menor importancia en los análisis estomacales del tiburón martillo, se encuentran principalmente especies de camarones de aguas someras (*Solenocera agassizi* y algunos individuos de la familia Penaeidae), el camarón *Heterocarpus vicarius*, que también se puede encontrar en profundidad, anomuros del género *Munida* y un cangrejo de la Familia Xanthidae. Así mismo en diferentes estudios (Galván-Magaña *et al.*; 1989, Aguilar-Castro, 2003 y Bush, 2003) los crustáceos costeros estuvieron en menor proporción como parte de la dieta de esta especie.

El tiburón *Sphyrna lewini* incluye en su dieta especies de peces neríticos (*Larimus argenteus*), bentónicos y demersales (*Ophichthus* spp., *Myrophis vafer*, *Pseudomyrophhis* spp., *Brotula clarkae*, *Synodus* spp., Familia Scorpaenidae y Serranidae). También se encuentra que este depredador consume peces mesopelágicos (*Gempylus serpens*) y epipelágicos (*Oxyporhamphus micropterus micropterus*, *Cheilopogon atrisignis*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* y *Coryphaena* spp.). Estos resultados son similares a los obtenidos por Aguilar-Castro (2003), quien reporta el consumo de especies de peces que habitan estos diferentes hábitats (*Scomber japonicus*, *Synodus evermanni*, *Sardinops careuleus*, *Gymnothorax* spp., *Scorpaena histrio*, entre otros).

La incidencia alimenticia sobre presas que ocupan distintos tipos de hábitats (neríticos y oceánicos), es un indicio para creer que el tiburón martillo *Sphyrna lewini* en aguas ecuatorianas realice migraciones horizontales. Trabajos en distintas zonas geográficas muestran que esta especie se desplaza hacia aguas oceánicas para alimentarse en horas de la noche (Klimley *et al.*, 1993 y Aguilar-Castro, 2003). Este comportamiento puede presentarse en los tiburones martillos de Ecuador y estar asociado con la abundancia de alimento en la superficie; teniendo en cuenta que un gran

número de especies de teuthoideos oceánicos realizan migraciones verticales nocturnas, calamares que normalmente habitan aguas profundas en el transcurso del día, suben hacia la zona superficial durante la noche, siendo así vulnerables a depredadores (Smale y Cliff, 1998).

Los calamares de la familia Ommastrephidae (*Dosidicus gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis*), son uno de los componentes principales en la dieta del tiburón *Sphyrna lewini*; se conoce que están distribuidos verticalmente desde los 1500 m hasta la superficie, pero son usualmente observados en la superficie durante la noche (Wormuth, 1976). Particularmente *D. gigas* realiza migraciones verticales encontrándose en la noche en aguas de 0 a 200 m (Nigmatullin *et al.*, 2001).

La presencia de calamares de las Familias Ancistrocheiridae, Histioteuthidae y Octopoteuthidae, las cuales habitan exclusivamente aguas profundas (Smale, 1996), puede confirmar posibles movimientos verticales de *Sphyrna lewini*. Klimley (1993) reportó que esta especie de tiburón puede realizar excursiones verticales desde 100 m hasta 450 m de profundidad, en ambientes oceánicos durante la noche.

Retomando lo anterior y con similitud a lo reportado por Klimley *et al.* (1993), el comportamiento de este depredador parece ser permanecer en aguas costeras durante el día consumiendo algunas especies costeras (bentónicas y demersales), principalmente peces y crustáceos, realizando migraciones nocturnas hacia zonas oceánicas para alimentarse preferiblemente de especies pelágicas (epipelágica y mesopelágicas), calamares y peces. Realizando también posibles excursiones verticales en la columna de agua.

La presencia de un considerable número de componentes alimentarios en el espectro trófico de *S. lewini* (39 en total) confirma la gran disponibilidad de

alimento en la zona, hecho dado por sus características oceanográficas propias que permiten que las aguas ecuatorianas sean fértiles y de elevada producción primaria, permitiendo el desarrollo de diversas especies marinas de peces, moluscos y crustáceos las cuales son fuente de alimento de estos depredadores (Regueira, 2001).

De acuerdo al índice de amplitud del nicho trófico se considera a *Sphyrna lewini* como un depredador especialista ($Bi=0,28$) por el principal consumo de *D. gigas*, *M. dentata* y *A. lesueurii*. La diversidad de especies presa es baja ($H=1,22$) pero la equitatividad es moderadamente alta ($E=0,82$). Aguilar-Castro (2003) también cataloga a esta especie como especialista, debido al mayor consumo de cefalópodos (*Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii* y *Abraliopsis affinis*), este autor encuentra que la diversidad de especies presa es intermedia ($H' = 2,74$); sin embargo, la amplitud del nicho es baja ($Bi = 0,16$).

La especialización de *Sphyrna lewini* en el Pacífico ecuatoriano, se debe al aumento en el consumo de calamares como *Dosidicus gigas*, *Mastigoteuthis dentata* y *Lolliguncula (Loliolopsis) diomedeeae*. La preferencia por el consumo de cefalópodos puede ser debida a una mayor oferta de recursos alimenticios en la zona, considerando que cuando la comida es abundante el depredador se especializa en la captura de un alimento particular, maximizando su consumo y aprovechamiento de energía (Whetherbee *et al.*, 1990; Cabrera, 2003). También es posible que no exista una especialización en la selección de presas, sino que ocurra un mayor aprovechamiento por la fácil captura del alimento debido a su gran disponibilidad, en este caso los calamares oceánicos (Tavares y Provenzano, 2000; Cabrera, 2000)

4.1.3 Análisis Trófico Por Sexos

Wetherbee y Cortés (2004), citan algunos casos donde se han encontrado diferencias en la dieta de tiburones entre sexos; lo cual puede ser debido a segregación sexual dentro de especies y diferencias en las tallas adquiridas por hembras y machos. La relación de hembras y machos analizados de tiburón martillo *Sphyrna lewini* es de 1:1; se observó que no existe un traslapamiento biológicamente significativo ($C? = 0,38$). Existiendo así diferencias intraespecíficas en los hábitos alimentarios de este depredador, lo cual indica una posible segregación de la especie entre sexos.

La diferencia en la dieta entre sexos de esta especie, se debe al mayor número de componentes alimentarios (36) en el análisis de los estómagos de las hembras con respecto a los machos (24), así como a la presencia de ciertas especies que no se registran en el otro sexo, por ejemplo los peces *Gempylus serpens*, *Coryphaena hippurus*, *Cheilopogon atrisignis*, *Myrophis vafer*, los crustáceos *Munida* spp., *Solenocera agassizi* están presentes en hembras ([Anexo H](#)); mientras que los peces *Oxyporhamphus micropterus micropterus*, *Katsuwonus pelamis* y el calamar *Thysanoteuthis rhombus* solo fueron registrados para machos ([ANEXO H](#)). Además influye el aumento significativo en el número de las especies neríticas consumidas por machos, se presenta incremento en el porcentaje en número y frecuencia de los peces *Larimus argenteus*, *Merluccius gayi*, así mismo de los pulpos costeros (octópodos) ([Tabla 2](#)).

Las diferencias en los hábitos por sexo se reflejan en los valores de diversidad de especies presa (H') y la amplitud del nicho trófico (Bi). Las hembras presentan una diversidad de presas ($H' = 1,13$) similar a la de los machos ($H' = 1,09$), sin embargo la amplitud de la dieta es mayor en los machos ($Bi = 0,43$ vs $0,18$ para hembras), esto se debe a que las hembras

presentan en su dieta un mayor número de componentes, incluyendo especies oceánicas y neríticas, pero con mayor incidencia sobre especies oceánicas; considerándose así especialistas. Los machos consumen igualmente presas oceánicas y neríticas, pero según el índice son menos especializados, debido al aumento en el consumo y la importancia de algunas de las especies costeras.

Lo anterior es un indicio para suponer que *Sphyrna lewini* en Ecuador presenta segregación por sexos, encontrándose los machos en mayor proporción en zonas cercanas a la costa, consumiendo especies neríticas; mientras que las hembras en su mayoría permanecen fuera de la costa, alimentándose de especies oceánicas. Klimley (1983) señala que esta especie en el Golfo de California presenta segregación por sexo, donde las hembras en mayor porcentaje están presentes en la zona oceánica y los machos son capturados en zonas costeras.

4.1.4 Análisis Trófico Por Tallas

Conforme aumenta la talla en los tiburones, se pueden presentar cambios en el hábitat que ocupan, patrones de movimientos, velocidad de nado, tamaño de las mandíbulas, dientes y estómagos, requerimientos de energía, experiencia en búsqueda de presas y otros factores que pueden reflejar variaciones de los hábitos alimenticios. Estos cambios en la dieta por lo general son reportados cualitativamente, son pocos los trabajos basados en rigurosos análisis estadísticos (Wetherbee y Cortés, 2004).

El análisis de la dieta por tallas del tiburón cornuda común muestra diferencias en los principales componentes ([Figura 12](#)). Esto se refleja en la variabilidad de los valores de amplitud de la dieta (B_i) en los ocho intervalos de talla, los cuales oscilan entre 0 y 0,83 ([Figura 14](#)), así mismo se presentan

traslapes de dieta entre tallas solo en cuatro de las 28 combinaciones posibles ([Tabla 4](#)), los traslapos ocurren en intervalos contiguos de individuos entre 1,42 y 2,01 m. Los tiburones pequeños del primer intervalo (1,22-1,41 m LT) se pueden considerar como el grupo más especialista ($B_i = 0,05$), debido a una mayor incidencia sobre el calamar costero *Lollinguncula (Loliolopsis) diomedae*.

Los individuos de tallas entre los 1,42 a 2,21 m LT, presentan principalmente preferencia por especies de calamares oceánicos, siendo *Dosidicus gigas* el principal componente en el alimento de depredadores de tallas entre 1,42 a 1,81 m. Para los intervalos de 1,82 a 2,21 m, se incrementa la importancia de calamares netamente oceánicos: *Ancistrocheirus lesueurii* y *Octopodoteuthis sicula* ([Figura 12](#)). La amplitud de la dieta aumentan con el incremento del tamaño ([Figura 15](#)), valores intermedios del índice ($B_i = 0,45$ y $0,47$) se presentan en los intervalos de longitud donde se concentran la mayoría de los individuos examinados (1,42 a 1,61 y 1,62 a 1,81 m LT, respectivamente), esto es debido probablemente al resultado de la suma de los hábitos alimentarios de machos y hembras, considerando que los primeros tienden a ser menos especialistas. Los traslapos biológicamente significativos ($C? = 6.0$) corresponden a los grupos donde se concentran la mayoría de muestras ([Tabla 4](#)).

La no presencia de traslapos significativos entre los tiburones de tallas mayores puede ser el resultado del menor número de muestras en estos intervalos. Se encuentra una sola presa en individuos de tallas de 2,22 a 2,41 y 2,42 a 2,61 m de LT; *Heterocarpus vicarius* (crustáceo) y un pez de la familia Ophichthidae, respectivamente. Los tiburones de mayor tamaño (2,62 a 2,84 m) pese al número de muestras ($n=2$), tienden a preferir especies de cefalópodos teuthoideos oceánicos ([Figura 12](#)). El aumento de los valores de la amplitud de la dieta en tallas mayores de 1,82 m LT ([Figura 12](#)), puede ser

debido al menor número de muestras en los intervalos. Del mismo modo el valor de cero se debe al registro de una sola presa presente en el único estomago revisado para el séptimo intervalo.

Al agrupar los individuos en dos grupos de tallas de longitud total, tiburones de tallas pequeñas (1,22 a 2,01 m) y grandes (2,02 a 2,88 m) (Figura 13), no se presenta un traslape de dieta significativo ($C? = 0,42$) entre estos. El grupo de los tiburones de longitudes menores se caracteriza por el consumo del calamar *Dosidicus gigas* y la presencia de especies costeras como los peces *Larimus argenteus*, *Merluccius gayi*, y el calamar nerítico *Lollinguncula (Loliolopsis) diomedeeae*. El grupo de individuos de longitudes mayores presentan un aumento en el consumo de calamares oceánicos, *Ancistrocheirus lesueurii*, *Octopodoteuthis sicula*. El valor de amplitud de la dieta es mayor para los tiburones grandes (Figura 15), posiblemente afectado por el menor número de muestras ($n= 8$). La relación de machos y hembras de los dos intervalos de talla es de 1 a 1, por lo que las diferencias de dieta entre sexos no interfieren significativamente en las tendencias de los resultados del análisis por tamaños.

Pese al bajo número de muestras en algunas de las tallas y a las diferencias en la dieta entre sexos, es posible considerar que los tiburones pequeños de *S. lewini* tienden a consumir principalmente especies costeras, mientras que grandes individuos se alimentan principalmente de presas oceánicas y en menor importancia costeras; presentándose así en *S. lewini* una posible segregación por tallas, disminuyendo la probable competencia intraespecífica. Este resultado es acorde a lo mencionado por Klimley (1983), quien plantea que esta especie de tiburón en el Golfo de California realiza migración ontogénica de hábitat costeros poco profundos a ambientes oceánicos, donde consume especies presas tanto oceánicas como neríticas.

4.1.5 Análisis Trófico Mensual

Cambios por estaciones climáticas en la dieta de varias especies de tiburón se han demostrado en diferentes trabajos. Por ejemplo, Cortés *et al.* (1996) y Joyce *et al.* (2002), reportan variaciones temporales en los hábitos alimenticios de los tiburones *Sphyrna tiburo* y *Lamna nasus*, respectivamente. Las diferencias estacionales en la dieta probablemente reflejan migraciones de los tiburones o de sus presas (Wetherbee y Cortés, 2004). Los análisis tróficos mensuales de *Sphyrna lewini* en Ecuador, muestran un cambio en la importancia de los componentes, sin embargo no es claro que exista alguna tendencia ([Figura 16](#)). Aplicando el índice de Morisita-Horn durante el segundo semestre de 2003, se presentan traslapos significativos ($C^* = 0,6$) entre los meses de julio - noviembre, agosto - octubre y agosto - noviembre ([Tabla 6](#)).

Estos cambios mensuales de los hábitos alimenticios puede debido a la diferencia en la dieta entre sexos, considerando que la relación de machos y hembras no es de 1 a 1 en todos los meses; además el menor número de muestras en algunos de los meses no permite realizar un análisis mensual separando hembras y machos. En el caso de noviembre se analizan cinco individuos, de los cuales cuatro son hembras y uno es macho. Aunque en diciembre se obtienen 14 muestras, se presenta una disminución en las capturas de tiburones martillos en los dos últimos meses del año, debido al inicio de la temporada de pesca del pez dorado, *Coryphaena hippurus*, el cual es un recurso económico más importante que el tiburón (Villón y Beltrán, 1999).

4.2 *Sphyrna Zygaena*.

4.2.1 Patrones De Alimentación.

El bajo porcentaje de estómagos vacíos (8,3%) ([Figura 31](#)) sugiere que estos tiburones comen frecuentemente antes de que la evacuación gástrica se complete y es baja la probabilidad que ocurra eversión estomacal. Los artes de pesca utilizados para extraer la cornuda cruz, son los mismos (redes de enmalle) que se emplean en la captura de la común (*S. lewini*), el bajo porcentaje de presas frescas y de estómagos completamente llenos ([Figuras 31](#) y [Figura 32](#)), puede reflejar el poco tiempo que permanecen atrapados los animales en las redes y la posibilidad de una rápida digestión.

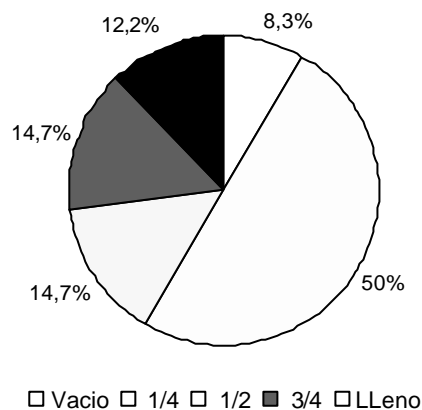


Figura 31. Índice de vacuidad en valores porcentuales de los estómagos de *S. zygaena*.

En general los ítem alimentarios se hallan en un estado de digestión avanzado ([Figura 32](#)), hecho que revela el comportamiento alimenticio de la especie, caracterizado por un periodo de búsqueda de presas seguido por una etapa de reposo en el cual el alimento es digerido. Se podría inferir que la cornuda cruz, *Sphyrna zygaena* y también la común (*S. lewini*), no se alimentan de más presas hasta que su digestión haya sido casi completada.

Este patrón ha sido previamente registrado en el tiburón limón, *Negaprion brevirostris*, puntas negras, *Carcharhinus limbatus*, y piloto, *C. Falciformis* (Cortés y Gruber, 1990; Tavares y Provenzano, 2000; Cabrera, 2000 y 2003).

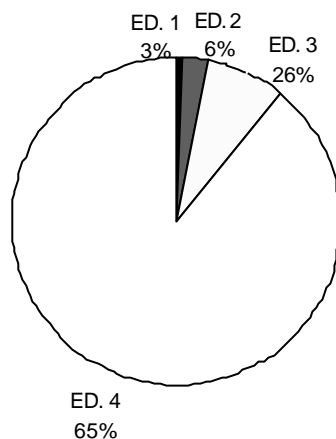


Figura 32. Estado de digestión general de las presas consumidas por *S. zygaena*. ; 1- fresco, 2- intermedio, 3- parcial, 4- digerido.

4.2.2 Análisis Trófico General

Los tiburones son uno de los componentes biológicos indispensables en los ecosistemas marinos, ya que cumplen un importante papel en el intercambio de energía en los niveles tróficos más altos (Whetherbee *et al.*, 1990). El estudio de los hábitos alimentarios y las dietas es una herramienta muy útil en la evaluación de las influencias que tienen los depredadores en la dinámica trófica de los ecosistemas marinos (Cortés y Gruber, 1990).

Los resultados del análisis de los contenidos estomacales muestran que la alimentación de *S. zygaena* en el Pacífico ecuatoriano es muy homogénea especializándose en la depredación sobre cefalópodos ([Tabla 7](#)), resultados similares a los hallados por Stevens (1984), quien en aguas australianas

encuentra que los calamares son los componentes más importantes en la dieta de varios tiburones (*I. oxyrinchus*, *G. cuvier* y *S. zygaena*), Galván-Magaña *et al.* (1989), igualmente describen que los cefalópodos oceánicos constituyen un ítem importante (42 %IIR) en la dieta de *S. zygaena* en el Golfo de California, posteriormente Smale (1991), también registra que las presas dominantes en la alimentación de *S. zygaena* en las costas de Cabo Este en Sudáfrica son los calamares (65.2%N).

Un total de 29 categorías presa se identificaron desde el nivel de género. Los índices utilizados para evaluar el espectro trófico (%N; %P; %FO; %IIR y %IIG), muestran que la dieta de *S. zygaena* se fundamenta básicamente en tres presas: *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii* ([Figura 20](#)).

D. gigas y *S. oualaniensis* son los ommastrephidos más dominantes en aguas subtropicales y ecuatoriales del Pacífico Oriental (Markaida y Hochberg, 2005) alcanzando una mayor talla frente a Sur América occidental (Fischer *et al.*, 1995). Estos calamares se agrupan en cardúmenes de 30 a más individuos, incluso se han reportado grupos hasta de 1200 organismos, se distribuyen verticalmente desde los 1500 m hasta la superficie, donde usualmente son observados durante la noche (Wormuth, 1976; Parfenjuk, 1987). Los rangos de distribución de estas dos especies están fuertemente sobrepuestos, por lo que el consumo de estos recursos por parte de *S. zygaena* puede estar fundamentado en la existencia de un traslapo en el espectro alimenticio entre *D. gigas* (calamar jumbo) y *S. Oualaniensis*, ya que es probable que se formen grupos mixtos durante las migraciones nocturnas hacia la zona superficial del océano en su competencia por alimento (Nigmatullin *et al.*, 2001).

Sthenoteuthis oualaniensis ha sido previamente registrado como un ítem alimenticio significativo de los tiburones martillo en Australia (Dunning *et al.*, 1993) y Sudáfrica (Smale y Cliff, 1998), lo cual puede ser explicado por el hecho de que esta especie es común alrededor del mundo en aguas superficiales durante la noche (Roper y Young, 1975). El calamar *D. gigas* es el componente alimentario más importante para *S. zygaena* en el área de estudio, se encuentra únicamente en el Pacífico Oriental, se conoce que es de hábitos oceánicos, de gran tamaño y es uno de los calamares neotónicos más abundantes. Su abundancia coincide aproximadamente con la isolínea de concentración promedio de fosfato $0,8 \text{ mg-at P-PO}_4^{3-} / \text{m}^2$ en la capa de los 1-100 m, ésta isolínea indica y corrobora la alta productividad del agua en esta zona del océano Pacífico (Nigmatullin *et al.*, 2001).

La reproducción de *D. gigas* se realiza durante todo el año. En el hemisferio sur existe un pico de producción de huevos y apareamiento en la primavera y el verano (octubre-enero), que tiene lugar cerca de la plataforma continental o en aguas oceánicas adyacentes y un pico secundario ocurrido en julio y agosto (Tafur *et al.*, 2001; Nigmatullin *et al.*, 2001). Es probable que los tiburones aprovechen esta condición para consumirlos, ya que los calamares son considerados especialmente vulnerables a la depredación en épocas reproductivas y durante el desove, pues en este periodo la eficacia de las defensas utilizadas por estos organismos (camuflaje, las migraciones grupales, defensas proteicas y la tinta) está reducida (Smale, 1996).

Ancistrocheirus lesueurii (Ancistrocheiridae), es un calamar mesopelágico común de océanos abiertos, se encuentra en aguas tropicales y templadas de todo el mundo (Arkhipkin, 1997). Se tiene poco conocimiento de esta especie, los juveniles son abundantes en la parte superior de aguas mesopelágicas (Clarke, 1966), mientras que los adultos migran hacia aguas profundas cerca del fondo marino para reproducirse (Arkhipkin, 1997). A.

lesueurii es un importante componente de la red trófica mesopelágica (Arkhipkin, 1997) ya que hace parte de la dieta de predadores oceánicos como cachalotes y tiburones (*S. lewini*, *S. zygaena*, *P. glauca* y *C. longimanus*) (Dunning *et al.*, 1993). Los aparatos mandibulares de esta especie hallados en las muestras analizadas pertenecen a individuos pequeños (LR promedio: 3.82 mm) que pueden considerarse inmaduros (Markaida y Hochberg, 2005), coincidiendo con los resultados registrados por Smale y Cliff (1998) para *S. zygaena* y *S. lewini* en Kwazulu-Natal, Sudáfrica.

El consumo de *A. lesueurii* y la presencia de calamares del género *Histioteuthis* en los estómagos analizados, pese a no ser éste último un componente alimentario importante en el espectro trófico, sugieren que *S. zygaena* realiza inmersiones hacia aguas profundas donde se encuentran estas presas, de las cuales se desconoce que realicen migraciones hacia la superficie (Smale y Cliff, 1998); los tiburones de esta familia (Sphyrnidae) pueden nadar a profundidades cercanas a los 400 metros (Klimley, 1993).

Debido a la biología de estas especies y a su gran importancia en el espectro trófico, se afirma que los calamares ommastrephidos dominan la teuthofauna consumida por *S. zygaena*, existiendo una considerable preferencia en el consumo de calamares oceánicos, musculosos y activos que forman cardúmenes. A pesar de poseer la capacidad para alimentarse de especies que habitan aguas profundas, se sugiere que el tiburón martillo se alimenta durante la noche en la superficie de aguas oceánicas adyacentes a la plataforma continental.

La mayoría de las especies presa observadas son organismos que habitan en la superficie de la zona oceánica o se pueden encontrar allí durante las noches. Los cefalópodos *Octopodoteuthis sicula* y *Gonatus spp.*, son calamares batipelágicos que realizan migraciones a la superficie durante la

noche para alimentarse (Cabrera 2003). *Onychoteuthis banksii*, *Thysanoteuthis rhombus* y *Argonauta spp.* son considerados organismos oceánicos que se alimentan comúnmente en la superficie del agua (Voss, 1967).

La mayoría de peces registrados (Hemiramphidae, Exocoetidae, Carangidae, Coryphaenidae, Gempylidae, Scombridae y Balistidae) son abundantes en la superficie de aguas oceánicas. Se identificaron organismos tanto oceánicos como neríticos que habitan exclusivamente en aguas superficiales; agujetas (Hemiramphidae), peces voladores (Exocoetidae), *Larimus argenteus* y *Canthidermis maculatus*. Otros individuos oceánicos registrados se pueden distribuir desde la superficie hasta unos 250 m de profundidad (*Katsuwonus pelamis* y *Thunnus spp.*) (Fischer *et al.*, 1995).

Es posible que algunas especies presa de peces oceánicos como los dorados (Coryphaenidae), atunes del género *Thunnus*, y escolares (*Gempylus serpens*), estén compartiendo el mismo espacio que el tiburón martillo en su búsqueda de alimento, ya que estos individuos son considerados veloces y activos predadores en el ecosistema oceánico y pueden estar alimentándose de las mismas presas (cefalópodos y peces).

En la dieta de *Sphyrna zygaena* es evidente la preferencia por el consumo de calamares oceánicos y en menor importancia peces que habitan ésta zona, algunas de estas presas son más abundantes durante la noche en aguas superficiales, por lo que se sugiere que al igual que para *S. lewini*, este depredador se alimenta preferiblemente durante la noche en la superficie de aguas oceánicas; donde las interacciones alimenticias se incrementan debido a que el predador y la presa están compartiendo el mismo espacio (Markaida y Hochberg, 2005).

El análisis de la dinámica de una comunidad depende en parte de como los individuos aprovechan su hábitat. Una manera de cuantificarlo es observando y midiendo los parámetros del nicho de una población. Debido a que el alimento es una de las dimensiones más importantes del nicho, el análisis de su dieta aporta información asociada a la comunidad (Krebs, 1989). Existen animales más especializados en la obtención de alimento, por lo que es necesario la cuantificación de la amplitud de su nicho trófico, un depredador puede ser considerado especialista si se encuentra alimentándose de pocas presas, por lo que la amplitud del nicho trófico puede ser medida por la distribución de los depredadores con respecto a sus presas (Colwell y Futuyma, 1971).

En general para *S. zygaena* se presentan valores bajos de amplitud de nicho trófico (índice de Levin $CI = 0,059$). Según la escala propuesta por Krebs (1989), el tiburón martillo está clasificado como un depredador especialista, ya que presenta una preferencia por ciertas presas (Labropoulou y Eleftheriou, 1997). Aún cuando se registran un total de 41 componentes alimentarios dentro de la dieta de la cornuda cruz, la dominancia de los calamares *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *A. lesueurii*, explica el valor bajo del índice de amplitud de dieta, pues éste da mayor peso a categorías abundantes (Cortés *et al.*, 1996). El índice de diversidad (Shannon-Wiener), igualmente puede ser utilizado para cuantificar la amplitud del nicho trófico (Cortés *et al.*, 1996). A pesar de dar mayor importancia a categorías alimentarias escasas, se presentan valores bajos semejantes a los mostrados por el índice de Levin, señalando igualmente una conducta alimentaria especialista, este resultado se refleja también en la baja equitatividad ($E = 0,5$) ([Tabla 8](#)).

Es posible que *S. zygaena* esté aprovechando los recursos por una fácil captura debido a su gran abundancia (Tavares y Provenzano, 2000; Cabrera,

2000) y/o se especialice en la captura de un alimento en particular, cuando la oferta de recursos es mayor; considerando que si la comida es abundante el depredador elige sus presas, maximizando su consumo y aprovechamiento de energía, en cambio si el alimento es escaso los tiburones no pueden escoger, por lo que se alimentan de cualquier organismo disponible (Whetherbee *et al.*, 1990 y Cabrera 2003). Sin embargo al no poseer valores que indiquen la abundancia de cada una de las presas en la zona estudiada, no se puede afirmar que se estén explotando los recursos de una manera dependiente de su densidad.

4.2.3 Análisis Trófico Por Sexo

A menudo se exhiben cambios extremos en la dieta de los depredadores, por lo que el espectro alimenticio puede variar según el sexo, estados de desarrollo, edad o talla del organismo (Smale, 1996). No existe segregación por sexos en *S. zygaena*, ya que las presas más importantes en la dieta son las mismas (*D. gigas*, *S. oualaniensis* y *A. lesueurii*) y en similar proporción, tanto para hembras como para machos ([Figura 24](#)) ([ANEXO K](#)), presentándose un traslapamiento biológicamente significativo ($CI : 0,98$). La relación entre el número de machos y hembras registrados es de 1:1,2. Los índices de Levin, diversidad y equitatividad en ambos sexos presentan valores bajos ([Tabla 8](#)) que clasifican a la cornuda cruz como un depredador especialista. Machos y hembras presentan algunos ítem alimentarios exclusivos; sin embargo la importancia de estos es mínima, por lo que se considera que las dietas son similares, a pesar de esto no se puede afirmar que exista una competencia por recursos, ya que no hay evidencia de que las presas estén limitadas. Es muy probable que esta situación esté suministrada por la abundancia de recursos y posiblemente indica un exceso de presas disponibles (Smale, 1991).

4.2.4 Análisis Trófico Por Tallas

Se ha reportado variaciones en la dieta de ciertos Condriichthyes, que modifican la selección de la presa conforme aumentan de tamaño (Smale y Cowley, 1992). Es conocido que la cornuda cruz utiliza áreas costeras como zonas de crianza (Bush y Holland, 2002), mientras que los adultos viven en aguas más alejadas del continente, por lo que se podría esperar debido a la segregación por tallas un cambio en la dieta. A pesar de esto, se evidencia un traslapamiento biológicamente significativo entre todos los intervalos de talla ([Tabla 9](#)), indicando que tanto individuos pequeños como grandes se alimentan de las mismas presas y en la misma zona. Es muy probable que los valores del índice estén reflejando una abundancia de recursos o indicando un exceso de presas disponibles y una fácil captura, en vez de una competencia por alimento (Smale, 1991; Tavares y Provenzano, 2000).

Al observar la importancia de los componentes alimentarios, es evidente un aumento en el consumo por parte de individuos de tallas mayores (1,72 – 2,93 m) de algunas especies presa de poca importancia como; *A. lesueurii*, *M. dentata*, *T. rhombus* y *O. sicula*. Estas especies aunque a menudo se pueden observar en la superficie (a excepción de *A. lesueurii*), son consideradas batipelágicas oceánicas (Fischer *et al.*, 1995; Smale, 1996; Arkhipkin, 1997; Markaida y Hochberg, 2005). El consumo de estos organismos indica aparentemente que tiburones grandes están en la capacidad de alimentarse en zonas más alejadas de la costa, y en aguas más profundas y puede ser explicado por el hecho de que a medida que el tiburón aumenta de talla, también aumenta la eficacia para capturar diferentes especies, ya que poseen sus sentidos totalmente desarrollados y son capaces de capturar más presas y explorar nuevos hábitats (Lowe *et al.*, 1996). El ligero aumento paulatino y constante en la importancia de *S. oualaniensis* en los primeros cuatro intervalos de talla (0,99 -1,95 m) a

medida que disminuye la importancia de *D. gigas* no puede considerarse un cambio en la dieta de *S. zygaena*, debido a que estas especies forman cardúmenes mixtos y se pueden analizar como grupo (Ommastrephidae).

4.2.5 Análisis Trófico Mensual

No se observa un cambio en las preferencias alimenticias del tiburón martillo durante el tiempo de muestreo (julio-diciembre) ([Figura 27](#)), pero se aprecia a través de los meses una pequeña variación en la importancia de *D. gigas*. La existencia de dos subpoblaciones de *D. gigas* en la zona las cuales tienen múltiples e intermitentes periodos de apareamiento y producción de huevos, puede reflejar el incremento y posterior disminución en el consumo de este recurso, ya que hay evidencias que existe un aumento dramático en la mortalidad de los machos de este cefalópodo después de la temporada reproductiva (Tafur *et al.*, 2001). La disminución en el consumo de *D. gigas* está suplida por el aumento de consumo de otro recurso aparentemente igual de abundante (*S. oualaniensis*).

4.3 Interacción Trófica Entre Los Tiburones Martillo *Sphyrna lewini* Y *S. zygaena*

Se observa que las dos especies de tiburón martillo consumen en común 20 presas (37%), de 54 ítem alimenticios identificados. Se encuentran diferencias en las proporciones a nivel de grandes grupos. En *Sphyrna lewini*, de acuerdo al índice de importancia relativa los moluscos son el grupo trófico más importante (83,54 %), seguido de los peces (15,75 %) y crustáceos (0,71 %); mientras que en *S. zygaena* los moluscos (99,68 %) y peces (0,32 %) son los grupos que revisten mayor valor.

Las dos especies de tiburón martillo son consideradas especialistas de acuerdo a la amplitud del nicho trófico (Bi); sin embargo la especialización de *Sphyrna zygaena* ($Bi= 0,06$) es mayor que la de *Sphyrna lewini* ($Bi= 0,28$), observación que se manifiesta claramente también en los resultados de diversidad y equitatividad donde *S. zygaena* presenta los valores más bajos ($H' = 0,77$ vs $1,22$ y $E= 0,78$ vs $0,49$ para *S. lewini*). Esto es debido a la preferencia en la dieta de calamares oceánicos por *S. zygaena* y a la incidencia en el consumo de presas tanto oceánicas como costeras por *S. lewini*.

A pesar de consumir algunas presas similares, la diferencia en su proporción y la presencia de presas exclusivas que revisten importancia según su porcentaje en número, hacen que el nivel de traslapo entre las dos especies de cornudas sea bajo ($CI= 0,39$), indicando diferencias en los hábitos alimenticios, y probablemente una segregación espacial de estos tiburones en el Pacífico ecuatoriano. Sin embargo varias de las presas más importantes consumidas en común por ambos depredadores (*Dosidicus gigas*, *Ancistrocheiurus lesueurii*, *Mastigoteuthis dentata*, *Octopodoteuthis sicula*, *Sthenoteuthis oualaniensis*) son frecuentes en la zona oceánica durante la noche, donde las dos especies de tiburón probablemente confluyen atraídas hacia los mismos recursos, principalmente hembras de *Sphyrna lewini* e individuos de los dos sexos de *S. zygaena*. En esta interacción trófica no se puede asumir que exista competencia por el alimento, ya que es posible que los calamares sean abundantes en el área durante este tiempo.

En aguas ecuatorianas se puede considerar al tiburón *Sphyrna lewini* de hábitat costeros y oceánicos, su dieta incluye especies oceánicas y neríticas; sin embargo los machos presentan una mayor incidencia en presas costeras

y las hembras se alimentan preferiblemente de organismos oceánicos. En *S. zygaena* ambos sexos consumen una mayor proporción de presas que viven en aguas oceánicas, tratándose así de un depredador de hábitos oceánicos.

La alimentación de *S. zygaena* es homogénea durante el tiempo de muestreo, mientras que los cambios mensuales en la dieta de *S. lewini* puede ser un resultado debido a las diferentes dietas entre sexos y posiblemente al menor número de muestras en algunos de los meses, estos resultados evidencian la necesidad de realizar este mismo estudio durante el primer semestre del año (época de lluvias), para evaluar los posibles cambios en las dietas con relación a la probable variación en la distribución y abundancia de las presas.

El tiburón *Sphyrna lewini* presenta una tendencia en el cambio de dieta de acuerdo al crecimiento, los individuos pequeños depredan principalmente sobre especies neríticas, mientras que los grandes consumen presas tanto costeras como oceánicas. En *S. zygaena* no se presentan diferencias en la dieta entre tallas, pero se observa que tiburones grandes están en la capacidad de alimentarse en zonas más alejadas de la costa y en aguas más profundas.

Los posibles mecanismos por los cuales se optimiza la repartición de los recursos tróficos disponibles, permitiendo la existencia de *S. lewini* y *S. zygaena* en aguas ecuatorianas son: a) la estrategia de alimentación nocturna de ambos tiburones martillo; b) la segregación por hábitats entre los dos depredadores; c) la tendencia a cambios ontogénicos en la dieta de las dos especies y d) las diferencias alimenticias entre machos y hembras de *Sphyrna lewini*.

En el análisis de la dieta de ambos depredadores se emplean el índice de importancia relativa (IIR) y el de importancia geométrica (IIG). El IIR (Pinkas *et al.*, 1971) es uno de los más usados en los estudios de dietas en peces, mientras que el IIG es una metodología relativamente nueva (Asiss, 1996). El orden de jerarquía de las presas es muy similar en los dos métodos aplicados; sin embargo los ítem catalogados secundarios y ocasionales son proporcionalmente más importantes de acuerdo a IIG que en IIR ([Tablas 2](#) y [Tabla 7](#)).

Los resultados del IIG pueden ser considerados más fáciles de comparar (Asiss, 1996), por la mayor importancia y/o peso de las presas no preferenciales, por ejemplo, el %IIR para las crustáceos consumidos por *Sphyrna lewini* es 0,71% mientras que el %IIG es 5,06%. En general los dos métodos son muy similares, la aplicación de cualquiera de ellos en los estudios de alimentación de peces debe incluir los datos básicos de las medidas de cuantía de las presas (número, frecuencia, biomasa) (Preti *et al.*, 2001).

El papel ecológico que cumplen los cefalópodos en los ecosistemas marinos es fundamental, ya que generalmente son los componentes principales en la dieta de algunos depredadores como el pez espada, atunes, dorados, cachalotes y tiburones, permitiendo de esta manera el paso de energía de un nivel trófico a otro. Existe un desconocimiento general sobre la biología y ecología de los cefalópodos; el estudio de los hábitos alimentarios de depredadores puede suministrar información biológica importante sobre los patrones de ocurrencia, estacionalidad, abundancia o dinámica poblacional de los calamares e incluso aportar información de especies desconocidas o raras.

5. CONCLUSIONES

En *Sphyrna lewini* se encuentra que los calamares *Dosidicus gigas*, *Mastigoteuthis dentata* y *Ancistrocheirus lesueurii* son las presas principales; mientras que para *S. zygaena* son *D. gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *A. lesueurii*.

Debido al avanzado estado de digestión de las presas y su biología, se considera que la alimentación de ambos depredadores ocurre principalmente durante la noche en la zona oceánica.

Existen diferencias entre la dieta de ambos tiburones martillo, no obstante ambas especies tienen en común a los cefalópodos como las presas más importantes en la alimentación.

La cornuda común *Sphyrna lewini* consume cefalópodos, crustáceos y peces, mientras que la cornuda cruz *S. zygaena* se alimenta de cefalópodos y peces.

Sphyrna lewini y *S. zygaena* se consideran depredadores especialistas por el mayor consumo de pocas especies de calamares oceánicos.

Existe segregación por sexos en *S. lewini*, debido a que los machos consumen principalmente especies costeras y las hembras presas oceánicas, mientras que en *S. zygaena* no existe variación en la dieta entre sexos, machos y hembras se alimentan en la zona oceánica.

Sphyrna zygaena no presenta variación en la dieta entre intervalos de talla, mientras que *S. lewini* presenta cambios ontogénicos en la alimentación, los

individuos pequeños (1,22 a 2,01 m de LT) depredan principalmente especies costeras a diferencia de los grandes (2,02 a 2,84 m de LT) que lo hacen tanto de costeras como oceánicas.

No existe una variación temporal de los hábitos alimentarios de *Sphyrna zygaena*, a diferencia de *S. lewini* que presenta cambios en las dieta entre los meses de muestreo.

Sphyrna lewini incluye en su dieta presas bentónicas (octópodos, crustáceos y peces de las familias Scorpaenidae y Ophichthidae), mientras que *S. zygaena* se alimenta principalmente en la superficie del agua; sin embargo ambos depredadores también consumen presas de aguas profundas (*Ancistrocheirus lessueuri* e *Histioteuthis spp*).

Los mecanismos por los cuales se optimiza la repartición de los recursos disponibles que permiten la existencia de *S. zygaena* y *S. lewini* en aguas ecuatorianas son: a) la estrategia de alimentación nocturna de ambos tiburones martillo, b) la segregación por hábitats entre los dos depredadores, c) la tendencia a cambios ontogénicos en la dieta de las dos especies; y d) las diferencias alimenticias entre sexos de *Sphyrna lewini*.

Los cefalópodos son presas importantes en las redes tróficas de la zona del Pacífico ecuatoriano, siendo valioso su papel en la ecología de los ecosistemas marinos.

6. RECOMENDACIONES

Ampliar el conocimiento de los hábitos alimentarios de *S. lewini* y *S. zygaena* realizando estudios tróficos durante el primer semestre del año (época de lluvias) para establecer posibles variaciones en la dieta.

Complementar el análisis de los hábitos alimenticios por medio de la determinación de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno en tejido muscular para describir los patrones de alimentación a largo plazo y estimar los flujos de energía.

Desarrollar estudios alimenticios complementarios como trabajos de ración diaria, cronología alimenticia, evacuación gástrica, calorimetría y comportamiento alimenticio.

Efectuar investigaciones de reproducción, edad y crecimiento, para completar las bases que ayuden a establecer métodos adecuados que contribuyan a una correcta administración y protección de estos recursos.

Realizar trabajos de descripción de los esqueletos axiales y otolitos de peces potencialmente importantes en las redes tróficas de la zona y profundizar el estudio de las especies de cefalópodos.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILAR-CASTRO, N. Trophic Ecology of Scalloped Hammerhead Juvenile *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) in the Gulf of California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 121 p. México. 2003.

ALLEN, G y ROBERTSON, D. Peces del Pacífico Oriental Tropical. CONABIO. Agrupación Sierra Madre y CEMEX. 327 p. México, 1994.

ASSIS, C. A generalised index for stomach contents analysis in fish. Scientia Marina. 60 (2 -3). p. 385-389. 1996.

ARKHIPKIN, A. J. Age and growth of the mesopelagic squid *Ancistrocheirus lesueurii* (Oegopsida: Ancistrocheiridae) from the central-east Atlantic based on statolith microstructure. Marine Biology. 129: p. 103-11. 1997.

BAIGORRÍ, A. J. y POLO, C. J. Espectro trófico de dos especies de tiburón zorro (Chondrichthyes: Alopidae) *Alopias pelagicus* y *A. superciliosus* en playa Tarqui, Manta, Ecuador. Trabajo de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 130 p. Bogotá. 2004.

BAUM, J and MYERS, R. Shifting baselines and the decline of pelagic shark in the Gulf of Mexico. Ecology letters. 7. p. 135-145. 2004.

BAUM, J; MYERS, R; KEHLER, D; WORM, B; HARLEY, S and DOHERTY, P. Collapse and conservation of shark populations in the northwets Atlantic. Science. Vol. 299 Enero. p. 389-392. 2003.

BOCANEGRA-CASTILLO, N; ABITIA-CÁRDENAS, L and GALVAN-MAGAÑA, F. Trophic spectrum of the California kingcroaker *Menticirrhus undulatus* from Ojo de Liebre Lagoon. Ciencias Marinas, 26 (4). P. 659-675. 2000.

BONFIL, R. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fish. Tech. 341: p. 19. 1994.

BOSTOCK, T y HERDESON, D. La pesca y utilización del tiburón en Ecuador. Bol. Cient. Tec. Instituto Nacional de Pesca. 7. p. 21-27. Guayaquil. 1985.

BOSTOK, B. *Sphyrna zygaena*. Available from World Wide Web: <<http://www.fish.duo.ru/fishshow.php?kod=36>> (página consultada en octubre de 2004). 2002

BROMLEY, P. J. The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. *Rev. Fish Biol. Fish.* 4. p. 36-66. 1994.

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

BUSH, A. Diet and diel feeding periodicity of juvenile scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, in Kane`ohe Bay, O`ahu, Hawai`i. *Environmental Biology of Fishes.* 67. p. 1-11. 2003.

BUSH, A and HOLLAND, K. 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. p. 157- 178. 2002.

CABRERA, Ch-C, A. Determinación de los hábitos alimenticios durante las estaciones primavera y verano de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del análisis de su contenido estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. 63 p. México. 2000.

_____ Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1939) en Baja California Sur. Tesis de Maestría. IPN, CICIMAR. 84 p. México. 2003.

CASTRO, J. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranchios mexicanos. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.* 24: p. 71-93. 1983.

CEPHBASE. Available from World Wide Web: <<http://www.cephbase.utmb.edu>> (página consultada en marzo de 2004).

CHIRICHIGNO, N. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Publicación especial del Instituto del Mar del Perú. 496 p. Callao. 1998.

CLARKE, M. R. The identification of cephalopod beaks and their relationship between beak size and total body weight. *Bull. British Mus. (Nat. Hist.)* 8(10): p. 422-480. 1962.

_____ A review of the systematics and ecology of oceanic squids. *Adv. Mar. Biol.* 4: p. 91-300. 1966.

_____ A handbook for the identification of cephalopod beaks. Clarendon Press. Oxford. 273 p. 1986.

- CLOTHIER, C. R. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. Calif. Dep. Fish and Game. Fish. Bull. 79: p. 1-83. 1950.
- COGNETTI, G; SARÀ, M y MAGAZZÙ, G. Biología Marina. Editorial Ariel. Barcelona. 2001.
- COLWELL, R. K. and FUTUYMA, D. J. On the measurement of niche breadth and overlap. Ecology. 52. 4: p. 567-566. 1971.
- COMPAGNO, L. FAO species catalogue. Vol. 4: Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of the sharks species known to date. Parts 1 and 2. FAO Fish. Synop. 125: 655 p. 1984.
- CORTÉS, E. and GRUBER, S. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young Lemon Sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). Copeia. (1): p. 204-218. 1990.
- CORTÉS, E.; MANIRE, C. and HUETER, R. Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida. Bulletin of Marine Science. 58(2): p. 353-367. 1996.
- CRUZ-ESCALONA, V. H.; ABITIA-CÁRDENAS, L.; CAMPOS-DÁVILA and GALVAN-MAGAÑA, F. Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Bulletin of Marine Science. 66(2): p. 361-373. 2000.
- DANIEL, W. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ra Ed. Limusa, S. A. México. 2002
- DUNNING, M. C.; CLARKE, M. and LU, C. Cephalopods in the diet of oceanic sharks caught off eastern Australia. In Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology. Okutani, T.; O'Dor, R. and Kubodera, T. (Eds). Tokio; Tokai University Press: p. 119-131. 1993.
- FAO. La Ordenación pesquera 1. Conservación y ordenación del tiburón. Orientaciones técnicas para la pesca responsable. 4 Supl 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 2001.
- FISCHER, W.; KRUPP, F.; SCHNEIDER, W.; SOMMER, C.; CARPENTER, K.E. y NIEM, V.H. (Red.) Pacífico Centro-Oriental; Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. FAO; (Vol. I-III). 1652 p. Roma. 1995.

GALVÁN-MAGAÑA, F.; NIENHUIS, F and KLIMLEY, P. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, México. Cal. Fish and Game 75(2): p. 74-84. 1989.

GARCIA-GODOS, I. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín del Instituto del Mar del Perú. Vol. 20 (1-2). 83 p. Callao. 2001.

GARTH, J. S. and STEPHENSON, W. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monogr. Mar. Biol. 1: 154 p. 1966.

GUERRA, A. y SÁNCHEZ, J. Fundamentos de explotación de recursos vivos marinos. Ed. Acribia S.A. Zaragoza. 1998.

HOFFMAN, M. The use of Pielou's method to determine simple size in food studies. In: Fish Food Habits Studies. Proc. 2nd. Pac. NW Technical Workshop. Washington Sea Grant Publication. University of Washington, Seattle. p. 56-61. 1978.

HOLDEN, M. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: Sea Fisheries Research . F. H. Jones (ed.) Halted Press book. 1974.

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

IATTC. Annual Report of the Inter-American Tropical Tuna Commission. La Jolla, California, 1998.

JOYCE, W. N.; CAMPANA, S. E.; NATANSON, L. J.; KOHLER, N. E.; PRATT, H. L. and JENSEN, C. F. Analysis of stomach contents of the porbeagle shark (*Lamna nasus*) in the northwest Atlantic. Journal of Marine Science. 59. p. 1263-1269. 2002.

KAJIURA, S. Head morphology and electrosensory pore distribution of carcharhinid and sphyrnid sharks. Environmental biology of fishes. 61. p. 125-133. 2001.

KAJIURA, S; FORNI, J., and SUMMERS, A. Maneuvering in juvenile carcharhinid and sphyrnid sharks: the role of the hammerhead shark cephalofoil. Zoology. 106. p. 19-28. 2003.

KLIMLEY A. P. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and geomagnetic field. Mar. Biol. 117: p. 1-22. 1993.

_____ Social organization of schools of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith), in the Gulf of California. Tesis de Doctorado, Universidad of California, San Diego, La Jolla. 341 p.1983.

KLIMLEY, A.; BUTLER, S.; NELSON, D. and STULL, T. 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. p. 751-761. 1993.

KREBS, C. J. Ecological methodology. Harper and Row, New York, 550 p. 1989.

LABROPOULOU, M. and ELEFThERIOU, A. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. J. Fish Biol. 50: p. 324-340. 1997.

LANGTON, R. W. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. Fishery Bulletin. 80. p. 745-759. 1982.

LOPEZ, M.; ORMAZA, F. y ARRIAGA, L. Estadísticas de los desembarques pesqueros en Ecuador 1985-1997. Instituto Nacional de Pesca Ecuador. 1999.

LOWE, G. C.; WETHERBEE, B. M.; CROW, G. L. and TESTER, A. L. Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian water. Environmental Biology Fish. 47: p. 203-211. 1996

MARGALEF, D. R. Perspective in ecological theory. Chicago Univ. Press, Chicago. 111 p. 1969.

MARKAIDA, U. and HOCHBERG, E. C. Cephalopods in the diet of Swordfish (*Xiphias gladius*) caught off the West Coast of Baja California. Pacific Science, Vol. 59, no. 1: p. 25-41. 2005.

MARTINEZ, J. Casos de estudios sobre el manejo de las pesquerías de tiburones en el Ecuador En: Shotton, R. (ed.) Case studies of the management of elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 378, part 2. FAO. 1999. p. 480-920. Rome. 1998.

MENESES, P. Fichas técnicas, Martillo. Available from World Wide Web: <http://www.inape.gub.uy/Peces_Cartilaginosos/Fichas_de_Peces_Cartilaginosos.htm> (página consultada en agosto de 2004).

NIGMATULLIN, Ch, M.; NESIS, K. N. and ARKHIPKIN, A. I. A review of the biology of the Jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). Fisheries Research. 54. p. 9-19. 2001.

NAKAYA, K. Hydrodynamic function of the head in the hammerhead sharks (Elasmobranchii: Sphyrnidae). Copeia. p. 330-335. 1995.

OLSON, R. J. and BOOGS, C. H. Apex predation by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bioenergetics and cecium concentrations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: p. 1760-1775. 1986

PARFENJUK, A. V. Behaviour change of squid *Dosidicus gigas* during ontogenesis. Inform. Bull. Freshwater Biol. 73, p. 51-54. 1987.

PINKAS, L.; OLIPHANT, S. and IVERSON, I. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. Fish bulletin.152: 105 p. 1971.

PRETI, A.; SMITH, S. and RAMON, D. Feeding habits of the common thersher shark (*Alopias vulpinus*) sampled from the California-Based drift gill net fisheries, 1998-1999. CalCOFI Rep., Vol. 42. p. 145-152. 2001.

REGUEIRA, E. Patrones espaciales y temporales de la producción camaronesa en el golfo de Guayaquil. Tesis de Maestría. Escuela superior Politécnico del Litoral. Facultad de Ingeniería Marina y Ciencias del Mar. Ecuador. 2001.

ROPER, C. F. and YOUNG, R. E. Vertical distribution of pelagic Cephalopods. Smithson. Contrib. Zool. 209. p. 1-51. 1975.

SEGURA-ZARZOSA, J.; ABITIA-CÁRDENAS, L. y GALVÁN-MAGAÑA, F. Observaciones sobre la alimentación del tiburón *Heterodontus francisci* Girard 1854 (Chondrichthyes:Heterodontidae), en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas. 23(1): p. 111-128. 1997.

SMALE, M. J. Cephalopods as prey. IV. Fishes. The Royal Society. p. 1067-1081. London. 1996.

_____ Occurrence and Feeding of three sharks species, *Carcharhinus brachyurus*, *C. obscurus* y *Sphyrna zygaena*, on the eastern cape Coast of South Africa. Journal of Marine Science. 11: p. 31-42. South Africa. 1991.

SMALE, M. J. and COWLEY, P. D. The feeding ecology of skates (Batoidea: Rajidae) off the Cape south coast, South Africa. S. Afr. J. mar. Sci. 12: p. 823-834. 1992.

SMALE, M and CLIFF, G. Cephalopods in the diets of four shark species (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena* and *S. mokarran*) from Kwazulu-Natal, South Africa. South African Journal of Marine Science/Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Seewetenskap. 20: p. 241-253. 1998.

SMITH, P. E. and ZARET, M. T. Bias in estimating niche overlap. Ecology, 63(5): p. 1248-1253. 1982.

STEVENS. J. D. Life history and ecology of sharks at Aldabra atoll. Indian Ocean. The Royal Society. p. 79-106. London. 1984.

SOLÍS-COELLO, P. y MENDÍVEZ, W. Puertos pesqueros artesanales de la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca- Programa de Cooperación Técnica para la Pesca Unión Europea – VECEP ALA 92/43. Guayaquil. 1999.

STRONG, W. R.; SNELSON, F. F. and GRUBER, H. Hammerhead shark predation on stingrays: an observation of prey handling by *Sphyrna mokarran*. Copeia (3). p. 836-849. 1990.

TAFUR, R.; VILLEGAS, P.; RABÍ, M. and YAMASHIRO, C. Dynamics of maturation, seasonality of reproduction and spawning grounds of the Jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in Peruvian waters. Fisheries Research. 54. p. 35-50. 2001.

TALENT, L. G. Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elkhorn Slough, Monterey Bay, California. Calif. Fish and Game. 62(4): p. 286-298. 1976.

TAVARES, R and PROVENZANO, F. Feeding habits of the blacktip juveniles, *Carcharhinus limbatus* (Valenciennes, 1839), at the Archipiélago los Roques, Venezuela. Act. Biol. Venez. Vol. 20 (1). p. 59-67. 2000.

TORRES-ROJAS, Y. E. Análisis del contenido estomacal del tiburón martillo *Sphyrna lewini*. Tesis de Maestría UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Mazatlán. 2003.

TRAVELERS HAVEN. Available from World Wide Web: <http://www.travelershaven.com-Photos-animal_tiburonmartillo_jpg> (página consultada en octubre de 2004).

VILLÓN, C. y BELTRÁN, X. Diagnostico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Manta, Provincia de Manabí. Instituto Nacional de Pesca – Boletín Científico Técnico- Vol 17 No 4. Guayaquil. 1999.

VOSS, G. L. The biology and bathymetric distribution of the deep-sea cephalopods. *In: Proceedings of the International Conference on Tropical oceanographic.* University of Miami. Institute of Marine Sciences. Stud. Trop. Oceanogr. 5: 847 p. 1967.

WETHERBEE, B.; GRUBER, S. and CORTES, E. Diet, feeding habits, digestion, and consumption in sharks, with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *In: Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, and the status of the fisheries.* H.L. Pratt; S.H. Gruber y T. Taniuchi (Editores) NOAA. Reporte técnico. NMFS 90, EU. Departamento de comercio, Seattle. P. 29-47. 1990.

WETHERBEE, B. and CORTES, E. Food consumption and feeding habits *In: Biology of sharks and their relatives.* J.C. Caurier; J.A. Musick; M.R. Heithaus (Editores). CRC pres. Boca Ratón, F.L. 2004

WOLFF, C. A. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *Fish. Bull.* 80(2): p.357-370. 1982.

_____ Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS. 17: 50 p. 1984.

WORMUTH, J. H. The biogeography and numerical taxonomy of the oegopsid squid family Ommastrephidae in the Pacific Ocean. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.* 23: p. 1-90. 1976.

ANEXOS

ANEXO A. Consideraciones generales sobre tiburones

El área de Pacífico centro-oriental aloja una fauna de tiburones poco diversificada, con 18 familias, 37 géneros y aproximadamente 61 a 67 especies, comparada con 30 familias, 103 géneros, y más de 380 especies a nivel mundial (Fischer *et al.*, 1995).

Clasificación taxonómica (según Compagno, 1984.)

Phylum Chordata.

Subphylum Vertebrata

Súper clase Gnathostomata

Grado Chondreichthiomorphi

Clase Chondreichythes

Subclase Elasmobranchii

Superorden Selachii (Euselachii)

Orden Carcharhiniformes

Familia Sphyrnidae

Sphyrna lewini (Griffith y Smith, 1834)

Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758)

Familia Sphyrnidae

Tiburones de talla media a grande. Cuerpo alargado y moderadamente esbelto, región anterior de la cabeza fuertemente achatada y expandida lateralmente a modo de hacha o martillo, con los dos ojos ubicados en los bordes externos. Párpados nictitantes inferiores bien desarrollados, dientes laminares, con una sola cúspide, dos aletas dorsales, la primera alta y

puntiaguda, su base mucho más corta que la aleta caudal y situada enteramente por delante del origen de las aletas pélvicas; aleta caudal fuertemente asimétrica, con una pronunciada escotadura subterminal y un lóbulo ventral pequeño, pero bien definido. Pedúnculo caudal no fuertemente achatado ni expandido lateralmente, sin quillas longitudinales, pero con foseas precaudales. Color: dorso predominantemente gris o cobrizo, vientre blanco (Fischer *et al.*, 1995).

Las cornudas viven en aguas superficiales de mares tropicales y templado-cálidos. Las especies pequeñas están confinadas a aguas costeras; también los juveniles de las especies más grandes viven cerca de la costa, pero los adultos son primordialmente semioceánicos, aunque a menudo se acercan a tierra en busca de alimento. Son voraces depredadores que se alimentan principalmente de peces óseos, tiburones, rayas y animales bentónicos (algunos crustáceos y moluscos). Unas pocas especies son peligrosas para el hombre. Las cornudas tienen importancia en las pesquerías del Pacífico oriental y son utilizadas tanto como alimento humano como para preparación de subproductos, especialmente la vitamina A del hígado (Fischer *et al.*, 1995).

La morfología de los sphyrnidos es fundamental en el entendimiento de los hábitos alimentarios y mecanismos de captura de estos tiburones, varias hipótesis han sido propuestas para explicar la función y evolución de las expansiones laterales características de la cabeza; Compagno (1984) sugiere que éstas representan un aumento hidrodinámico e incrementan la capacidad de maniobra. Comparado con los Carcharinidos la lamina cefálica provee un mayor aumento y simultáneamente una pérdida de estabilidad hidrodinámica que podría permitir a la cabeza de los tiburones martillos ejecutar giros cerrados y repentinos (Nakaya, 1995). Otra hipótesis plantea que utilizan la cabeza para manipular y restringir las presas sobre el fondo

marino (Strong *et al.*, 1990). Se propone también que las estructuras electroreceptoras provistas en la superficie de las expansiones laterales son una ventaja potencial a nivel sensorial, maximizando el área de búsqueda e incrementando la probabilidad de detectar a las presas (Kajiura, 2001). La amplia distancia entre las narinas podría proveer a los sphyrnidos un mayor gradiente olfatorio, al igual se plantea un posible aumento en el estímulo del olfato proporcionado por la presencia de una muesca prearinal que canaliza el agua en el borde rostral antes de dirigirla a las narinas (Compagno, 1984; Kajiura, 2001). Por último se sugiere que los ojos situados en la parte distal de la cabeza pueden proveer una visión binocular anterior incrementando de esta manera el campo visual (Compagno, 1984; Kajiura, 2001).

Las hipótesis mencionadas, en su mayoría no han sido probadas, exceptuando el aumento de la capacidad electroreceptiva (Kajiura, 2001), se ha demostrado también incremento de maniobrabilidad pero sin relación con los lóbulos de la cabeza (Kajiura *et al.*, 2003), sin embargo se puede plantear que varias de estas posibles ventajas han permitido que los tiburones martillo se desempeñen como hábiles depredadores, ocupando el nivel más alto en la cadena trófica marina.

Especie: *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) (Figura 1)

Nombres comunes: Cornuda cruz (Español -FAO-), Smooth hammerhead (Inglés -FAO-), Requin-marteau commun (Francés -FAO-).

Diagnosis: Cabeza con expansiones laterales por delante de las hendiduras branquiales, adoptando forma de martillo o hacha. Expansiones muy anchas, 26 a 29% del largo total (generalmente superiores al 26%), pero longitudinalmente cortas. Distancia desde la punta del hocico hasta la inserción del margen posterior de las expansiones laterales menores a la

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

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

Hábitat Es una especie muy activa, que habita aguas costeras y semioceánicas de la plataforma continental, tanto en aguas someras como a profundidades de al menos 20 m, (probablemente mucho mayores). Aparentemente es el tiburón martillo con mayor tolerancia a las condiciones

térmicas del ambiente, lo que se ve reflejado en su amplia distribución (Compagno, 1984).

Talla: La talla de los adultos puede alcanzar los 370 a 400 cm de longitud total. Los machos adultos miden al menos 256 cm y las hembras adultas 304 cm de longitud total (Compagno, 1984). En la zona se reportan individuos de tallas cercanas a los cuatro metros (Martinez, 1998).

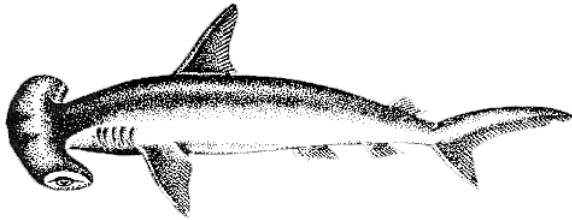
Reproducción: Vivípara, con saco vitelino; con 29 a 37 embriones por preñez. Las crías miden entre 50 y 61 cm al nacer (Compagno, 1984).

Alimentación: Depreda sobre un amplio espectro de peces óseos, incluyendo arenques y sardinas, meros, sierras y pargos; también sobre pequeños tiburones, rayas y chuchos; cangrejos, camarones, lapas; también calamares y otros cefalópodos (Compagno, 1984).

Importancia económica: Es una especie común en las pesquerías con palangre. Su carne es utilizada fresca, salada y posiblemente ahumada para consumo humano. Su piel se utiliza en marroquinería. También son utilizadas sus aletas, se extrae aceite de su hígado y las carcazas son utilizadas en la elaboración de harinas (Compagno, 1984). En el área es un recurso cotizado principalmente por sus aletas para exportación (Villón y Beltrán, 1999).

Pesca: Se captura principalmente con palangres pelágicos, redes de enmalle y artes de anzuelo (Compagno, 1984). En la zona se captura artesanalmente tanto en superficie, como en fondo; con redes de enmalle (media agua y fondo) y trasmallos de fondo camaronero. En la flota industrial palangrera también se reportan capturas, igualmente son capturados por la flota arrastrera camaronera como fauna de acompañamiento (Martinez, 1998).

a.



b.



Figura 1. *Sphyrna zygaena*; a. Esquema general (Tomado de Bostok, 2002), b. Vista ventral de la cabeza.

Género y especie: *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) ([Figura 2](#))

Nombres comunes: Cornuda común (Español -FAO-); Scalloped hammerhead (Inglés -FAO-); Requin-marteau halicorne (Francés -FAO-).

Diagnosis: Cabeza con expansiones laterales por delante de las hendiduras branquiales, adoptando forma de martillo o hacha. Expansiones muy anchas, 24 a 30% del largo total (generalmente superiores al 26%), pero longitudinalmente cortas. Distancia desde la punta del hocico hasta la inserción del margen posterior de las expansiones laterales menor que la mitad del ancho de la cabeza. Margen anterior de la cabeza muy ancho y curvo, con prominentes depresiones o escotaduras en su parte media y a ambos lados. Surcos prenales bien desarrollados por delante de las narinas. Distancia preoral 1/5 a 1/3 del ancho de la cabeza. Extremo posterior de los ojos ligeramente por delante de la sínfisis superior de la boca. Boca amplia y curva. Dientes anteriores con cúspides moderadamente largas, anchas a delgadas, lisas o débilmente aserradas; dientes posteriores usualmente cuspidados, sin quillas y molariformes. Primera dorsal moderadamente falcada. Origen de la primera dorsal sobre o ligeramente por

delante de la inserción de las pectorales; su extremo posterior bien anterior al origen de las pélvicas. Segunda dorsal baja, menor que la altura de la anal con margen posterior apenas cóncavo; margen interno largo, aproximadamente el doble de su altura y con su extremo posterior casi opuesto al origen del lóbulo dorsal de la caudal. Aletas pélvicas no falcadas, con márgenes posteriores estrechos o apenas cóncavos. Aleta anal más larga que la segunda dorsal; su base es 4,3 a 6,4% del largo total; su origen bien por delante del origen de la segunda dorsal; su margen posterior apenas cóncavo. Con 174 a 209 centros vertebrales (Compagno, 1984).

Color: Superficie dorsal y flancos color gris-marrón, con las puntas de las pectorales oscuras a negras. Superficie ventral blanca (Compagno, 1984).

Hábitat Probablemente el tiburón martillo más abundante, es una especie pelágico costera, semioceánica, de aguas cálidas y tropicales, que ocurre sobre la plataforma continental y declives insulares, así como en las aguas profundas adyacentes. Realiza frecuentemente incursiones en la zona costera, bahías y estuarios. Habita desde aguas superficiales hasta profundidades de al menos 275 m. Los juveniles se encuentran cerca de la costa. Forman cardúmenes en las diferentes etapas de su vida, aunque es posible encontrar individuos solitarios tanto juveniles como adultos. Aparentemente es una especie migratoria (Compagno, 1984).

Talla: La talla de los adultos puede alcanzar los 370 a 420 cm de longitud total como máximo. Los machos alcanzan al menos 395 cm y las hembras al menos 309 cm de longitud total (Compagno, 1984). En la zona se reportan individuos de tallas cercanas a los cuatro metros (Martinez, 1998).

Reproducción: Vivípara, con saco vitelino. Los machos maduran entre 140 y 165 cm de largo total y las hembras alrededor de los 212 cm. Las hembras

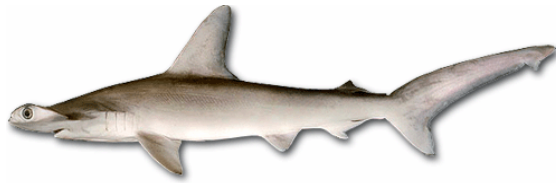
producen hasta 31 embriones por preñez. Las crías miden entre 42 y 55 cm al nacer. (Compagno, 1984)

Alimentación: Depreda sobre una amplia variedad de peces e invertebrados (especialmente cefalópodos). Sus ítems principales incluyen entre otros arenques, anchoas, congrios, pejerreyes, agujetas, salmones, barracudas, anchoas de banco, caballas, júreles, pargos, mojarras, salmonetes, peces loro, gobios, lenguados, etc., además de peces condricios como angelitos, chuchos del género *Dasyatis* y tiburones de los géneros *Carcharhinus* y *Rhizoprionodon*. También se alimenta de calamares, pulpos, camarones, cangrejos, langostas e isópodos (Compagno, 1984).

Importancia económica: Es una especie muy abundante y de fácil disponibilidad en regiones tropicales. Su carne es utilizada fresca, congelada o salada para consumo humano. Su piel se utiliza en marroquinería. También son utilizadas sus aletas, se extrae aceite de su hígado y las carcazas son utilizadas en la elaboración de harinas (Compagno, 1984). En el área es un recurso cotizado por sus aletas para la exportación (Villón y Beltrán, 1999).

Pesca: Se captura principalmente con redes fijas de fondo y enmalle de fondo y de deriva (Compagno, 1984). En la zona se captura artesanalmente tanto en superficie, como en fondo; con redes de enmalle (media agua y fondo) y trasmallos de fondo camaroneero. En la flota industrial palangrera también se reportan capturas, igualmente son capturados por la flota arrastrera camaronera como fauna de acompañamiento (Martínez, 1998).

a.



b.

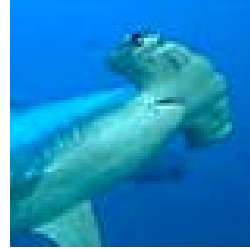


Figura 2 *Sphyrna lewini*; a. Esquema general, b. Vista ventral de la cabeza. (Tomado de Meneses y Travelers haven, respectivamente).

ANEXO B. Pesquerías en Ecuador

La actividad pesquera es realizada tanto a nivel industrial como artesanal. La actividad pesquera artesanal es realizada por cerca de 10000 personas. Los pescadores utilizan como ayudas para la navegación el compás, la brújula, satélite y radio (banda corrida de 120 canales). Se identifican tres pesquerías principales (Villón y Beltrán, 1999):

a) Pesquería de peces pelágicos grandes (dorado, picudos, atunes y tiburones): se desarrolla principalmente entre diciembre-marzo (dorado), mayo, agosto-septiembre (picudos, atunes y tiburones).

b) Pesquería de peces demersales (corvina de roca, perela, cabezudo): efectuado durante todo el año.

c) Pesquería de postlarvas de camarón.

La flota pesquera artesanal del puerto de Manta está conformada por cerca de 807 embarcaciones ([Tabla 1](#)); 600 botes de fibra de vidrio (74%), 100 barcos (12%), 77 bala ndras (10%), 10 canoas de montaña (1%) y 20 bongos (3%) (Villón y Beltrán, 1999).

Tabla 1. Características de las embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal del puerto de Manta (Tomado de: Villón y Beltrán, 1999).

TIPO EMBARCACION	No	ESLORA (m)	MANGA (m)	PUNTAL (m)	ESPEJO (m)	PROPULSION (HP/Motor estacionario/remo/vela)
Barco pequeño	100	7,0-12,3	1,8-4,1	0,9-1,2		Motor estacionario
Balandra	77	6,7-12,3	1,7-3,5	0,9-1,2		Vela, Motor estacionario
Bote de fibra de vidrio	600	7,4-9,0	1,6-2,2	0,7-1,1	0,4-0,5	25-80 HP
Canoa de montaña	10	5,3-8,0	1	0,8-0,8	0,4-0,4	25-80 HP
Bongo	20	8,8-5,5	0,4-0,6	0,3-0,4		Remo

Los pescadores artesanales utilizan varios tipos de artes de pesca ([Tabla 2](#)), de acuerdo al recurso que van a extraer, estos son los siguientes: palangre de superficie (dorado, picudos, atunes y tiburones), espinel de fondo (corvina de roca, chernas, colorado, cabezudo, perela), red de enmalle superficial (tiburones, dorado, atunes, picudos), red de profundidad (menudo), línea de media mano y de fondo (atunes, corvina de roca, perela, colorado, pargos), línea de mano con poteras (calamar) y la red tijera (postlarvas de camarón) (Villón y Beltrán, 1999).

Tabla 2. Características por tipo de arte de pesca utilizado por los pescadores artesanales de Manta (Tomado de: Villón y Beltrán, 1999).

TIPO DE ARTE DE PESCA	LONGITUD (m)	OJO DE MALLA (cm)	No. ANZUELOS	TIPO DE ANZUELO
Palangre superficial	1000-3000		200-350	1-2-3-4
Espinel de fondo	600-1800		800-1200	8-9
Red enmalle superficial	400-700	7,6-17,7		
Red de profundidad	240-500	2,6-7,6		
Línea de mano ½ agua y fondo				1-2-3-4-8-9-12
Red tijera	2,5X4	0,1		

Las zonas de pesca de peces pelágicos grandes y tiburones están ubicadas cerca de 2-4 horas de recorrido desde el lugar de zarpe para los botes de fibra de vidrio. Mientras que para barcos y balandras están ubicadas cerca de 24 a 48 horas de recorrido. Generalmente los pescadores eligen como punto de referencia la Isla de la Plata (Provincia de Manabí), la Isla Santa Clara (Provincia de El Oro), también realizan faenas de pesca en las zonas cercanas a las Islas Galápagos (Villon y Beltrán, 1999).

ANEXO D. Formato para la toma de datos en laboratorio

MUESTRA No _____ ESPECIE -
SEXO _____ FECHA _____

Peces -Peso		Especies:
Resto de peces – Peso, longitud.		
Numero de ojos - Peces OTOLITOS		
Calamares –Peso- Longitud		
Numero de picos		
Numero de ojos – Calamar		
Testículo –Ancho y Largo		
Ovario Diámetro.		
Numero de ovocitos		
Glándula oviducal- Largo, Ancho		
Observaciones		

ANEXO E. Colección de referencia. Estructuras utilizadas (esqueleto axial, otolito *sagitta*) para la identificación de algunos peces registrados en los estómagos de *S. lewini* y *S. zygaena*

Phylum: Chordata

Clase: Actinopterygii

Orden: Anguiliformes

Familia: Ophichthidae

Otolito, longitud; 6,9 mm.



Se registraron 10 individuos en total, 9 en *S. lewini* y 1 en *S. zygaena*.

Ophichthus sp. 1

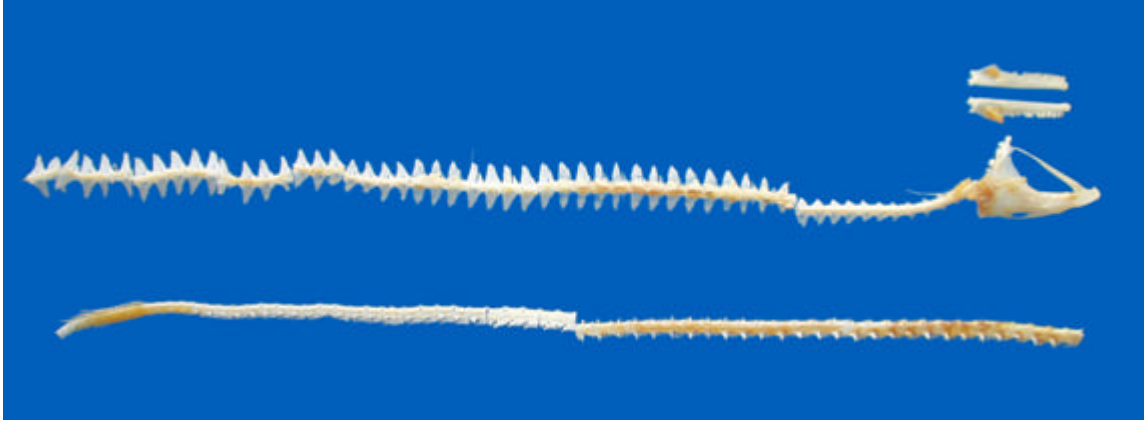
Otolito, longitud: 4,1 mm.



Se encontraron 3 individuos en *S. lewini*.

Ophichthus sp. 2

Esqueleto LT: 42 cm.



Vista lateral detallada de la cabeza.



Se registro 1 individuo en estómagos de *S. lewini*.

Myrophys
vifer (Jordan y Gilbert, 1882)

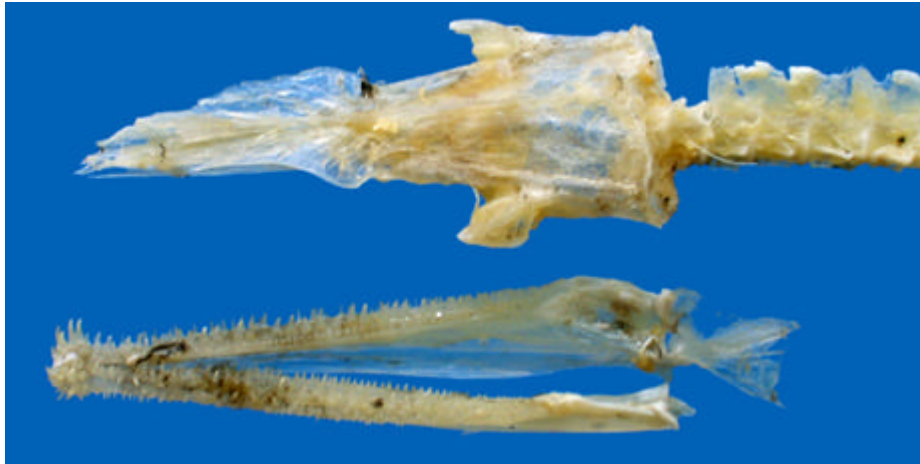
Otolito, longitud: 5,7 mm.



8 individuos registrados en estómagos de *S. lewini*.

Pseudomyrophys sp.

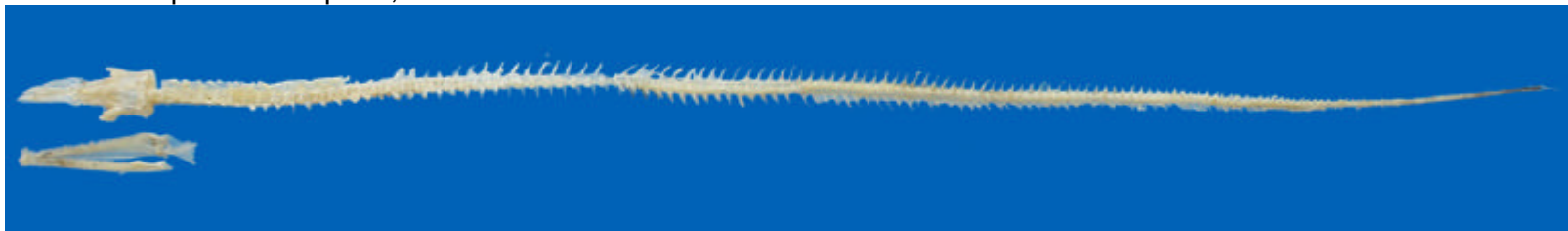
Vista detallada del cráneo, mandíbula inferior y primeras vértebras



Otolito, longitud: 4.5 mm.



Vista del esqueleto completo, LT: 62 cm.

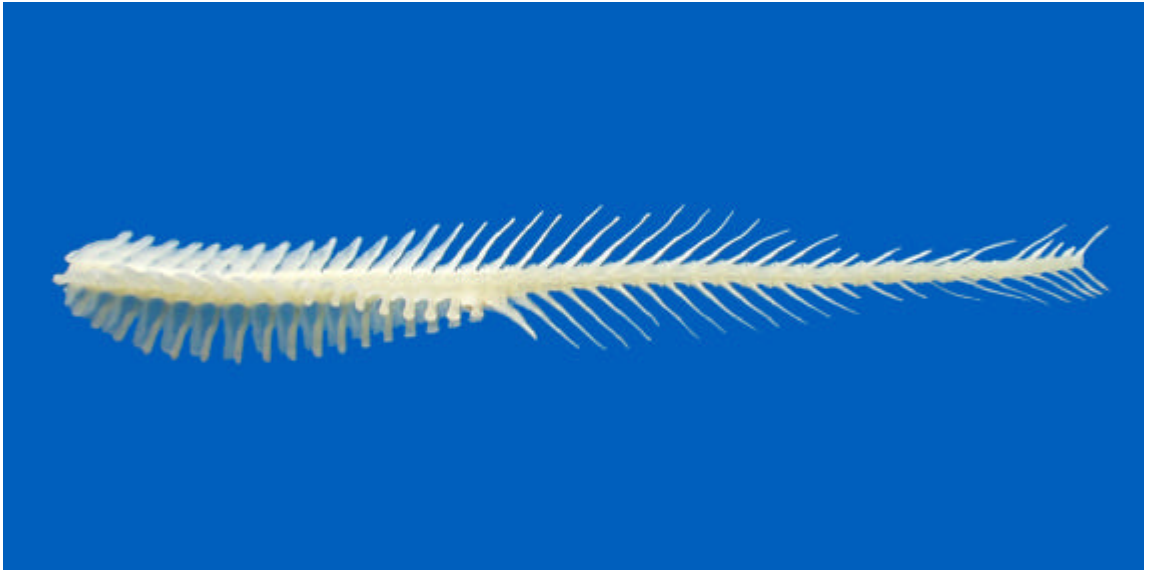


1 individuo registrado en *S. lewini*.

Orden: Gadiformes
Familia: Merluccidae

Merluccius
gayi (Guichenot, 1848)

Esqueleto.
LT: 15,5 cm. 41 vértebras totales.



Otolito, longitud: 16,4 mm.

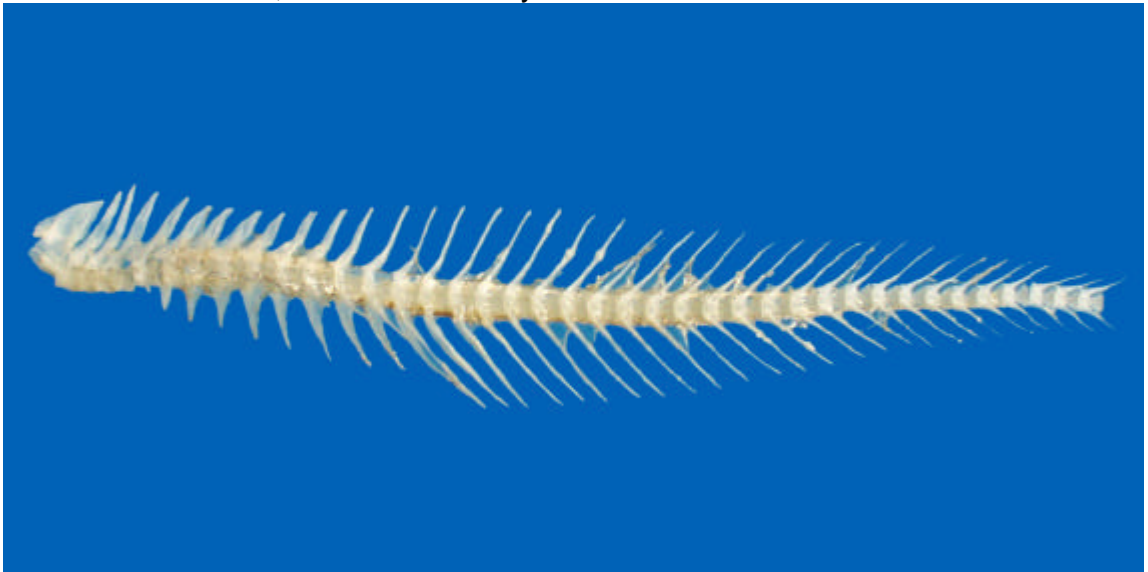


Se registraron un total de 25 individuos en estómagos de *S. lewini*.

Orden: Ophidiiformes
Familia: Ophidiidae

Brotula
clarkae (Hubbs, 1944)

Esqueleto, LT: 13 cm.
39 vértebras totales; 14 abdominales y 25 caudales.



Vista superior del cráneo.



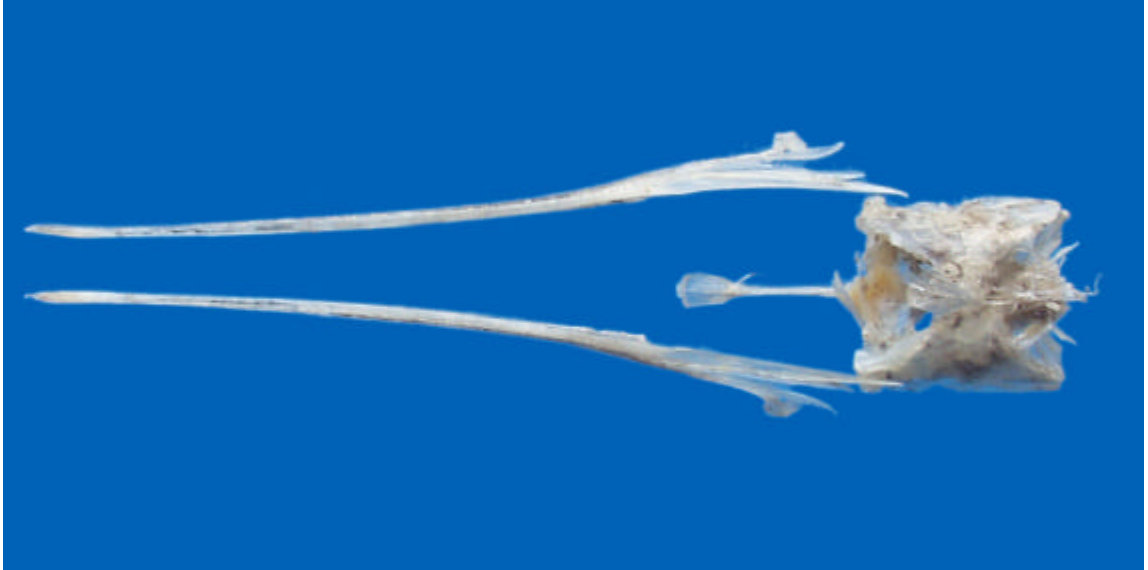
Otolito, longitud: 10,5 mm.



20 individuos registrados en estómagos de *S. lewini*.

Orden: Beloniformes
Familia: Hemiramphidae

Vista detallada del cráneo y las mandíbulas.



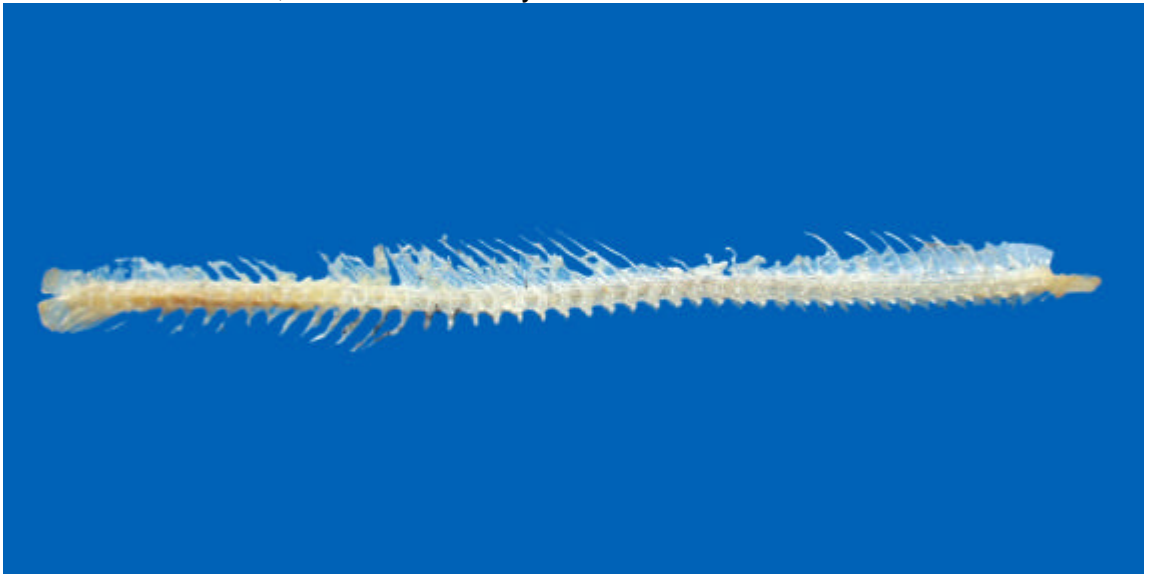
Vista del esqueleto. LT: 22cm.



Se registro 1 individuo en *S. lewini* y 1 en *S. zygaena*.

Oxyporhamphus
micropterus micropterus (Valenciennes, 1843)

Esqueleto LT: 17 cm.
49 vértebras totales; 31 abdominales y 18 caudales.



Otolito, longitud: 6,2 mm.

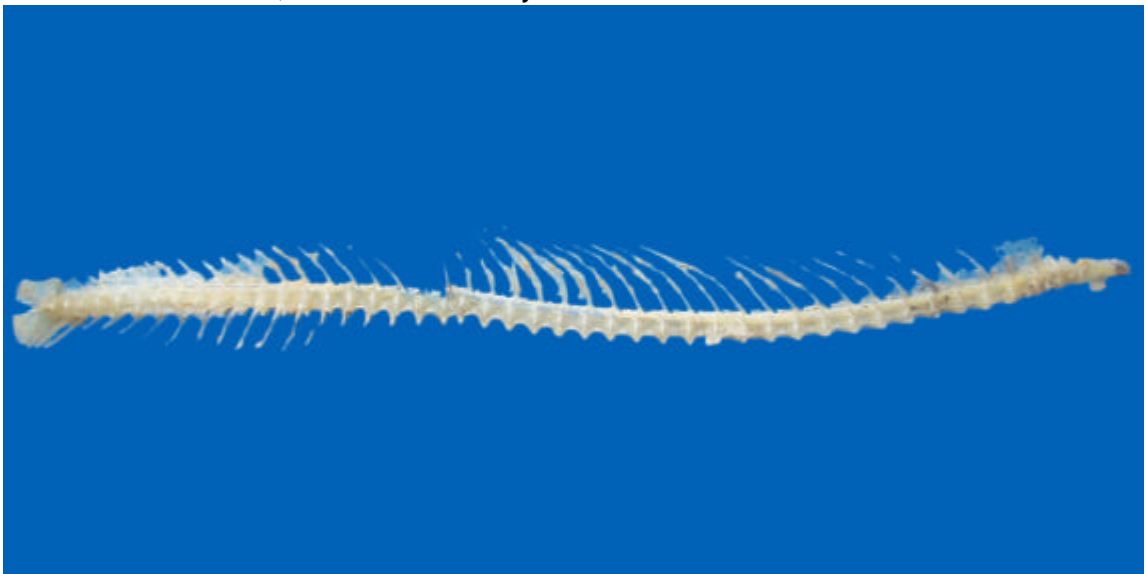


12 individuos registrados; 1 en *S. lewini* y 11 en *S. zygaena*.

Familia: Exocoetidae

Cheilopogon
atrisignis (Jenkins, 1904)

Esqueleto LT: 21 cm
45 vértebras totales; 30 abdominales y 15 caudales.



Otolito, longitud: 5,9 cm.



4 individuos; 1 en *S. lewini* y 3 en *S. zygaena*.

Cheilopogon
silonopterus (Bleeker, 1866)

Vista detallada de la parte anterior del esqueleto.



Esqueleto LT: 18,5 cm
44 vértebras totales, 31 abdominales y 13 caudales.



Registrados 2 individuos en estómagos de *S. zygaena*.

Exocoetus
monocirrus (Richardson, 1846)

Esqueleto LT: 16 cm.
42 vértebras totales, 26 abdominales y 16 caudales.



Otolito, longitud: 7,60 mm.



Se encontraron 5 individuos en estómagos de *S. zygaena*.

Orden: Scorpaeniformes
Familia: Scorpaenidae

Vista completa del esqueleto.
LT: 23 cm.



Vista superior del cráneo.
mm



Otolito, longitud: 12,3 mm

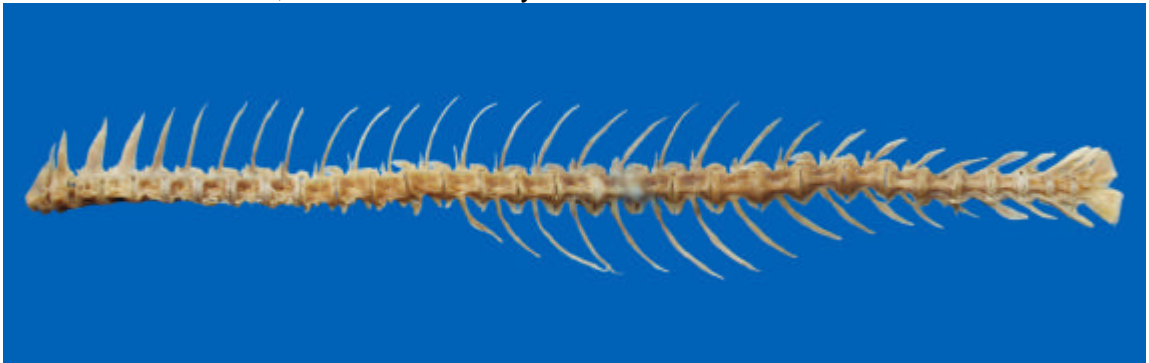


12 individuos registrados en *S. lewini*.

Orden: Perciformes
Familia: Coryphaenidae

Coryphaena
hippurus (Linnaeus, 1758)

Vista del esqueleto LT: 55 cm.
32 vértebras totales, 14 abdominales y 18 caudales

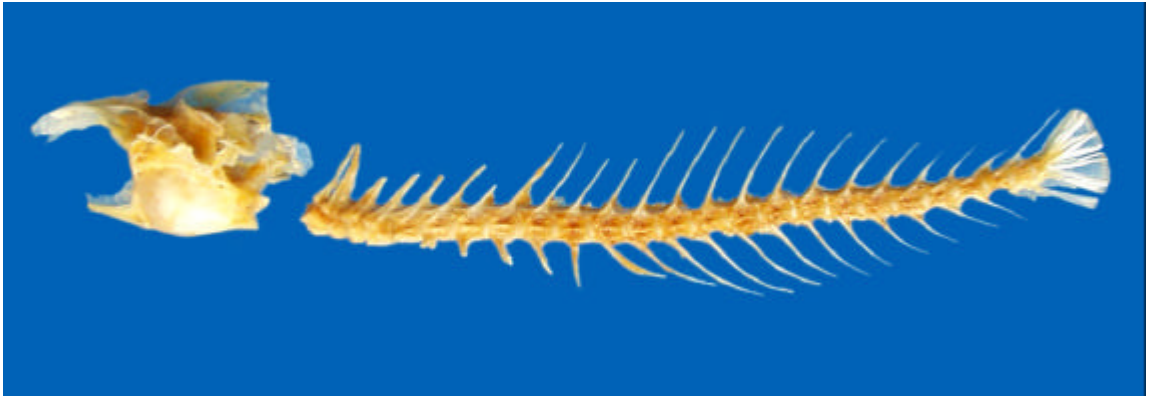


Registrados 2 individuos en estómagos de *S. zygaena*.

Familia: Scianidae

Larimus
argenteus (Gill, 1863)

Vista completa del esqueleto.
Esqueleto LT: 12,7 cm.
25 vértebras totales, 11 abdominales y 14 caudales.



Vista detallada del cráneo.



Otolito, longitud: 8,7 mm.



Se registraron 44 individuos, 32 en *S. lewini* y 12 en *S. zygaena*.

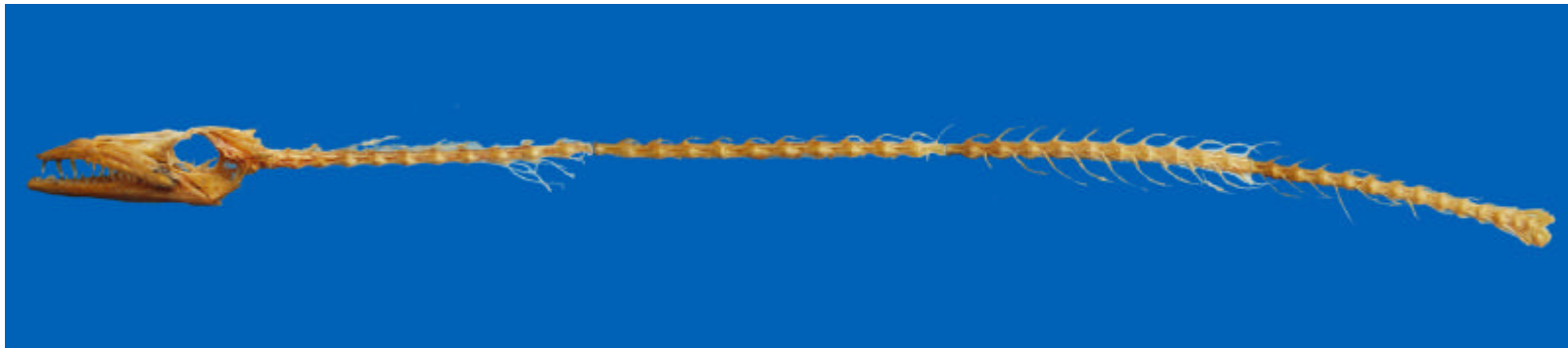
Familia: Gempylidae

Gempylus
serpens (Cuvier, 1829)

Vista detallada de las estructuras óseas de la cabeza



Esqueleto completo, LT: 53,9 cm.
48 vértebras totales.



4 individuos registrados; 1 en *S. lewini* y 3 en *S. zygaena*.

Familia: Scombridae

Auxis
thazard (Lacepède, 1800)

Esqueleto LT: 33cm
39 vértebras totales, 20 abdominales y 19 caudales



Vista superior del cráneo.



20 individuos, 6 en *S. lewini* y 14 en *S. zygaena*

Katsuwonus
pelamis (Linnaeus, 1758)

Esqueleto LT: 33 cm.

Vértebras totales 41, 20 abdominales (primera espina hemal) y 21 caudales.



Vista lateral del cráneo.



Vista superior del cráneo

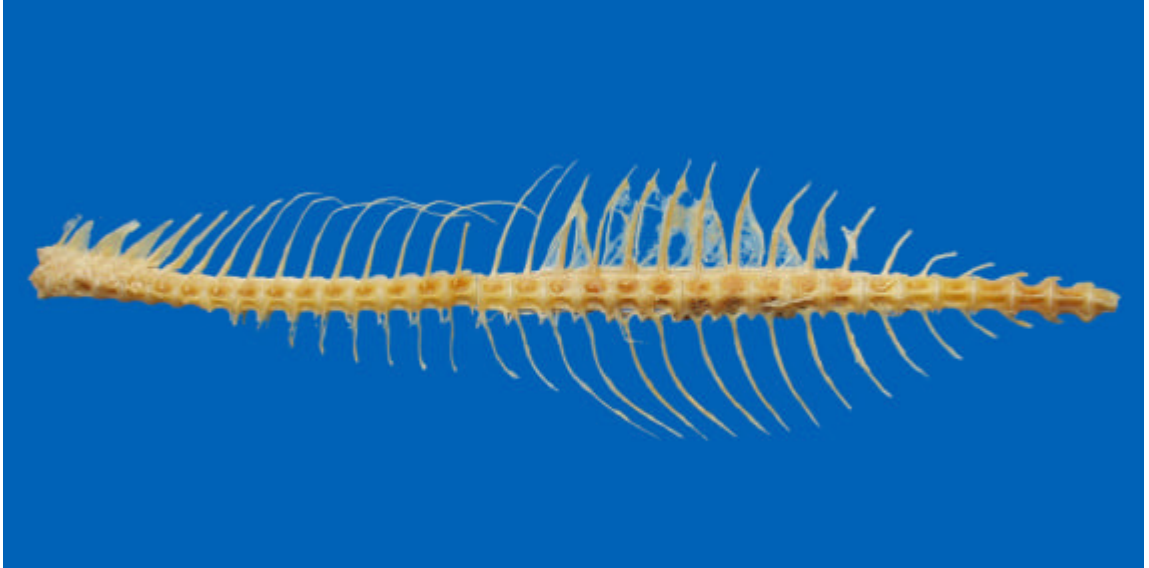


Se registraron 13 individuos en total, 1 en *S. lewini* y 12 en *S. zygaena*

Thunnus
albacares (Bonaterre, 1788)

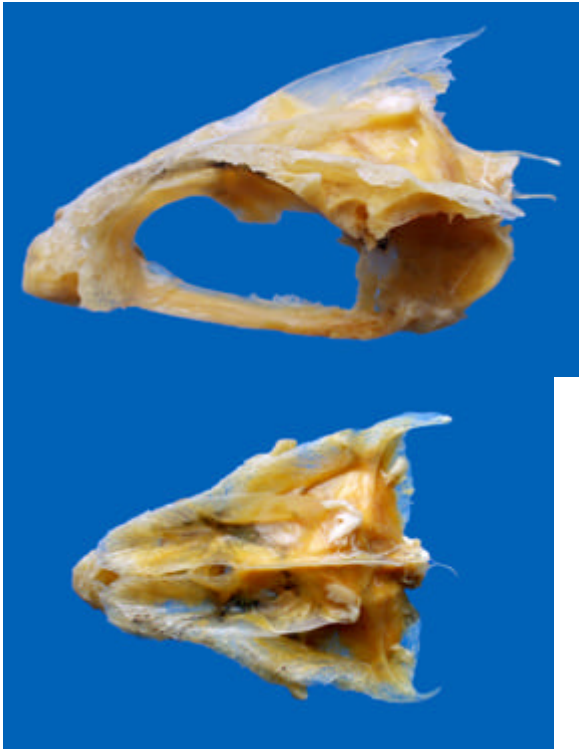
Esqueleto LT: 37 cm.

Vértebras totales 39, abdominales 18 (primera espina hemal) y 21 caudales.



Vista lateral del cráneo.

Vista superior del cráneo



Se registraron 20 individuos en *S. zygaena*.

Orden: Tetraodontiformes
Familia: Balistidae

Canthidermis
maculatus (Bloch, 1786)

Esqueleto LT: 25,2 cm.
18 vértebras totales, 7 abdominales y 11 caudales.



Se registraron 4 individuos en *S. zygaena*.

ANEXO F. Colección de referencia de crustáceos-presa

Phylum: Arthropoda
Subphylum: Crustacea
Clase: Malacostraca
Subclase: Eumalacostraca
Superorden: Eucarida
Orden: Decapoda
Suborden: Dendrobranchiata
Superfamilia: Penaeoidea
Familia: Solenoceridae

Solenocera
agassizi (Faxon, 1893)

Longitud total: 10 cm.



5 individuos registrados en estómagos de *S. lewini*.

Suborden: Pleocyemata
Infraorden: Caridea
Superfamilia: Pandaloidea
Familia: Pandalidae

Heterocarpus
vicarius (Faxon, 1893)

Longitud total: 11,6 cm.



6 individuos registrados en estómagos de *S. lewini*.

Infraorden: Anomura
Superfamilia: Galatheoidea
Familia: Galatheidae

Munida sp.

Longitud caparazón: 3,5 cm.

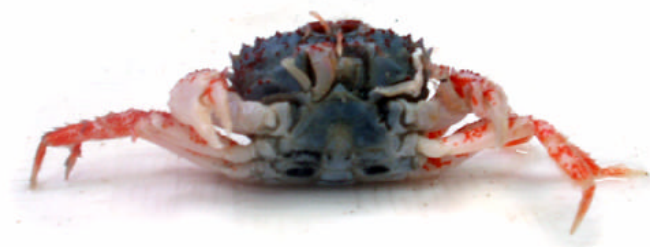


5 individuos registrados en estómagos de *S. lewini*.

Infraorden: Brachyura
Sección: Branchyrhyncha

Familia. Xanthidae

Ancho del caparazón: 3,2 cm.



1 individuo registrado en *S. lewini*.

ANEXO G. Colección de referencia del aparato mandibular (pico) de algunos cefalópodos registrados en los estómagos de *S. lewini* y *S. zygaena*

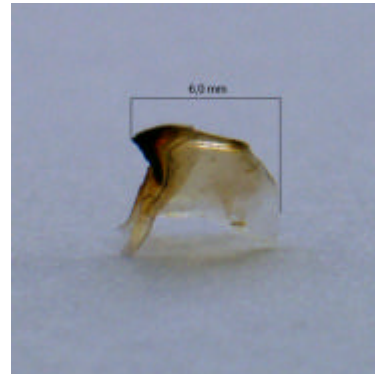
Phylum: Mollusca
Clase: Cephalopoda
Subclase: Coleoidea
Cohorte: Neocoleoidea
Superorden: Decapodiformes
Orden: Teuthoidea
Suborden: Myopsina
Familia: Loliginidae

Lollinguncula (Loliolopsis)
diomedae (Hoyle, 1904)

Vista frontal-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se registraron un total de 108 individuos, 90 en estómagos de *S. lewini* y 18 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Wolff (1984). Longitud rostral, pico superior (cm): 0,57 – 1,69. Peso del manto (g): 9,33 – 33,77.

Suborden: Oegopsina

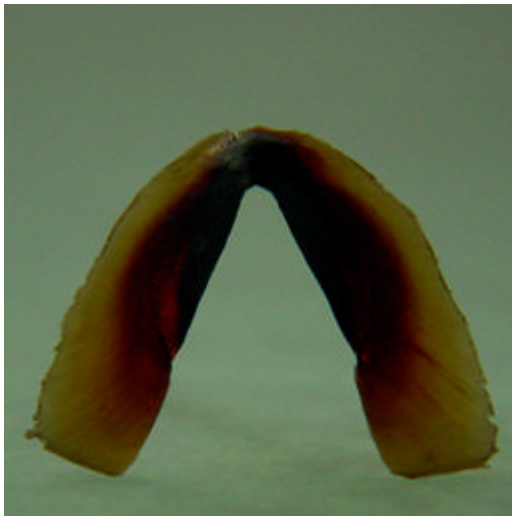
Familia: Ancistrocheiridae

Ancistrocheirus

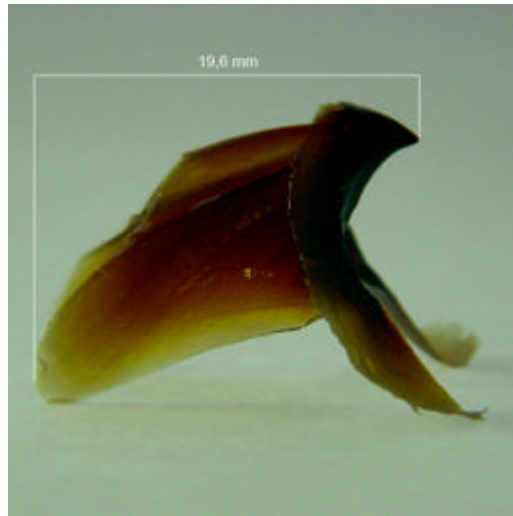
lesueurii (Orbigny, 1842)

Vista frontal-pico superior

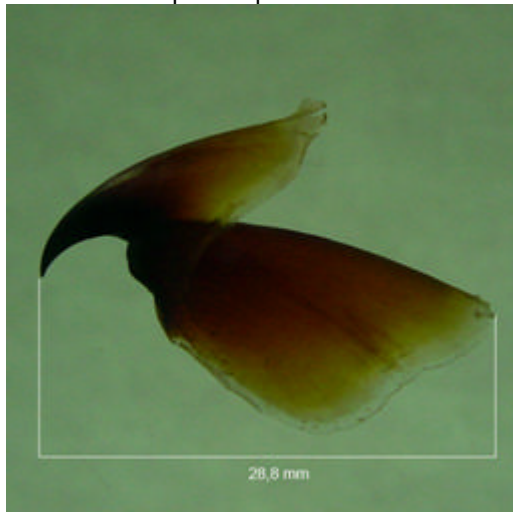
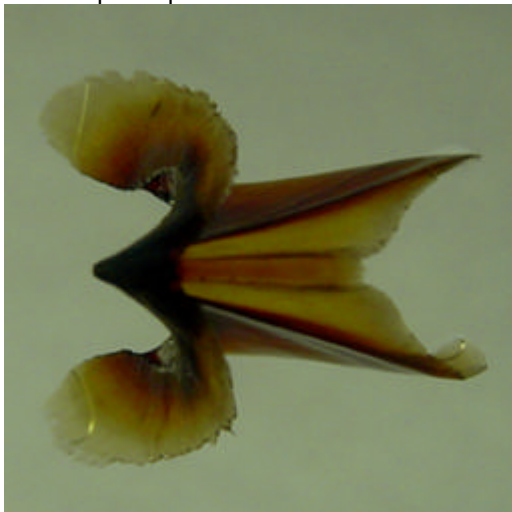
Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



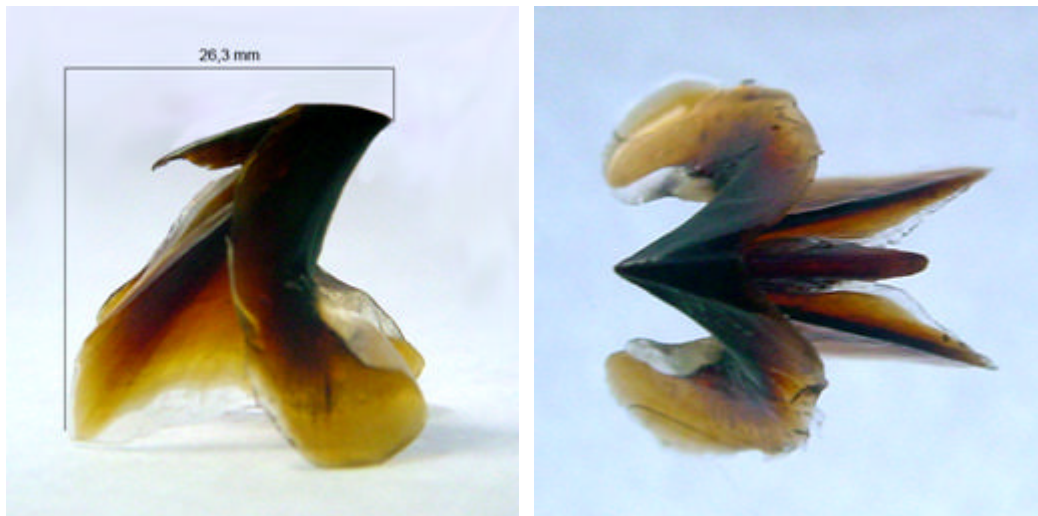
Se registraron un total de 221 individuos, 26 en estómagos de *S. lewini* y 195 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el “pico” según la clave de Clarke (1986). Longitud rostral, pico superior (cm): 0,78 – 13,83. Peso del manto (g): 0,35 – 9485,79.

Familia: Octopoteuthidae

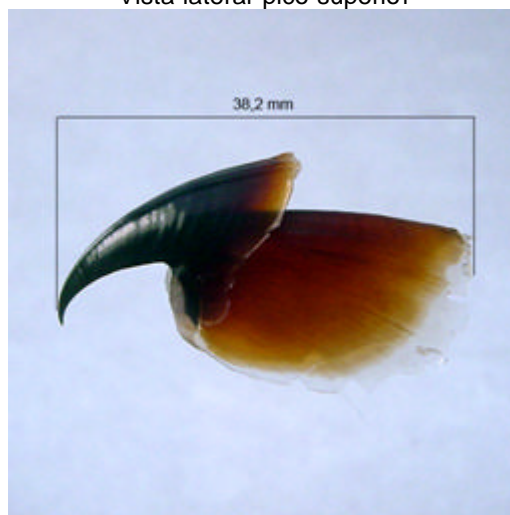
Octopodoteuthis
sicula (Rüpell, 1844)

Vista lateral-pico inferior

Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



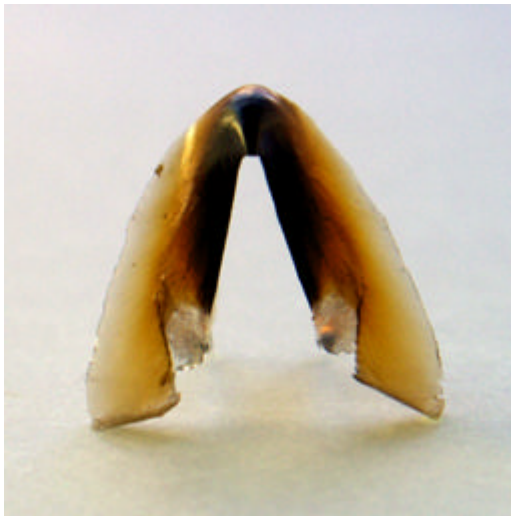
En total se registraron de 58 individuos, 11 en estómagos de *S. lewini* y 47 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Clarke (1986). Longitud rostral, pico inferior (cm): 4,26 – 10,74. Peso del manto (g): 33,57 – 184,07.

Familia: Histioteuthidae

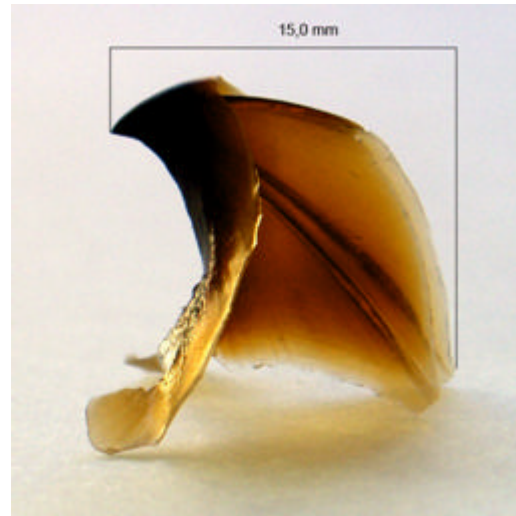
Histioteuthis

Vista frontal-pico inferior

Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se registraron 11 individuos en estómagos de *S. lewini* y 4 en estómagos de *S. zygaena*; se presentaron en estado parcial y digerido (ED: 3 y 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Wolff (1984). Longitud rostral, pico superior (cm): 2,33 – 6,7. Peso del manto (g): 4,93 – 317,72.

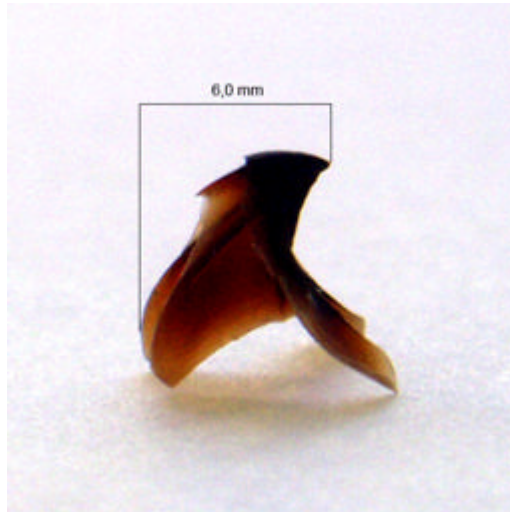
Familia: Mastigoteuthidae

Mastigoteuthis
dentata (Hoyle, 1904)

Vista frontal-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior

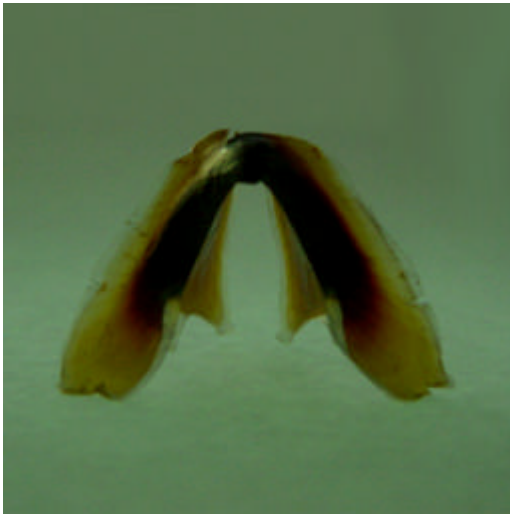


Se registraron un total de 232 individuos, 42 en estómagos de *S. lewini* y 190 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Clarke (1986). Longitud rostral, pico inferior (cm): 0,3 – 4,49. Peso del manto (g): 0,037 – 90,86.

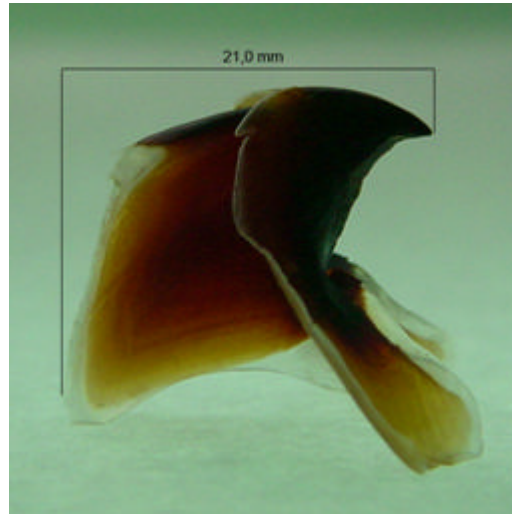
Familia: Ommastrephidae
Subfamilia: Ommastrephinae

Dosidicus
gigas (Orbigny, 1835)

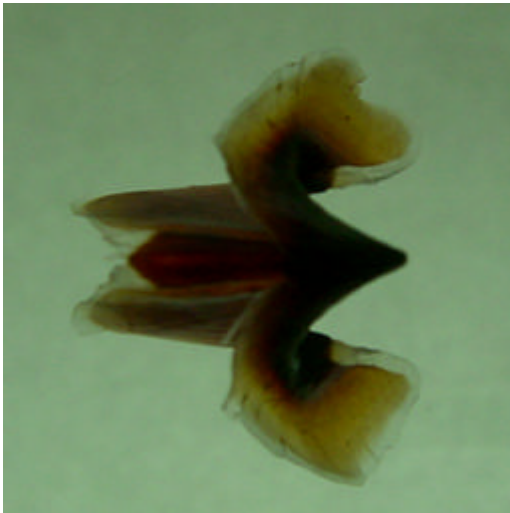
Vista frontal-pico inferior



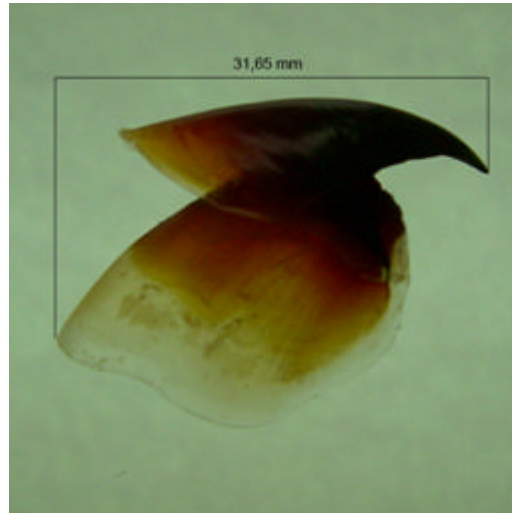
Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se registraron un total de 1095 individuos, 45 en estómagos de *S. lewini* y 1050 en estómagos de *S. zygaena*, se hallaron individuos en estados de digestión 1, 2 y 3; se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Wolff (1984) y se compararon algunos retrocálculos del peso del manto a partir de las medidas del pico, con los individuos que se encontraron completos, encontrando acierto en los resultados obtenidos. Longitud rostral, pico superior (cm): 0,49 – 28,72. Peso del manto (g): 0,7 – 21584,31.

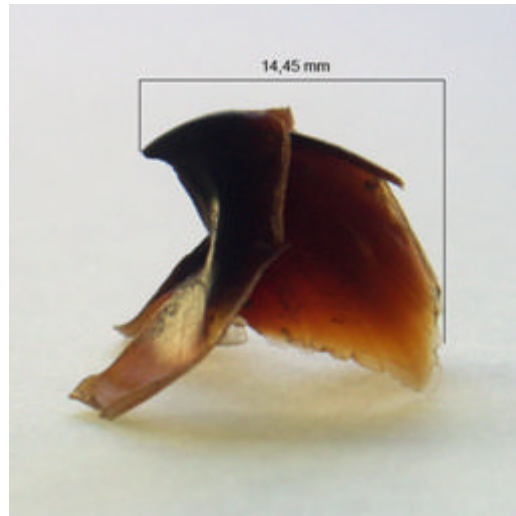
Sthenoteunthis
oualaniensis (Verril, 1880)

Vista frontal-pico inferior

Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se registraron 7 individuos en estómagos de *S. lewini* y 252 en estómagos de *S. zygaena*; se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Wolff (1984). Longitud rostral, pico superior (cm): 1,23 – 15,97. Peso del manto (g): 2,75 – 8937,45.

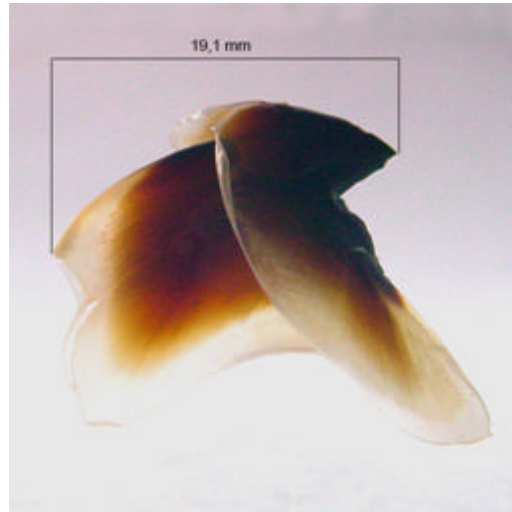
Familia: Thysanoteuthidae

Thysanoteuthis
rhombus (Troschel, 1857)

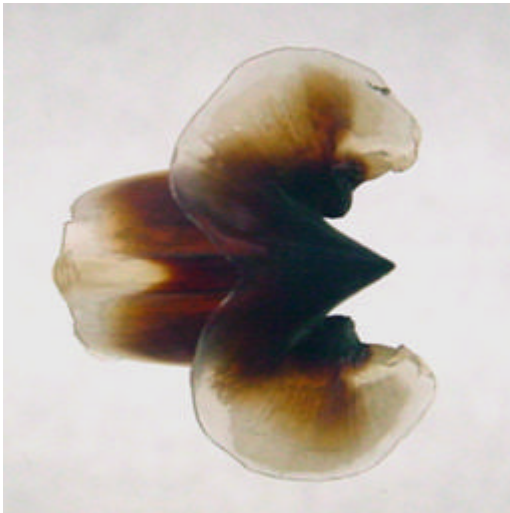
Vista frontal-pico inferior



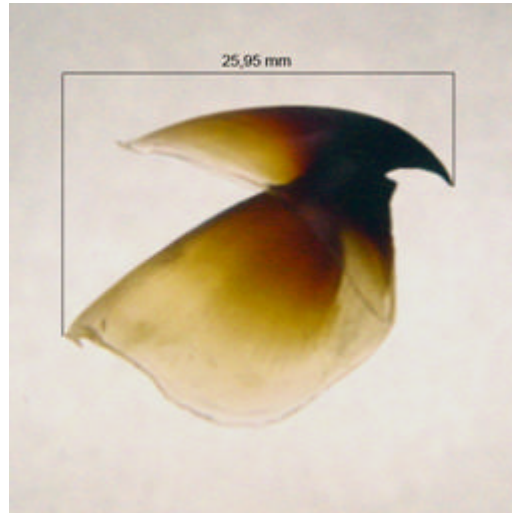
Vista lateral-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Vista lateral-pico superior



En total se registraron de 81 individuos, 1 en estómagos de *S. lewini* y 80 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Clarke (1986). Se calculo el peso realizando una relación entre la longitud rostral del pico inferior y el peso del manto, datos obtenidos de Cepibase. Longitud rostral, pico inferior (cm): 0,65 – 5,6. Peso del manto (g): 21,24 – 2049,48.

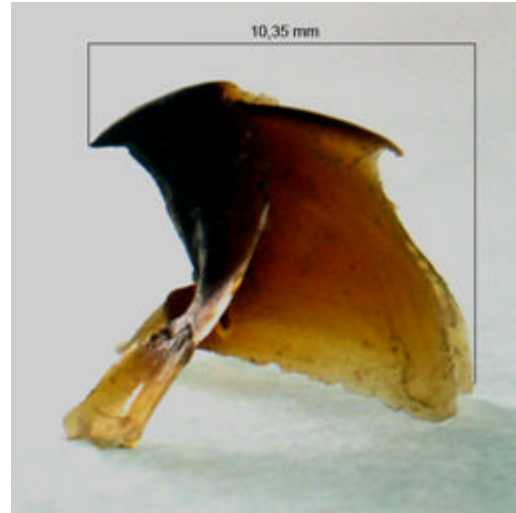
Familia: Onychoteuthidae

Onychoteuthis
banksii (Leach, 1817)

Vista frontal-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Se registraron 2 individuos de similar tamaño en estómagos de *S. zygaena*; se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el “pico” según la clave de Wolff (1984). Longitud rostral, pico inferior (cm): 1,98. Peso del manto (g): 22,37.

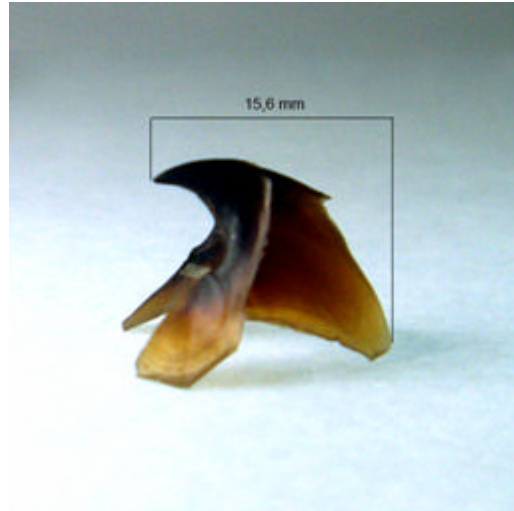
Familia: Pholidoteuthidae

Pholidoteuthis
boschmai (Adam, 1950)

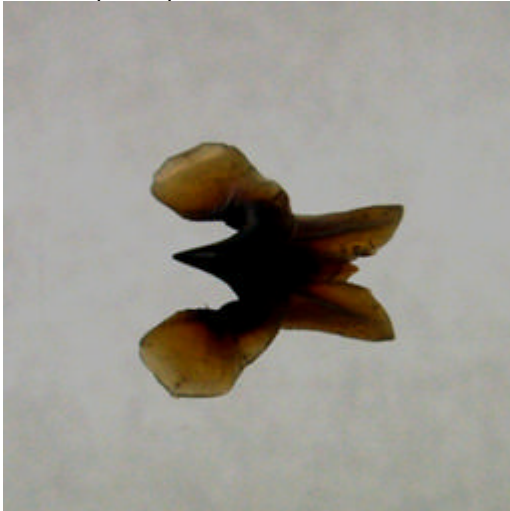
Vista frontal-pico inferior



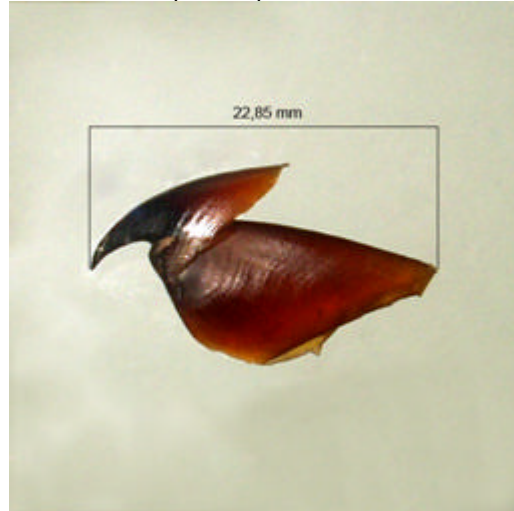
Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se registraron un total de 9 individuos, 2 en estómagos de *S. lewini* y 9 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Clarke (1986). Longitud rostral, pico inferior (cm): 2,56 – 7,29. Peso del manto (g): 37,94 – 733,48.

Familia: Gonatidae

Gonatus

Vista frontal-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



En total se registraron de 4 individuos, 1 en estómagos de *S. lewini* y 3 en estómagos de *S. zygaena*; en su totalidad se presentaron en estado digerido (ED: 4), por lo que se identificaron por el aparato mandibular “pico” según la clave de Clarke (1986). Longitud rostral, pico inferior (cm): 3,02 – 5,56. Peso del manto (g): 11,46 – 42,08.

Superorden: Octopodiformes
Orden: Octopoda

Vista lateral-pico inferior

Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



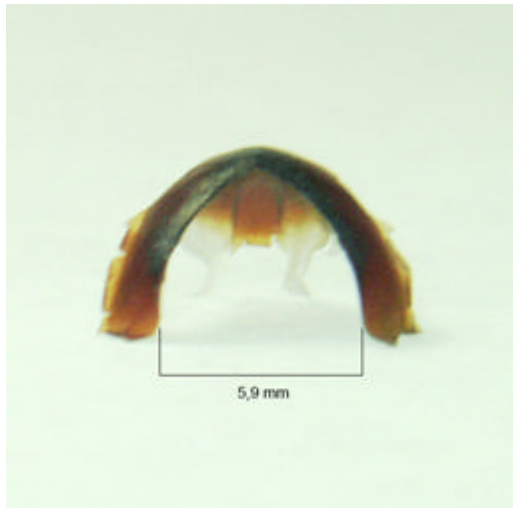
23 individuos se registraron hasta este orden, a partir de picos hallados en estómagos de *S. lewini* y *S. zygaena*, se utilizó la guía de Wolff (1984) y Clarke (1986) para su identificación.

Suborden: Incirrina

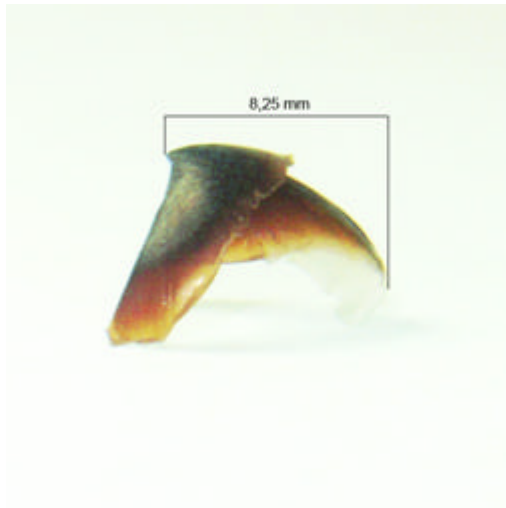
Familia: Argonautidae

Argonauta

Vista frontal-pico inferior



Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Se identifico según la clave de Clarke (1986), se registraron 3 individuos para *S. zygaena*; no se tuvo en cuenta para los índices: gravimétrico, IIR e IIG, por no obtener una fórmula para calcular su peso.

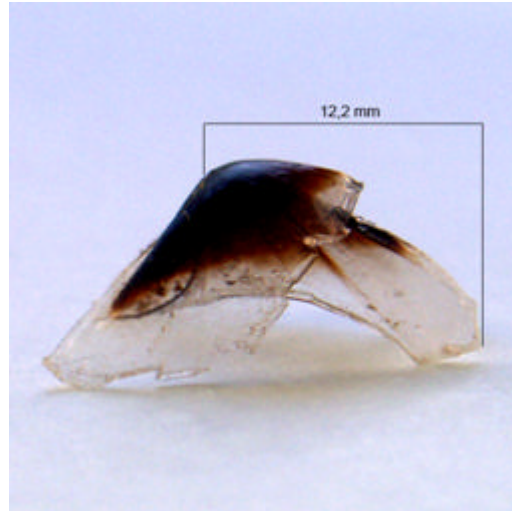
Familia: Vitreledonillidae

Vitreledonella
richardi (Joubin, 1918)

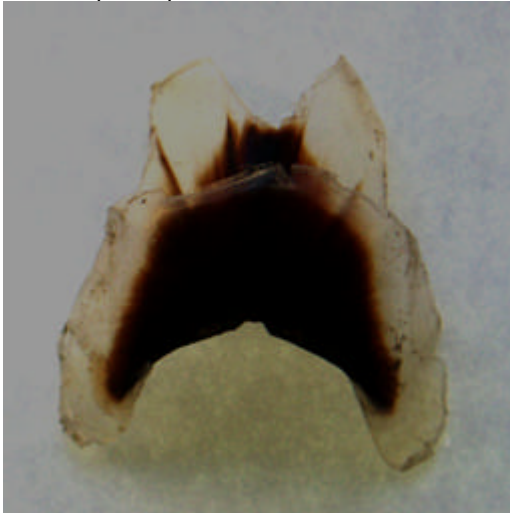
Vista frontal-pico inferior



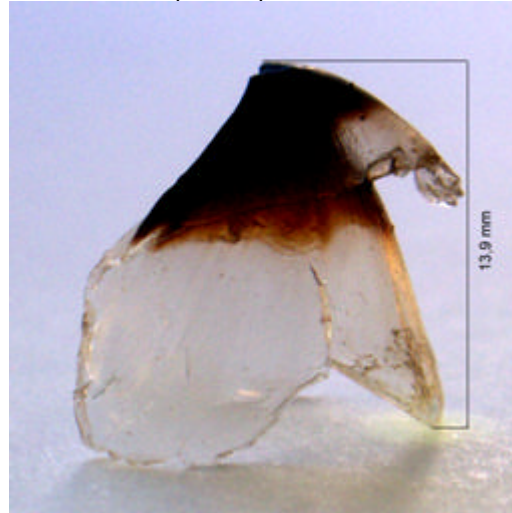
Vista lateral-pico inferior



Vista superior-pico inferior



Vista lateral-pico superior



Se identifico según la clave de Clarke (1986), se registraron 19 individuos para *S. zygaena*; no se tuvo en cuenta para los índices: gravimétrico, IIR e IIG, por no obtener una fórmula para calcular su peso.

ANEXO H. Espectro trófico de hembras y machos de *S. lewini*.

Composición del espectro trófico de hembras de *Sphyrna lewini* expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N) y gravímetro (P), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR), e índice de importancia geométrica (IIG). El asterisco (*) indica los componentes no cuantificables.

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Mollusca										
Cephalopoda										
Teuthoidea										
Enoploteuthidae										
<i>Abraliopsis affinis</i>	3	1,21	9,045	0,02	1	2,27	2,81	0,12	2,03	0,83
Ancistrocheiridae										
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	17	6,88	4037,59	10,22	7	15,91	272,12	11,64	19,06	7,85
Octopoteuthidae										
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	10	4,05	902,82	2,29	4	9,09	57,58	2,46	8,91	3,67
Histiotheuthidae										
<i>Histioteuthis spp.</i>	8	3,24	863,98	2,19	5	11,36	61,66	2,64	9,69	3,99
Mastigoteuthidae										
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	28	11,34	209,45	0,53	11	25,00	296,66	12,69	21,28	8,76
Loliginidae										
<i>Lollingunculla (Loliolopsis) diomedea</i>	85	34,41	2338,321	5,92	4	9,09	366,66	15,68	28,53	11,74
Ommastrephidae										
<i>Dosidicus gigas</i>	16	6,48	14588,6	36,93	7	15,91	690,65	29,54	34,25	14,10
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	5	2,02	12425,68	31,46	4	9,09	304,39	13,02	24,58	10,12
Pholidoteuthidae										
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	2	0,81	457,91	1,16	2	4,55	8,95	0,38	3,76	1,55
Gonatidae										
<i>Gonatus spp.</i>	1	0,40	25,69	0,07	1	2,27	1,07	0,05	1,58	0,65
Resto de calamar	*	*	177,81	0,45	7	15,91	*	*	*	*
Octopoda										
	3	1,21	*	*	2	4,55	*	*	*	*
Total	178	72,06	36036,896	91,24			2062,56	88,22	153,68	63,25
Arthropoda										
Crustacea										
Malacostraca										
Decapoda										
Solenoceridae										
<i>Solenocera agassizi</i>	5	2,02	39,22	0,10	3	6,82	14,48	0,62	5,16	2,12
Penaeidae										
	3	1,21	5,36	0,01	1	2,27	2,79	0,12	2,02	0,83
Pandalidae										
<i>Heterocarpus vicarius</i>	5	2,02	47,74	0,12	4	9,09	19,50	0,83	6,49	2,67
Anomura										
Galatheidae										
<i>Munida sp.</i>	5	2,02	53,11	0,13	2	4,55	9,81	0,42	3,87	1,59

Continuación

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Brachyura										
Xanthidae	1	0,40	6,69	0,02	1	2,27	0,96	0,04	1,56	0,64
Resto de crustáceos	*	*	70,84	0,18	8	18,18	*	*	*	*
Total	19	7,69	222,96	0,56			47,54	2,03	19,10	7,86
Chordata										
Actinopterygii										
Anguilliformes										
Ophichthidae	1	0,40	150	0,38	1	2,27	1,78	0,08	1,77	0,73
<i>Ophichthus sp. 1</i>	2	0,81	146,43	0,37	2	4,55	5,37	0,23	3,31	1,36
<i>Ophichthus sp. 3</i>	1	0,40	418	1,06	1	2,27	3,33	0,14	2,16	0,89
<i>Myrophis vafer</i>	8	3,24	456,91	1,16	3	6,82	29,97	1,28	6,47	2,66
<i>Pseudomyrophis sp.</i>	1	0,40	18,52	0,05	1	2,27	1,03	0,04	1,57	0,65
Gadiformes										
Merlucciidae										
<i>Merluccius gayi</i>	5	2,02	120	0,30	5	11,36	26,46	1,13	7,90	3,25
Ophidiiformes										
Ophidiidae										
<i>Brotula claucae</i>	10	4,05	30,6	0,08	9	20,45	84,40	3,61	14,19	5,84
Aulopiformes										
Synodontidae										
<i>Synodus spp.</i>	1	0,40	74	0,19	1	2,27	1,35	0,06	1,65	0,68
Beloniformes										
Hemiramphidae										
	1	0,40	33,6	0,09	1	2,27	1,11	0,05	1,60	0,66
Exocoetidae										
<i>Cheilopogon atrisignis</i>	1	0,40	24,9	0,06	1	2,27	1,06	0,05	1,58	0,65
Scorpaeniformes										
Scorpaenidae										
	5	2,02	21,55	0,05	5	11,36	23,62	1,01	7,76	3,19
Perciformes										
Serranidae										
Serraninae										
	1	0,40	262,7	0,67	1	2,27	2,43	0,10	1,93	0,79
Coryphaenidae										
<i>Coryphaena spp.</i>	1	0,40	31,62	0,08	1	2,27	1,10	0,05	1,59	0,66
Lutjanidae										
	3	1,21	34,3	0,09	1	2,27	2,96	0,13	2,06	0,85
Scianidae										
<i>Larimus argenteus</i>	6	2,43	14,5	0,04	6	13,64	33,63	1,44	9,30	3,83
Gempylidae										
<i>Gempylus serpens</i>	1	0,40	305,7	0,77	1	2,27	2,68	0,11	1,99	0,82
Scombridae										
<i>Katsuwonus pelamis</i>										
<i>Auxis thazard</i>	2	0,81	170,3	0,43	2	4,55	5,64	0,24	3,34	1,38
Resto de peces	*	*	925,01	2,34	25	56,82	*	*	*	*
Total	50	20,24	3238,64	8,20			227,91	9,75	70,18	28,89

Composición del espectro trófico de machos de *Sphyrna lewini*.

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Mollusca										
Cephalopoda										
Teuthoidea										
Ancistrocheiridae										
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	9	5,45	2759,29	13,65	6	15,79	301,62	8,30	20,15	9,38
Octopoteuthidae										
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	1	0,61	41,99	0,21	1	2,63	2,14	0,06	1,99	0,93
Histiotheuthidae										
<i>Histioteuthis spp.</i>	3	1,82	727,84	3,60	2	5,26	28,52	0,78	6,17	2,87
Mastigoteuthidae										
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	14	8,48	42,72	0,21	11	28,95	251,73	6,93	21,73	10,12
Loliginidae										
<i>Lollingunculla (Loliolopsis) diomedea</i>	5	3,03	122,20	0,60	4	10,53	38,26	1,05	8,18	3,81
Ommastrephidae										
<i>Dosidicus gigas</i>	29	17,58	10831,47	53,58	10	26,32	1872,40	51,54	56,27	26,20
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	2	1,21	1303,25	6,45	1	2,63	20,15	0,55	5,94	2,77
Thysanoteuthidae										
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1	0,61	35,13	0,17	1	2,63	2,05	0,06	*	*
Resto de calamar	*	*	39,46	0,20	4	10,53	*	*	*	*
Octopoda										
	19	11,52	*	*	10	26,32	*	*	*	*
Total	83	50,30	15903,35	78,66			2516,87	69,28	120,42	56,06
Arthropoda										
Crustacea										
Malacostraca										
Decapoda										
Pandalidae										
<i>Heterocarpus vicarius</i>	1	0,61	*	*	1	2,63	*	*	*	*
Resto de crustáceos	*	*	37,80	0,19	8	21,05	*	*	*	*
Total	1	0,61	37,80	0,19						
Chordata										
Actinopterygii										
Anguilliformes										
Ophichthidae										
	8	4,85	161,87	0,80	5	13,16	74,33	2,05	10,86	5,05
<i>Ophichthus sp. 1</i>	1	0,61	100,00	0,49	1	2,63	2,90	0,08	2,15	1,00
Gadiformes										
Merlucciidae										
<i>Merluccius gayi</i>	20	12,12	139,00	0,69	12	31,58	404,49	11,13	25,63	11,93
Ophidiiformes										
Ophidiidae										
<i>Brotula clarkae</i>	10	6,06	*	*	9	23,68	*	*	*	*
Aulopiformes										
Synodontidae										
<i>Synodus spp.</i>	2	1,21	82,35	0,41	1	2,63	4,26	0,12	2,45	1,14
Beloniformes										
Hemiramphidae										
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	1	0,61	36,00	0,18	1	2,63	2,06	0,06	1,97	0,92

Continuación											
ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%	
Scorpaeniformes											
Scorpaenidae	7	4,24	207,79	1,03	5	13,16	69,34	1,91	10,64	4,95	
Perciformes											
Lutjanidae	1	0,61	34,58	0,17	1	2,63	2,05	0,06	1,97	0,92	
Scianidae											
<i>Larimus argenteus</i>	26	15,76	324,98	1,61	11	28,95	502,67	13,84	26,74	12,45	
Scombridae											
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1	0,61	910,00	4,50	1	2,63	13,44	0,37	4,47	2,08	
<i>Auxis thazard</i>	4	2,42	546,94	2,71	3	7,89	40,50	1,11	7,52	3,50	
Resto de peces	*	*	1732,63	8,57	25	65,79	*	*	*	*	
Total	81	49,09	4276,14	21,15			1116,04	30,72	94,40	43,94	

ANEXO I. Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo *Sphyrna lewini* por intervalos de tallas (m) de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.

ESPECIES	IIR%							
	1,22-1,41	1,42-1,61	1,62-1,81	1,82-2,01	2,02-2,21	2,22-2,41	2,42-2,61	2,62-2,84
Mollusca								
Cephalopoda								
Teuthoidea								
Enoploteuthidae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>		16,65	2,08	32,10	63			10,09
Octopoteuthidae								
<i>Octopodoteuthis sicula</i>		0,29		5,68	20,96			10,28
Histiotheuthidae								
<i>Histioteuthis spp.</i>	0,26		1,20	15,48	2,16			9,67
Mastigoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	1,55	4,84	21,28	3,14	2,05			19,89
Loliginidae								
<i>Loliolopsis diomedaeae</i>	91,26	0,44	0,65					
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>		52,74	41,69	26				43,99
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>		7,17	9,35					
Arthropoda								
Crustacea								
Malacostraca								
Decapoda								
Pandalidae								
<i>Heterocarpus vicarius</i>		0,62				100		
Chordata								
Actinopterygii								
Anguilliformes								
Ophichthidae		0,65	1,91				100	
Gadiformes								
Merlucciidae								
<i>Merluccius gayi</i>		2,89	9,35					
Scorpaeniformes								
Scorpaenidae		0,92	0,94		5,70			
Perciformes								
Scianidae								
<i>Larimus argenteus</i>	2,04	6,49	9,80	4,92				
Otros	4,90	6,31	4,48	12,68	6,14			6,07

ANEXO J. Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo *Sphyrna lewini* por meses de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.

ESPECIES	julio	agosto	IIR% septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Mollusca						
Cephalopoda						
Teuthoidea						
Enoploteuthidae						
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	5,87	13,44	9,85	33,38	11,22	
Octopoteuthidae						
<i>Octopodoteuthis sicula</i>		5,77	5,33		1,48	
Histiotheuthidae						
<i>Histioteuthis spp.</i>	0,12	0,47	22,14			36,39
Mastigoteuthidae						
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	1,55	25,20	7,67	17,34	1,40	23,87
Loliginidae						
<i>Loliolopsis diomedea</i>	11,40	2,13	1,77	1,49	7,09	
Ommastrephidae						
<i>Dosidicus gigas</i>	57,96	30,72	9,78	4,83	55,75	3,20
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	6,11		5,29		20,17	
Pholidoteuthidae						
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>			8,82			
Chordata						
Actinopterygii						
Anguilliformes						
Ophichthidae			11,35			20,27
<i>Ophichthus sp. 1</i>			5,56	0,54		
Gadiformes						
Merlucciidae						
<i>Merluccius gayi</i>	6,69	5,51				
Scorpaeniformes						
Scorpaenidae	0,28	6,34		4,90		
Perciformes						
Serranidae						
Serraninae						6,01
Scianidae						
<i>Larimus argenteus</i>	8,82			24,94		
Otros	1,22	10,41	12,43	12,59	2,90	10,25

ANEXO K. Espectro trófico de hembras y machos de *S. zygaena*

Composición del espectro trófico de hembras de *Sphyrna zygaena* expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N) y gravímetro (P), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR), e índice de importancia geométrica (IIG). El asterisco (*) indica los componentes no cuantificables.

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Mollusca										
Cephalopoda										
Teuthoidea										
Ancistrocheiridae										
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	144	11,29	36506,26	3,73	39	49,37	741,49	6,09	37,17	12,97
Octopoteuthidae										
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	32	2,51	4975,01	0,51	18	22,78	68,75	0,57	14,90	5,20
Histiotheuthidae										
<i>Histioteuthis spp.</i>	2	0,16	281,53	0,03	2	2,53	0,47	0,00	1,57	0,55
Mastigoteuthidae										
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	140	10,98	1402,05	0,14	24	30,38	337,93	2,78	23,96	8,36
Loliginidae										
<i>Lollingunculla (Loliolopsis) diomedaeae</i>	12	0,94	244,60	0,02	2	2,53	2,45	0,02	2,02	0,70
Ommastrephidae										
<i>Dosidicus gigas</i>	630	49,41	744671,19	76,00	63	79,75	10001,30	82,21	118,45	41,32
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	155	12,16	134642,15	13,74	24	30,38	786,79	6,47	32,49	11,34
Thysanoteuthidae										
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	64	5,02	23607,41	2,41	20	25,32	188,08	1,55	18,91	6,60
Pholidoteuthidae										
<i>Pholidoteuthis boschmai</i>	7	0,55	2411,70	0,25	4	5,06	4,03	0,03	3,38	1,18
Gonataidae										
<i>Gonatus spp.</i>	2	0,16	40,49	<0,01	2	2,53	0,41	<0,01	1,55	0,54
Calamares no identificados	11	0,86	*	*	7	8,86	*	*	*	*
Resto de calamar	*	*	8338,54	0,85	41	51,90	*	*	*	*
Octopoda										
	1	0,08	*	*	1	1,27	*	*	*	*
Argonautidae										
<i>Argonauta spp.</i>	2	0,16	*	*	2	2,53	*	*	*	*
Vitreledonellidae										
<i>Vitreledonella richardi</i>	17	1,33	*	*	9	11,39	*	*	*	*
Total	1219	95,61	957120,92	97,68			12131,69	99,72	254,41	88,76
Chordata										
Actinopterygii										
Beloniformes										
Hemiramphidae										
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	6	0,47	202,98	0,02	6	7,59	3,73	0,03	4,67	1,63
<i>micropterus</i>										
Exocoetidae										
<i>Cheilopogon atrisignis</i>	1	0,08	9,38	<0,01	1	1,27	0,10	<0,01	0,78	0,27
<i>Cheilopogon spilonopterus</i>	1	0,08	45,47	<0,01	1	1,27	0,11	<0,01	0,78	0,27
<i>Exocoetus monocirrus</i>	1	0,08	22,50	<0,01	1	1,27	0,10	<0,01	0,78	0,27

Continuación											
ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%	
Perciformes											
Carangidae	2	0,16	436,10	0,04	2	2,53	0,51	<0,01	1,58	0,55	
Coryphaenidae											
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0,08	1231,50	0,13	1	1,27	0,26	<0,01	0,85	0,30	
<i>Coryphaena spp.</i>	1	0,08	161,79	0,02	1	1,27	0,12	<0,01	0,79	0,27	
Scianidae											
<i>Larimus argenteus</i>	9	0,71	141,65	0,01	1	1,27	0,91	0,01	1,15	0,40	
Scombridae											
<i>Auxis thazard</i>	4	0,31	572,98	0,06	4	5,06	1,88	0,02	3,14	1,09	
<i>Katsuwonus pelamis</i>	9	0,71	6569,76	0,67	7	8,86	12,20	0,10	5,91	2,06	
<i>Sarda sarda</i>	2	0,16	1214,50	0,12	1	1,27	0,36	<0,01	0,89	0,31	
<i>Thunnus albacares</i>	11	0,86	6385,65	0,65	6	7,59	11,50	0,09	5,26	1,83	
<i>Thunnus spp.</i>	3	0,24	943,90	0,10	2	2,53	0,84	0,01	1,65	0,58	
Tetraodontiformes											
Balistidae											
<i>Canthidermis maculatus</i>	3	0,24	406,46	0,04	3	3,80	1,05	0,01	2,35	0,82	
Resto de peces	*	*	2513,86	0,26	24	30,38	*	*	*	*	
Total	56	4,39	22691,85	2,32			34,10	0,28	32,23	11,24	

Composición del espectro trófico de machos de *Sphyrna zygaena*.

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%	
Mollusca											
Cephalopoda											
Teuthoidea											
Ancistrocheiridae											
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	51	7,06	15481,22	3,98	25	39,06	431,40	3,70	28,93	11,28	
Octopoteuthidae											
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	15	2,08	2719,18	0,70	6	9,38	26,03	0,22	7,02	2,73	
Histiotheuthidae											
<i>Histioteuthis spp.</i>	2	0,28	582,54	0,15	2	3,13	1,33	0,01	2,05	0,80	
Mastigoteuthidae											
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	50	6,93	392,60	0,10	10	15,63	109,78	0,94	13,08	5,10	
Loliginidae											
<i>Lollingunculla (Loliolopsis) diomedea</i>	6	0,83	88,21	0,02	1	1,56	1,33	0,01	1,39	0,54	
Ommastrephidae											
<i>Dosidicus gigas</i>	420	58,17	290585,83	74,71	49	76,56	10173,62	87,27	120,92	47,13	
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	97	13,43	61317,27	15,76	18	28,13	821,23	7,04	33,10	12,90	
Thysanoteuthidae											
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	16	2,22	4195,32	1,08	7	10,94	36,04	0,31	8,22	3,20	
Onychoteuthidae											
<i>Onychoteuthis banksii</i>	2	0,28	22,37	0,01	1	1,56	0,44	<0,01	1,07	0,42	
Gonatidae											
<i>Gonatus spp.</i>	1	0,14	42,09	0,01	1	1,56	0,23	<0,01	0,99	0,36	
Calamares no identificados	5	0,69	*	*	3	4,69	*	*	*	*	
Resto de calamar	*	*	2959,92	0,76	36	56,25	*	*	*	*	
Octopoda											
Argonautidae											
<i>Argonauta spp.</i>	1	0,14	*	*	1	1,56	*	*	*	*	

Continuación

ESPECIES	N	N%	P	P%	FA	FA%	IIR	IIR%	IIG	IIG%
Vitreledonellidae										
<i>Vitreledonella richardi</i>	2	0,28	*	*	2	3,13	*	*	*	*
Total	668	92,52	378386,57	97,28			11601,44	99,52	216,76	84,49
Arthropoda										
Crustacea										
Resto de crustáceos	*	*	0,10	<0,01	1	1,56	*	*	*	*
Total			0,10	<0,01	1	1,56				
Chordata										
Actinopterygii										
Anguilliformes										
Ophichthidae										
	1	0,14	0,82	<0,01	1	1,56	0,22	<0,01	0,98	0,38
Aulopiformes										
Synodontidae										
<i>Synodus spp.</i>	1	0,14	23,94	0,01	1	1,56	0,23	<0,01	0,99	0,38
Beloniformes										
Hemiramphidae										
<i>Oxyporhamphus micropterus micropterus</i>	5	0,69	106,95	0,03	3	4,69	3,38	0,03	3,12	1,22
Exocoetidae										
<i>Cheilopogon atrisignis</i>	2	0,28	65,11	0,02	2	3,13	0,92	0,01	1,97	0,77
<i>Cheilopogon spilonotopterus</i>	1	0,14	6,29	<0,01	1	1,56	0,22	<0,01	0,98	0,38
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	4	0,55	67,21	0,02	3	4,69	2,68	0,02	3,04	1,18
<i>Exocoetidae morfotipo 1</i>	1	0,14	5,44	0,00	1	1,56	0,22	0,00	0,98	0,38
Sygnathiformes										
Fistulariidae										
<i>Fistularia spp.</i>	2	0,28	154,98	0,04	1	1,56	0,50	<0,01	1,09	0,42
Perciformes										
Coryphaenidae										
<i>Coryphaena hippurus</i>	1	0,14	622,40	0,16	1	1,56	0,47	<0,01	1,07	0,42
<i>Coryphaena spp.</i>	2	0,28	137,38	0,04	2	3,13	0,98	0,01	1,98	0,77
Scianidae										
<i>Larimus argenteus</i>	3	0,42	*	*	1	1,56	*	*	*	*
Gempylidae										
<i>Gempylus serpens</i>	3	0,42	49,02	0,01	2	3,13	1,34	0,01	2,05	0,80
Scombridae										
<i>Auxis thazard</i>	10	1,39	1291,55	0,33	7	10,94	18,78	0,16	7,31	2,85
<i>Katsuwonus pelamis</i>	3	0,42	1865,10	0,48	3	4,69	4,20	0,04	3,22	1,26
<i>Thunnus albacares</i>	9	1,25	4953,10	1,27	5	7,81	19,69	0,17	5,97	2,33
Tetraodontiformes										
Balistidae										
<i>Canthidermis maculatus</i>	1	0,14	104,60	0,03	1	1,56	0,26	<0,01	1,00	0,38
Pez no identificado	1	0,14	35,39	0,01	1	1,56	0,23	<0,01	0,99	0,38
Resto de peces	*	*	857,40	0,22	21	32,81	*	*	*	*
Total	54	7,48	10574,43	2,72			55,90	0,46	39,80	15,51

ANEXO L. Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por intervalos de tallas (m) de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.

ESPECIES	IIR%							
	0,99-1,23	1,24-1,47	1,48-1,71	1,72-1,95	1,96-2,19	2,20-2,43	2,44-2,67	2,68-2,93
Mollusca								
Cephalopoda								
Teuthoidea								
Enoploteuthidae								
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1,27	1,49	2,87	5,77	3,92	7,10	8,19	11,95
Octopoteuthidae								
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	0,04			0,01	0,07	1,44	7,36	0,95
Mastigoteuthidae								
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0,24	0,02	0,09	1,27	10,96	4,30	5,33	0,90
Ommastrephidae								
<i>Dosidicus gigas</i>	95,68	92,08	87,18	58,83	76,96	76,93	70,35	84,52
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	2,21	5,86	9,07	33,39	0,55	4,77	4,61	0,54
Thysanoteuthidae								
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>				0,39	4,79	4,86	1,65	0,54
Chordata								
Actinopterygii								
Perciformes								
Scombridae								
<i>Thunnus albacares</i>			0,03		1,36		1,96	
Otros	0,56	0,54	0,76	0,34	1,39	0,60	0,54	0,60

ANEXO M. Composición del espectro trófico según el índice de importancia relativa (%) del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por meses de muestreo en el Pacífico ecuatoriano durante 2003.

ESPECIES	IIR%					
	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Mollusca						
Cephalopoda						
Teuthoidea						
Enoploteuthidae						
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	7,26	9,32	4,47	1,29	4,74	1,11
Octopoteuthidae						
<i>Octopodoteuthis sicula</i>	0,26	0,85	2,46		0,02	
Mastigoteuthidae						
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	1,38	2,56	4,04	0,18	3,56	0,48
Ommastrephidae						
<i>Dosidicus gigas</i>	85,26	79,49	85,29	82,58	59,55	95,44
<i>Stenoteuthis oualaniensis</i>	5,28	3,33	1,16	15,18	30,13	2,79
Thysanoteuthidae						
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0,15	3,77	1,34		1,11	
Otros	0,41	0,67	1,24	0,76	0,89	0,18