



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓN
MARTILLO *Sphyrna zygaena* (LINNAEUS, 1758)
EN AGUAS ECUATORIANAS**

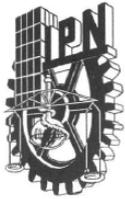
TESIS

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

PRESENTA

NATALY BOLAÑO MARTÍNEZ

LA PAZ, B. C. S., DICIEMBRE DE 2009



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 17 del mes de Noviembre del 2009 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓN MARTILLO
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758) EN AGUAS ECUATORIANAS"

Presentada por el alumno:

BOLAÑO
Apellido paterno

MARTINEZ
materno

NATALY
nombre(s)

Con registro:

B	0	7	1	1	8	5
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

PRESIDENTE

DRA. LAURA SÁNCHEZ VELASCO

SECRETARIO

DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA

SEGUNDO VOCAL

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

TERCER VOCAL

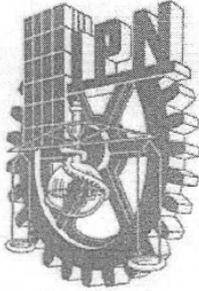
DR. SERGIO AGUÍNIGA GARCÍA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 17 del mes Noviembre del año 2009, el (la) que suscribe BIOL. NATALY BOLAÑO MARTÍNEZ alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro B071185 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA y cede los derechos del trabajo titulado: "ECOLOGÍA TRÓFICA DE JUVENILES DEL TIBURÓ MARTILLO
Sphyrna zygaena (Linnaeus, 1758) EN AGUAS ECUATORIANAS" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

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

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

BIOL. NATALY BOLAÑO MARTÍNEZ

nombre y firma

DEDICATORIA

A mi familia en Colombia

A mi esposo Uriel por ser parte de mi vida, por estar siempre estar a mi lado apoyándome y brindarme todo tu amor. ¡Te Amo!

Y a nuestro hermoso Arcángel de corazón Valeroso, por ser un motivo más para seguir adelante

A mi nueva familia en México

A mi tía Blanca Martínez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarme cada unos día transcurridos llenos de fortaleza y entusiasmo para cumplir la meta propuesta.

A mis padres Aracely Martínez y José Saúl Bolaño, a mis hermanos Evamilutriz, Gulyamiset, Carlos Alberto, Saúl, Migue y Gulnarita, por brindarme siempre todo su apoyo y amor en cada uno de las etapas de mi vida a pesar de la distancia. Y a mis sobrinos Martín y Sharon.

A mi esposo Uriel por ser el mejor compañero, amigo, confidente, esposo, cómplice, máximo crítico, por tener el toque especial para animarme en los momentos difíciles y por toda su colaboración en el desarrollo de este trabajo, si ti no hubiese sido posible este sueño.

A Tlacaelel Ek Balam por ser mi mayor alegría y razón de ser cada día.

A mis suegros Laura y Ricardo y a Montse por su apoyo incondicional, cariño, consejos y su enorme colaboración con mi mayor tesoro “Tlacaelel”.

A Yessenia y Gerardo González y sus niños por su incondicional colaboración y amor en el cuidado de mi bebé mientras yo trabajaba en el laboratorio. ¡Nunca tendré con que pagarles! Mil gracias.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), por la formación académica en el trascurso de esta maestría.

Al Dr. Felipe Galván Magaña por ser el director mi tesis, por todos sus consejos, apoyo incondicional, por su paciencia, por aclarar muchas dudas, por su confianza y por enseñarme a ver las cosas desde muchos puntos de vista durante el desarrollo de este estudio. Por incentivar me a seguir la línea de la investigación con la maestría. Muchas gracias por estar junto a mí durante todo el proceso de formación profesional siendo maestro, amigo y como un padre, por lo que considero usted ha sido parte clave.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para llevar a cabo la realización mis estudios de maestría.

Al Programa Institucional de Formación de Investigadores del IPN, (PIFI), por el apoyo económico brindado para el desarrollo de este estudio.

A los Doctores del comité totoral, Andrés Abitia, Sergio Aguíñiga, Agustín Hernández y la Dra. Laura Sánchez, por todas sus sugerencias, comentarios, motivación, por su disponibilidad para discusiones y revisión del texto que fueron muy valiosas para enriquecer este trabajo.

Al Dr. Seth Newsome por la inversión de su tiempo en el análisis isotópico de las muestras.

Al laboratorio de Ecología de peces de CICIMAR, al laboratorio de Química de CICIMAR por permitirme usar las instalaciones para el procesamiento de muestras, a Francisco uno de los encargados de este laboratorio por la asesoría y apoyo incondicional durante mi paso.

A Orlando Lugo del laboratorio de Ecología química y toxicología, a Baudilio Acosta del laboratorio de espectrofotometría de absorción atómica y del CIBNOR, por su colaboración cuando se me complicó el procesamiento de muestras y facilitaron el material necesario para continuar con mi trabajo.

A Dr. Eduardo González (CICESE, La Paz) y Dr. Héctor Villalobos (CICIMAR), por su colaboración en el procesamiento de las imágenes y obtención de isothermas. Que me fueron de gran utilidad para la interpretación de los datos.

Al Dr. Philipp Beárez (Museo de Historia Natural, Francia) por su colaboración en la identificación de algunos peces.

A los pescadores, desbuchadotes y compradores de tiburones en el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas, por su trabajo y esfuerzo, porque sin ellos no hubiese sido posible este trabajo de investigación.

A Humberto Ceseña por toda su atención y colaboración durante mi estancia en CICIMAR.

A mi compañero Marcos Calle por su colaboración en la toma de muestras y brindarme su amistad incondicional.

A Noemi por recibirme amablemente en su casa cuando llegué por primera vez la Paz, por brindarme su amistad, confianza y cariño.

A mis amigos y compañeros Ruthilidae, Sara, Borre, Polo, Angie, Carolina, José Ángel, Pilar, Carlos, Marcela, Ricardo, Toño, Cristian, Lorena, Majo, Diego, Noe, Trini, Susana, Irán, Fausto, Amos y todos los compañeros de la generación por su amistad, colaboración, ánimos, por sus sincera amistad, consejos, por todos los momentos compartidos incluyendo los momentos buenos y duros. Polito gracias por tu oportuno apoyo en el proceso estadístico de los isótopos, de no ser por ti me estuviera todavía en eso jeje.

A Nareyda por ser mi hermana, amiga, compañera y confidente. Gracias por haber compartido millón cosas conmigo y sobre todo las travesuras, te llevaré siempre en mi corazón. Espero poder seguir contando contigo siempre.

A mis compañero a todos los compañeros de laboratorio de peces del CICIMAR por compartir sus experiencias y colaboración en los mementos que los necesité.

ÍNDICE

Lista de Figuras.	iii
Lista de Tablas.	vi
Glosario	vii
Resumen.	x
Abstract	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES.	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. OBJETIVOS	
4.1 Objetivo general.	8
4.2 Objetivos específicos	8
5. ÁREA DE ESTUDIO.	9
6. MATERIALES Y MÉTODOS	
6.1. Trabajo de Laboratorio	12
6.1.1 Determinación del tamaño de muestra	13
6.2 Método estadístico de los análisis del contenido estomacal y valores isotópicos.	14
6.3 Métodos de análisis cuantitativos	
6.3.1 Método gravimétrico.	15
6.3.2 Método numérico.	15
6.3.3 Índice de importancia relativa.	16
6.4 Índice ecológicos	
6.4.1 Amplitud del nicho trófico (Índice de Levin)	17
6.4.2 Índice de sobreposición de dieta	17
6.5 Análisis de Isótopos.	18
6.5.1 Estimación de la posición trófica promedio del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i>	20
6.5.2 Estimación del nivel trófico promedio con Isótopos estables.	21
7. RESULTADOS	
7.1 Determinación del tamaño de muestra	22
7.2 Espectro trófico de <i>Sphyrna zygaena</i> por años de estudio.	24
7.2.1 Espectro trófico de <i>Sphyrna zygaena</i> año 2004.	25

7.2.2	Análisis de espectro trófico acuerdo al sexo del 2004.	27
7.2.3	Espectro trófico por tallas en 2004	27
7.3	Espectro trófico de <i>Sphyrna zygaena</i> año 2007.	30
7.3.1	Espectro trófico de acuerdo al sexo en el 2007.	30
7.3.2	Espectro trófico por tallas en 2007.	32
7.4	Espectro trófico de <i>Sphyrna zygaena</i> año 2008.	33
7.4.1	Análisis del espectro trófico de acuerdo al sexo en 2008.	37
7.4.2	Espectro trófico por tallas en 2008.	38
7.5	Índices ecológicos	
7.5.1	Amplitud de dieta (índice de Levin)	41
7.6	Análisis de isótopos estables de δ^{13} Carbono y δ^{15} Nitrógeno	42
7.6.1	Análisis isotópico de acuerdo a sexos.	44
7.6.2	Análisis isotópico por intervalos de tallas en años.	48
7.6.3	Comparaciones isotópicas mensuales en años.	51
7.6.4	Comparación de los valores isotópicos del predador <i>S. zygaena</i> y sus especies presas.	53
7.7	Determinación de la Posición trófica promedio de <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a la dieta ingerida y razones isotópicas ($\delta^{15}N$).	57
8	DISCUSIÓN	
8.1	Espectro trófico de <i>S. zygaena</i>	59
8.2	Espectro trófico por sexos.	61
8.3	Amplitud de nicho trófico.	62
8.4	Traslapamiento trófico.	63
8.5	Estimación del Nivel trófico promedio de <i>S. zygaena</i> en una parte del Pacífico Ecuatoriano	65
8.6	Análisis isotópicos.	66
9.	CONCLUSIONES.	70
10.	RECOMENDACIONES.	73
11.	LITERATURA CITADA.	74
12.	ANEXOS	
Anexo A.	88
Anexo B.	117

LISTADO DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Distribución geográfica del tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> .	1
Figura 2 Ubicación geográfica del Puerto pesquero Santa Rosa en la Península de Santa Elena, Ecuador.	9
Figura 3 Localización de los sistemas de corrientes marinas y masas de agua en el océano Pacífico ecuatorial oriental.	11
Figura 4 Curva acumulativa de especies presas de <i>Sphyrna zygaena</i> durante el 2004.	23
Figura 5 Curva acumulativa de especies presas de <i>Sphyrna zygaena</i> durante el 2007.	23
Figura 6 Curva acumulativa de especies presas de <i>Sphyrna zygaena</i> durante el 2008.	24
Figura 7 Especies de mayor importancia en la dieta de los juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> de forma general.	25
Figura 8 Presas más importantes en la dieta de <i>Sphyrna zygaena</i> en el periodo de a 2004, aplicando los métodos cuantitativos de número (%N), frecuencia (%FO) y peso (%P).	26
Figura 9 Representación del índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presas consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> entre a del 2004.	26
Figura 10 Representación comparativa del índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presas consumidas por juveniles hembras y machos de <i>Sphyrna zygaena</i> entre mayo y diciembre de 2004.	27
Figura 11 Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a los intervalos de tallas I (50-80), II (81-110), III (111-140), IV (141-170), V (171-200) durante los meses de mayo a diciembre del 2004.	29

Figura 12	Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> durante los meses de mayo a diciembre del 2004.	29
Figura 13	Presas importantes en la dieta de <i>Sphyrna zygaena</i> en el periodo de mayo – julio 2007 aplicando los métodos cuantitativos: porcentaje de número (%N), porcentaje de frecuencia (%FO) y porcentaje de peso (%P).	31
Figura 14	Índice de importancia (%IIR) de las presas consumidas por <i>Sphyrna zygaena</i> entre mayo y julio del 2007.	31
Figura 15	Presas de mayor importancia (%IIR) de hembras y machos de <i>Sphyrna zygaena</i> en el año 2007.	32
Figura 16	Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>S. zygaena</i> de acuerdo a los intervalos de tallas I (50-80), II (81-110), III (111-140) y IV (141-170), durante los meses de may-dic de 2007.	34
Figura 17	Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a los meses de mayo a julio del 2007.	34
Figura 18	Presas más importantes en la dieta de <i>Sphyrna zygaena</i> en el periodo de febrero a julio 2008, aplicando los métodos cuantitativos de número (%N), Frecuencia (%FO) y peso (%P).	36
Figura 19	Índice de importancia (%IIR) de las presas consumidas por <i>Sphyrna zygaena</i> entre a del 2008.	36
Figura 20	Índice de importancia (%IIR) de las presas consumidas por <i>Sphyrna zygaena</i> en del 2008.	37
Figura 21	Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a los intervalos de tallas (cm). II (81-110), III (111-140), IV (141-170), V (171-200), VI (231-260), VII (261-290), VIII (291-300) durante los meses de febrero a julio del 2008.	40
Figura 22	Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de <i>Sphyrna zygaena</i> durante los meses de febrero a julio del 2008 y enero 2009.	40

Figura 23	Valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y sus respectivas desviaciones estándar de los depredadores <i>Sphyrna zygaena</i> en los años 2007, 2008 y 2009.	44
Figura 24	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón <i>S. zygaena</i> de acuerdo a los sexos en el año 2007.	46
Figura 25	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón <i>S. zygaena</i> de acuerdo a los sexos en el año 2008.	47
Figura 26	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a los sexos en el mes de enero del año 2009.	47
Figura 27	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a las tallas del año 2007.	50
Figura 28	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> de acuerdo a los intervalos de tallas del año 2008 y enero 2009.	50
Figura 29	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> de los meses en el 2007.	52
Figura 30	Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> de los meses en el 2008.	52
Figura 31	Relación de las señales isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰ de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> y de sus presas, con las respectivas desviaciones estándar en el año 2007.	56
Figura 32	Relación de las señales isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰ de los juveniles del tiburón <i>Sphyrna zygaena</i> y de sus presas, con las respectivas desviaciones estándar en el año 2008.	56

LISTADO DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Información de los estómagos analizados en 2004 de acuerdo a los intervalos de tallas.	28
Tabla 2 Información de estómagos analizados en el 2007 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.	33
Tabla 3 Información de estómagos analizados en el 2008 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.	38
Tabla 4 Valores obtenidos de la amplitud de la trófica de los años 2004, 2007, 2008 y 2009 de acuerdo a las categorías de sexo e intervalos de talla encontrados.	41
Tabla 5 Valores de sobreposición trófica media (^) y alta (*), resultantes del índice Morisita-Horn en los años de estudio vs intervalos de tallas del Tiburón martillo <i>Sphyrna zygaena</i> .	42
Tabla 6 Promedios de las razones isotópicas de los años 2007, 2008 y 2009 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.	49
Tabla 7 Valores de las señales isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y sus respectivas desviaciones, de algunas presas principales de cefalópodos y peces consumidos por <i>S. zygaena</i> en el 2008.	55
Tabla 8 Nivel trófico de <i>S. zygaena</i> obtenido a través de las presas del contenido estomacal y del isótopo estable $\delta^{15}\text{N}$ en biopsias de tiburones, de los años de estudio.	58
Tabla 9 Nivel trófico de <i>S. zygaena</i> obtenido a través de las presas del contenido estomacal y del isótopo estables $\delta^{15}\text{N}$ en biopsias de tiburones de acuerdo al sexo y años de estudio muestreo.	58

GLOSARIO

Amplitud de dieta: Número de presas consumidas por un depredador (Gerking, 1994).

Análisis de Isótopos estables: Metodología empleada para conocer los patrones de alimentación y las relaciones tróficas a largo plazo dentro de un ecosistema. El valor del isótopo Nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) es empleado para determinar las relaciones alimenticias y tróficas entre animales y sus presas, debido a que existe un enriquecimiento significativo de ^{15}N entre el organismo y su dieta (alrededor de 2-4 ‰). Los valores isotópicos de Carbono son empleados para determinar las fuentes de energía ya que el ^{13}C presente en un organismo refleja el carbono que contiene su dieta (Créach *et al.*, 1997; Rau *et al.*, 1983)

Área de crianza: son zonas geográficas discretas dentro del área de distribución de la especie donde ocurre el alumbramiento y donde los tiburones juveniles pasan un tiempo determinado. Estas áreas tienen alimento suficiente para los juveniles y son zonas de protección. (Springer 1967; Castro 1987; 1993).

Biopsia: Extracción de una muestra de tejido obtenido para análisis de laboratorio (Larousse, 2004).

Depredador especialista: Organismo que utiliza un número bajo de recursos tróficos y presenta r preferencia por algunos componentes en particular (Gerking, 1994).

Depredador generalista: Organismos que utiliza una gran variedad de recursos alimenticios sin ninguna selección (Gerking, 1994).

Enriquecimiento isotópico: Diferencia entre la razón isotópica de un animal y su dieta.

Espectro trófico: Total de componentes alimenticios de la dieta de un organismo (Day *et al.*, 1989).

Isótopo: Término químico proveniente de los sufijos griegos “iso: igual y topo: lugar. El término se aplica a los átomos (estables o inestables) del mismo elemento con el mismo número de protones (Z^+) y electrones (e^-) pero diferente número de neutrones (N). Los isótopos se distinguen la masa atómica (suma de protones (Z^+) y neutrones(N) (Criss, 1999).

Isótopo estable: Es un isótopo que posee gran energía de enlace que no permite que el núcleo sea separado en sus partículas individuales, y a la razón N/Z^+ que debe ser aproximadamente inferior a 1-1.5 (Criss, 1999).

Nivel trófico: Cada uno de los eslabones de las cadenas de alimentación en los ecosistemas (Lindeman, 1942).

Presa: especie cazada que muere por parte de otros que se los comen, llamados depredadores.

Razón Carbono – Nitrógeno (C/N): Cantidad (V. g miligramos) de carbono dividido entre la cantidad de nitrógeno presente en una muestra, generalmente en miligramos, empleado para conocer si el tejido está enriquecido en ^{12}C presente en los lípidos (Rau et al., 1990).

Red o cadena trófica: Descripción de los eslabones alimenticios observados o estimados entre especies íntimamente relacionadas, donde hay un flujo bioenergético cuantificado que transporta energía y materiales entre especies o un ecosistema; cada una de las relaciones alimenticias que se establecen de forma lineal entre los organismos, corresponden a distintos niveles tróficos, (Polis y Winemiller, 2001).

Señal isotópica: valor de $\delta^{13}\text{C}$ y/o $\delta^{15}\text{N}$ en los tejidos de un consumidor que refleja la composición del alimento asimilado (Román-Reyes, 2003).

Traslapamiento trófico: uso compartido de recursos por dos especies, sexo o poblaciones (Wootton, 1990).

$\delta^{13}\text{C}$: diferencia expresada en partes por mil (‰) entre la razón de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ de una muestra y la razón $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ del estándar (Pee Dee Belemnite), (MacKinney et al., 1950).

$\delta^{15}\text{N}$: Diferencia expresadas en partes por mil (‰) entre la razón de una muestra y la razón $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ del respectivo estándar (Nitrógeno atmosférico), MacKinney et al., 1950).

Resumen

El tiburón martillo *Sphyrna zygaena* es una de las especies de tiburón de r importancia en la pesquería ecuatoriana, sin embargo, existen pocos estudios de su biología. En el presente estudio se analiza la ecología trófica de juveniles de *S. zygaena* en aguas Ecuatorianas, por medio del análisis del contenido estomacal y composición elemental isotópica de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y Nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) en tejido muscular. Las muestras biológicas fueron obtenidas en época de verano del 2004 y 2007, en invierno y verano de 2008 y parte del 2009. Se colectaron 445 estómagos de tiburones con tallas entre 56 y 297 cm de longitud total y se identificaron 55 presas a nivel de especie y 9 a nivel de familia. Para el análisis trófico se calculó el índice de importancia relativa (IIR), la amplitud de dieta, el traslapamiento y el nivel trófico y valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. De acuerdo al %IIR las especies de r importancia fueron: calamar gigante *Dosidicus gigas* (67%) y calamar dardo *Lolliguncula diomedea* (27%). En la amplitud del nicho trófico se obtuvo el valor de $B_i=0.04$, indicando que *S. zygaena* es un depredador especialista. Los valores del índice de Traslapamiento trófico (Morisita-Horn), mostraron un traslapo trófico entre sexos en los años 2004 y 2008; lo cual contrasta con el 2007 que mostró un traslapo bajo. Por intervalo de tallas se registró un traslapo alto entre los diferentes tamaños de tiburones en los años de estudio. En los análisis de isótopos estables se obtuvieron valores promedios de $\delta^{13}\text{C}$ (μ -14.9‰, -15.8‰ y (-16.2‰) y $\delta^{15}\text{N}$ (15.4‰, 15‰ y 15.3‰) indican diferencias significativas entre los años 2007, 2008 y 2009, lo que sugiere la influencia de patrones migratorios entre la costa y la zona oceánica (talud continental) en los tiburones que están cerca de su primera madurez sexual. Asimismo se observó que los tiburones se alimentaron de especies con diferentes niveles tróficos entre 2007 y 2008. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ demuestran que no existen diferencias significativas en los tiburones juveniles de ambos sexos, indicando que siguen la misma estrategia de alimentación y permite inferir que los juveniles del tiburón martillo permanecen en la zona costera al presentar señales isotópicas típica de esta zona durante años talla. Lo anterior, aunado a que la producción primaria y secundaria permanecen relativamente alta todo el año, ofreciendo una adecuada y permanente alimentación a los tiburones; permite inferir que dicha zona puede considerarse como una zona de crianza secundaria para esta especie en aguas ecuatoriana.

ABSTRACT

The smoothed hammerhead shark *Sphyrna zygaena* is an important species in the Ecuadorian fisheries; however there are few biological information on this specie worldwide. In the present research is analyzed the trophic ecology on *S. zygaena* juveniles in Ecuadorian waters using stomach contents and stable isotopes of Carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and Nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$). Tissue and stomachs were sampled during summer of 2004 y 2007, in summer and winter of 2008, and some months from 2009. A number of 445 stomachs were sampled from sharks between 56 and 297 cm of total length. Were identified 55 prey to species level and 9 to family. Self Calculated index of relative importance (IRI), width trophic niche, trophic overlapping, and stable isotopes of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ were used in the shark's trophic analysis. Using the %IRI the most important prey were: Jumbo squid *Dosidicus gigas* (67%) and Dart squid *Lolliguncula diomedea* (27%). In the wide trophic niche there was a value of $\text{Bi}=0.04$, which indicate that Smoothed hammerhead shark is a specialist predator. With the overlapping index of Morisita-Horn showed there were found a trophic overlapping between sex during 2004 and 2008; whereas in 2007 the overlapping was low. Comparing the diet by size, there was a high overlapping between the different shark sizes. With the stable isotope analysis (SIA), there were average values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$, indicate significant differences between years 2007, 2008 and 2009, which suggest probably migrations by sharks, moving from coastal areas to oceanic waters close to continental slope. Also the SIA values indicate that sharks were feeding of prey with different trophic level between 2007 and 2008. The values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ do not show significant differences between the juveniles from both sex, which indicate that they move together in the same area. The stomach contents analysis and SIA indicate that hammerhead juveniles stay in the coastal areas, and would be considered as secondary nursering area for this shark specie in Ecuadorian waters.

1. INTRODUCCIÓN

El tiburón martillo *Sphyrna zygaena* habita mares tropicales y templados-cálidos. En el Océano Pacífico Oriental se distribuye desde las costas de California hasta Chile (Fig. 1), incluyendo el Golfo de California (Castro, 1983). Los juveniles son de hábitos costeros; mientras que los adultos tienden a acercarse a aguas oceánicas (Compagno, 1984). Los machos alcanzan su madurez sexual entre 210 y 240 cm de longitud total (LT) y las hembras alrededor de los 300 cm LT. La talla máxima registrada en machos es de 370 cm LT y en hembras de 400 cm LT. (Compagno, 1984; Serena, 2005).

Sphyrna zygaena es una especie muy activa, habita en la zona costera-pelágica y oceánica cerca a la plataforma continental, tanto en aguas someras como a profundidades de 200 m. Aparentemente es el tiburón martillo con mayor tolerancia a la temperatura del agua, lo que es reflejado en su distribución. En algunas localidades, como en El Cabo, Sudáfrica, se encuentran enormes cardúmenes de juveniles de aproximadamente 1.5 m de LT (Compagno, 1984).

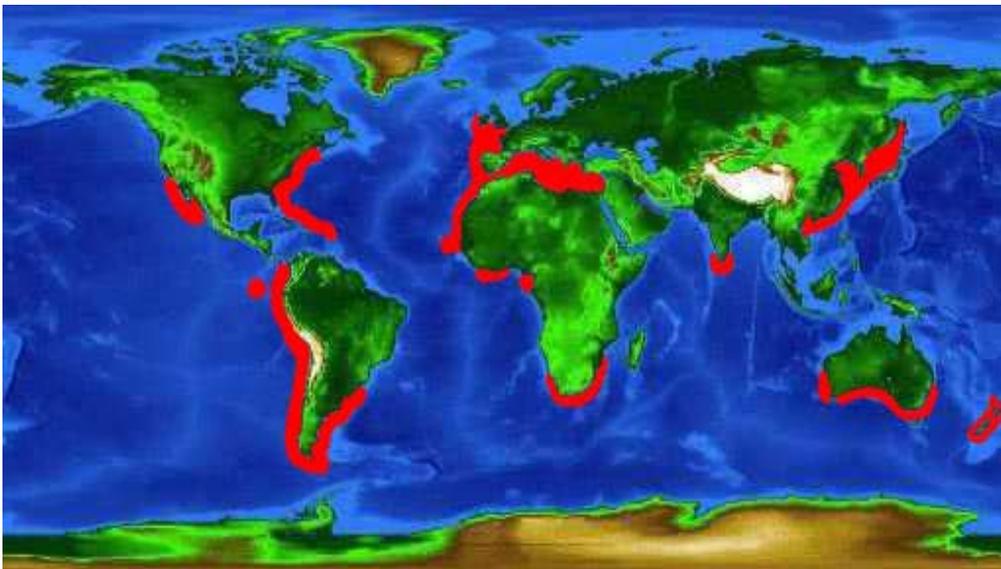


Figura 1. Distribución geográfica del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*

Su reproducción es vivípara placentaria y se han registrado que nacen entre 29 y 37 embriones en cada camada. La talla al nacer es de 50 a 60 cm de LT (Compagno, 1984).

La captura de tiburones representa gran importancia entre la pesquería mundial. Los 26 países más importantes en la pesca capturan más de 10.000 toneladas métricas por año de elasmobranquios de diversas especies. Las estimaciones de captura de elasmobranquios a nivel mundial para 1991 fueron de 714.000 toneladas, representando aproximadamente 71 millones de animales. Sin embargo, debido a que las estadísticas de la FAO están restringidas a ciertas naciones, la estimación de la captura total de elasmobranquios podría ser el doble de la estadística oficial (714.000 t), o sea, 1.350.000 toneladas (Bonfil 1994, Stevens et al, 2000). En el Golfo de California, México, los tiburones más capturados son: *Rhizoprionodon longurio*, *Mustelus lunulatus*, *M. californicus*, *M. henlei*, *Sphyrna lewini*, *S. zygaena*, *Carcharhinus* (diferentes especies), *Squatina californica* y *Heterodontus* spp. (INP, 2004).

S. zygaena es uno de los tiburones de mayor explotación comercial, principalmente en estadio juvenil, en aguas ecuatorianas. Se conocen reportes entre 2003 y 2006 en Manta-Ecuador, *S. zygaena*, constituyó el 11% de la pesquería de tiburones (Martínez y Galván 2007) y en el mismo país pero en el puerto Santa Rosa, este tiburón constituyó el 76.65% de los pesca de tiburones en el 2004 (Bolaño, 2008). Sin embargo existen pocos estudios acerca de la biología de esta especie en Ecuador y a nivel mundial; y la IUCN (2009) *S. zygaena* es una especie en bajo riesgo.

Ante tal escenario, es importante conocer la alimentación de una especie, ya que tanto la morfología, anatomía, hábitat y distribución están de alguna forma ligadas a este aspecto vital del organismo (Margalef, 1982).

El análisis de los contenidos estomacales de peces, es un método de investigación complementario para el conocimiento de los hábitos alimentarios y la ecología de una especie que permite conocer las interacciones entre esta y los miembros de una comunidad marina (Yasuda, 1960; Cailliet *et al.*, 1996).

La aplicación múltiple de la composición elemental e isotópica de carbono y nitrógeno a los estudios de ecología trófica son valiosas

herramientas geoquímicas para estimar la variabilidad trófica entre presas y predadores en la escala espacio temporal ya que son marcadores naturales de patrones migratorios, debido a que reflejan el hábitat que frecuentan durante su ruta migratoria (Guerrero y Berlanda, 2000; Vander-Zanden y Rasmussen, 2001). La composición isotópica del carbono de los animales depende de la ingesta, por lo que es detectable un incremento o enriquecimiento de los isótopos de ^{13}C en el depredador con respecto a su dieta. Algunos de los procesos que contribuyen a este enriquecimiento son: (1) pérdida preferencial de $^{12}\text{CO}_2$ en la respiración; (2) captación selectiva de compuestos ^{13}C durante la digestión; y (3) fraccionamiento metabólico durante la formación de distintos tipos de tejidos (pelo, cerebro, músculo, hígado y adiposo) (Guerrero y Berlanda, 2000; Vander-Zanden, 2001).

El uso cuantitativo de los valores de $^{13}\text{C}\text{‰}$ y $^{15}\text{N}\text{‰}$, permite evaluar la variabilidad de la cadena alimenticia y se aplica para estimar el omnivorismo, posición trófica del consumidor, flujo de energía en términos de carbono y nitrógeno permitiendo identificar el reservorio energético que sostiene un ecosistema la última fuente de materia orgánica.

Los análisis isotópicos también han sido utilizados en la identificación de grupos de organismos residentes en áreas específicas. La técnica se basa en que hay un fraccionamiento (incremento isotópico) predecible de un nivel trófico al siguiente (Vander-Zanden, 2001; Román-Reyes, 2003). El valor de $\delta^{13}\text{C}$ en los tejidos de un consumidor refleja la composición del alimento asimilado, más un ligero incremento (0-1‰). Ésta señal generalmente es utilizada para distinguir las fuentes primarias de nutrición al nivel de los productores, que varía en escala espacial (cerca y fuera de la costa). Análogamente el valor de $\delta^{15}\text{N}$ presenta mayor incremento (2-3‰) y es más consistente entre un depredador y su presa, la cual es utilizada principalmente como una medida de la posición trófica de los organismos (Vander-Zanden y Rasmussen, 2001).

Con base en observaciones sobre la distribución de tiburones por talla y sexo, así como sus patrones de migración; Castro (1993) identificó tres tipos de áreas de acuerdo a su uso: 1) área de alimentación de adultos, 2) áreas de

reproducción y 3) áreas de crianza. Estas áreas de crianzas son lugares geográficos específicos que pueden ser abiertas o cerradas y son usualmente costeras y poco profundas, protegidas por bahías o ensenadas y de alta productividad en donde los neonatos viven por semanas, meses e incluso años, encontrando alimento y protección de sus depredadores incluyendo a los adultos, estas se denomina áreas de crianza primaria. Algunas especies migran durante el invierno y regresan como juveniles a estas áreas de crianza que proporcionan alimento y protección, ampliando un poco más su área, a la cual se le denomina área de crianza secundaria, los juveniles permanecerán en estas áreas hasta que lleguen a su madurez sexual (Castro, 1993; Simpfendorfer y Milward, 1993; Bonfil, 1997; Carlson, 1999; Carlson y Brusher, 1999; Hazin *et al.*, 2001; Merson y Pratt, 2001; Costantini y Affronte 2003; Conrath y Musick 2007; Hinojosa, 2007) estas áreas pueden ser detectadas mediante la observación y sistemática de las hembras grávidas y por la alta proporción de neonatos y juveniles del año (Bonfil, 1997).

Se conoce que *S. zygaena* utiliza zonas costeras como áreas de crianza (Bush y Holland, 2002). Por lo cual en el presente estudio se analizan los registros de captura de juveniles de *S. zygaena* durante años 2004, 2007, 2008 y enero del 2009, así como los hábitos alimenticios de este tiburón por medio de contenidos estomacales y valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, los cuales se relacionaron con la temperatura superficial del mar (TSM), para explorar la permanencia de esta especie en la zona de estudio para determinarla como zona de crianza secundaria para esta especie de tiburón martillo.

2. ANTECEDENTES

Existen pocos trabajos relevantes acerca de la alimentación de *S. zygaena* en todo el mundo entre estos se encuentran los siguientes:

Galván-Magaña *et al.*, (1989) analizaron los hábitos alimenticios de *S. zygaena* en el Golfo de California, México y mencionan que esta especie se alimenta de peces en un 57.2% y de cefalópodos en un 42.8 % de acuerdo al índice de importancia relativa (IIR). Smale y Cliff (1998), realizaron un estudio en Kwazulu-Natal, Sudáfrica y encuentran que los cefalópodos de las familias Loliginidae, Sepiidae y Ancistrocheiridae son las presas principales de *S. zygaena*.

Castañeda y Sandoval (2004), analizaron los hábitos alimentarios de *Sphyrna lewini* y *S. zygaena* desembarcados en el puerto de Manta, Ecuador, en el Pacífico ecuatoriano. Encuentran que *S. zygaena*, consume principalmente los calamares *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii*. Así mismo, Estupiñán y Cedeño (2005), estudiaron los hábitos alimentarios de *S. zygaena* desembarcados en el mismo puerto, registrando a los calamares *D. gigas* y *S. oualaniensis* como presas principales.

Ochoa-Díaz (2009), estudio los hábitos alimenticios de *S. zygaena* en Baja California Sur mediante el análisis de contenido estomacal e isótopos estables de Carbono y Nitrógeno en el músculo del tiburón y sus presas principales. De acuerdo al IIR registró que esta especie se alimenta principalmente de los cefalópodos: *Dosidicus gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *Ancistrocheirus lesueurii*.

Anislado-Tolentino (2000), realizó un estudio de la ecología pesquera del tiburón martillo (*S. lewini*) en Michoacán, México y encontró que el tiburón en esta zona se alimenta principalmente de peces, con preferencia en los batoideos y las hembras incluyen en su dieta al delfín manchado (*Stenella attenuata*)

Respecto a estudios de isótopos estables de carbono y nitrógeno, realizados en la familia Sphyrnidae; Aguilar-Castro (2003) realizó un estudio sobre los hábitos alimentarios y nivel trófico de *S. lewini*, en el suroeste del Golfo de California; empleó el método de análisis estomacal y determinación de isótopos estables de carbono y nitrógeno en tejido muscular.

El análisis isotópico en *S. lewini* indicó que las hembras adultas ocupan una posición trófica menor que los juveniles de esta especie y permanecen más en zonas oceánicas; mientras que Torres-Rojas (2006) realizó el estudio de hábitos alimenticios y determinó las razones isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del tiburón *S. lewini* capturado en el área de Mazatlán, México, encontrando que tanto adultos como juveniles, se alimentaron principalmente del cefalópodo *Lolliguncula diomedea* y de peces de la familia Carangidae; por otro lado encontró que la señal isotópica en los tiburones juveniles de *S. lewini*, se mantuvo constante durante varios años, indicando el consumo de un mismo tipo de dieta.

Referentes a trabajos relacionados con la incidencia de neonatos y/o juveniles de tiburones en áreas geográficas específicas, se citan los estudios realizados por Clarke (1971) en el que reporta la incidencia de neonatos en áreas específicas en Hawaii, consideradas como áreas de crianza. Ruiz (1983), Anislado-Tolentino (1995) y Alejo-Plata *et al.*, (2007), indican que en las costas de Michoacán, Chiapas y Oxaca, México, la pesquería de tiburones está constituida entre el 70 y 80% de neonatos y juveniles del tiburón *S. lewini* y *C. falciformis*. Asimismo la región central del Golfo de California y Mar Caribe son importantes en cuanto a congregaciones reproductivas, ya que son utilizadas como área de reproducción, nacimiento y crianza en la temporada pico de la primavera y verano (mayo-agosto), por varias especies de tiburones como *S. zygaena*, *S. lewini*, *S. tiburo* *Carcharhinus falciformis*, *C. obscurus*, *C. limbatus*, *A. pelagicus* y *Rhizoprionodon longurio* (Bonfil, 1997; Castillo *et al.*, 1998; Villavicencio, 2000).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el puerto pesquero de Santa Rosa, Salinas, Ecuador se tienen registros de la presencia del tiburón martillo *S. zygaena* en su etapa juvenil. Se ha registrado durante varios años y en todos los meses del año. Como consecuencia del esfuerzo pesquero aplicado a esta especie en este estadio juvenil, la especie no lograría llegar a su madurez sexual, ocasionando la disminución de la especie. Asimismo se ha observado que estos tiburones juveniles no migran a otras zonas, lo que indica que es una zona de crianza secundaria para la especie.

Los isótopos estables son trazadores biológicos, que pueden ser utilizados como marcas naturales, debido a que reflejan el hábitat trófico que han frecuentado durante sus rutas migratorias, por lo que constituyen una herramienta relativamente novedosa para rastrear a los depredadores (Román-Reyes, 2003). Con este tipo de análisis isotópicos se corrobora, la permanencia de los tiburones juveniles en la zona, de tal forma que permitirá recomendar medidas de protección de la zona y la conservación de la especie.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Determinar la ecología trófica en juveniles de *S. zygaena* en aguas Ecuatorianas aplicando análisis del contenido estomacal e información asimilada de la dieta por medio de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para evidenciar la permanencia de la especie en la zona de estudio.

4.2. Objetivos específicos

- Describir la dieta del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* por medio del contenido estomacal.
- Determinar y cuantificar la variabilidad de la dieta de *Sphyrna zygaena* por talla y sexo.
- Conocer la amplitud de la dieta de *Sphyrna zygaena* en aguas ecuatorianas.
- Conocer los valores isotópicos del tiburón martillo para inferir la zona de distribución y alimentación.
- Conocer el nivel trófico de *Sphyrna zygaena* por medio del nivel trófico de las presas de acuerdo a lo propuesto por Christensen y Pauly (1992)
- Estimar el nivel trófico de *Sphyrna zygaena* por medio de los isótopos estables con lo las ecuaciones sugeridas por Vander-Zanden (1997) y Post (2002)
- Contrastar los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ del tiburón martillo con sus presas principales presas para determinar el nivel trófico del depredador con respecto a las presas.

5. ÁREA DE ESTUDIO

Los tiburones y sus respectivos estómagos y muestras de músculo utilizados para esta investigación fueron recolectados en el puesto pesquero Santa Rosa, Salinas, Ecuador; ubicado en la Península de Santa Elena, con ubicación geográfica: Latitud $-2^{\circ}.20'31''$ S y Longitud $-80^{\circ}94.'79''$ O (Fig. 2).



Figura 2. Ubicación geográfica del Puerto pesquero Santa Rosa en la Península de Santa Elena, Ecuador.

El puerto Santa Rosa es considerado el segundo puerto pesquero artesanal más importante del país después del puerto de Manta, donde son desembarcados volúmenes importantes (382.500 ton) de especies de alto valor comercial *Coryphaena hippurus*, *Thunnus obesus*, *T. albacares*, *Xiphias gladius*, *Makaira mazara* y *M. indica* los cuales son destinadas al mercado interno y de exportación (Revelo y Guzmán 1997; Martínez y Galván 2007).

La actividad pesquera está dirigida a la extracción de varios recursos, entre ellos los tiburones, las familias más capturadas son: Carcharhinidae, Squatinidae, Triakidae, Sphyrnidae y Alopiidae. Las especies de tiburones más capturadas son *Sphyrna* spp y *Alopias* spp. (Solís, 1998).

Las especies de peces de mayor desembarque son: Dorado (*Coryphaena hippurus*), picudos (*Makaira* spp), picudo banderín (*Istiophorus platypterus*), bonito (*Katsuwonus pelamis*), espada (*Xiphias gladius*), albacora (*Thunnus* spp.), perela (*Palarabrax callaensis*), selemba (*Paranthias fulcifer*), miramelindo (*Lepdocybius flavobrunneum*) (Solís, 1998). De acuerdo a comentarios de pescadores, la zona donde pescan al tiburón martillo es, desde la punta de la península de Santa Elena hacia Perú, entre las 20 millas náuticas (Fig. 2).

Durante el 2004 se reportaron 9 especies de tiburones, pertenecientes a 6 familias, dichas especies de tiburones de acuerdo a la cantidad registrada fueron: *Sphyrna zygaena*, *Isurus oxyrinchus*, *Alopias pelagicus*, *Prionace glauca*, *Alopias superciliosus*, *Mustelus henlei*, *Sphyrna lewini*, *Squatina californica* y *Carcharhinus leucas*, dichas especies suman una totalidad de 14706 organismos capturados. Sin embargo 11272 pertenecieron a la especie *S. zygaena*, por lo que se considera que el recurso tiburón de la provincia del Guayas, ésta sostenida por dicha especie, principalmente en el estadio juvenil (Bolaño, 2008).

La circulación en el mar Ecuatoriano está directamente influenciada por el sistema de corrientes ecuatoriales. El Pacífico ecuatorial tropical está conformado por una banda zonal de alrededor de 4° N a 5° S centrado en la latitud

ecuatorial, en esta zona se encuentra influencia por las corrientes superficiales, contracorrientes, Subcorriente Ecuatorial que determinan las características de distintos tipos de masas de agua y condiciones oceanográficas que originan una alta fertilidad marina asociada al afloramiento ecuatorial y al Frente Ecuatorial (Fig. 3). Asimismo tiene una rama norte de la corriente de Humboldt. Además del sistema de corrientes costeras, la cual se presenta como una prolongación de las aguas provenientes de Panamá y la de Humboldt, unas de sus ramas se dirigen hacia el Norte, y el mayor flujo hacia el Oeste, para luego formar parte del sistema de corrientes ecuatoriales del Sur.

Otra características de las aguas oceánicas es la presencia de afloramientos o surgencias, en donde las aguas superficiales se enriquecen de los nutrientes que suben de aguas profundas, debido al intercambio que se produce por efecto de los vientos del Noreste, que alejan las aguas costeras y permiten la subida de las profundas (Jiménez, 2009 y Jiménez y Béarez, 2004).

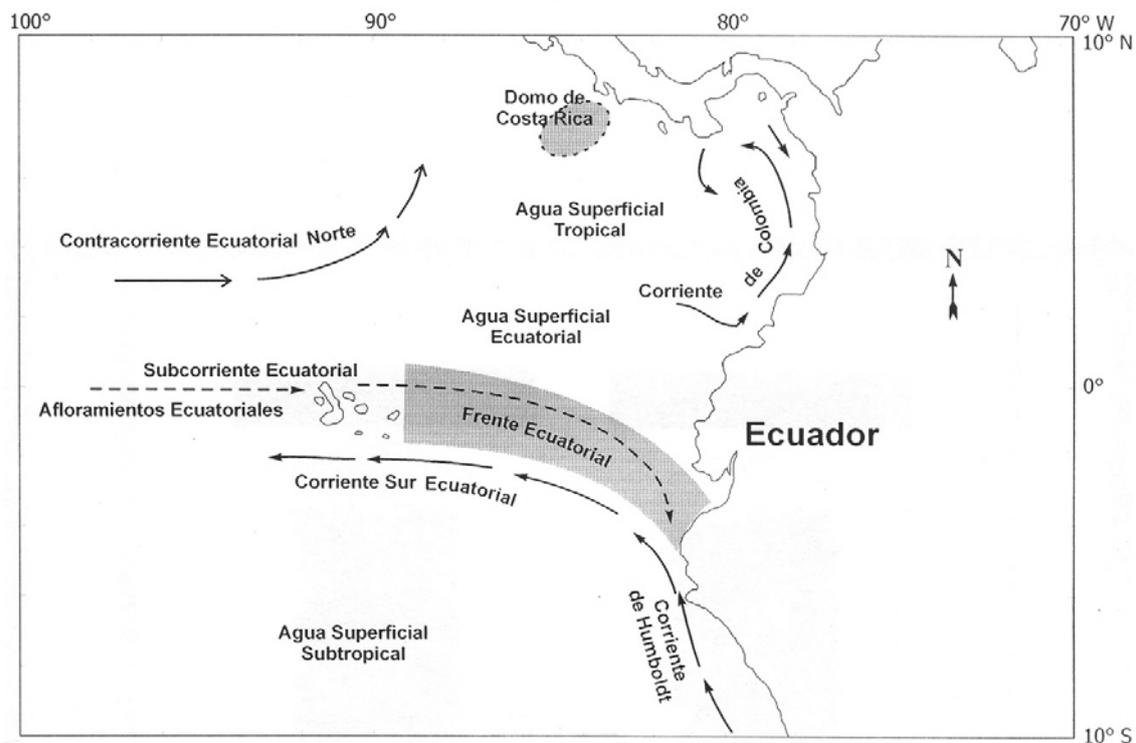


Figura 3. Localización de los sistemas de corrientes marinas y masas de agua en el Océano Pacífico ecuatorial Oriental (Jiménez, 2009)

El sur del Ecuador, es una de las regiones que tiene el mayor impacto de la variabilidad del ENOS (El Niño Oscilación del Sur), donde áreas costeras en

el sur del Ecuador y norte del Perú, son afectadas por fuertes precipitaciones asociadas a inundaciones (Jiménez, 2009). Durante los años del 2004 a 2007 se presentaron eventos cálidos y en el 2008 hubo presencia del evento de la Niña (Jiménez, 2009).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

Los muestreos se realizaron con los especímenes desembarcados en el puerto pesquero Santa Rosa, en los meses de mayo a diciembre del 2004, de mayo a julio del 2007, de febrero a julio del 2008 y enero del 2009. Una vez identificada la especie con claves especializadas, se registraron las medidas morfométricas del tiburón, longitud total (LT), longitud Standard (LS) o precaudal, y se determinó el sexo de un promedio de 100 organismos por año y en ciertos casos todos los tiburones posibles, escogidos al azar. Luego se les realizó un corte longitudinal en la parte ventral de los tiburones desde el ano hasta la altura de las aletas pélvicas, para extraer el aparato digestivo, separando el estómago para proceder a extraer los contenidos estomacales, los cuales fueron almacenados en bolsas herméticas y luego congelados a -16 °C para su análisis posterior en el Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) ubicado en la ciudad de La Paz, (Baja California Sur) .

6.1. Trabajo de laboratorio

Para el análisis de los contenidos estomacales, se separaron las distintas presas encontradas de acuerdo al grupo taxonómico, para luego identificarlas hasta el mínimo taxón posible según el estado de digestión en que encontraron de acuerdo a la siguiente escala:

Estado #1 (fresco): Individuos que presentan piel y todas las características morfológicas completas que lo hacen fácilmente identificable.

Estado #2 (Digestión Intermedia): Individuos sin algunas características morfológicas como piel, sin ojos, músculos al descubierto y esqueleto completo.

Estado #3 (Digestión avanzada): Individuos con poco músculo cubriendo al esqueleto axial, picos de cefalópodos con restos del manto.

Estado #4 (Totalmente digerido): Presencia únicamente de partes aisladas tales como otolitos, vértebras y picos de cefalópodos.

Para la determinación taxonómica de los peces, que estuvieron en estado de digestión 1 y 2 la identificación se realizó con los trabajos de Fischer *et al.* (1995), Chirichigno (1998), Jiménez y Béarez (2004). Para los estados de digestión 3 y 4, la determinación taxonómica se realizó por medio del esqueleto axial. Para vértebras, se empleó el trabajo de Clothier (1950) y para otolitos el de García-Godos (2001).

En los cefalópodos debido a la rápida digestión de sus partes blandas, se utilizó la única estructura reconocible, las piezas bucales conocidos como “pico de loro”, compuesta por quitina, permitiendo de esta manera su identificación. De manera particular para este grupo se emplearon las claves de Wolff (1982 y 1984) y el trabajo de Clarke (1986).

A los picos se les tomaron varias medidas con un calibrador, para aplicar las formulas de retrocálculo de peso y longitud del manto, basados en Clark (1986) y Wolff (1984), para obtener el peso húmedo de acuerdo a la especie. Para la identificación de los bivalvos y gasterópodos se utilizó la clave de Keen (1971). Todos los ítems presas fueron contados, medidos con un ictiómetro y pesados en una balanza.

6.1.1. Determinación del tamaño de muestra

Para determinar el número de estómagos necesarios para conocer la dieta, se realizaron curvas acumulativas de diversidad de especies presas para cada año de estudio, sometiendo los estómagos a 500 permutaciones en el programa Estimate 7.0; posteriormente se ajustaron los datos al modelo de Clench, 1979 (Jiménez-Valverde y Hirtal, 2003); de esta forma se determinó el coeficiente de determinación (R^2), dicho coeficiente está dado entre 0 y 1, lo

cuál indica que si el valor está cercano a uno (1), los datos se ajustan al modelo; también se obtiene el valor de la pendiente de la curva, donde los valores menores a 0.1 indican que el número de estómagos empleados, fue suficiente para determinar gran parte de la dieta, así como el porcentaje de la dieta que describen los estómagos colectados.

6.2. Método estadístico de los análisis del contenido estomacal y valores isotópicos.

Para los análisis del contenido estomacal se empleó la prueba estadística Análisis de similitud de una vía (ANOSIM), para determinar si existen diferencias significativas en la composición específica entre los grupos de sexo y estadio de madurez.

ANOSIM es un análisis no paramétrico, análogo al análisis de varianza, que se basa en un remuestreo multifactorial que utiliza permutaciones. La prueba estadística implica el cálculo de un estadístico global (R), el cual contrasta la varianza de la similitud dentro y entre los grupos.

El estadístico R, de ANOSIM tiene un intervalo entre -1 y 1, alcanzando su máximo valor cuando todas las similitudes dentro de los grupos, son mayores que las similitudes entre grupos (hay una separación perfecta en la estructura trófica entre los grupos); en caso contrario, R alcanza su valor mínimo e indica que no hay separación en la estructura trófica entre los grupos. La significancia de la prueba estadística se determina comparando el estadístico R de la muestra con aquellos que resultan del procedimiento de asignar muestras aleatorias a los grupos a través del re-muestreo utilizando permutaciones (Clarke y Warwick, 1994). La proporción del arreglo aleatorio con valores R mayores que el valor de R muestra es el nivel de significancia de la prueba (Clarke y Warwick, 2001).

Lo que indica ANOSIM es solamente si los grupos difieren o no en la composición de especies presas, sin tomar como referencia que especies

causan dichas diferencias. En consecuencia, para determinar la contribución de cada especie presa a la similitud promedio dentro y entre los grupos se utilizó el análisis de similitud expresado en porcentaje SIMPER (Clark, 1993). Estos análisis se realizaron mediante el paquete estadístico PRIMER V6.0 (Plymouth Rutines in marine Environmental Research programs) (Clarke y Warwick, 2001).

6.3. Métodos de análisis cuantitativos

6.3.1. Método Gravimétrico (P):

Se midió la biomasa de cada presa en una balanza digital. El peso fue referido al peso total estimado para la totalidad de presas encontradas en los estómagos y se expresó como porcentaje del mismo.

$$\% P = P / PT * 100$$

Donde:

P = Es el peso en gramos de un determinado alimento (especie presa).

PT= Es el peso total en gramos de todas las especies presas.

6.3.2. Método Numérico (N):

Se contabiliza el número de cada presa consumida por el depredador y el número total de todas las presas y se expresa en porcentaje con la siguiente fórmula:

$$\% N = n / NT * 100$$

Donde:

n = es el número total de cada presa identificada.

NT = número total de presas de todas las especies.

Método de Frecuencia de aparición (FA):

Se registra el número de estómagos en los cuales se encuentra un determinado tipo de presa. Los resultados fueron expresados como porcentaje de una especie, con respecto al número total de los estómagos con alimento, analizado con la siguiente fórmula:

$$\% FA = N / NTe * 100$$

Donde:

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

N_{Te} = Es el número total de estómagos con alimento.

6.3.3. Índice de importancia Relativa (IRI)

El porcentaje de ítems presas (**%N**), porcentaje del peso de cada ítem presa (**%W**), y el porcentaje de frecuencia de aparición de cada ítem presa (**%FA**) se emplearán para calcular el Índice de Importancia Relativa (**IIR**) de cada ítem presa (Pinkas *et al.*, 1971). Este índice combinado se usa con la finalidad de valorar de manera integral la importancia de cada especie de alimento que constituye la dieta alimenticia de la especie en estudio (Talent, 1976; Cortés y Gruber, 1990; Cortés *et al.*, 1996; Segura *et al.*, 1997).

Se utiliza la siguiente fórmula para este análisis:

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

Donde:

% IIR = Índice de importancia relativa.

% P = de peso.

% N = Número de organismos.

% FA = Frecuencia aparición.

El IIR fue transformado a porcentaje (**%IIR**) para una mejor comparación con otros estudios (Cortés, 1997).

$$\mathbf{\% IIRi = 100 * IIRi / \sum IIR}$$

6.4. Índices ecológicos

6.4.1. Amplitud del Nicho trófico (Índice de Levin) (Krebs, 1989):

$$B_i = 1/n-1 \{(1/\sum P_{ij}^2)-1\}$$

Donde

B_i= índice de Levin para el depredador **i**.

p_{ij} = porción de la dieta del depredador **i** sobre la presa **j**.

n = número de categorías de presas.

Los valores de este índice (**B_i**) están comprendidos de cero a uno. Cuando los valores son menores a 0.6, indican que el depredador 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 (>0.60), el depredador es generalista ya que utiliza un mayor número de recursos sin ninguna selección (Labropoulou y Eleftheriou, 1997).

6.4.2. Índice de Sobreposición de dieta

Para evaluar el traslapo trófico y registrar probables diferencias en el tipo de alimento por intervalos de longitud (talla) y sexo. Se utilizó el índice de Morisita-Horn (Horn 1966; Smith y Zares 1982):

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

Donde:

Cλ = Traslape entre el depredador **x** y depredador **y** (sexo o talla).

p_{xi} = proporción de la presa **i** del total de presas usados por el depredador **X** (sexo o talla)

p_{yi} = proporción de la presa **i** del total de presas usados por el depredador **Y** (sexo o talla)

n = número total de presas.

Los valores <0.29 indican sobreposición baja, valores de $0.30-0.65$ sobreposición media y valores >0.66 indican sobreposición alta de dietas, El valor de **1** indicaría que todos los componentes alimenticios entre depredadores (talla o sexo) son similares (Horn, 1966; Langton, 1982; Smith y Zares, 1982).

Se contrastó la dieta y los valores isotópicos con la temperatura superficial del mar (TSM) y se obtuvieron los imágenes de temperatura superficial del mar (T.S.M) promedio de los años de estudios en la zona costera del Ecuador, y se consideró principalmente la temperatura cerca de la zona de muestreo y de la posible zona de pesca indicada por los pescadores de la zona (Anexo B). El procesamiento de las imágenes y obtención de las isotermas se obtuvieron mediante el paquete 'satin' (Villalobos y González-Rodríguez, 2009) para R (R Development Core Team, 2009).

6.5. Análisis de isótopos

Para determinar el origen del alimento de los depredadores, se realizó un análisis de isótopos de carbono y nitrógeno, los cuales al medir su proporción refleja los valores isotópicos del alimento consumido después de todo el proceso metabólico de la alimentación (ingestión, digestión y excreción) (DeNiro y Epstein, 1979, 1981).

Para el análisis isotópico fue necesario la colecta de secciones de músculo en la parte dorsal-anterior de tiburones martillo y se congelaron; posteriormente se mantienen en viales previamente lavados y esterilizados, para luego realizar la extracción de humedad del músculo mediante una liofilizadora marca LABCONCO. Los lípidos se eliminaron con extracción asistida por microondas (MAE) usando una mezcla azeotrópica de cloroformo-metanol 2:1. Las muestras de músculo se molieron en un mortero de ágata para evitar introducir carbonatos, bajo una campana de flujo laminar. Se pesaron muestras de 0.0005 gr en una balanza analítica y se colocaron en cápsulas de estaño de 8×5 ml. Este proceso fue realizado en el laboratorio de química del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN). Las

muestras fueron enviadas al Laboratorio de isótopos estables (Dpto. de Agronomía) en la Universidad de California en Davis, (E.U.A.) para su análisis en el espectrómetro de masas con el fin de cuantificar $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$.

Las razones de isótopos estables de la muestra y de los estándares con los que son comparados, se expresan como δ (delta) en partes por mil (‰) de acuerdo a los estándares aceptados. La fórmula empleada es:

$$\delta^{15}\text{N} \text{ ó } \delta^{13}\text{C} = [(R \text{ muestra} / R \text{ estándar}) - 1] * 1000$$

Donde R muestra para $\delta^{15}\text{N}$, es la proporción entre sus isótopos $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$; mientras que para $\delta^{13}\text{C}$ es la proporción de los isótopos de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$. Los estándares empleados serán nitrógeno atmosférico para el $\delta^{15}\text{N}$ y una calcita fósil llamada Pee Dee Belemnita (PDB) para el $\delta^{13}\text{C}$. Al realizar la lectura de isótopos estables en el espectrofotómetro de masas, se obtiene un valor isotópico relativo por muestra.

La composición de $\delta^{13}\text{C}$ en los tejidos de un consumidor refleja la composición del alimento asimilado, más un ligero incremento (0-1‰). Ésta señal generalmente es utilizada para distinguir las fuentes primarias de nutrición al nivel de los productores. Por otro lado, la señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ presenta mayor incremento (2-3‰) y más consistencia entre un depredador y su presa, y es utilizado principalmente como una medida de la posición trófica de los organismos (Vander Zanden y Rasmussen, 2001).

Los valores obtenidos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en las biopsias de los tiburones, fueron sometidos a pruebas de normalidad, homogeneidad de varianzas, de acuerdo a esto, los datos fueron sometidos a la prueba paramétrica ANOVA, con el programa Statistica V 7.0, para detectar si existían o no diferencias significativas de las señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre años, tallas y sexos de *S. zygaena*. A los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ se les aplicó estadísticos básicos como prueba de normalidad y homogeneidad de varianza de Bartlett (Kolmogorov), pruebas paramétricas (ANOVA) y no paramétricas (Kruskal

Wallis) con el propósito detectar se existe o no diferencias significativas en las razones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el tejido muscular del tiburón de acuerdo a los intervalos de tallas, sexo, meses y años de estudio. También se calcularon los promedios y desviación estándar. Los datos fueron graficados en el programa Excel para una mejor apreciación e interpretación de los resultados.

6.5.1. Estimación de la posición trófica promedio del tiburón *Sphyrna zygaena*

Para conocer el nivel trófico promedio de los juveniles de *S. zygaena* en el presente estudio, se emplearon tres metodologías. La primera es la empleada por Cortés (1999), de Christensen y Pauly (1992), la segunda fue con la ecuación propuesta por Post (2002) y la tercera la empleada incluye la fórmula sugerida por Vander-Zanden (1997). Se consideraron las especies de mayor importancia en la dieta del tiburón.

La estimación de la posición trófica de *Sphyrna zygaena* se determinó por medio de los isótopos estables y a partir de las especies presas presentes en los estómagos analizados, aplicando el modelo usado por Cortés en 1999 y propuesta por Christensen y Pauly (1992); que permite obtener información respecto a la posición trófica relativa de los organismos en la cadena alimenticia con la siguiente fórmula:

$$\text{TL} = 1 + \left(\sum_{j=1}^n \text{DC}_{ij} \right) (\text{TL}_j)$$

Donde:

DC_{ij}: referida como la composición de la dieta, es la proporción de presas (j) en la dieta del depredador (i).

TL: nivel trófico de las presas (j)

N: número de grupos en el sistema

El nivel trófico de los peces fueron tomados de fishbase y el nivel trófico de los cefalópodos y crustáceos fueron tomados de la literatura (Cortés, 1999)

6.5.2. Estimación del nivel trófico promedio con Isótopos estables

La posición trófica relativa mediante isótopos estables se estimó usando la ecuación propuesta por Post (2002):

$$PT = \lambda + \frac{(\delta^{15}N_{Depredador} - \delta^{15}N_{Base})}{\Delta_n}$$

Donde:

λ : Posición trófica de un organismo que consume alimento primario (*Dosidicus gigas*) (Froese y Pauly, 2003).

Δ_n : Valor teórico de enriquecimiento en ^{15}N por nivel trófico (3.4‰, Post, 2002).

Depredador $^{15}\delta\text{N}$: Promedio de la determinación de de *S. zygaena*.

Base $^{15}\delta\text{N}$: Determinación de la presa primaria (*Dosidicus gigas*, 10,6‰), la cual cumple con los criterios propuestos por Post (2002).

De la misma forma para obtener el nivel trófico de *S. zygaena* y con la finalidad de discernir las probables diferencias en la posición trófica entre años y sexo; se empleó el algoritmo desarrollado por Vander-Zanders (1997).

$$PT = \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{línea base}}) + 2}{3.4}$$

Donde:

$\delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}}$: promedio de la señal de $\delta^{15}\text{N}$ de *Sphyrna zygaena*.

$\delta^{15}\text{N}$ línea base: valor de $\delta^{15}\text{N}$ de la base de la cadena trófica ($\delta^{15}\text{N}$ en sedimento= 7‰, (Farrel, et al., 1995).

7. RESULTADOS

En el estudio se analizaron 452 estómagos de *Sphyrna zygaena*, de los cuales 206 corresponden a los meses de mayo a diciembre del 2004, 100 estómagos de mayo a julio del 2007, 145 estómagos de febrero a julio 2008. Siendo 234 hembras y 217 machos; que presentaron tallas entre 56 cm y 259 cm de Longitud total con un promedio de 117.8 cm.

Para el análisis de los datos, los tiburones fueron agrupados en ocho intervalos de tallas: talla I (50-80 cm LT), talla II (81-110 cm), talla III (111-140 cm), talla IV (141-170 cm), talla V (171-200 cm), talla VI (201-230 cm), talla VII (231-260 cm) y talla VIII (261-300 cm), con la finalidad de detectar probables variaciones de alimentación y distribución entre tallas.

7.1. Determinación del tamaño de muestra

El número de estómagos empleados para el estudio fueron suficientes para determinar la dieta de *S. zygaena* (Figs. 4, 5 y 6).

De acuerdo al coeficiente de de determinación R^2 , los datos se ajustaron al modelo de Clench (1979) y a las pendientes en los años 2004, 2007 y 2008, por lo cual el presente estudio tiene el número de estómagos suficientes para determinar gran parte de la dieta, confirmado con la asíntota en las gráficas. En el 2004 los estómagos colectados de *S. zygaena* permitieron describir el 85% de la dieta (Fig. 4). Para 2007 se representa el 82% de la dieta (Fig. 5) y en 2008 los estómagos representaron el 88% de la dieta (Fig. 6).

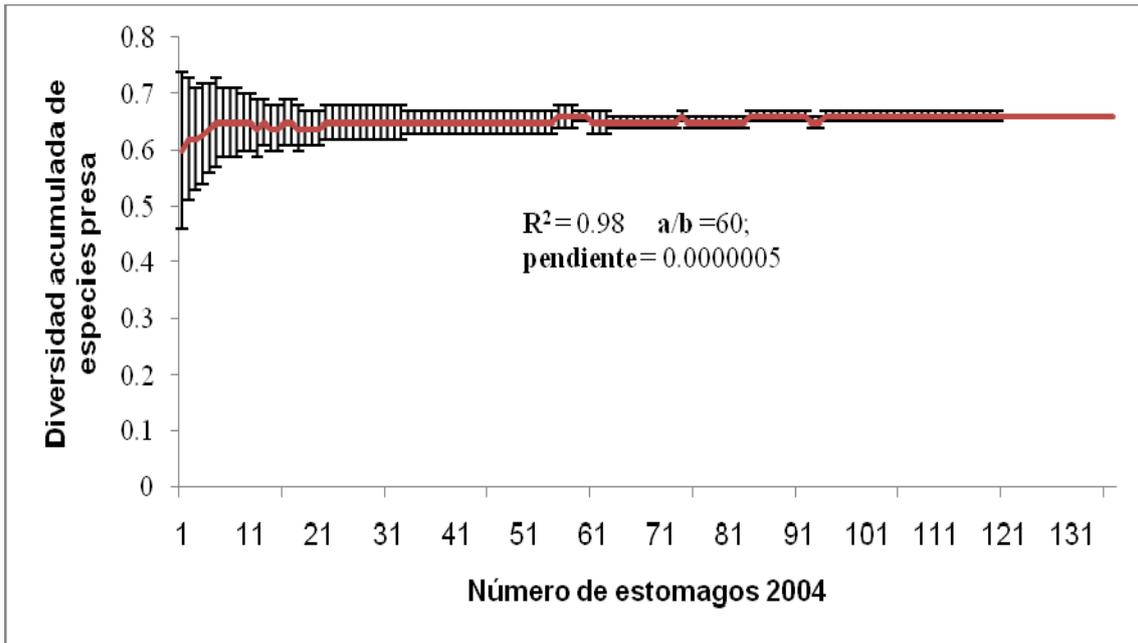


Figura 4. Curva acumulativa de especies presas de *Sphyrna zygaena* en 2004

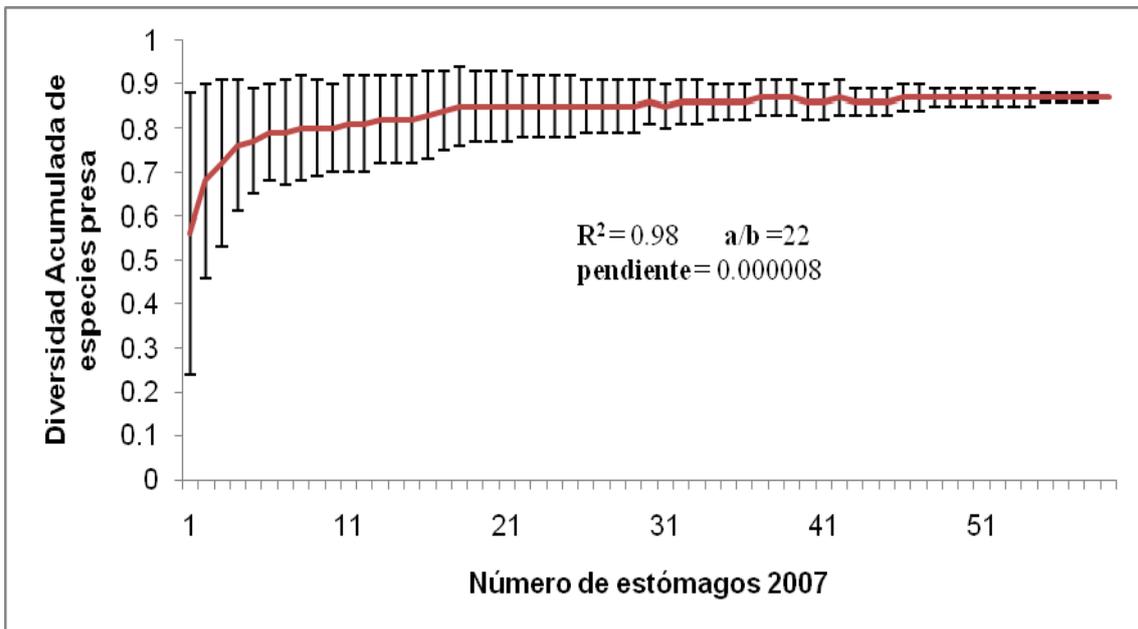


Figura 5. Curva acumulativa de especies presas de *Sphyrna zygaena* en 2007

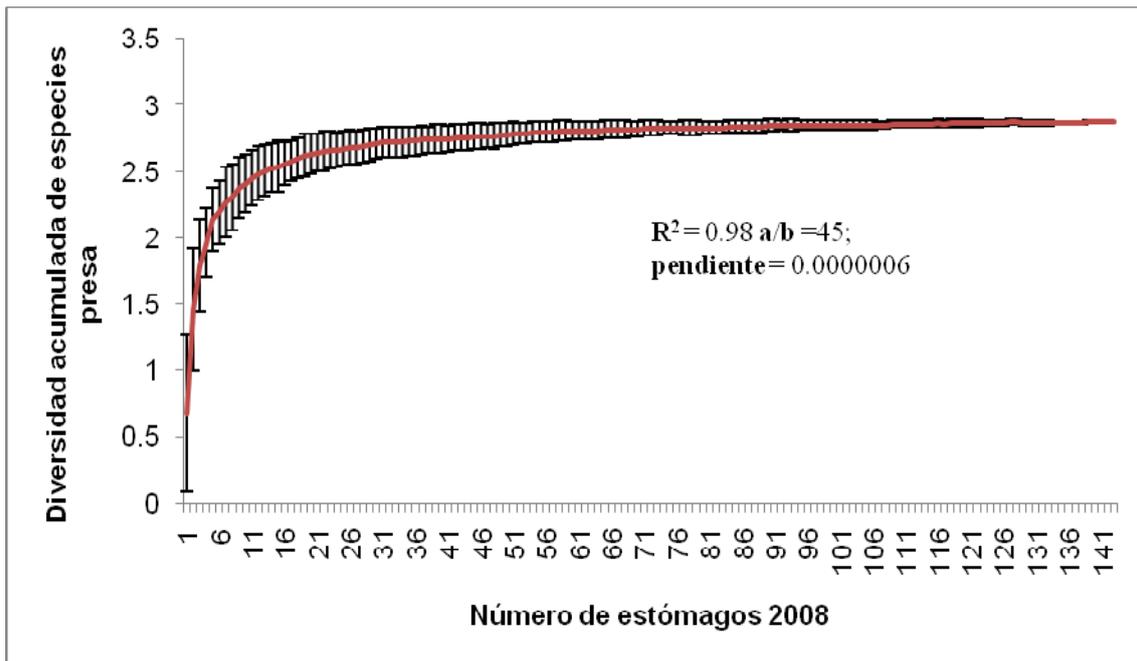


Figura 6. Curva acumulativa de especies presas de *Sphyrna zygaena* en 2008

7.2. Espectro trófico de *Sphyrna zygaena* por años de estudio

En 2004 el 68 % de los estómagos presentaron alimento y 32% estuvieron vacíos; en 2007 el 84% de los estómagos presentaron alimento y el 16% estaban vacíos; mientras que en 2008 el 80% de los estómagos presentaron alimento y el 20% se encontraron vacíos.

Al unir todos los datos de la alimentación de los años de estudio se encontró que *S. zygaena* se alimentó principalmente de los calamares *Dosidicus gigas*, *Lolliguncula diomedea* y *Sthenoteuthis oualaniensis* (Fig. 7).

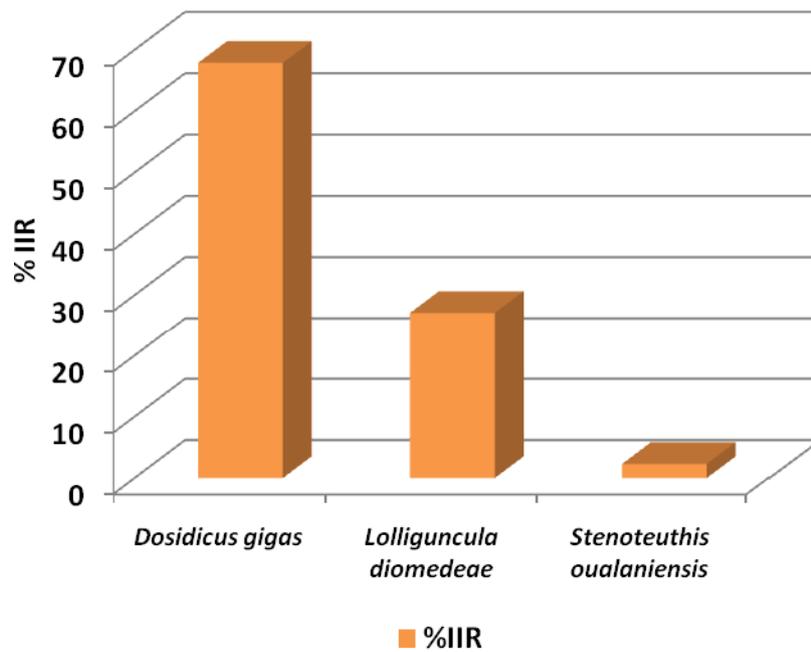


Figura 7. Especies de mayor importancia en la dieta de los juveniles de *Sphyrna zygaena* de los años de estudio.

7.2.1. Espectro trófico de *Sphyrna zygaena* año 2004

De acuerdo al método numérico en el 2004 se registraron 1237 ítems identificados y 35 organismos identificados hasta especie, siendo las especies más importantes: *Lolliguncula diomedea* (47.1%), *Dosidicus gigas* (21%), *Gonatus spp* (4.4%) y *Histioteuthis spp* (1.2%). Conforme al método gravimétrico las especies de mayor importancia en la dieta fueron: *D. gigas* (90%), *S. oualaniensis* (4.62%), *L. diomedea* (2.6%), *Histioteuthis spp* (0.98%). En el método de frecuencia de ocurrencia las especies más importantes fueron: *L. diomedea* (19.7%), *D. gigas* (23.3%), *S. oualaniensis* (9.2%), y *Gonatus spp* (5.6%) (Fig. 8).

Combinando los tres métodos cuantitativos en el índice de importancia relativa (%IIR), indica que las presas de mayor importancia fueron los calamares *D. gigas* 73.7%, *L. diomedea* 22.6%, *S. oualaniensis* 1.9% y seguidos por *Gonatus spp* 0.3% (Fig. 9). Los peces de mayor importancia son los pertenecientes a la familia Exocoetidae 0.09 %, *Auxis thazard* 0.06%, *Opistonema libertate* con 0.05%.

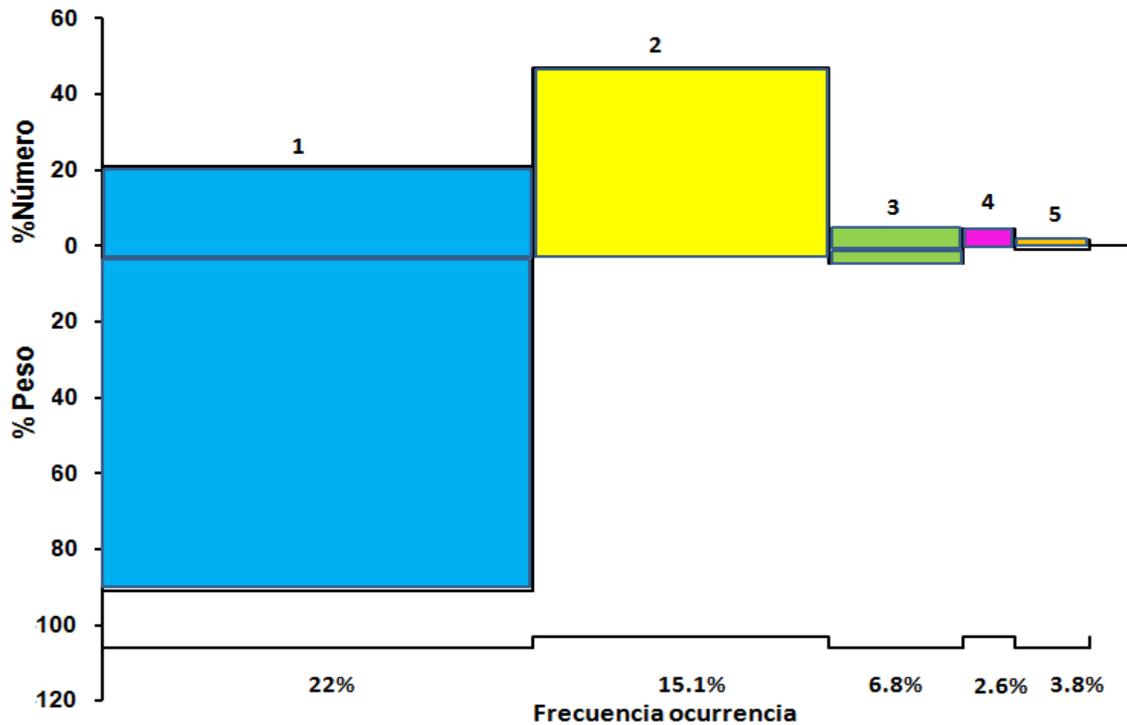


Figura 8. Presas más importantes en la dieta de *Sphyrna zygaena* en el periodo de mayo-diciembre 2004, aplicando los métodos cuantitativos de número (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO) y peso (%P). 1. *Dosidicus gigas*, 2. *Lolliguncula diomedea*, 3. *S. oualaniensis*, 4. *Gonatus spp* 5. *Histioteuthis spp*.

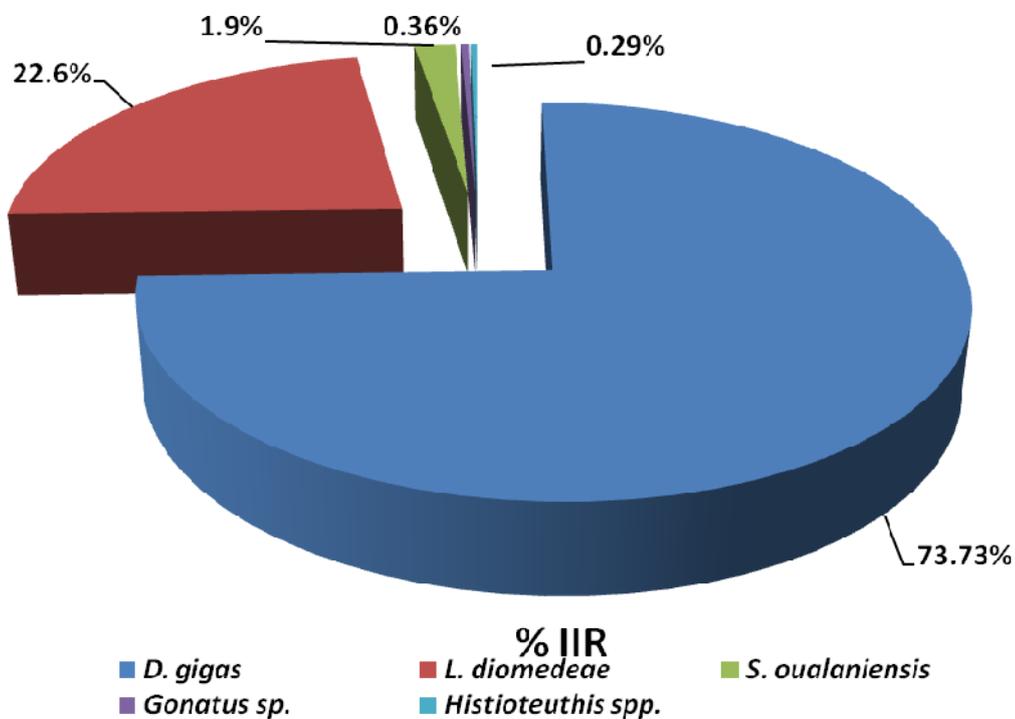


Figura 9. Representación del índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presas consumidas por juveniles de *Sphyrna zygaena* entre mayo y diciembre del 2004.

7.2.2. Espectro trófico de acuerdo al sexo en 2004

Aplicando el índice de importancia relativa (%IIR), en el 2004 se observó que los cefalópodos fueron los componentes principales en la dieta. En las hembras fueron: *D. gigas* con (54%), *L. diomedea* (31%), *S. oualaniensis* (11.6%), *Histoteuthis* spp (0.9%) y con el aporte del pez *Benthosema panamense* (0.14%); en cuanto a los machos, las presas principales fueron: *D. gigas* con (58%), *L. diomedea* (32%), *S. oualaniensis* (4.9%) *Histioteuthis* spp (4.6%) y *Gonatus* spp 4.2% (Fig. 10).

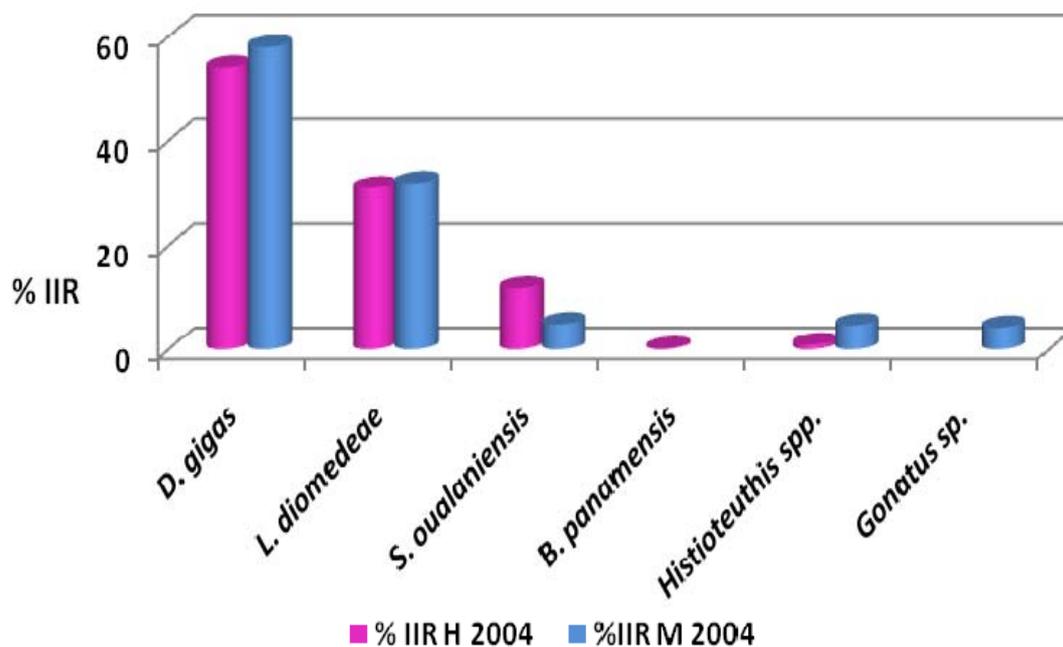


Figura 10. Representación comparativa del índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presas consumidas por las juveniles hembras y machos de *Sphyrna zygaena* entre mayo y diciembre del 2004.

7.2.3 Espectro trófico por tallas en 2004

Los tiburones que fueron muestreados para este estudio presentaron tallas desde 56 y 199 cm de LT. El número de estómagos analizados tanto llenos como vacíos por cada intervalo de tallas se indica en la tabla 1.

La composición de la dieta en los diferentes intervalos de tallas estuvieron conformadas principalmente por calamares y complementada con peces.

En la talla I se alimentaron principalmente de los calamar *L. diomedea* (45.9%), *D. gigas* (37.8%), *S. oualaniensis* (5.5%) y el pez *Opistonema libertate* (6.4%), en la talla II fueron *L. diomedea* (65.5%), *D. gigas* (28.5%), *S. oualaniensis* (2.1%) y *Gonatus* spp (2%); en la talla III fueron, *D. gigas* (42%), *L. diomedea* (28.3%), *S. oualaniensis* (25.3%) y *Gonatus* spp (2.5%); la talla IV consumió principalmente *D. gigas* (71.7%), *L. diomedea* (17.7%), *S. oualaniensis* (25.3%), *Histioteuthis* spp (3.7) y el pez de la familia Exocoetidae (0.36%) y la talla V consumió principalmente *D. gigas* (76.2%), *S. oualaniensis* (19.5%), peces de la familia Hemirhamphidae (0.8%) y del pez *Cypselurus callopterus* (0.9%). Como se puede observar en la figura 4, el calamar de hábitat nerítico *L. diomedea*, de acuerdo al %IIR representó la mayor importancia en los dos primeros intervalos de tallas y fue disminuyendo su importancia conforme los tiburones iban incrementando la talla, mientras que la presa *D. gigas* fue aumentando su importancia en la dieta conforme fueron aumentando la talla los tiburones (Fig. 11).

Tabla 1. Información de los estómagos analizados en 2004 de acuerdo a los intervalos de tallas

Intervalos de tallas (LT)	Talla 1 050-080 cm	Talla 2 081-110 cm	Talla 3 111-140 Cm	Talla 4 141-170 cm	Talla 5 171-200 Cm
Nº de organismos	11	84	80	23	8
Estómagos vacíos	2	25	29	10	0
%LL Estómagos	9	59	51	13	8

En el análisis mensual de la dieta de los tiburones martillos durante 2004, se observó que en los meses de mayo, agosto y septiembre los juveniles se estuvieron alimentando principalmente del calamar *L. diomedea*, en junio y julio de *D. gigas*, en octubre, noviembre y diciembre de *S. oualaniensis* (Fig. 12).

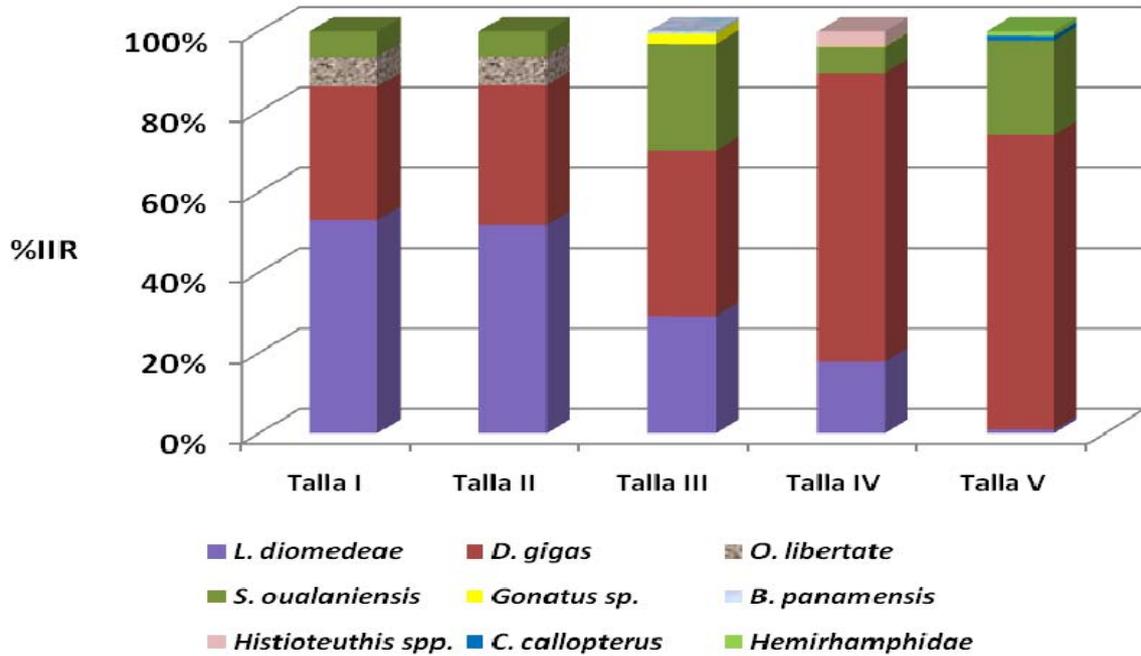


Figura 11. Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los intervalos de tallas I (50-80), II (81-110), III (111-140), IV (141-170), V (171-200) durante los meses de mayo a diciembre del 2004.

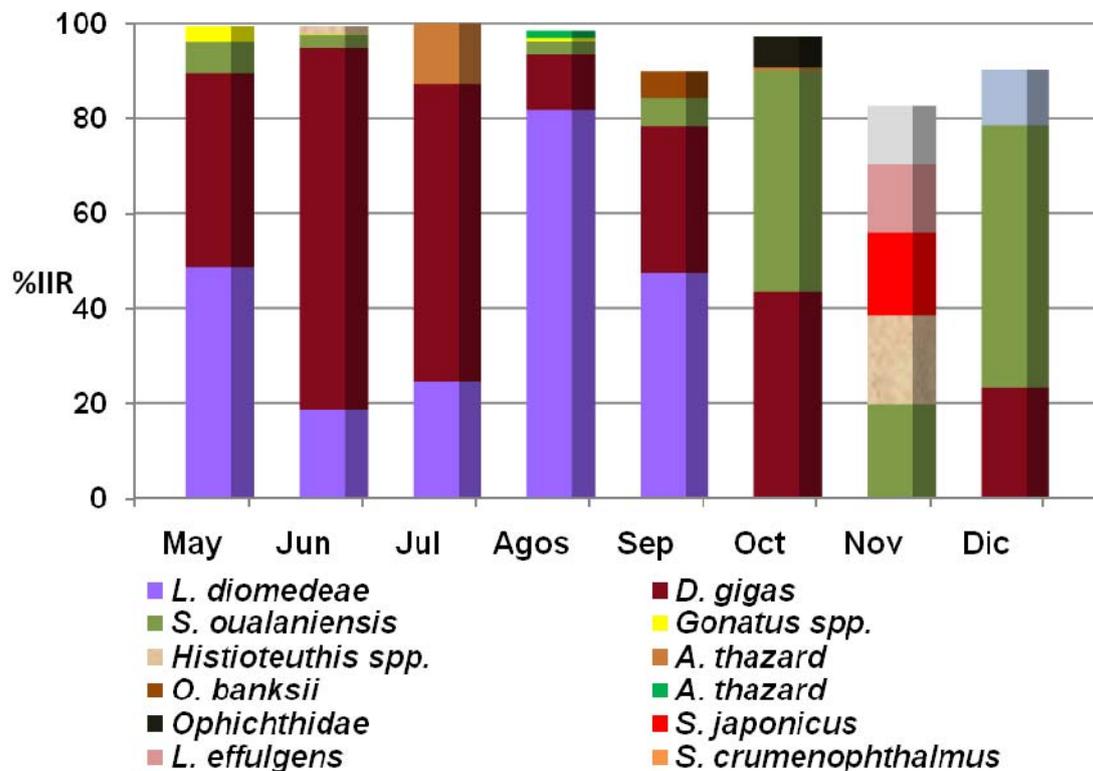


Figura 12. Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de *Sphyrna zygaena* durante los meses de mayo a diciembre del 2004.

7.3. Espectro trófico de *Sphyrna zygaena* año 2007

Durante este año se muestreó desde mayo a julio se analizaron 100 estómagos de tiburones, de estos estómagos 84 presentaron contenido estomacal y 16 se encontraron vacíos. La alimentación en este año fue compuesta principalmente por cefalópodos en un 99.5 %IIR y complementado por peces en un 0.5 % IIR.

En el espectro trófico, según el análisis numérico las especies de mayor importancia fueron: *L. diomedae* (85%), *D. gigas* (4.4%), un calamar de la familia Loliginidae (2.3%). El mayor porcentaje de peso fue aportada por *L. diomedae* (65.4%), *D. gigas* (27.6%), *S. oualaniensis* (3.3%) y el pez *Larimus argenteus* (0.3%). Mientras que las especies que se encontraron más frecuentes fueron, *L. diomedae* (39.3%), un calamar de la familia Loliginidae (15.4%), *D. gigas* (14.3%), el pez *Anchoa* spp (5.9%), (Fig.13).

De acuerdo al índice de importancia relativa (%IIR) *L. diomedae* (91.09%) fue la especie más importante en la dieta, seguido de *D. gigas* (7.51%), un calamar de la familia Loliginidae, *S. oualaniensis* y el pez *Anchoa* spp. (Fig. 14).

7.3.1. Espectro trófico de acuerdo al sexo en el 2007

De todos los tiburones utilizados en este estudio, 48 correspondieron a hembras y 52 a machos. Tanto en hembras y machos se encontró que 42 estómagos presentaron diferentes porcentajes de llenado; 6 se encontraron vacíos en las hembras y 10 en machos.

En 2007 el espectro trófico de las hembras se conformo principalmente por cefalópodos en 98.8% y en 1.1% de peces. En el caso de los machos el 99.43% IIR los cefalópodos conformaron la dieta alimentaria y en 0.5 IIR% por peces.

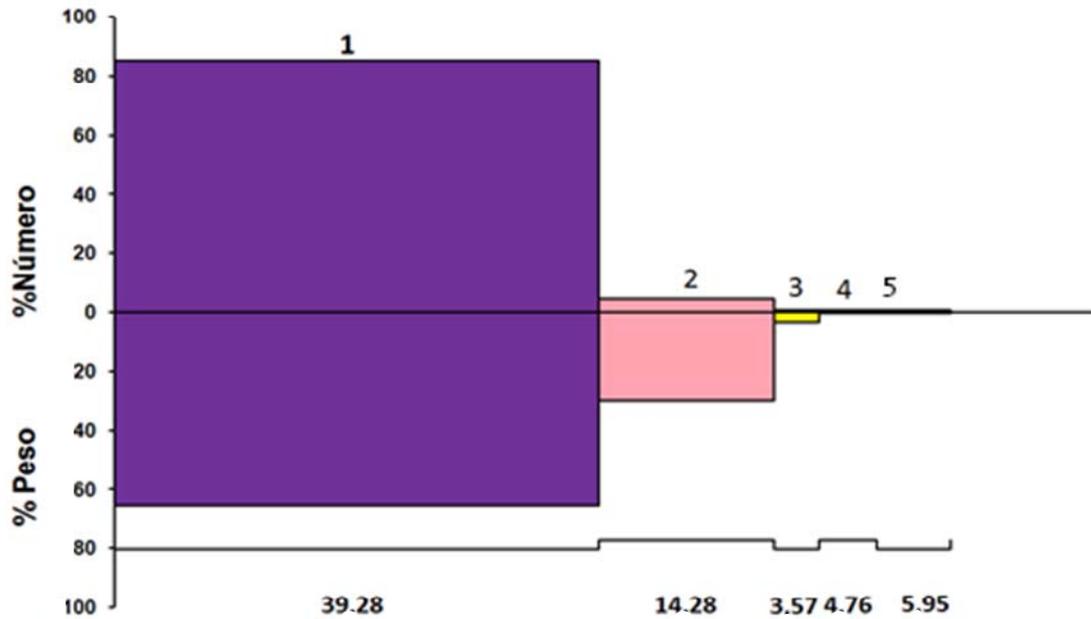


Figura 13. Presas importantes en la dieta de *Sphyrna zygaena* en el periodo de mayo - julio 2007 aplicando los métodos cuantitativos: porcentaje de número (%N), porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO) y porcentaje de peso (%P). 1. *L. diomedea*, 2. *D. gigas*, 3. *S. oualaniensis*, 4. *Gonatus* spp., 5. *Histioteuthis* spp, 6. *O. banksii*, 7. Restos de Familia. *Exocoetidae*, 8. *A. lesueuri* 9. *A. thazard*, 10. *O. libertate*.

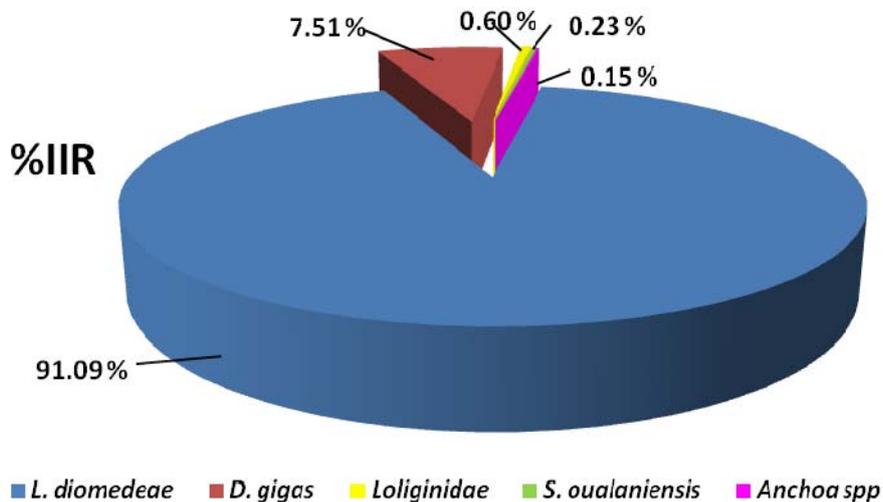


Figura 14. Índice de importancia (%IIR) de las presas consumidas por *Sphyrna zygaena* entre mayo y julio del 2007.

El índice de importancia relativa (%IIR) indica que las especies de mayor importancia en las hembras fueron: *L. diomedea* (85.6%), *D. gigas* (11.2%) y *S. oualaniensis* (1.14%). Para los machos las especies presas de mayor

importancia fueron: *L. diomedea* (93.8%), *D. gigas* (5%) y un calamar de la familia Loliginidae (0.6%). Aunque ambos sexos se alimentaron básicamente de las mismas especies, los machos complementaron más su dieta con peces, (Fig.15).

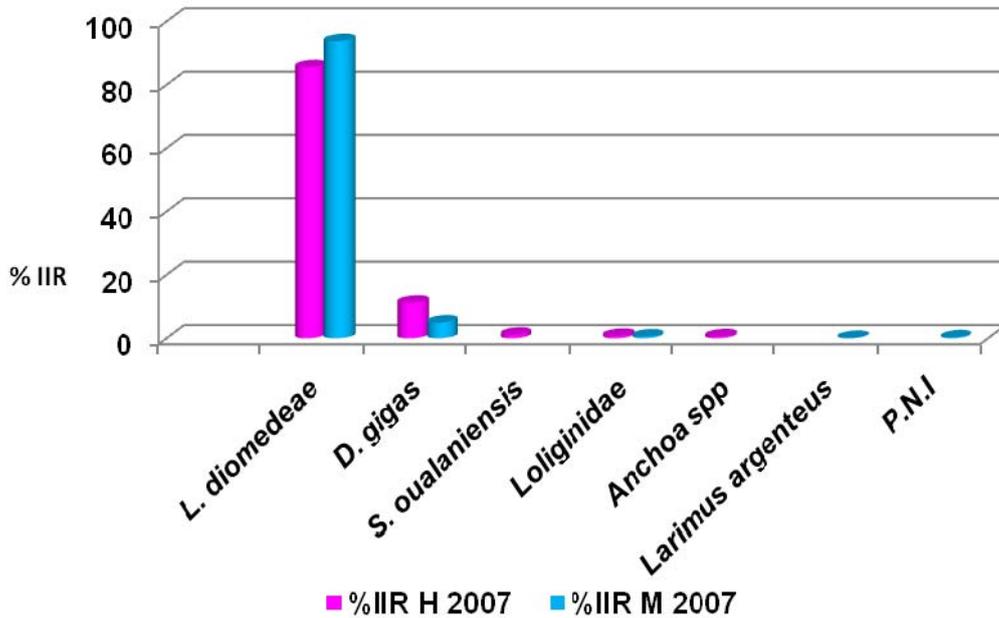


Figura 15. Presas de mayor importancia (%IIR) de hembras y machos de *Sphyrna zygaena* en el año 2007.

7.3.2. Espectro Trófico por tallas en 2007

Se observó tallas menores de tiburones que en 2004, y no se registraron organismos del intervalo de talla V. Las tallas de los organismos se encontraron desde 76 cm y 143 cm de LT. Por lo tanto se en este año los tiburones fueron agrupados en cuatro intervalos de talla: 50-80 cm LT, talla II: 81-110 LT, talla III: 111-140 LT, talla IV: 141-170 LT. Los estómagos analizados de acuerdo a los intervalos de tallas encontradas se encuentran en la tabla 2.

Las especies presas que presentan mayor importancia en el intervalo de talla I fueron; *L. diomedea* (84.3%), *D. gigas* (10.4%), Loliginidae (3.1%), un pez no identificado (0.48%) y el pez *Anchoa spp* (0.4%). Los tiburones del intervalo de talla II se alimentaron principalmente de acuerdo al %IIR de las especies: *L. diomedea* (90.5%), *D. gigas* (8.5%) y el calamar de la familia Loliginidae (0.7%). Los tiburones del intervalo de talla III, de acuerdo al %IIR se

alimentaron principalmente de las especies; *L. diomedea* (87.3%) y *D. gigas* (12.6%) y el organismos de la talla IV, solo basó su alimentación en peces; *Larimus argenteus* (52.6%), *Scomber japonicus* (30.5%) y se encontraron restos de peces (16.8%) (Fig.16).

Tabla 2. Información de estómagos analizados en el 2007 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.

Intervalos de tallas (LT)	Talla 1 050-080 cm	Talla 2 081-110 cm	Talla 3 111-140 cm	Talla 4 141-170 cm	Talla 5 171- 200cm
Nº de organismos	2	91	6	1	0
Estómagos vacíos	0	15	1	0	0
Estómagos diferentes % LL	2	76	5	1	0

La alimentación de *S. zygaena* durante los meses de muestro en 2007, fue similar, siendo la presa de mayor importancia el cefalópodo *L. diomedea*, el cual es de hábitos nerfíticos.

En los meses de mayo y junio la temperatura superficial del mar estuvo con temperaturas entre 25 y 27 °C, pero en el mes de julio (Fig. 17), cuando la dieta cambia al disminuir el %IIR de *L. diomedea*, la temperatura superficial del mar estuvo entre los 22 y 23 °C.

7.4. Espectro trófico de *Sphyrna zygaena* en 2008

Se analizaron 145 estómagos. El periodo de muestreo fue de febrero a julio y en noviembre. De todos los organismos analizados, 116 presentaron alimento en diferentes estados de digestión y en 29 organismos los estómagos estuvieron vacíos.

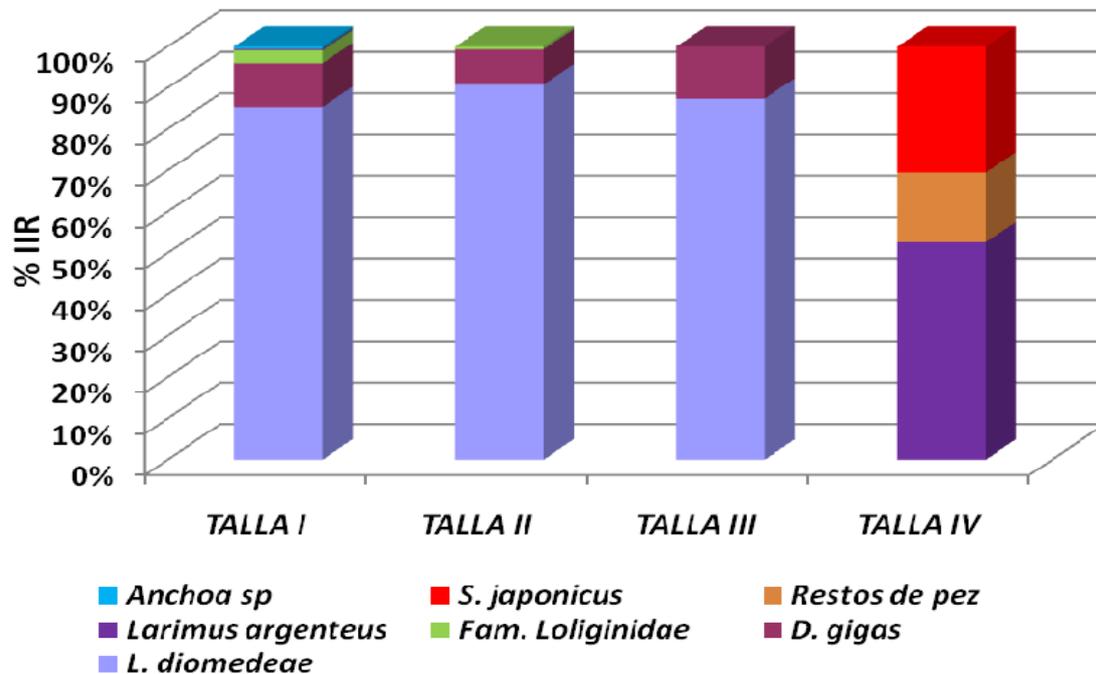


Figura 16. Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los intervalos de tallas I (50-80), II (81-110), III (111-140) y IV (141-170), durante los meses de mayo a diciembre del 2007.

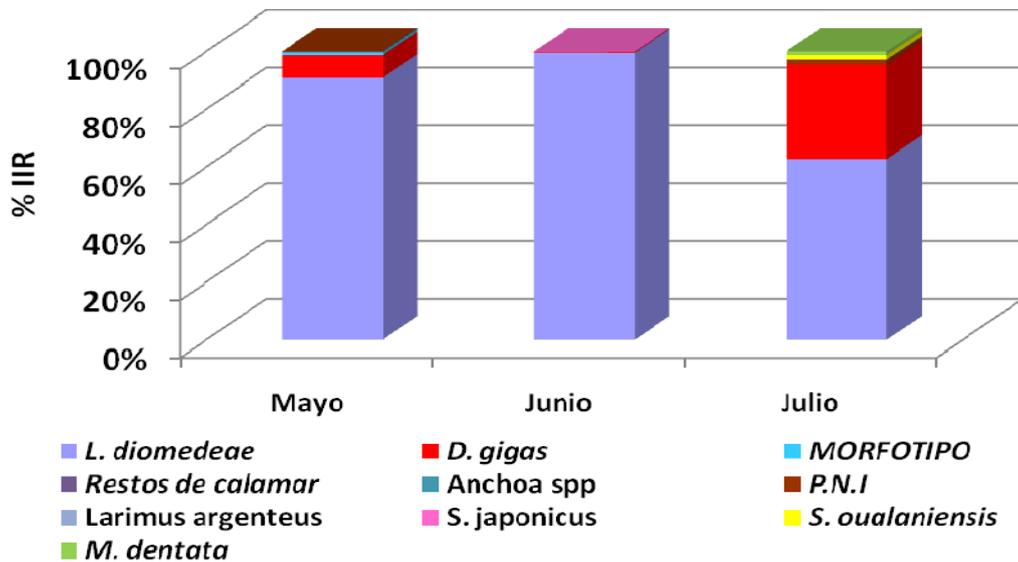


Figura 17. Presas de mayor importancia consumidas por juveniles de *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los meses de mayo a julio del 2007.

Al igual que en los dos años anteriores de estudio (2004 y 2007), se observó que los tiburones se alimentaron de cefalópodos, complementando con peces; aunque también se encontró en un estómago un camarón y en otros restos.

En el análisis de los contenidos estomacales se identificaron un total de 423 organismos, de los cuales 35 fueron identificados hasta nivel de especie, 2 peces no identificados y hubo 17 organismos identificados hasta el nivel de familia (5). Numéricamente los cefalópodos aportaron el 65% de los organismos, los peces con 29.3%, los restos de peces, cefalópodos y camarones aportaron un 5.4% y *Litopenaeus vannamei* con 0,2%. En el análisis numérico las especies de mayor importancia en la dieta fueron: *D. gigas* 29%, *Argonauta* spp 10.6%, *Larimus argenteus* 9.2%, *Ancistrocheirus lesueuri* 4,9% y *S. oualaniensis* 4.5%.

El peso total de las presas fue de 1 316 012.28 gramos, el mayor porcentaje de peso obtenido con las formulas de retrocalculo, lo aportaron los cefalópodos (99.6%), 0.3% por los peces y 0.02% restos de calamares, peces y peneideos. Realizando el análisis de los datos con el método gravimétrico, las especies con mayor aporte fueron *D. gigas* 97.1%, *S. oualaniensis* 2.13, *Ommatrephes bartramii* e *Histioteuthis* spp 0.30

El grupo de organismos con mayor frecuencia de aparición son los cefalópodos, siendo así las presas más frecuentes. Las especies más frecuentes fueron *D. gigas* 44.8%, *Argonauta* spp y *Auxis thazard* 11.2%, *Histioteuthis* spp y *Larimus argenteus* 10.3%, *Ancistrocheirus lesueuri* 9.5%.

El porcentaje del método numérico, gravimétrico y frecuencia de las principales especies presas del acuerdo al %IIR se muestra en la figura 18.

De acuerdo al método cuantitativo que combina los tres métodos anteriores el índice de importancia relativa (%IIR); las especies más importantes en el espectro trófico durante este año fueron: *D. gigas* (90.7%), *Argonauta* spp (2%), el pez *Larimus argenteus* (1.5%), *S. oualaniensis* (1.1%) *Ancistrocheirus lesueuri* (0.75%) (Fig.19).

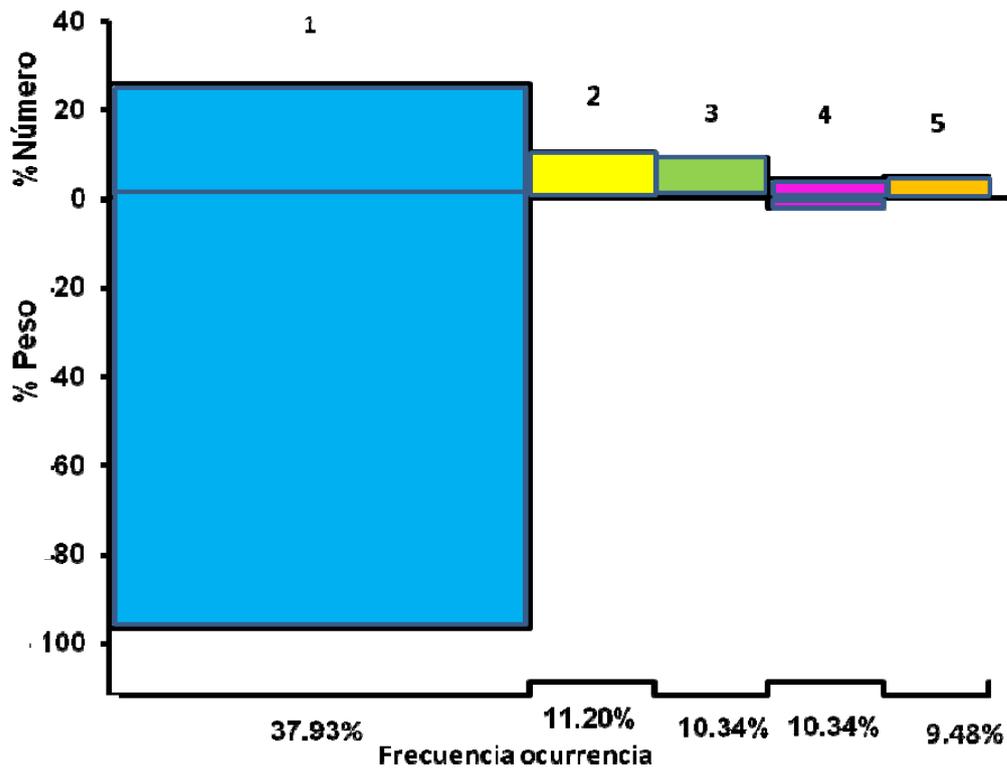


Figura 18. Presas más importantes en la dieta de *Sphyrna zygaena* en el periodo de febrero - julio 2008, aplicando los métodos cuantitativos de número (%N), Frecuencia (%FO) y peso (%P). 1. *Dosidicus gigas*, 2. *Argonauta spp* 3. *Larimus argenteus*, 4. *S. oualaniensis*) y 5. *Histioteuthis spp*.

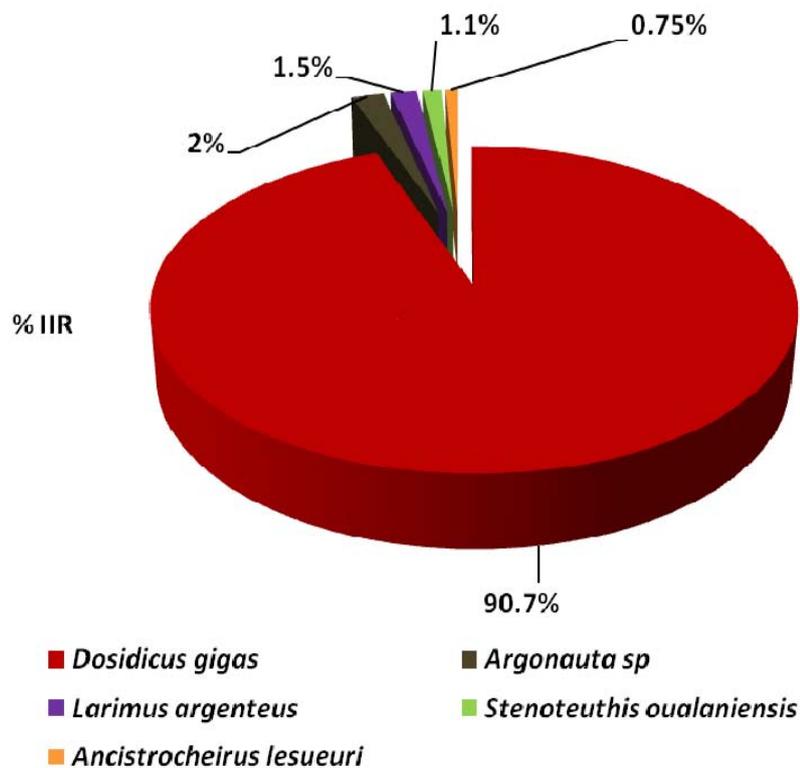


Figura 19. Índice de importancia (%IIR) de las presas consumidas por *Sphyrna zygaena* entre febrero y julio del 2008.

7.4.1. Análisis del espectro trófico de acuerdo al sexo en 2008

Se analizaron 78 hembras, 63 machos y 5 indeterminados. De los estómagos correspondientes a las hembras, 19 se encontraron vacíos y 59 presentaron presas. En los machos 10 estómagos estuvieron vacíos y 53 presentaron presas en diferentes estados de digestión.

De acuerdo a los índices cuantitativos los grupos que tuvieron mayor importancia numéricamente en las hembras fueron los cefalópodos (63.9%) y gravimétricamente 99.6%. Así mismo los cefalópodos fueron los organismos más frecuentes en la dieta.

Las especies más representativas en el espectro trófico de acuerdo al %IIR para las hembras fueron: *D. gigas* 83.84%, *Argonautas* spp 5.8%, *Larimus argenteus* 3.5%; mientras que en el espectro trófico de los machos fueron los cefalópodos *D. gigas* 90.1%, *Histioteuthis* spp 2.31% y *Ancistrocheirus lesueuri* 1%. Aunque la especie principal en la dieta fue la misma en ambos sexos, en las hembras se observó que los peces tuvieron mayor aporte en la dieta en comparación de los machos (Fig. 20).

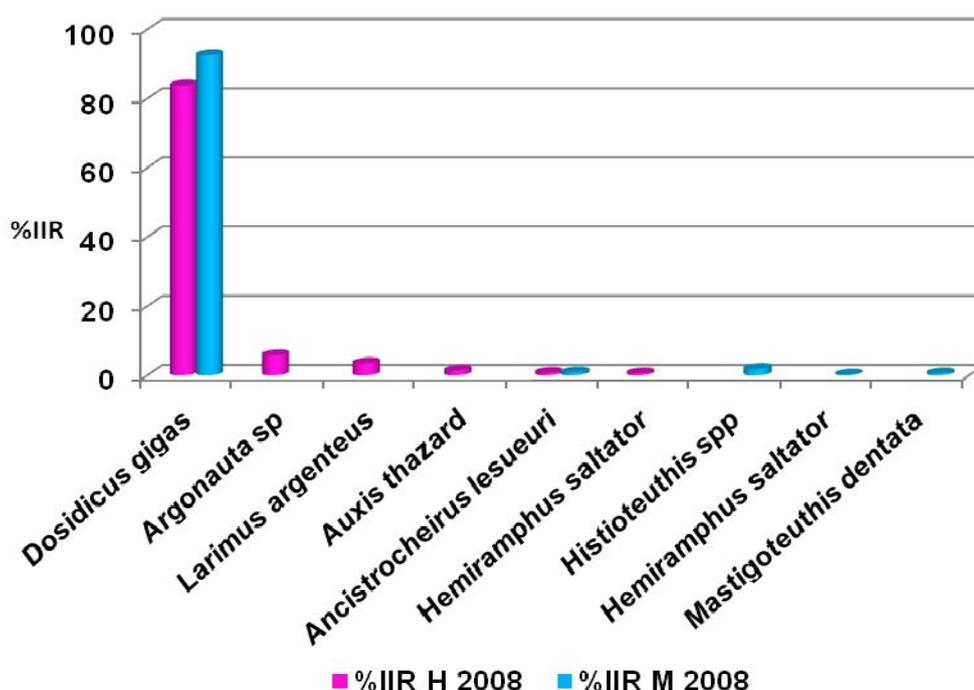


Figura 20. Presas de mayor importancia (%IIR) de hembras y machos de *Sphyrna zygaena* en el año 2008.

7.4.2. Espectro trófico por tallas en 2008

En este año los tiburones presentaron las mayores tallas de los tres años de estudio. Los tiburones presentaron tallas desde 85 cm hasta 297 cm de LT, por lo que fue necesario agrupar los organismos en siete intervalos de tallas, sin incluir el primer intervalo de tallas.

Tabla 3. Información de estómagos analizados en el 2008 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.

Intervalos tallas (LT)	Talla II 81-110 cm	Talla III 111-140 cm	Talla IV 141-170 cm	Talla V 171-200 cm	Talla VI 231-260 cm	Talla VII 261-290 cm	Talla VII 291-300 cm
Nº de Tiburones	43	73	17	7	3	1	2
Estómagos vacíos	3	18	2	0	0	0	0
Estómagos dif. % LL	40	63	15	7	3	1	2

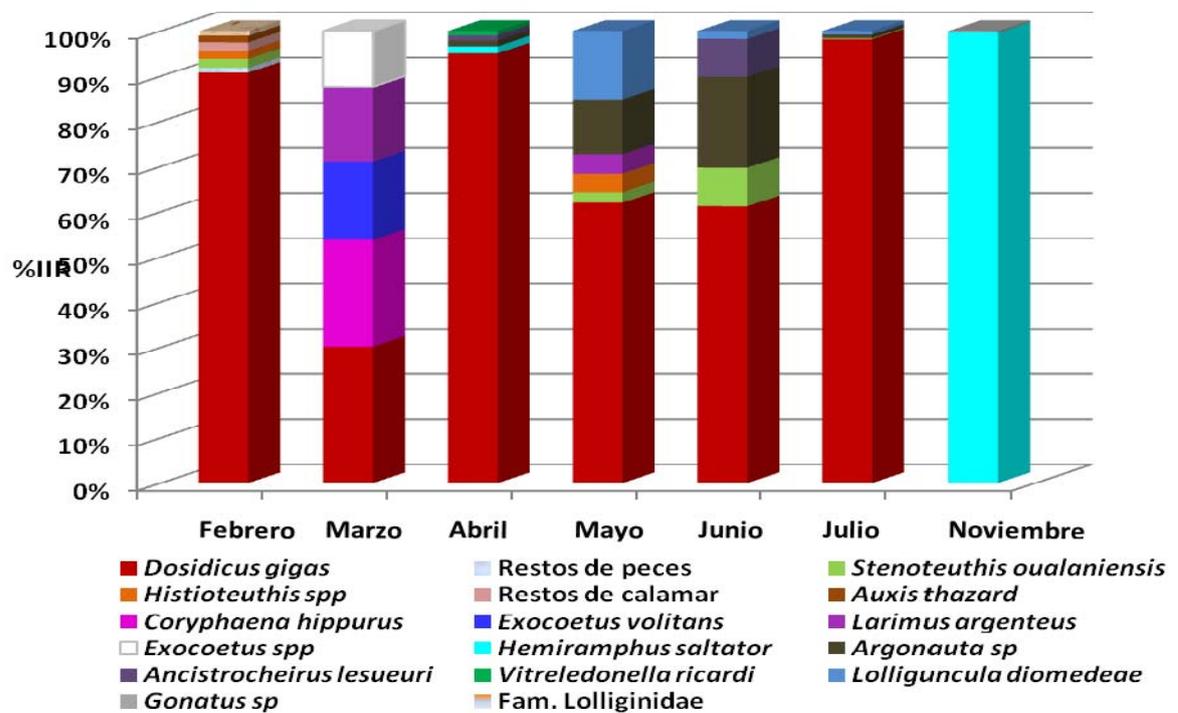
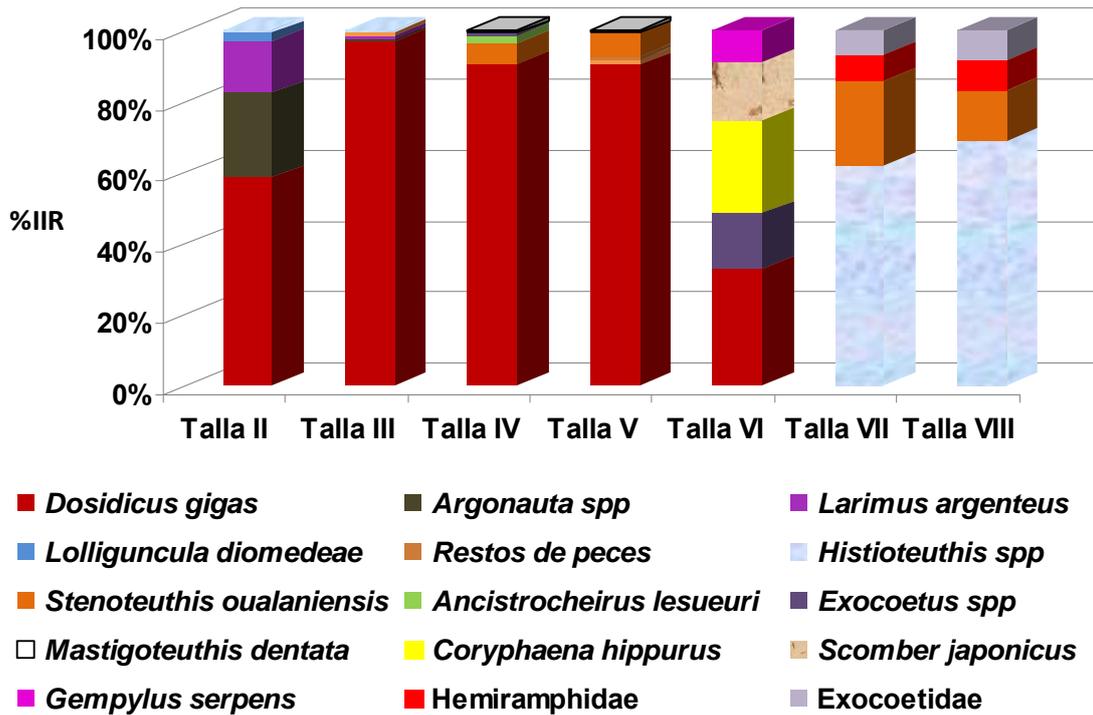
En el intervalo de tallas II los tiburones se alimentaron principalmente de cefalópodos, principalmente las especies: *D. gigas* (55.5%), *Argonauta* spp 22.5%, el pez *Larimus argenteus* 13.9%, y, otros cefalópodos, *L. diomedea* 2% e *Histioteuthis* spp 0.8%; en el intervalo de talla III los tiburones se alimentaron en mayor proporción del cefalópodo *D. gigas* (92,4%), además de los peces *Larimus argenteus* 1%, *Auxis thazard* 0.9%, y otros cefalópodos como *Histioteuthis* spp 0.6% y *Argonautas* spp 0.7%; organismo del intervalo de talla IV también tuvo como primer presa a *D. gigas* 88.12%, seguido de las especies *S. oualaniensis* 5.5%, *A. lesueuri* 2.3%, *Exocoetus* spp 0.8% y *Mastigoteuthis dentata* 0.7%; los tiburones correspondientes al intervalo de talla V siguen teniendo como primer presa a *D. gigas* (89%), sucedido por las especies *S. oualaniensis* (6.5%), *A. thazard* 1.4%, restos de peces (0.87%) y *M. dentata* (0.78%). En el intervalo de la talla VI se nota una disminución en el porcentaje de importancia de la principal especie *D. gigas* (26.9%) y el cambio en el grupo de presas que le preceden *Coryphaena hippurus* (21.4%), *Scomber japonicus* (13.6%), *Exocoetus* spp (12.8%) y *Gempylus serpens* (7.4%); en el

intervalo VII y VIII las especies preferenciales de los tiburones siguen variando en comparación a las primeras, estos organismos se alimentaron principalmente de *Histioteuthis* spp (61.8% y 69.9% en las talla respectiva), *S. oualaniensis* (23.9% y 14.2%), peces de las familias *Hemiramphidae* (7.3% y 8,4%) y *Exocoetidae* (6.9% y 8.3%) (Fig. 21).

Durante todos los meses del muestreo en el 2008 los tiburones tuvieron como presa principal al cefalópodo *D. gigas* en diferentes proporciones mensuales conforme al %IR: febrero (86.6%), marzo (22,5%), abril (91%), mayo (41.8%), junio (43.6%) y julio (96.1%), excepto en el mes de noviembre. En el mes de marzo las especies complementarias a espectro trófico del tiburón fueron los peces *Coryphaena hippurus* (17.7%), *Exocoetus volitans* (12.9%), *Larimus argenteus* (12.4%) y *Exocoetus* spp (9.2%).

En abril los tiburones completan su dieta con el pez *Hemiramphus saltator* (1.6%), y los cefalópodos *Argonauta* spp (1.3%), *Ancistrocheirus lesueuri* (1.2%) y *Vitreledonella richardi* (0.9%). En mayo la dieta también se compone del pez *Larimus argenteus* (8.0%) y los calamares *Histioteuthis* spp (7.8%).

Argonauta spp (6.9%) y *Lolliguncula diomedeeae* (18.3%). En junio los tiburones se alimentaron principalmente de cefalópodos, como especies complementarias estuvieron *Argonauta* spp (19.8%), *S. oualaniensis* (11.4%), *A. lesueuri* (11.2%) y *Ommatrophes bartrami* (2.47%). En el mes de aunque *D. gigas* obtuvo más del 90% de importancia, también se encontró que los tiburones consumieron peces, restos de peces (0.8%), *Argonauta* spp (0.79%) y *S. oualaniensis* (0.23%). En el mes de noviembre consumieron exclusivamente el pez *Hemirhanphus saltator* (100%) (Fig. 22).



7.5. Índices ecológicos

7.5.1. Amplitud de dieta (Índice de Levin)

De acuerdo a su selección alimenticia en los años de estudio, *Sphyrna zygaena*, tiene valores de amplitud de dieta menor a $B_i = < 0.6$, lo que indica que fue un depredador especialista. Dichos valores se pueden ver en la tabla 4, de acuerdo a las diferentes categorías.

Los valores de amplitud de dieta en el 2004 y 2007 tanto por sexo como por talla, indicaron que los tiburones se comportaron como depredadores especialistas.

En el 2008, las hembras, machos, intervalos de tallas II - V obtuvieron valores que indican que *S. zygaena* es un depredador especialista; mientras que los intervalos de las tallas VI - VIII, obtuvieron valores $B_i = 1.06$, 0.85 y 0.66 respectivamente, demostrando que es un depredador generalista (Tabla 4).

Tabla 4. Valores obtenidos de la amplitud de la trófica de los años 2004, 2007, 2008 y 2009 de acuerdo a las categorías de sexo e intervalos de talla encontrados.

Índice de Levin en años											
Categoría/ Años	Gral	H	M	Talla I	Talla II	Talla III	Talla IV	Talla V	Talla VI	Talla a VII	Talla VIII
2004	0.23	0.06	0.08	0.39	0.04	0.15	0.11	0.32	-	-	-
2007	0.02	0.07	0.02	0.16	0.01	0.19	2	-	-	-	-
2008	0.20	0.30	0.20	-	0.001	0.27	0.23	0.22	1.06	0.85	0.66

Durante los meses muestreados en el 2004 el tiburón martillo fue especialista al obtener valores entre 0.05 a 0.17; a excepción de los meses, (0.89) y (1) donde se obtuvieron los valores que indican que el tiburón fue generalista. En todos los meses del 2007 y 2008 el tiburón fue especialista; excepto el mes de marzo de 2008 (0.87) se obtuvo un valor que indica que el tiburón fue generalista.

Los valores de traslape trófico de *S. zygaena* entre hembras y machos en los años de estudio fueron: para el 2004 y 2008 se obtuvieron los valores:

0.92 y 0.78 respectivamente, lo que demuestra que en ambos años ambos sexos presentaron un traslape alto. En el 2007 el traslape tuvo el valor 0.052 lo que indica que puede haber segregación sexual por el tipo de alimento consumido.

Al aplicar el índice de Morisita-Horn en todas las combinaciones posibles de los intervalos de tallas, se obtuvo sobreposición media en los intervalos de tallas I-V, II-IV, III-IV y IV-V y una sobreposición alta en el intervalo II-III del periodo del 2004. En 2007, se observó sobreposición alta en los intervalos de tallas I-II, I-III y sobreposición alta en el intervalo II-III. Mientras que el año 2008 hubo sobreposición media en el intervalo II-III y la sobreposición fue alta en los intervalos III-IV, III-V y IV-V (Tabla 5).

Tabla 5. Valores de sobreposición trófica media (^) y alta (*), resultantes del índice Morisita-Horn en los años de estudio vs intervalos de tallas del tiburón martillo *Sphyrna zygaena*.

Tallas/ Índices	I-II	I-III	I-IV	I-V	II-III	II-IV	II-V	III-IV	III-V	IV-V
Índice Morisita-Horn 2004	0.11	0.20	0.22	^0.55	*0.71	^0.35	0.04	^0.65	0.16	^0.32
Índice Morisita-Horn 2007	*0.82	*0.83	0.05	-	*0.99	0.003	-	0	-	-
Índice Morisita-Horn 2008					^0.43	0.22	0.18	*0.85	*0.81	*0.88

7.6. Análisis de isótopos estables de δ^{13} Carbono y δ^{15} Nitrógeno

Se analizaron 149 biopsias de tiburones, que fueron seleccionadas de acuerdo a talla, sexo, contenido estomacal y meses, dichas biopsias corresponden 76 al año 2007, 83 al año 2008 y 4 del año 2009; así como 35 biopsias de diferentes especies presas, de las cuales 22 son del 2007 y 13 del año 2008. En las muestras del 2007 se realizó extracción de lípidos en los tejidos y a su vez se realizó una prueba con un grupo de diez muestras sin

extracción de lípidos para conocer si existían diferencias entre los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en estos grupos de muestras. Con esta prueba se detectaron pequeñas diferencias entre los valores isotópicos de 0.2 a 0.5, solo una muestra presentó diferencia entre los valores de 1.

Así mismo en la relación C/N de los tejidos con el proceso de extracción de lípidos y sin dicho proceso, presentaron valores entre 2.76-3.06 y 2.65-3.59 respectivamente, con esto se demuestra que los valores de la relación C/N de las biopsias se mantienen entre el intervalo teórico establecido de proteína de acuerdo a McConnaughy y McRoy (1979). Por consiguiente, en las muestras del año 2008 no se consideró necesario realizar el proceso de extracción de lípidos.

En este trabajo también se les realizó el proceso de extracción de lípidos por medio de un homogenizador a otro grupo de muestras (n=30) y los valores de la relación C/N estuvieron entre los intervalos normales de la proteína de acuerdo a McConnaughy y McRoy (1979).

Los valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en el 2007 fueron: ($\mu = -14.9 \pm 0.29$) y ($\mu = 15.4 \pm 0.59$), respectivamente; para el 2008 ($\mu = -15.8 \pm 0.32$) y ($\mu = 15.0 \pm 0.91$), para el año 2009 ($\mu = -16.2 \pm 0.3$) ($\mu = 15.3 \pm 0.7$). Lo cual permite interpretar de forma general que el tiburón *S. zygaena* en los tres años de estudio permaneció en la zona costera, al aplicar pruebas estadísticas a los datos (prueba de múltiples rangos de Kruskal-Wallis). Se encontraron diferencias significativas en los dos isótopos analizados ($\delta^{13}\text{C}$ H: 102.01, P: 0 y $\delta^{15}\text{N}$ H: 21.53 P: 0) entre los años 2007 y 2008 respectivamente (Fig. 23).

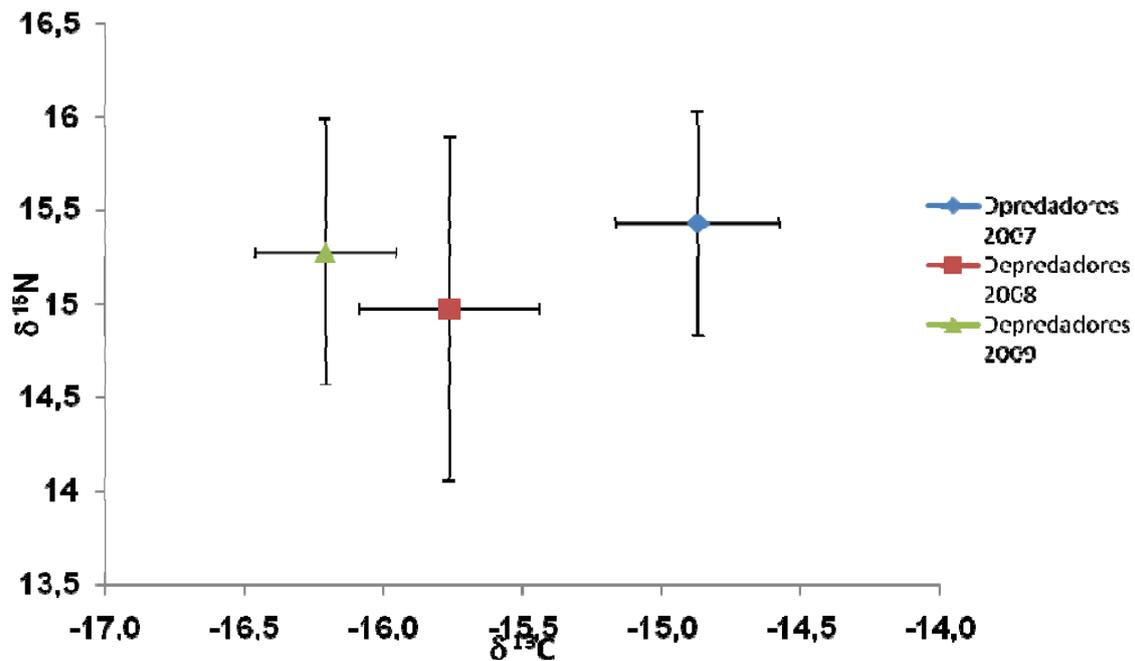


Figura 23. Valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y sus respectivas desviaciones estándar de los depredadores *Sphyrna zygaena* en los años 2007, 2008 y 2009.

7.6.1. Análisis isotópico de acuerdo a sexos

Para este análisis se emplearon 35 biopsias de *S. zygaena* hembras y 41 de machos para el año 2007. Los valores isotópicos promedios de C y N obtenidos en las hembras y machos fueron iguales para el 2007; las hembras $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.3 \text{‰} \pm 0.39$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.7 \text{‰} \pm 0.72$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.3 \text{‰} \pm 0.31$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.7 \text{‰} \pm 0.49$) para machos. En el año 2008 se obtuvieron 48 biopsias correspondientes a hembras y 30 a machos de *S. zygaena*, los valores isotópicos promedios de las hembras fueron $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.8 \text{‰} \pm 0.29$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.8 \text{‰} \pm 0.78$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.8 \text{‰} \pm 0.37$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.0 \text{‰} \pm 1$) en los machos; tales valores indican que hembras y machos permanecieron en la zona costera alimentándose y que sus presas son de niveles tróficos similares; siendo la presa más importante para ambos sexos, el calamar *D. gigas* que es una especie que se habita en la zona nerítica y oceánica (FAO 1995).

A pesar que los tiburones permanecieron en la zona costera, se observa que en 2008 se acercaron más a la zona oceánica (talud continental) en comparación al año 2007.

En el análisis estadístico de los valores de las señales isotópicas en el 2007 de ambos sexos $\delta^{13}\text{C}$ (Shapiro P: 0.006; Mann-Whitney U:6.81, P: 0.70) y $\delta^{15}\text{N}$ (Shapiro P: 0.000; Mann-Whitney U: 708, P: 0.90), permite interpretar que no existen diferencias significativas entre las hembras y machos tanto en su distribución en la zona costera, como el tipo de presas consumidas, los cuales tenían niveles trófico muy similares (Fig. 24).

Para el 2008 también se le realizaron pruebas estadísticas a los valores isotópicos $\delta^{13}\text{C}$ (Shapiro P: 0.98; Bartlett P: 0.16; Anova F: 0.5, P: 0.470) y $\delta^{15}\text{N}$ (Bartlett P: 0.10; Bartlett P: 0.16; Anova F: 0.5, P: 0.470), los que permiten inferir que no existen diferencias significativas en la elección de presas entre sexos de acuerdo a isótopos, indicando que hembras y machos se alimentaron y movieron exclusivamente en la zona costera (Fig. 25).

Se encontraron diferencias significativas al realizar pruebas estadísticas (homogeneidad de Bartlett P: 0.63; prueba ANOVA F: 24.2 y P: 0.00) en los valores de las hembras, correspondiente a los años 2007 y 2008. Lo que indica que las hembras en el 2007 se alimentaron de presas de mayor nivel trófico a comparación de las hembras del 2008, al presentar valores más altos en de $\delta^{15}\text{N}$, evidenciando un enriquecimiento en este isótopo (Figs. 24y 25). La principal presa consumida por las hembras el 2007, fue el calamar *L. diomedeeae*, de hábitat nerítico y tiende a formar grandes grupos (FAO 1995); mientras que las hembras del 2008 se alimentaron principalmente del calamar *D. gigas*.

Respecto a los machos, las pruebas estadísticas en ambos isótopos $\delta^{13}\text{C}$ (Shapiro P: 0.31; Homogeneidad prueba de Bartlett P:0.31 Anova F: 39.5; P: 0.00) y $\delta^{15}\text{N}$ (Homogeneidad prueba Bartlett P: 0.00; Prueba no paramétrica Mann-Whitney U: 211, P: 0,00), demuestran que entre los machos de los años 2007 y 2008 existen diferencias significativas (Figs. 24 y 25), ya que ambos se alimentaron de especies diferentes de calamares, *L. diomedeeae* y *D. gigas* respectivamente (Figs. 15 y 20).

En el mes de enero del 2009, se obtuvieron 4 biopsias, de las cuales 2 corresponden a hembras y dos a machos.

En las hembras los valores isotópicos promedio en el 2009 fueron $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.2 \text{ ‰} \pm 0.1$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.3 \text{ ‰} \pm 0.72$) y en los machos se obtuvieron los valores promedios de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.3 \text{ ‰} \pm 0.32$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.3 \text{ ‰} \pm 1$) (Fig. 26), en este mes ambos sexos tienen valores similares de $\delta^{13}\text{C}$, demostrando que ambos se encuentran en la misma zona costera, y acuerdo a los valores de $\delta^{15}\text{N}$, tanto hembras como machos se están alimentando de organismos de niveles tróficos similares, aunque los machos se alimentaron de un mayor número de presas y las hembras de un menor número. Los machos consumieron las especies *Histioteuthis* spp. y *Lolliguncula diomedea*; mientras que las hembras consumieron tres especies: *D. gigas*, *Lolliguncula diomedea* y *Argonauta* spp; coinciden en que todas las presas son cefalópodos.

A los valores isotópicos de las hembras y machos de enero del 2009 no se les aplicó pruebas estadísticas debido al menor número de muestras de ambos sexos (Fig. 26).

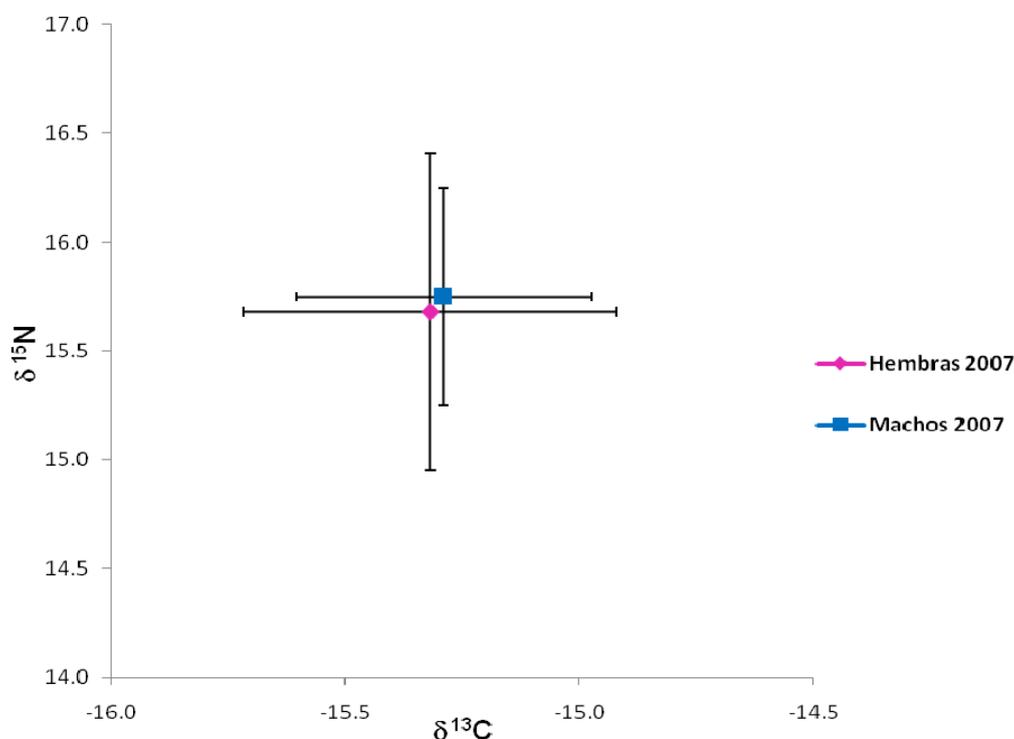


Figura 24. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los sexos en el año 2007.

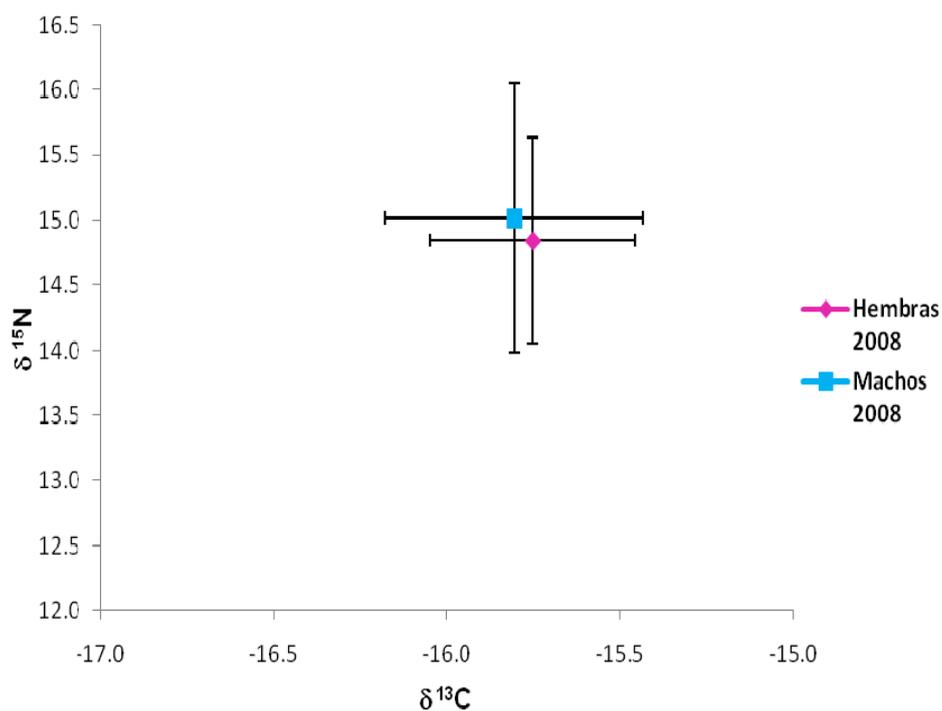


Figura 25. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los sexos en el año 2008.

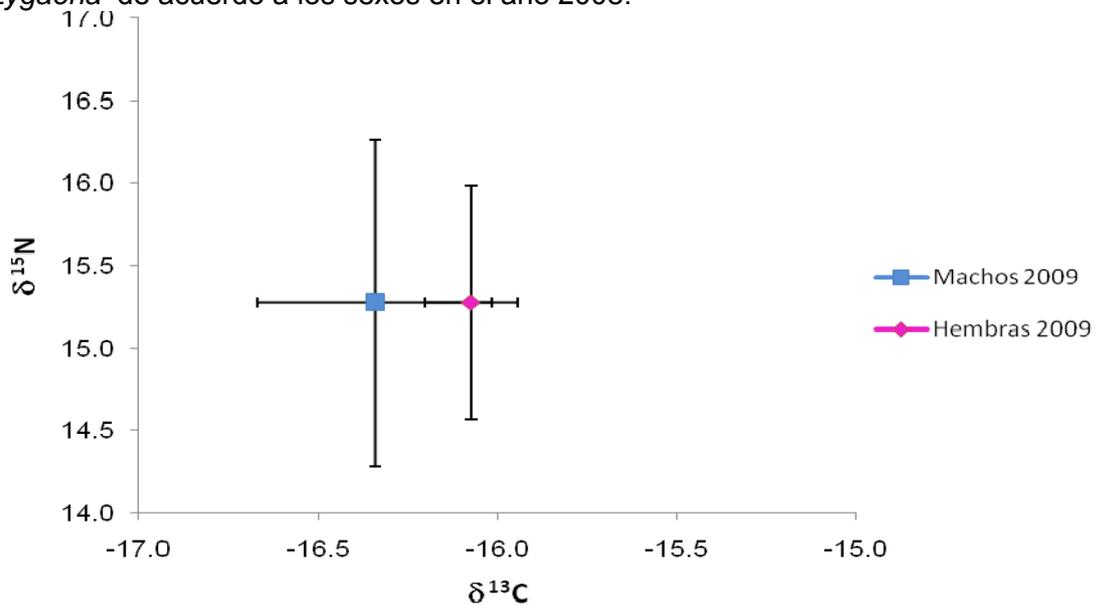


Figura 26. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de hembras y machos juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los sexos en el mes de enero del año 2009.

7.6.2. Análisis isotópico por intervalos de tallas en años

Todos los valores isotópicos promedio obtenidos en los diferentes intervalos de tallas en los años 2007, 2008 y 2009, estuvieron entre $\mu = -15.30$ ‰ (2007) y $\mu = -16.2$ ‰ $\delta^{13}\text{C}$ (2009) (Tabla 6).

En el año 2007 se tomaron biopsias de tres intervalos de tallas (I, II y IV). De acuerdo a las razones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$, los juveniles de *S. zygaena* de las tallas I, II y IV ($\delta^{13}\text{C} = -15.24$, -15.30 ‰ y -15.34 ‰), permanecieron en una zona costera. Las pruebas estadísticas (Shapiro P: 0.000; Kruskal Wallis H: 0.65; P: 0.72) indican que no hubo diferencias significativas en la alimentación de los tres intervalos de tallas; se alimentaron de especies con hábitos costeros. El promedio de las razones isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ en las tallas I y II (15.7‰) y talla IV (16‰), señalan que los tiburones se alimentaron de especies con nivel trófico similar; el análisis estadísticos (Shapiro P: 0.000; Kruskal Wallis H: 1.21; P: 0.54) indican que no existió diferencias significativas entre las tallas, esto es concordante con la dieta ya que las tres tallas consumieron las mismas principales especies, con niveles tróficos similares (Fig. 27).

En el año 2008 los tiburones se alejaron un poco de costa y se desplazaron hacia la parte oceánica (Fig. 28). Los organismos de la talla II presentaron razones isotópicas enriquecidas en $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.85$ ‰), lo cual indica que permanecieron en la costa al igual al año 2007 pero, más próximos a la parte oceánica y conforme las razones de $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.5$ ‰) los tiburones se alimentaron de especies de nivel trófico inferior. En las tallas III y IV conforme a $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.70$ ‰) los organismos de la talla V obtuvieron los valores promedios $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.8$), en la talla VI $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.9$). Las pruebas estadísticas de los intervalos de tallas de los isótopos $\delta^{13}\text{C}$ (Shapiro P:0.10; Bartlett P: 0.91; Anova F:0.84, P: 0.50) demuestran que no existen diferencias significativas, al igual que el isótopo $\delta^{15}\text{N}$ (Bartlett P:0.00; Kruskal Wallis H:14.0 P: 0.07) en las señales isotópicas del tiburón de acuerdo a los intervalos de tallas II, $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.5$ ‰); talla III, $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.0$ ‰); talla IV ($\mu = 14.8$ ‰); talla V ($\mu = 16.2$ ‰); pero si se encontró diferencias en las tallas VI ($\mu = 15.8$) y VII. En el

intervalo VII se obtuvieron solo 1 ó 2 ejemplares; donde numéricamente se observa enriquecimiento de la señal isotópica, ya que la alimentación estuvo conformada más por peces. En enero del 2009 solo se obtuvieron tiburones correspondientes a la talla III, los cuales presentaron bajo enriquecimiento de $\delta^{13}\text{C} = -16.2\text{‰}$, en comparación con los organismos de la misma talla del año anterior. De la misma forma se presentó un ligero aumento en el valor de $\delta^{15}\text{N} = 15.27\text{‰}$, indicando que los tiburones consumieron especies diferentes, pero de niveles trófico similares (Fig. 28).

Tabla 6. Promedios de las razones isotópicas de los años 2007, 2008 y 2009 de acuerdo a los intervalos de tallas encontrados.

Años	2007	2007	2008	2008	2009	2009
Intervalos de tallas (cm)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\Delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Talla I 50-80	-15.24±0.36	17.3±0.51				
Talla II 081-110	-15.30±0.35	15.70±0.63	-15.85±0.31	14.5±0.69		
Talla III 111-140			-15.7±0.32	15.0±0.65	-16.2±0.3	15.27±0.7
Talla IV 141-170	-15.34±0.42	16.0±0.36	-15.7±0.72	14.8±0.43		
Talla V 171-200			-15.8±0.35	16.2±1.91		
Talla VI 231-260			-15.9±0.33	15.8±0.77		
Talla VII 291-300			-15.8	16.3		

Para observar mejor los resultados en las señales isotópicas a través de los años, se realizaron pruebas estadísticas pertinentes de $\delta^{13}\text{C}$ (Bartlett P: 0.73; Anova F:18.1; P: 0.00), lo cual nos permite detectar diferencias significativas existentes entre los intervalos de tallas de los diferentes años; por lo que fue necesario aplicar la Prueba de Tukey, para conocer exactamente entre que intervalos de tallas existen tales diferencias; las diferencias se detectaron entre las tallas I y II (P: 0.00) y las tallas I y IV (P: 0,00). Las pruebas estadísticas para el isótopo $\delta^{15}\text{N}$ (Shapiro P: 0.000; Kruskal Wallis H:48.3; P: 0.00), permiten inferir en la existencia de diferencias significativas entre las tallas de diferentes años. Con la prueba de comparaciones múltiples se logró conocer que las diferencias significativas se encontraron entre los intervalos de tallas: I y II (P: 0.00), I y IV (P: 0.01) y entre II y III (P: 00.1).

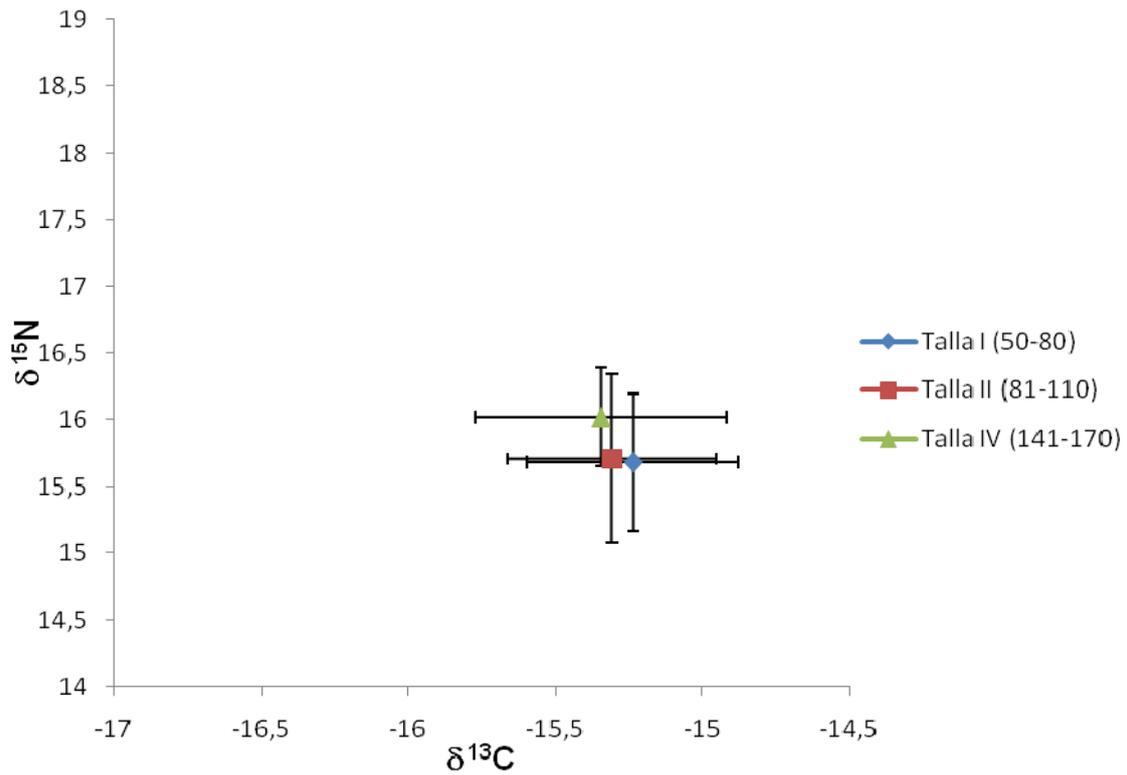


Figura 27. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de acuerdo a las tallas del año 2007.

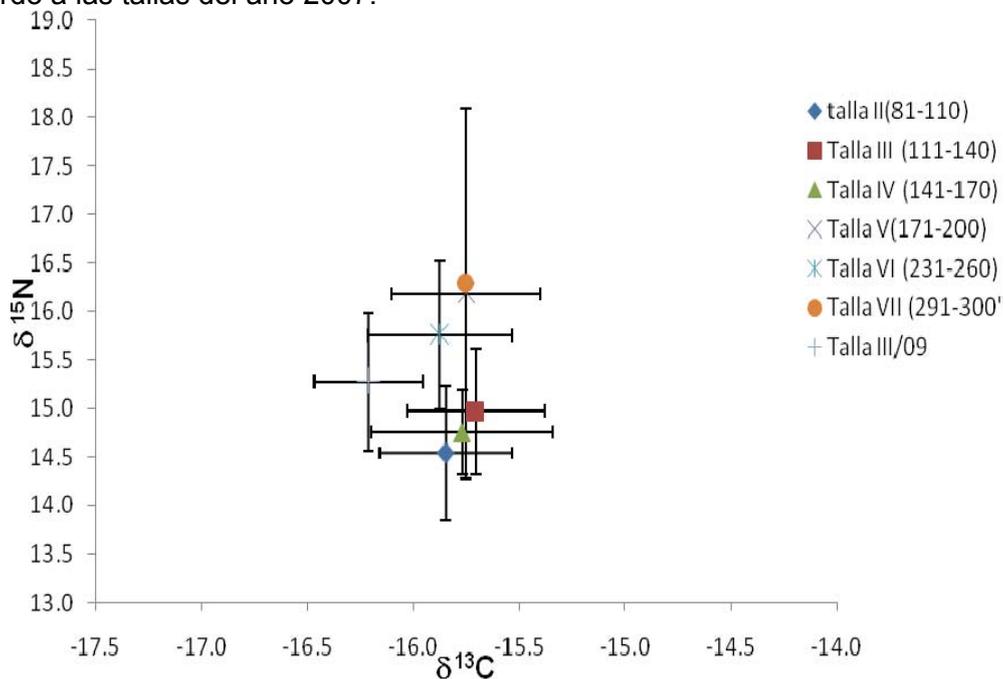


Figura 28. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de acuerdo a los intervalos de tallas del año 2008 y enero 2009.

7.6.3. Comparaciones isotópicas mensuales en años

Durante el año 2007 se obtuvieron biopsias en los meses mayo (4), junio (41) y julio (32).

En el mes de mayo los tiburones presentaron valores $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.9\text{‰} \pm 0.53$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.9\text{‰} \pm 2.18$), lo que indica que los tiburones durante este mes permanecieron en la zona costera, pero más cerca a la zona oceánica, y las presas consumidas son de niveles tróficos diferentes; en cambio en los meses: junio $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.3\text{‰} \pm 0.31$) $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.8\text{‰} \pm 0.44$) y julio, $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.2\text{‰} \pm 0.34$) $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.6\text{‰} \pm 0.51$) *S. zygaena* se estuvo moviendo entre la zona costera y cerca de la zona oceánica. Sus presas fueron de niveles tróficos similares, pero de diferentes niveles tróficos a los del mes de mayo (Fig. 29).

En los meses de febrero, marzo, mayo, junio, julio y noviembre del 2008, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Fig. 30) permite conocer que el tiburón *S. zygaena* permaneció en la zona oceánica, ya que se obtuvieron valores más negativos ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.7\text{‰}$ a $\mu = -16.0\text{‰}$), indicando que hay un mayor enriquecimiento de C en estos meses. Al comparar estos valores con el año 2007, el mes de mayo ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.9 \pm 0.53$) y mayo del 2008 ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.7 \pm 0.27$), tienen valores similares, aunque en el 2007 haya presentado un valores más negativos. Pero en los meses de junio del 2007 ($\delta^{13}\text{C} = -15.3$) a junio del 2008 ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.9$), se observa que hay un enriquecimiento del C de 0.6‰ ; al igual que de julio del 2007 ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.2$) a julio del 2008 ($\delta^{13}\text{C}$ $\mu = -15.7$), se observa un enriquecimiento similar de 0.5‰ .

Con respecto a los valores de $\delta^{15}\text{N}$ en el mes de mayo del 2007 $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.9\text{‰}$) a mayo del 2008 ($\mu = 14.8\text{‰}$); junio del 2007 $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.8\text{‰}$) a junio del 2008 $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.7\text{‰}$) y julio de 2007 $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.6\text{‰}$) a julio del 2008 $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.3\text{‰}$), se observan variaciones entre los meses de los dos años; esto permite inferir que la fuente alimenticia entre los meses es diferente, por lo tanto las especies consumidas por el tiburón son de diferente nivel trófico a pesar que son los mismos meses.

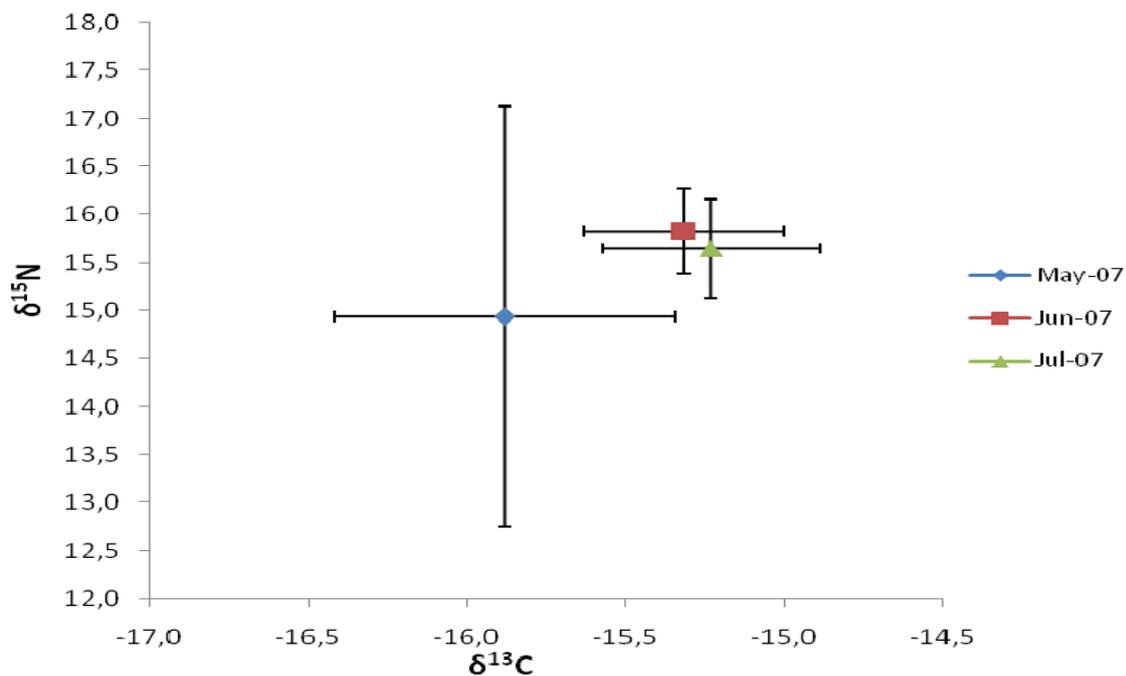


Figura 29. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de los meses en el 2007.

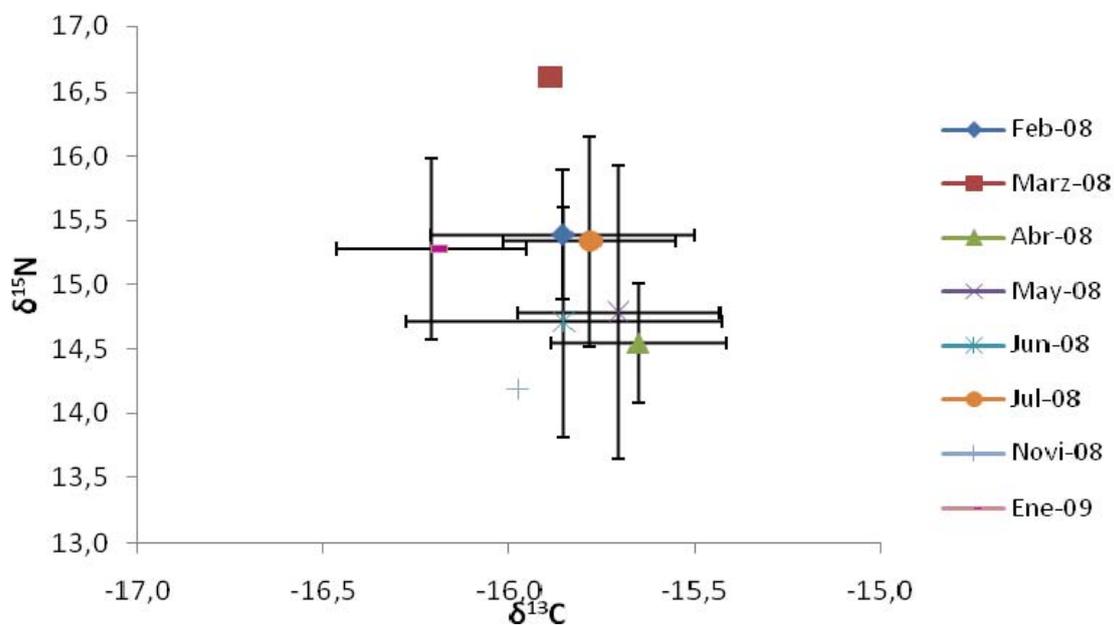


Figura 30. Relación de valores isotópicos promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰, con las respectivas desviaciones estándar de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* de los meses en el 2008.

7.6.4. Comparación de los valores isotópicos del depredador *S. zygaena* y sus especies presas

Para realizar las comparaciones de los valores promedios de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en los juveniles de *S. zygaena* y de algunas de sus presas, se empleo la información de 21 biopsias de las especies presas, de las cuales 8 (6 de tejido muscular y 2 de piezas mandibulares de cefalópodos para obtener el $\delta^{13}\text{C}$), corresponden al calamar *L. diomedae*, especie de mayor importancia en la dieta para este año, 2 de un calamar de la familia Lolliginidae (1 de tej. muscular y 1 de mandíbulas para obtener el $\delta^{13}\text{C}$), 2 de *D. gigas* (mandíbulas). De peces se obtuvieron: 1 *Merluccius gayi* (tej. muscular), 2 de *Coryphaena hippurus* (tej. muscular), 1 de *Anchoa* spp. (tej. muscular), 2 de *A. thazard*, 1 de *Mugil* spp y 3 de peces sin identificar (tej. muscular).

Los valores isotópicos de las presas *L. diomedae* $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.89\text{‰} \pm 0.39$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 12.5\text{‰} \pm 0.19$) y un calamar de la familia Lolliginidae $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.64\text{‰} \pm$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 12.22\text{‰} \pm 0.12$); señalan que estas dos especies se encuentran en el talud continental, pero muy cercanas a la zona oceánica, la familia a la que pertenecen estas especies son semi-pelágicas en todos los mares y océanos y realizan migraciones estacionales entre la costa y el mar abierto condicionados a cambios ambientales (FAO, 1995). También el cefalópodo *D. gigas* de acuerdo a la señal isotópica $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.62\text{‰} \pm 0.44$) indica que se encuentra cerca de la zona oceánica, lo cual es concordante con lo registrado por FAO (1995), los cuales indican que es una especie oceánica y nerítica.

Alguno de los peces encontrados en los contenidos estomacales fueron: *Merluccius gayi* con las señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -14.84 \text{‰}$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 12.42\text{‰}$), con esto se puede inferir que esta especie permanece en la zona netamente costera, lo que es sustentado con su hábitat, el cual se extiende desde las partes someras de la plataforma (80 m) hasta las regiones más superiores del talud continental (500m), también habita aguas intermedias y mesetas submarinas (FAO, 1995).

El pez *Coryphaena hippurus* se presentó señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -14.63\text{‰} \pm 1.54$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 13.92\text{‰} \pm 0.70$); indicando que la permanencia de la especie también en la zona costera, de acuerdo a la literatura esta especie es de hábitos oceánicos, pero también se aproxima a la costa y desova en altamar, probablemente cuanto la temperatura del agua aumenta (FAO, 1995).

La *Anchoa* spp. Evidencio una señal isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.65\text{‰}$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 14.13\text{‰}$); indicando que permaneció cerca de la zona oceánica, esto puede ser debido a su alimentación basada en fitoplancton y zooplancton, pero a su vez se considera a este género como pelágico-costera, llegando a formar cardúmenes frente a playas arenosa y en las corrientes de marea (FAO 1995);

A. thazard presentó una señal isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -14.72\text{‰}$) lo que indica que esta presa permaneció en la zona costera, aunque en la literatura menciona que es una especie epipelágica, tanto nerítica como oceánica. *Mugil curema* tuvo valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -14.65\text{‰}$), indicando que la especie estuvo en la zona costera y está coherente con la literatura donde indica que es una especie típicamente marina a lo largo de las costas arenosas.

Se encontraron otros peces a los que no se pudieron identificar, pero se les sacó biopsias con la finalidad de conocer las zonas de alimentación del tiburón por medio de sus presas: los peces presentaron las siguientes señales isotópicas: P.S.I 1, $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -14.97\text{‰}$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 13.83\text{‰}$), P.S.I 2 $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.86\text{‰} \pm$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 13.20\text{‰} \pm 0.12$) y P.S.I 3, $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -16.11\text{‰}$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 13.35\text{‰}$). Con estos datos de presas se confirma que: *S. zygaena* se mantuvo entre la zona costera, el talud continental e inicios de la zona oceánica (Fig. 31).

Durante el año 2008 *Sphyrna zygaena* presentó una señal isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ ($\mu = -15.8\text{‰} \pm 0.32$) y $\delta^{15}\text{N}$ ($\mu = 15.0\text{‰} \pm 0.91$), lo cual indica que estuvo más cerca de la zona oceánica. Así mismo las presas consumidas por el tiburón muestran señales isotópicas cerca de la zona oceánica (Tabla 7 y Figura 32); la especie *D. gigas*, fue el principal componente en la dieta y presentó el segundo valor más altos de enriquecimiento del $\delta^{13}\text{C}$. La especie

con mayor enriquecimiento en la señal isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ fue *S. japonicus* lo, que indica que esta especie permaneció en la zona oceánica; sin embargo esta especie se considera pelágica costera.

Las especies *A. thazard*, *E. monocirrhus* (hábitat: pelágico oceánico (fishbase)), *Gempylus serpens* (hábitat: mesopelágico o pelágico y oceánico), peces de la familia *Hemiramphidae* (hábitat: costero), *L. argenteus* (hábitat: costero), *C. hippurus*, *L. vannamei* muestran señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ que demuestra su permanencia cerca de la zona oceánica; solo la especie *H. saltator* presenta valores isotópicos que indican su permanencia en la zona costera (Fig. 31) y esta especie habita aguas costeras, cerca de la superficie formando cardúmenes (FAO 1995).

Confrontando la información alimenticia del tiburón y los valores isotópicos tanto del tiburón como de sus presas, se encontró que estos concuerdan con el uso de la zona para alimentación y protección por el tiburón de acuerdo a las tallas que estos presentaban.

Tabla 7. Valores de las señales isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ y sus respectivas desviaciones, de algunas presas principales de cefalópodos y peces consumidos por *S. zygaena* en el 2008.

Presas 2008	$\delta^{13}\text{C}$	$\Delta^{15}\text{N}$	Desv. estándar	Desv. Estándar
Especies			$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
<i>D.gigas</i>	-17,9	10,6	0,27	0,99
<i>A. thazard</i>	-16,6	11,0	0,11	0,132
<i>E. monocirrhus</i>	-17,0	12,1		
<i>Gempylus serpens</i>	-16,8	12,7		
<i>S. japonicus</i>	-19,1	11,4		
<i>L. vannamei</i>	-17,4	9,0		
<i>H. saltador</i>	-11,5	11,8		
Fam. Hemiramphidae	-16,9	13,5		
<i>C. hippurus</i>	-16,5	11,5		
<i>L. argenteus</i>	-17,0	13,1		

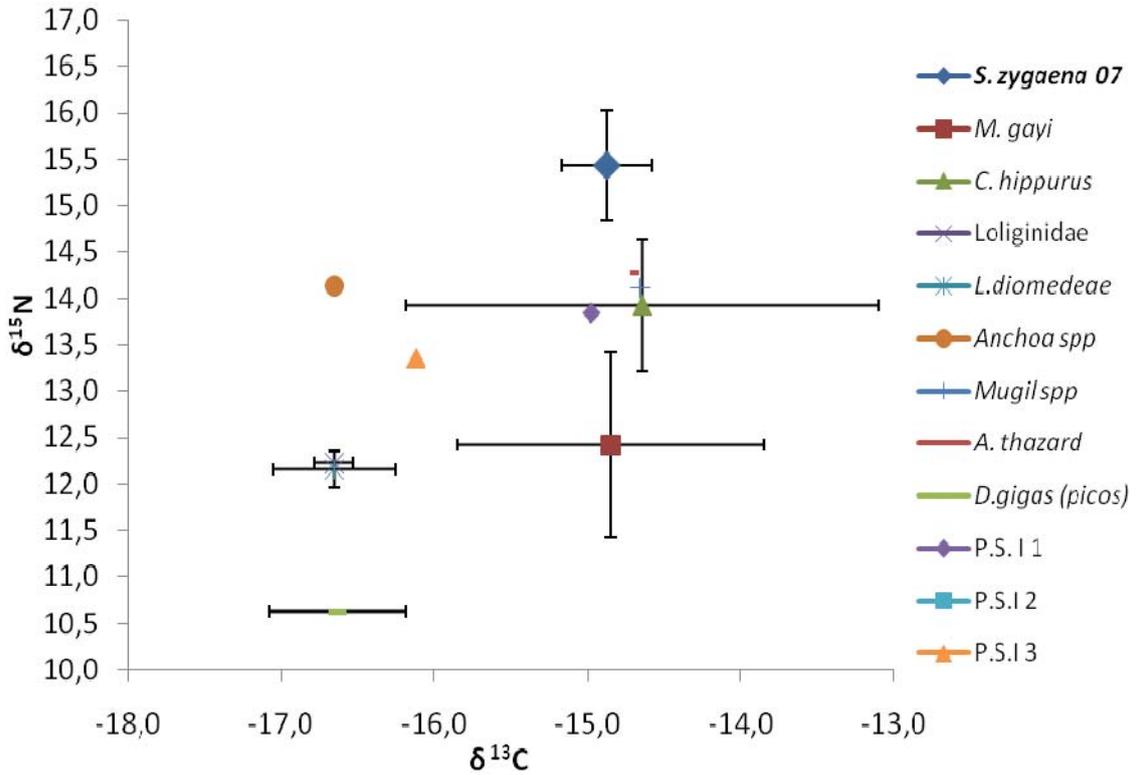


Figura 31. Relación de las señales isotópicas promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰ de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* y de sus presas, con las respectivas desviaciones estándar en el año 2007.

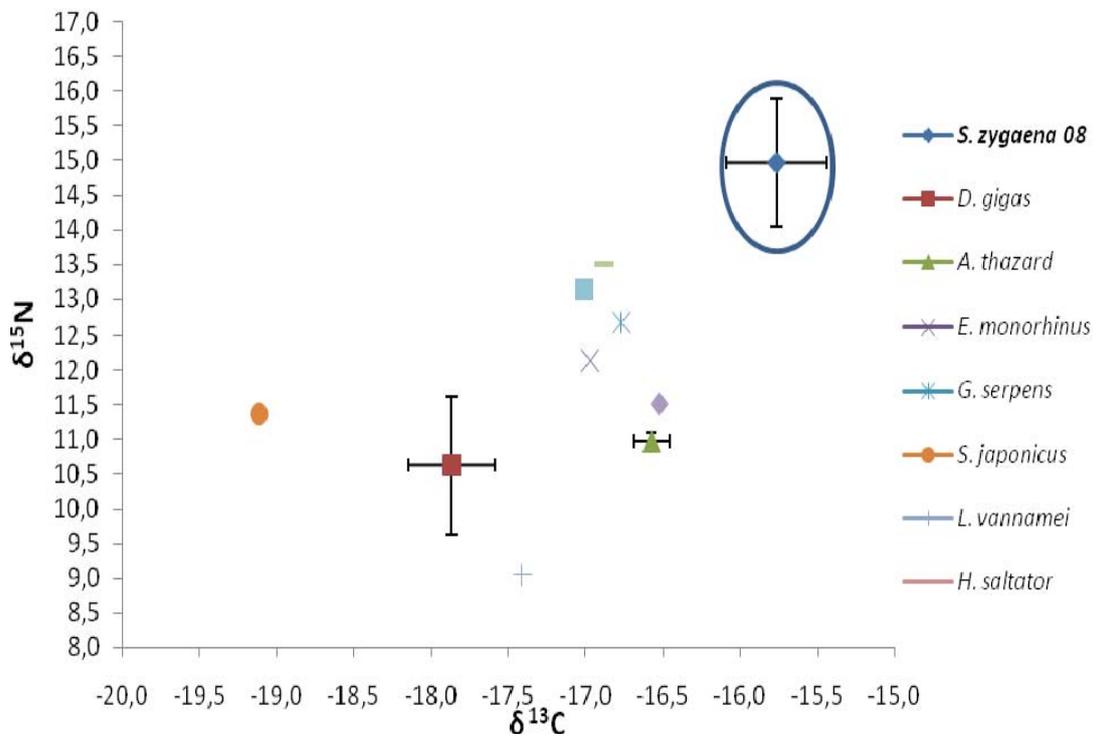


Figura 32. Relación de las señales isotópicas promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en ‰ de los juveniles del tiburón *Sphyrna zygaena* y de sus presas, con las respectivas desviaciones estándar en el año 2008.

7.7. Determinación de la posición trófica promedio de *Sphyrna zygaena* de acuerdo a la dieta ingerida y razones isotópicas ($\delta^{15}\text{N}$)

Al estimar el nivel trófico del tiburón martillo se consideró la información de la presas ingeridas (Christensen y Pauly, 1992) y los valores promedio del $\delta^{15}\text{N}$, ya que esta señal isotópica es utilizada para distinguir las fuentes primarias de nutrición al nivel de los productores. La señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$ presenta mayor incremento (2-3‰) y más consistente entre un depredador y su presa, y es utilizado principalmente como una medida de la posición trófica de los organismos (Vander Zanden y Rasmussen, 2001).

Considerando los resultados de los métodos de Vander-Zanden (1997), Post (2002) y Christensen y Pauly (1992), el tiburón martillo *S. zygaena* es un consumidor terciario, al obtener valores mayores a 4. En el 2004 solo se empleo la tercera metodología ya que no se obtuvieron biopsias de los tiburones, pero si se realizó el procedimiento sugerido por Christensen y Pauly (1992). El resultado coincide con lo encontrado con el análisis general.

En los años 2007, 2008 y 2009, aplicando las tres metodologías, los valores obtenidos en el procesamiento de datos, ubicaron al tiburón como consumidor terciario. También se promedió los valores de nivel trófico obtenidos en cada metodología, con la finalidad de conocer un valor promedio estandarizado de *S. zygaena* en cada año de estudio, lo que permitió confirmar la ubicación de este tiburón como un consumidor terciario en todos los años (Tabla 8). También se determinó el nivel trófico promedio del tiburón martillo, pero considerando el sexo con las tres metodologías (Tabla 9).

Conforme a Christensen y Pauly (1992), Post (2002) y Vander-Zanden (1997), en los años 2004, 2007, 2008 y 2009 tanto las hembras como los machos se ubicaron en el nivel trófico de consumidores terciarios al obtener valores ≥ 4 (Tabla 9).

Tabla 8. Nivel trófico de *S. zygaena* obtenido a través de las presas del contenido estomacal y del isótopo estable $\delta^{15}\text{N}$ en biopsias de tiburones, en los años de estudio.

Metodología	N.T				
	Gral	2004	2007	2008	2009
Christensen y Pauly (1992)	4.20	4.19	4.08	4.20	4.20
Post 2002 (<i>D. gigas</i>)	4.53	-	4.61	4.53	4.57
Vander-Zanden (1997)	4.4	-	4.47	4.69	4.72
Promedio de metodologías	4.36	4.19	4.38	4.16	4.49

Tabla 9. Nivel trófico de *S. zygaena* obtenido a través de las presas del contenido estomacal y del isótopos estables $\delta^{15}\text{N}$ en biopsias de tiburones de acuerdo al sexo y años de estudio muestreo.

Años de estudio	Christensen y Pauly (1992)		Post 2002 (<i>D. gigas</i>)		Vander-Zanden (1997)	
	H	M	H	M	H	M
2004	4.20	4.20	-	-	-	-
2007	4.43	4.18	4.69	4.74	4.84	4.86
2008	4.21	4.20	4.44	4.49	4.30	4.35
2009(enero)	4.2	4.2	4.57	4.57	4.72	4.72
Promedio	4.26	4.23	4.56	4.59	4.62	4.64

8. DISCUSIÓN

8.1. Espectro trófico de *S. zygaena*

En el presente estudio la dieta de los juveniles de *S. zygaena* capturados cerca de Guayaquil (Santa Rosa de Salinas, Ecuador) en el 2004, estuvo constituida principalmente por las siguientes especies de acuerdo al %IIR : *Dosidicus gigas*, *Loliolopsis diomedae* y *Sthenoteuthis oualaniensis*. En el 2007 las principales presas fueron: *L. diomedae* y *D. gigas*. En el 2008 las presas más importantes fueron: *D. gigas*, *Argonauta* spp. y el pez *Larimus argenteus*. Estos resultados coinciden en parte con información de tiburones adultos de *S. zygaena* capturados cerca de Manta, Ecuador y analizados por Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004), los cuales reportan que *D. gigas*, *S. oualaniensis*, *Mastigoteuthis dentata* y *Ancistrocheirus lessueri* fueron los cefalópodos más importantes en la dieta de este tiburón; las discrepancias encontradas entre las presas de ambos estudios, es probable se deba a los diferentes estadios de madurez de los tiburones.

Asimismo Estupiñán-Montaña y Cedeño-Figueroa (2005) reportan que los *S. zygaena* adultos capturados cerca de Manta, Ecuador, se alimentaron del mismo tipo de presas reportadas en el presente estudio, pero en diferente orden de importancia (*D. gigas*, *S. oualaniensis* y *L. diomedae*). Esta concordancia se debe probablemente a que ambos estudios se realizaron en el mismo año (2004) del presente análisis y a la distancia entre las zonas de captura de tiburones de los estudios (aproximadamente 163 km entre las localidades de captura).

En otros estudios realizados en *S. zygaena* a nivel mundial, se ha reportado que los adultos se alimentan de rayas (*Aetobatus narinari* y *Strongylura exilis*), las cuales son especies epipelágicas, así como de cefalópodos mesopelágicos (*Histioteuthis heteropsis* y *Onychoteuthis banksii*) en el Golfo de California (Galván *et al.* 1989); mientras que Ochoa-Díaz (2009) en su análisis de dieta de esta especie de tiburón en dos áreas de Baja California Sur, México, registró que los tiburones se alimentaron principalmente de *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *O. banksii* y *A. lesueurii*.

Smale y Cliff (1998) encontraron en adultos de *S. zygaena* en Sudáfrica, a los cefalópodos de las familias Lolliginidae y Ancistrocheiridae como los más importantes y Stevens (1984), en Australia registró que los cefalópodos son un grupo importante en la dieta de 10 especies de tiburones, incluyendo a *Isurus oxyrinchus*, *Galeocerdo cuvieri* y *Sphyrna zygaena*.

Es interesante observar que a pesar de que esta especie de tiburón se distribuye a nivel mundial, el tipo de presas es muy semejante a nivel de familias y especies de cefalópodos con otros estudios. Asimismo se encuentran diferencias en las especies de cefalópodos que consumen los juveniles con respecto a los adultos. Mientras los juveniles se alimentan de especies de cefalópodos asociados a zonas costeras como la familia Loliginidae (*L. diomedea*), *D. gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis*, los adultos de este tiburón consumen a *Ancistrocheirus lessueri* y *Onychoteuthis banksii*, los cuales son cefalópodos de hábitat mesopélagico (Fischer *et al.*, 1995; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003).

Durante 2004 y 2008, *S. zygaena* en aguas ecuatorianas, consumió *D. gigas* y *A. lessueurii* como presas principales. Estas mismas presas también fueron importantes en *Sphyrna lewini* capturada en aguas ecuatorianas (Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño 2004). Sin embargo, en otro estudio realizado en la misma zona y con *S. lewini*, se encontraron diferencias en las presas principales consumidas por este tiburón, las cuales fueron peces (restos), seguido por los calamares *Histioteuthis* spp. y *D. gigas* (Estupiñán-Montaño *et al.* 2009). Esta diferencia de presas importantes para una especie de tiburón martillo podría ser debido a la época del año en la cual fueron capturados estos tiburones ya que el trabajo de Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004) fue durante la época de secas; mientras que el estudio de Estupiñán-Montaño *et al.* (2009) fue realizado durante la época de lluvias.

En los estudios tróficos realizados en *S. lewini* en aguas mexicanas, se ha encontrado que esta especie de tiburón es principalmente ictiófago con una alta preferencia por los batoideos (Anislado-Tolentino, 2000). Asimismo Torres-Rojas (2006) analizó tiburones juveniles de *S. lewini*, afirmando que esta

especie consumió principalmente al cefalópodo *Loliolopsis diomedeeae*, lo que coincide con lo encontrado en los estómagos de *S. zygaena* en el año 2007 del presente estudio y como segunda presa importante en el 2004. Con estas observaciones se puede sugerir que los juveniles *S. lewini* y *S. zygaena* en el Pacífico Oriental se alimentan del calamar *L. diomedeeae* en la zona costera.

8.2. Espectro trófico por sexos

No se registraron diferencias entre las presas consumidas entre ambos sexos de los tiburones juveniles de *S. zygaena* del presente estudio, lo cual indica que no hay segregación sexual por el tipo de presas que consumen y que se alimentan en la misma zona. Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004) en su estudio con tiburones adultos de esta especie de tiburón, también registran que ambos sexos se alimentaron principalmente de *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y *A. lesueurii*.

Sin embargo otros autores registraron en tiburones adultos de esta especie que existen diferencias en el tipo de alimento entre sexos. Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005) encuentran en aguas ecuatorianas que los machos de *S. zygaena* se alimentaron principalmente de *Dosidicus gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis*; mientras que las hembras consumieron *Dosidicus gigas* y *Lolliguncula diomedeeae*, lo cual indica que las hembras se alimentan más en zonas costeras; mientras que los machos se alimentan en aguas próximas a la zona oceánica.

Ochoa-Díaz (2009) reportó que hembras y machos comparten las presas principales incluyendo a los cefalópodos: *Dosidicus gigas* y *Sthenoteuthis oualaniensis*, aunque los machos también tienen como una de sus presas principales al pez *Sardinops caeruleus*, señalando que tampoco existe segregación sexual al alimentarse, esto podría ser debido a la similitud en las tallas de los tiburones de los dos estudios. Se han realizado más estudios en otras especies de tiburón martillo a nivel mundial, lo cual permite comparar con respecto a la especie de tiburón en estudio.

Anislado-Tolentino (2000) registró diferencias entre la dieta de las hembras y machos en las costas de Michoacán, México para *Sphyrna lewini*, ya que los machos se alimentaron principalmente de presas costeras (Ophichtidae, Balistidae, Lutjanidae y algunas rayas); mientras que las hembras tienden a consumir presas pelágicas (*Pandalus* sp, *Loligo gahi* y *Dosidicus gigas*). Asimismo Torres-Rojas (2006), registra que ambos sexos de juveniles de *S. lewini* se alimentaron principalmente del cefalópodo *L. diomedae*, y peces de la familia Carangidae en la zona sureste del Golfo de California.

Castañeda-Suarez y Sandoval-Londoño (2004) señalan que tanto hembras como machos de *S. lewini* adultos en aguas ecuatorianas se alimentan principalmente de *D. gigas*, pero su segundo ítem presa para las hembras fue *L. diomedae* y para los machos, *Larimus argenteus*, lo que indica que esta especie de tiburón tiene su hábitat trófico en la zona costera, pero existe una segregación sexual al alimentarse de presas diferentes, permitiendo observar un reparto de los recursos en la zona de estudio. Sin embargo Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005), registraron en la misma zona de captura, que ambos sexos de *S. lewini* basaron su dieta principalmente en *Histioteuthis* spp. y *D. gigas* sin que exista una segregación sexual por tipo de alimento.

De acuerdo a Klimley (1987), los tiburones martillo adultos de *S. lewini* de ambos sexos se alimentan de cefalópodos mesopelágicos, los machos principalmente de la especie *Ancistrocheirus lesueurii* y las hembras de *Mastigoteuthis* spp y *Moroteuthis robustus*; esto permite interpretar que existen diferencias en la alimentación entre los tiburones juveniles y adultos de *S. lewini*.

8.3. Amplitud de Nicho trófico

La dieta de los organismos aporta información de las presas disponibles en el ecosistema, las cuales son consumidas por los depredadores. La amplitud del nicho trófico de los depredadores podría ser un indicador de la abundancia de las presas en el ecosistema (Colwell y Futuyma, 1971; Gerking,

1994), ya que son considerados muestreadores de especies que difícilmente se podrían capturar con artes de pesca tradicional, como sucede con los cefalópodos de aguas profundas. Al respecto, *S. zygaena* es considerado un depredador especialista debido al mayor consumo de algunas presas, principalmente cefalópodos. Esto últimos son abundantes en la zona, como reportan diferentes estudios tróficos realizados en aguas ecuatorianas en diferentes especies de depredadores, principalmente tiburones (Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño 2004, Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa, 2005; Calle, 2006; Erazo, 2006 Rendón-Macías *et al.*, 2007; Baigorri y Polo, 2004 y Cedeño-Figueroa *et al.*, 2007).

Asimismo Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005), Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004), señalan que el tiburón martillo *S. lewini* en el Pacífico Ecuatoriano se comporta como un depredador especialista, al igual que en el Pacífico mexicano (Torres-Rojas, 2006).

En otra especie de tiburón martillo, Cortés *et al.*, (1996), encuentran que *Sphyrna tiburo* también es un depredador especialista, el cual cambia su dieta dependiendo la estación del año y hábitat en el que se encuentre.

8.4. Traslapamiento trófico

En el presente estudio se encontró que entre las hembras y machos durante 2004 y 2008 tuvieron un traslapeo alto, lo cual indica que ambos sexos se alimentaron de presas similares; mientras que en 2007 el traslapeo fue bajo lo cual indica una segregación sexual por el tipo de alimento, debido probablemente a la migración de ciertas presas al buscar condiciones óptimas, debido al cambio de la temperatura superficial y subsuperficial del mar estuvo por debajo de los valores normales, ocasionado por anomalías características de La Niña (Jiménez, 2009). Asimismo en los intervalos por tallas, se observaron traslapos significativos, lo que permite observar que no existe una diferencia entre el alimento entre juveniles y adultos y probablemente se alimentan juntos en las mismas zonas de alimentación.

Asimismo Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004), así como Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005), concluyen que *S. zygaena* presenta traslapeo trófico entre sexos y tallas en aguas de Ecuador. Este mismo comportamiento fue observado en México, principalmente en la costa occidental de Baja California Sur (Ochoa-Díaz, 2009) entre hembras y machos; sin embargo entre juveniles y adultos y entre zonas del Golfo de California el traslapeo fue bajo, lo que indica una segregación entre estadios de madurez (juveniles-adultos) para alimentarse. Esta misma autora registró que los tiburones juveniles se alimentaron principalmente de *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *O. banksii*, así como de algunos peces (*Sardinops caeruleus*); mientras que los adultos (259 a 283 cm LT), tuvieron preferencia por los cefalópodos (*A. lesueurii* y *O. banksii*).

Este tipo de comportamiento trófico fue observado en otra especie de tiburón martillo (*S. lewini*) presente en aguas ecuatorianas. Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004) registraron que no existe traslapeo trófico entre sexos; sin embargo Estupiñán-Montaño y Cedeño-Figueroa (2005), indican que si existe traslapeo trófico entre sexos de *S. lewini*.

De acuerdo a Bonham, (1954); Matallanas, (1982); Stillwell and Kohler (1993); Hanchet, (1991) Simpfendorfer *et al.*, (2001) existe segregación por sexo de las especies: *Squalus acanthias*, *Scymnorhinus licha*, *Carcharhinus plumbeus* y *Galeocerdo cuvier*, en lo mismo coinciden con Cliff (1995) en la especie *S. mokarran*. Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004) y Aguilar-Castro (2004) encuentran traslapamiento entre sexos en la especie *S. lewini*, debido que los machos consumen principalmente presas costeras; mientras que las hembras consumen presas oceánicas. En *S. zygaena* no existe variación en la dieta entre sexo, los cuales se alimentan juntos en la zona oceánica Castañeda-Suárez y Sandoval-Londoño (2004). Estas diferencias en el comportamiento al alimentarse puede ser por la disponibilidad del alimento o segregación para consumo de presas con diferente nivel calórico, principalmente consumidas por las hembras para prepararse para la reproducción.

8.5. Estimación del Nivel trófico promedio de *S. zygaena* del Pacifico Ecuatoriano

La mayoría de los elasmobranquios ocupan niveles tróficos altos (>4) por ser depredadores tope de los ecosistemas marinos. Estos organismos comparten este nivel con otros grupos de vertebrados, como mamíferos marinos y peces óseos (Pauly *et al.* 1998, Cortés, 1999).

Una de las ventajas de la estimación del nivel trófico por medio de la técnica de isótopos estables es que permite conocer el papel de los depredadores en la red alimenticia y permite estimar la energía o flujo energético a través de las comunidades ecológicas (Hairston y Hairston 1993)

Cortés (1999), estandarizó la dieta y estimó el nivel trófico en 149 especies de tiburones, agrupados en 8 ordenes y 23 familias y entre ellas la familia Sphyrnidae, obteniendo un valor de 3.9. Asimismo, este mismo autor estimó el nivel trófico promedio para *S. zygaena* (4.2), cuyo valor es cercano al estimado en el presente estudio (3.7). Los valores de nivel trófico en este tiburón podrían indicar que es un depredador de presas de niveles tróficos terciarios como son los cefalópodos, los cuales consumen presas pequeñas como peces pelágicos y mesopelágicos (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003). Asimismo Ochoa-Díaz (2009), encontró que *S. zygaena* en Golfo de California es un depredador carnívoro secundario; mientras que en la costa occidental de B.C.S es un depredador carnívoro terciario. Además esta autora encontró que el nivel trófico tiene una relación directamente proporcional con el aumento de las tallas, lo cual es acorde para la misma especie en la zona de Ecuador. En ambos estudios, *S. zygaena* se alimento principalmente de cefalópodos, y en estudios sobre el nivel trófico de calamares, se ha documentado el incremento en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y del nivel trófico, el cual es proporcional al incremento del tamaño del calamar, debido al cambio en el consumo de presas en las tallas más grandes (Kelly, 2000).

En otras especies de tiburón martillo, Torres-Rojas (2003) registró para *S. lewini* un valor promedio de 3.7 empleando la ecuación de Post (2002). Este

valor en el nivel trófico es inferior al obtenido en este estudio con la misma metodología, aunque el género de las especies presa sea el mismo, existen diferencias en la alimentación principal de los tiburones martillo, ya que además del cefalópodo *L. diomedea*, *S. lewini* tiene como segundo componente principal en la dieta a los peces de la familia Carangidae. Asimismo Aguilar-Castro (2004) en su estudio con *S. lewini* en el Golfo de California encontró que existen diferencias entre las posiciones tróficas de los individuos juveniles y los adultos, demostrando la segregación de los organismos por zonas de acuerdo a su talla para alimentarse.

Polo-Silva (2008), en su trabajo de ecología trófica de los tiburones *A. pelagicus* y *A. superciliosus* en el Pacífico Ecuatoriano, encontró que *A. superciliosus* tiene un valor de 4.2 de acuerdo a Christensen y Pauly (1992), valor igual al estimado para *S. zygaena* en el presente estudio y los valores obtenidos con Vander-Zanden (1997) para ambos tiburones fueron similares al obtenido, en esta investigación; lo cual permite observar que estas especies de tiburones zorro y martillo comparten los mismos recursos tróficos en la zona costera del Pacífico Ecuatoriano, considerando que son zonas geográficamente cercanas.

8.6. Análisis isotópicos

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas en los valores de las señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ entre los años de estudio (2007, 2008 y enero del 2009). Asimismo se encontraron diferencias significativas entre los años 2007 y 2008 en la señal isotópica de $\delta^{15}\text{N}$. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ permite suponer que *S. zygaena* permaneció en la zona costera alimentándose durante los tres años y consumiendo organismos de diferentes niveles tróficos, sin embargo los datos isotópicos indican que este tiburón se fue alejando de la costa cada año, acercándose más a la zona oceánica. Estos movimientos anuales podrían ser por varias causas: 1) Los tiburones tienden a alejarse de la costa por la mayor presión de pesca (Camhi *et al.*, 1998, Stone *et al.*, 1998), 2) los organismos modificaran la selección de presas con forme

aumentaron de talla de un año a otro (Smale y Cowley, 1992), 3) Cambios ambientales, principalmente en la temperatura del agua en busca de alimento; considerando que las abundancia de presas también varían por diversas razones y especies que son migratorias se mueven en busca de zonas con condiciones favorables, como se evidenció durante el 2007.

En relación a la primera causa, se desconocen los volúmenes de captura de esta especie en la zona de Santa Rosa, Ecuador; sin embargo se observó una disminución en las capturas de la especie del 2004 al 2009. La segunda causa se sustenta con los registros de la LT de tiburones en cada año. Con respecto a la tercera causa, se tienen registros de cambios mensuales en la temperatura superficial del mar (TSM). Aproximadamente 24 °C en enero 2004 a aproximadamente 26 °C en enero 2008, y de 27 a 28 °C en febrero 2008. En marzo aproximadamente de 24 °C para 2004; 25 °C en 2007 y 28 °C en 2008. Para mayo y junio 23 °C en 2004; 25 y 22 °C respectivamente para 2008 (Anexo B). Estos valores promedio son provenientes del Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) y el procesamiento de las imágenes y obtención de isothermas incluidos en el anexo, se obtuvieron con en el paquete "Satin" (Villalobos y González-Rodríguez, 2009).

En el año 2006 la Organización Meteorológica Mundial (OMM) señaló que las características del clima en el Pacífico ecuatorial iniciaba una tendencia hacia las condiciones del fenómeno El Niño; sin embargo se presentó de débil a moderado (Jiménez-Santistevan, 2009). Durante 2007, sucedieron casi todos los procesos característicos de El Niño, con excepción del incremento de las lluvias. La presencia de esta anomalía climática en el 2007, principalmente en el primer semestre del año (evento cálido), cambió al final del mismo con una baja en la T.S.M., presentando características del evento frío de La Niña en el mes de enero, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre del 2008 con promedio entre 22 y 26 °C, aunque este fenómeno se presentó de forma débil en el 2008 (Jiménez-Santistevan, 2009). Por todo lo anterior, la presencia de las especies presa que consumió el tiburón martillo durante los años de ambos fenómenos oceanográficos, pueden indicar el

cambio de presas, así como su abundancia que se observa en los contenidos estomacales.

En el 2007 la presa principal fue *L. diomedea*, cuyo hábitat es la zona costera (Compagno, 1995); mientras que la otra especie de cefalópodo principal *D. gigas* disminuyó en 2007, probablemente a una migración hacia aguas oceánicas profundas debido al incremento en la T.S.M. Al respecto Morales-Bojórquez et al. (2001) y Nevárez-Martínez et al. (2002) mencionan que el calamar gigante *D. gigas*, migra fuera del Golfo de California cuando las condiciones ambientales no son favorables, como sucede durante los eventos de El Niño.

En relación a la información isotópica de *S. zygaena* juvenil, se observaron diferencias significativas al comparar las señales isotópicas $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las hembras y machos entre los años 2007 y 2008; ya que los tiburones de ambos sexos del 2007 permanecieron más cerca de la costa y eran tiburones de menor talla, en comparación al 2008, en el cual los tiburones estuvieron más cercanos a la zona oceánica y presentaron tallas mayores. Ochoa-Díaz (2009) señala que los juveniles de *S. zygaena* del Golfo de California y de la costa occidental de Baja California Sur, México también presentaron valores de isótopos de carbono y nitrógeno que indican un origen más costero en ambas zonas, lo cual coincide con los resultados del presente estudio.

Asimismo Ochoa-Díaz (2009) registro en el Golfo de California y en la costa occidental de B.C.S que las hembras y machos de *S. zygaena* presentaron diferencias en los valores de $\delta^{13}\text{C}$; sin embargo no se presentaron diferencias en los valores de $\delta^{15}\text{N}$, lo cual indica que ambos sexos se alimentan tanto de presas en la zona costera, como de organismos de aguas profundas como es *D. gigas*, los cuales realizan migración vertical nocturna hacia a la superficie y probablemente esta migración es para consumo de presas epipelágicas o mesopelágicas como son los peces mictófidios o la langostilla (Markaida y Sosa, 2003; Markaida et al., 2007) y de acuerdo a Baral, 1967, en las costa de Perú.

Se registraron diferencias en el $\delta^{13}\text{C}$ entre 2007 y 2008 de los intervalos de tallas I-II y I-III y en el $\delta^{15}\text{N}$ hubo diferencias en las tallas I-II, I-IV y II-III, debido principalmente al cambio de hábitat trófico de la zona costera en 2007, a la zona oceánica o de talud continental en 2008

En otra especie de tiburón martillo, Torres-Rojas (2003) encuentra que no existen diferencias estadísticas entre las señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre sexo para los juveniles de *S. lewini* en el sureste del Golfo de California, México. Este autor determinó que conforme aumenta la talla de los tiburones, se incrementan los valores de $\delta^{15}\text{N}$; también observó que al comparar los valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre grupos modales, encontró diferencias significativas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$.

Asimismo Polo-Silva (2008), para *A. superciliosus* en aguas ecuatorianas, registra que esta especie de tiburón se alimenta en la zona costera, y no encontró diferencias significativas entre sexos ni entre juveniles y adultos de acuerdo a los $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, lo que indica que ambos sexos y estadios de madurez se alimentan juntos en la misma zona. Esta especie coincide con la de este estudio al ser de hábitat costero y presentan señales isotópicas típicas de esta zona, pero discrepa con porque *S. zygaena* tiende a acercarse a la zona oceánica al estar cerca de su primera madurez sexual.

Todos los estudios antes mencionados contrastados con el presente estudio, permiten inferir que la zona costera cercana al puerto pesquero Santa Rosa, Ecuador presenta las características de una zona de crianza secundaria de acuerdo a Castro (1993) y siendo detectada por medio de registros de pesquerías y la alta proporción de juveniles de tiburones martillos en la zona zona al igual que en los trabajos de Ruiz (1983), Anislado-Tolentino (1995) y Alejo-Plata *et al* (2007), los cuales registra zonas de crianza de tiburones en México.

9. CONCLUSIONES

- El espectro trófico de *Sphyrna zygaena* estuvo constituido por 67 componentes alimenticios, de los cuales 55 fueron identificados hasta el nivel taxonómico de especie, 9 a nivel familia y 3 fueron identificados como restos de grupos.
- La dieta de *Sphyrna zygaena* en la costa Ecuatoriana se constituyó por cefalópodos, peces, bivalvos y peneidos. Pero el grupo de mayor importancia en la dieta fueron los cefalópodos *Dosidicus gigas* (hábitat costero-oceánico), *Lolliguncula diomedeeae* (hábitat costero) y *Sthenoteuthis oualaniensis* de hábitos oceánicos pertenecientes a las familias Ommastrephidae y Lolilliginidae respectivamente.
- En los años 2004 y 2008, el tiburón martillo consumió principalmente a *Dosidicus gigas*; mientras que en el 2007 su presa principal fue *Lolliguncula diomedeeae*; esta variación se explica por los cambios de temperatura del agua de mar ocasionada a las anomalías de los fenómeno del Niño y la Niña durante los años de estudio.
- Durante 2004 y 2008 las hembras y machos del tiburón martillo presentaron una sobreposición alta; mientras que en 2007 presentaron un traslapo bajo indicando una segregación por sexo de acuerdo al desplazamiento de algunas presas al buscar condiciones ambientales optimas ante las variaciones de la temperatura del mar.
- *S. zygaena* al incrementar su talla, se incrementa la preferencia de e importancia de *L. diomedeeae* a *D. gigas*, ya que su capacidad de nado son mayores y a su vez incrementar sus necesidades nutricionales.
- Los intervalos de tallas que presentaron traslapo significativamente alto durante 2004 fueron: II - III y III-IV; mientras que en 2007 los intervalos de tallas con traslapo significativamente alto fueron: I-II, I-III y

los intervalos II-III fueron los de mayor traslape, y durante el 2008 fueron los intervalos: III-IV, III-V y IV-V los cuales tuvieron mayor traslape.

- Los juveniles de *Sphyrna zygaena* entre las tallas 50 a 140 cm de LT (tres primeros intervalos de talla), consumieron principalmente a *Lolliguncula diomedea*; mientras que a tallas mayores tiene como presa principal a *Dosidicus gigas*.
- De acuerdo al índice de Levin, *Sphyrna zygaena* es un depredador especialista, al basar su alimentación en algunas especies de cefalópodos.
- El análisis de isótopos de $\delta^{13}\text{C}$ presentó diferencias significativas entre los años 2007, 2008 y 2009; lo que indica que *Sphyrna zygaena* se fue alejando de la costa cada año.
- En las señales isotópicas de $\delta^{15}\text{N}$ se encontraron diferencias entre los años 2007 y 2008, confirmando lo encontrado en los contenidos estomacales que *Sphyrna zygaena* tuvo diferentes presas preferenciales debido a los cambios de la TSM en el área.
- Las hembras y machos de este tiburón en los años 2007 y 2008 permanecieron juntos en la misma zona costera, haciendo uso de la disponibilidad de alimento y consumiendo las mismas presas principales, sin presentar segregación de acuerdo a las señales isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Estas mismas señales isotópicas indican que las hembras y machos cambiaron de ubicación y alimentación durante cada año.
- El análisis de isótopos revelaron que en los años de estudio, todas las tallas de *Sphyrna zygaena* se mantienen en la misma zona y las especies consumidas son de nivel trófico similar.

- Con el análisis de contenido estomacal y de isótopos estables de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, se demuestra que los tiburones juveniles permanecen en la zona costera por alimento y protección, hasta que están cerca de alcanzar la talla de su primera madurez sexual, característico de los organismos que hacen uso de alguna zona de crianza de acuerdo a varios autores; esto permite proponer que la zona costera de la península de Santa Elena, Ecuador es un área de crianza y alimentación de *Sphyrna zygaena* ya que su señal isotópica permanece constante en la zona costera de esta área marina.
- La pesca permanente del tiburón martillo *S. zygaena* en estadio juvenil en esta zona de Ecuador, podría afectar considerablemente a la población de esta especie de tiburón debido a la pesca intensa en una zona de crianza, las cuales son de vital importancia para el reclutamiento y reproducción de la especie; por lo que se hace necesaria su protección.

10. RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios de la biología básica de la especie *Sphyrna zygaena* ya que la existente es poca a nivel mundial.
- Realizar estudios comparativos de la especie *Sphyrna zygaena* en diferentes países.
- Seguir aplicado los métodos de análisis de contenido estomacal, de isótopos estables y complementarlos con estudios de genética, ácidos grasos y marcaje.
- Realizar estudios continuos de las pesquerías de tiburones en la zona y complementarlos con los trabajos realizados en otras zonas geográficas que presentan similares y también recopilar información que contengan datos de la conducta y biología reproductiva y de crianza de esta especie en la zona, con el fin de identificar las posibles zona de crianza y alimentación, sugeridas por castro en 1993 y así poder inferir en medidas de regulación y manejo de la especie a futuro.

11. LITERATURA CITADA

- Aguilar, C.N.A. 2004. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 123 pp.
- Alejo-Plata, Carmen., Gómez-Márquez, J. L., Ramos, S. y Herrera, E. 2007. Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1983) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) en la costa de Oaxaca, México
- Anislado-Tolentino, V. 1995. Determinación de la Edad y Crecimiento en el Tiburón Martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el Pacífico Central Mexicano. Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 68 p.
- Anislado, T.V. 2000. Ecología pesquera del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) en el litoral del estado de Michoacán, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. 145 pp.
- Baral A, A. 1967. Sin título. Rybnoye Khozyastvos, 43 (8): 15-17.
- Bass, A. J., J. D. D'Aubrey y N. Kistnasamy. 1973. Sharks of the east coast of Southern Africa. 1. The genus *Carcharhinus* (Carcharhinidae). Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst., Durban 33. 168 pp.
- Bolaño-Martínez, N., Álvarez, H. y Galván-Magaña, F. 2008. Pesquería de tiburones en Santa Rosa, Ecuador. III Simposio nacional de tiburones y rayas. Facultad de Ciencias. UNAM. 249: 181-183 p.
- Bonfil, R. S. 1997. Status of shark resources in the southern Gulf of México and Caribbean. Implications for management. Fishers Research. 29: 101-117 pp.

- Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO. Fish Tech. Pa. 341: 1- 119.
- Bonham, K. 1954. Food of the spiny dogfish *Squalus acanthias*. Fish. Res. Pap. 1:25–36. Washington Dept.Fish.
- Bush, A. & Holland, K. 2002. Food limitation in a nursery area: estimates of daily ration in juvenile scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith and Smith, 1834) in Kane`ohe Bay, O`ahu, Hawaii. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 278. 157-178 pp.
- Cailliet, G.M., M.S. Love y A.W. Ebeling.1996. Fishes. A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history. Waveland Press. EUA.194 pp.
- Calle, M. M. 2006. Espectro trófico de *Alopias pelagicus* NAKAMURA 1935 (Chondrichthyes: Alopiidae) en Santa Rosa de Salinas, Guayas, durante mayo - diciembre del 2004. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil, Ecuador.160 p.
- Carlson, K. J. 1999. Occurrence of neonate and juvenile sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the northeastern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 97: 387- 391 pp.
- Carlson, K. J & Brusher, H J. 1999. An index of abundance for coastal species of juvenile sharks from the Gulf of Mexico. Marine Fisheries Review 61(3):37-45 pp.
- Castañeda, J. y L. Sandoval. 2004. Hábitos alimentarios de los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1838) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico Ecuatoriano. Bogotá, Colombia. Tesis de Grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Castro, J. I. 1983. The sharks of North American Waters. Texas University Press, College Station, Texas E.U. A. 179 pp.

- Castro, J. I. 1993. The nursery of Bull Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the Southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes* 38: 37-48 pp.
- Chirichigno, N. 1998. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Lima, Perú. Instituto del Mar de Perú. (IMARPE). 44: 338 pp.
- Christensen, V. y D. Pauly. 1992. ECOPATH II – software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*. 61: 169-185 pp.
- Clarke T. A. 1971. The Ecology of the Scalloped Hammerhead Shark. *Sphyrna lewini*, in Hawaii. *Pacific Science*. (25): 133-144 p.
- Clarke, M. 1986. A handbook for the Identification of cephalopod beaks. Plymouth, United Kingdom. Clarendon Press.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. UK: Natural Environment Research Council. 144 pp.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 2001. Primer V6: User manual/tutorial. Primer-E Ltd. Plymouth marine Laboratory. 91 p.
- Cliff, G. 1995. Sharks caught in the protective gill nets off Kwazulu-Natal, SouthAfrica.8. The great hammerhead shark *Sphyrna mokarran* (Rüppell). *South African Journal of Marine Science*. 15:105-114.
- Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characteristics. *Fish. Bull.* 79: 1-83.
- Colwell, R. K. y D. J. Futuyma, 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52.4: 567-566 pp.

- Compagno, L. 1984. FAO. Species catalogue. Shark of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Rome, Italy. Vol. 4 Part 1. FAO Fish synop. (125) 4 (1&2). 665 pp.
- Conrath, L.C & Musick, J.A. 2007. Investigations into depth and temperature habitat utilization and overwintering grounds of juvenile sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*: the importance of near shore North Carolina waters. *Environmental Biology of Fishes* 79: 137-154.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet composition and trophic levels of sharks. *ICES. J. Mar. Sci.* 56 :707 – 717.
- Cortés, E. y S.H. Gruber. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *Copeia* 1990:204-218.
- Cortés, E., C.A. Manire y R.E. Hueter.1996. Diet, feeding habits, and diel feeding chronology of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, in southwest Florida. *Bull. Mar. Sci.* 58:353-367.
- Costantini, M & Affronte, M. 2003. Neonatal and juvenile sandbar shark in the northern Adriatic Sea. *Journal of Fish Biology* 62: 740-743.
- Créach, V., M.T. Schricke, G. Bertru y A. Mariotti. 1997. Stable isotopes and gut analysis to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 44:599-611.
- Criss R. E., 1999. Principles of stable distribution. Oxford University Press: New York.

- Day, J.W. Jr., C. A. S Hall., W. M. Kemp y A. Yañez-Arancibia 1989. Estuarine ecology. John-Wiley and Sons. E. U. A. 558 pp.
- DeNiro, M.J. y Epstein, S. 1979. Relationship between oxygen isotope ratios of territorial plant cellulose, carbon dioxide, and water. *Science*: 204: 51-53.
- DeNiro, M.J. y Epstein, S. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animal. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 45: 341-351.
- Estupiñán-Montaño, C., Cedeño-Figueroa, L.G. y Galván-Magaña, F. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(2): 379-386).
- Estupiñán, C. y L. Cedeño. 2005. Estudio de los hábitos alimenticios mediante el análisis del contenido estomacal del tollo mico *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) y los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758) en el área de Manta, Ecuador. Manta, Ecuador. Tesis de grado. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ecuador.
- Farrel, J. W., T. F. Pedersen, S.E. Calvert y B. Nielsen. 1995. Glacial-interglacial changes in nutrient utilization in the equatorial Pacific Ocean. *Nature*. 337: 514-516 p.
- Fischer, W.; Krupp, F.; Schneider, W.; Sommer, C.; Carpenter, K.E; Niemm, V.H. 1995. Guía para la identificación de especies parafines de la pesca. Pacífico centro –oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma, FAO. Vol. I: 305-340 pp.
- Fischer, W., W, Krup, C. Schneider, K. Sommer, V. Carpenter y H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma, Italia. FAO. Vol. 3. Vertebrados. Parte 2. 1201-1813.

- Galván, F., H. Nienhuis y A. P. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *California Fish and Game*. 75:74-84.
- García-Godos, I. 2001. Patrones morfológicos del otolito *Sagitta* de algunos peces óseos del mar peruano. Callao, Perú. Instituto del Mar de Perú. 20. (1-2). 4-83.
- Gerking. S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic press. E.U. 416 pp.
- Grisley, M. S. y Boyle, P. R., 1985. A new application of serological techniques to gut content analysis. *Journal Experimental of Marine Biology and Ecology*. 90. 1-9 pp.
- Guerrero, R. y Berlanga, M. 2000. Isotopos estables: Fundamentos y aplicaciones. *Actualidad. SEM* (29): 30-17.
- Hairston, N. G., Jr, y N. G. Hairston, Sr. 1993. Cause effect relationships in energy flow trophic structure and interspecific interactions. *America Naturalist*. 142: 379-411.
- Hanchet, S. 1991. Diet of spiny dogfish, *Squalus acanthias* Linnaeus, on the east coast, South Island, New Zealand. *J. Fish Biol.* 39:313–323.
- Hazin, F., Fisher, A. & Broadhurst, M. 2001. Aspects of reproductive biology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, off northeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes* 61: 151-159 pp.
- Hinojosa-Álvarez, S. 2007. Áreas de crianza de tiburones en el área de Salina Cruz, Oaxaca. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hobson, K. A. y H. E. Welch. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using ¹³C and ¹⁵N analyses. *Marine Ecology Progress Aquatic Sciences*. 2: 1195-1201

- Horn, H. S. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *American naturalist*. 100:419-424.
- Jiménez, P. y P. Béarez. 2004. Peces marinos del Ecuador continental/marine fishes of continental Ecuador. Quito, Ecuador. SIMBIOE/NAZCA/IFEA. Tomo II. 330 pp.
- Jiménez, S. R. 2009. El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial. Aspectos Biológicos.
- Keen, M. 1971. Sea Shells of tropical western American Mollusks from Baja California to Perú. Stanford. California. Second edition. 1022 pp.
- Kelly, J.F. 2000. Stable isotopes of carbón and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Canadian Journal of Zoology*. 78 (1): 1-27
- Klimley, A. p. 1987. Schooling in *Sphyrna lewini*, a species with low risk of predator: a non egalitarian state. *Z. Trepsychol.*, 70: 297-319.
- Krebs, C. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Row, New York. USA. 550 pp.
- Labropoulou, M. y A. Elefteriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: important of morphological characteristic in prey selection. *Fish Biology*. 50: 324-340.
- Langton, R. W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis*, and fifteen northwest Atlantic finfish. U.S. National Marine Fisheries Service. *Fishery Bulletin*. 80: 754-759.
- Larousse. 2004. *Diccionario enciclopedico*. Edit. Ultra, S. A. de C.V. centeno 162. 95 p. Mexico, D.F

- Lindeman, R.L., 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399-418.
- Markaida, U. y Sosa-Nishizaki, O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 83: 507-522.
- Matallanas, J. 1982. Feeding habits of *Scymnorhinus licha* in Catalan waters. *J. Fish Biol.* 20:155–163.
- Martínez-Ortíz, J. y F. Galván-Magaña (eds). 2007. Tiburones en el Ecuador. Caso de estudios/ Shark in Ecuador: Case studies. EPESPO. PMRC. Manta, Ecuador. 98 pp.
- McConnaughey, T. y C. P. McRoy. 1979. Food web structure and fractionation of carbon isotopes in the Bering Sea. *Marine Biology.* 53:262–275.
- McKinney, C. R., J. M. McCrea, S. Epstein, H. A. Allen y H.C. Urey. 1950, Improvement in mass spectrometers for the measurement of small differences in isotope abundance ratios: *Review of Scientific Instruments.* 21: 724-730
- Margalef, D. 1969. *Perspective in ecological theory.* Chicago, USA. Chicago Univ. Press, 111 pp.
- Margalef, D. 1982. *Ecología.* Omega. 951 pp.
- Markaida, U. y Sosa-Nishizaki, O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. *J. mar. Biol. Ass. U.K.* 83: 507-522.
- Merson, R.R & HL Pratt, Jr. 2001. Distribution, movements and growth of young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the nursery grounds of Delaware Bay. *Environmental Biology of Fishes* 61: 13-24.

- Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M.A., Nevárez-Martínez, M.O., Hernández-Herrera, A. 2001. Review of stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, México. *Fish. Res.* 54: 83-94
- Nevárez-Martínez, M.O., Rivera-Parra, G.I., Morales-Bojórquez, E., López-Martínez, J., Lluch-Cota, D.B., Miranda-Mier, E., Cervantes-Valle, C. 2002. The jumbo squid (*Dosidicus gigas*) fishery of the Gulf of California and its relation to environmental variability. *Investigaciones Marinas.* 30 (1): 193-194.
- Odum, W.E. y Heald, E.J. 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. In: L.E. Cronin (Editor). *Estuarine Research.* Vol. 1 pp 265-286. Academic Press, New York. .
- Ochoa-Díaz, M. R. 2009. Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California Sur: aplicación de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S. 90 pp.
- Páez- Rosas, D. 2008. Diversificación de dietas en tres colonias de lobo marino de Galápagos, *Zalophus wolfebaeki*, evaluada con análisis de excretas e isótopos estables de C y N. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 115 pp.
- Pauly, D., Trites, A., Capuli, E. y Christensen, V. 1998a. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science.* 55: 467-481.
- Pinkas, L., Oliphant, M.S. e Iverson, L.K. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Fish. Bull. Calif.* 152.
- Poli, G. A. y Winemiller, K. O. 2001. Food webs. Integration of patterns & dynamics. Klumber Academic Publishers. Boston. Dordrecht, London. 472 pp.

- Polo-Silva, C. J. 2008. Ecología trófica de los tiburones zorro *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839) en el Pacífico Ecuatoriano. Tesis de Maestría. Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Post, D.M. 2002 Using stable isotopes to estimate trophic position models, methods, and assumptions. *Ecology*. 83 (3): 703-718.
- Rau, G. H., J.L. Tetssie, F. Rassoulzadegan y S. W. Fowler. 1990. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ variations among size fractionated marine particles: implications for their origin and trophic relationship. *Marine Ecology Progress Series* 59: 33-38.
- Revelo, W. y M. Guzmán. 1997. Estudio sobre la gestión de la pesca artesanal en regiones pobres: La pesca artesanal en Santa Rosa de Salinas – Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador. FAO. 44 pp.
- Román-Reyes, J. C. 2003. Información ecológica a partir del análisis de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno en las cadenas tróficas. Texto predoctoral. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B. C. S. 58 pp.
- Román-Reyes, J.C. 2003. Preparación de muestras para la determinación de isótopos estables de Carbono y Nitrógeno en el espectrómetro de masas. Informe de actividades. Doctorado en ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 36 pp.
- Rosas, L.R. 2007. Descripción de la alimentación del calamar gigante *Dosidicus gigas* D'Órbigny 1835 en la costa occidental de la península de Baja California. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 100 pp.
- Segura, J., Abitia, L. y F. Galván. 1997. Observaciones sobre alimentación del tiburón *Heterodontus francisci* Girard 1854 (Chondrichthyes:

Heterodontidae), en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur. México. Ciencias Marinas. 23 (1): 111-128.

Serena. F. 2005. Field identification guide to the shark and rays of the Mediterranean and Black sea. FAO. Rome, Italy.

Simpfendorfer, C. A. & Milwarrd, N.E. 1993. Utilization of a tropical bay nurse area by shark of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. Environmental Biology of Fishes 37: 337-345 pp.

Simpfendorfer, C. A., A. B. Goodreid, and R. B. McAuley. 2001a. Size, sex and geographic variation in the diet of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, from Western Australian waters. Environ. Biol. Fish. 61:37-46.

Smale, M. J. y Cliff, G. 1998. Cephalopods in the diets of four shark species (*Galeocerdo cuvier*, *Sphyrna lewini*, *Sphyrna zygaena* and *S. mokarran*) from Kwazulu-Natal, South Africa. South African Journal of Marine Science. 20: 241-253.

Smale, M. J. y Cowley, P. D. 1992. The feeding ecology of skates (Batoidea: Rajidae) off the Cape South coast, South Africa. S. Afri. J. mar. Sci. 12: 823-834 pp.

Smith, P. y M. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. Ecology. 63 (5): 1248-1253.

Solís, P. 1998. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Santa Rosa, Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador. INP. Bol. Cient.y Téc. 16 (1). 55 pp.

Springer, S. 1967. Social organization of shark populations. En: Mathewson, P-W. & D.P. Rall (eds). Sharks, skates and rays. 149-174 pp. John Hopkins Press, Baltimore.

- Stevens, J. D. y K. J. McLoughlin. 1991. Distribution, size, and sex composition, reproductive biology and diet of sharks from northern Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 40:129–146.
- Stevens, J. D. y P. D. Wiley. 1986. Biology of two commercially important carcharhinid sharks from northern Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 37:671–688.
- Stevens, J., R. Bonfil, N. Dulvy y P. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and applications for marine ecosystems. *ICES. Journal of marine Science.* 57: 476-494.
- Stillwell, C. E. and N. E. Kohler. 1993. Food habits of the sandbar shark *Carcharhinus plumbeus* off the U.S. northeast coast, with estimates of daily ration. *Fish. Bull.* 91:138–150.
- Talent, L.G. 1976. Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elkhorn slough, Monterrey Bay, California. *Calif. Fish Game.* 62: 286-298.
- Torres-Rojas, Y.E. 2006. Hábitos alimenticios y la razón de isótopos de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y Nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) del tiburón *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. 127 pp.
- Vander-Zanden, M. J. y J. B. Rasmussen. 2001. Variation in d^{15}N and d^{13}C trophic fractionation: Implications for aquatic food web studies. *Limnol. Oceanogr.* 46: 2061–2066.
- Vander-Zanden, M. J., G. Cabana y J. B. Rasmussen. 1997. Comparing the trophic position of littoral fish estimated using stable nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) and dietary data. *Canadian Journal Fish. Aquatic Science.* 54: 1142-1158.
- Villalobos, H. y E. González. 2009. Satin: Functions for reading and displaying satellite data for oceanographic applications with R. R package.version 0.01.

http://aspera.jpl.nasa.gov/download/pub/sea_surface_temperature/avhrr/pathfinder/data_v5/monthly/day/04km/

- Villavicencio, C. 2000. Áreas de crianza de tiburones en el Golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California sur. Informe Final SNIB – CONABIO Proyecto No. L054. México, D.F. 10 pp.
- Wolff, C.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. Fish. Bull. 80(2): 357-370.
- Wolff, C.A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS. 17. 50 pp.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall. E. U. A. 404 pp.
- Yasuda, F. 1960. The types of food habits of fishes assured by stomach contents examinations. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 6 (7): 10 pp
- Zambrano, E. 2007. El Niño 2006-2007. Desarrollo y manifestaciones en aguas ecuatorianas. Acta Ocean. del Pacífico. 14: 1-6

Referencias tomadas de Internet:

ULPGC. 2003. http://bdigital.ulpgc.es/digital/texto/pdf/109415_0003.pdf

Sommer, M. 2004.:<http://www.lareserva.com/noticias/tiburon/tiburoataque53.html>

<http://www.microbiologia.org.mx/divulgacion/2-Isotopos-ActSEM-dic-2000.pdf>

http://aspera.jpl.nasa.gov/download/pub/sea_surface_temperature/avhrr/pathfinder/data_v5/monthly/day/04km/

<http://www.fortunecity.es/expertos/profesor/171/ecologia.html>

http://www.conama.cl/educacionambiental/1142/articles-29104_recurso_11.pdf

<http://www.iucnredlist.org/details/39388/0>

Anexo A

Tabla I. Principales especies presas de *S. zygaena* durante los años de estudio.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Bivalvia					
Veneroidea					
Lucinidae					
<i>Lucina fenestrata</i>	0.0443	0.0001	0.1666	0.0074	0.0002
Nuculoidea					
Nuculanidae					
<i>Nuculana ornata</i>	0.0443	1.9638	0.1666	0.0073	0.0002
Gastropoda					
Neotaenioglossa					
Naticidae					
<i>Natica natica</i>	0.0443	0.0001	0.1666	0.0074	0.0002
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.4873	0.0154	1.8333	0.9218	0.0330
Loliginidae 1	0.8861	0.0101	2.8333	2.5395	0.0911
Loliginidae 2	0.0443	6.5460	0.1666	0.0073	0.0002
<i>Lolliguncula diomedea</i>	47.1422	2.6666	15.1666	755.4348	27.1088
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	1.5064	0.0002	3.3333	5.0223	0.1802
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	4.4749	0.0492	2.6666	12.0645	0.4329
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	1.5507	0.9828	3.8333	9.7121	0.3485
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	0.0443	6.5460	0.1666	0.0073	0.0002
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.8418	0.0002	2	1.6841	0.0604
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.3544	0.0001	1.3333	0.4728	0.0169
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	18.2100	89.8759	17.5	1891.5049	67.8769
<i>Ommastrephes bartramii</i>	2.8356	1.0687	4.5	17.5695	0.6304
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	4.6964	4.6223	6.8333	63.6786	2.2851
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.2215	0.1460	0.8333	0.3063	0.0109
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.6202	5.1386	1.6666	1.0339	0.0371
Octopoda					
Argonautidae					

<i>Argonauta</i> spp.	2.1710	8.5753	2.5	5.4277	0.1947
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	0.6202	3.2730	1.1666	0.7237	0.0259
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.0443	0.0008	0.1666	0.0075	0.0002
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.5759	0.0086	2.1666	1.2666	0.0454
Pez no identificado	0.2215	0.0074	0.8333	0.1908	0.0068
Pez no identificado 2	0.0443	0.0056	0.1666	0.0083	0.0002
Pez no identificado 3	0.0443	0.0023	0.1666	0.0077	0.0002
Pez no identificado 4	0.2215	0.0231	0.8333	0.2038	0.0073
Anguilliformes					
Ophichthidae	0.2215	0.0177	0.8333	0.1994	0.0071
<i>Ophichthus</i> spp.	0.1772	0.0005	0.6666	0.1185	0.0042
<i>Ophichthus remiger</i>	0.0443	0.0049	0.1666	0.0082	0.0002
Clupeiformes					
Engraulidae	0.1772	0.0101	0.6666	0.1248	0.0044
<i>Anchoa</i> spp.	0.5759	0.0025	1.5	0.8677	0.0311
<i>Anchoa nasus</i>	0.0443	6.5460	0.1666	0.0073	0.0002
<i>Engraulis</i> spp.	0.2215	0.0001	0.6666	0.1478	0.0053
<i>Engraulis mordax</i>	0.0886	0.0004	0.1666	0.0148	0.0005
Clupeidae					
<i>Sardinops</i> spp.	0.0443	1.3092	0.1666	0.0073	0.0002
<i>Sardinops sagax</i>	0.0886	3.9276	0.3333	0.0295	0.0010
<i>Opisthonema libertate</i>	0.5759	0.0546	1.1666	0.7357	0.0264
Myctophiformes					
Myctophidae					
<i>Benthoosema panamensis</i>	2.3039	0.0001	0.1666	0.3840	0.0137
Aulopiformes					
Synodontidae					
<i>Synodus</i> spp.	0.0443	0.0006	0.1666	0.0074	0.0002
Ophidiiformes					
Ophidiidae	0.0443	0.0003	0.1666	0.0074	0.0002
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.3987	0.0129	0.1666	0.0686	0.0024
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.0886	0.0046	0.3333	0.0310	0.0011
Beloniformes					
Exocoetidae	0.4430	0.0117	1.6666	0.7579	0.0272
<i>Exocoetus</i> spp.	0.4873	0.0092	1.3333	0.6621	0.0237

<i>Exocoetus monocirrhus</i>	0.0443	0.0011	0.1666	0.0075	0.0002
<i>Exocoetus volitans</i>	0.0886	0.0046	0.1666	0.0155	0.0005
<i>Hirundichthys marginatus</i>	0.0443	0.0013	0.1666	0.0076	0.0002
<i>Cypselurus callopterus</i>	0.0886	0.0014	0.3333	0.0300	0.0010
Hemiramphidae	0.3544	0.0118	1.1666	0.4273	0.0153
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.6202	0.0286	1.6666	1.0815	0.0388
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.0443	0.0010	0.1666	0.0075	0.0002
Scorpaeniformes					
Triglidae					
<i>Prionotus albirostris</i>	0.0443	0.0020	0.1666	0.0077	0.0002
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.3101	0.0274	1.1666	0.3938	0.0141
Carangidae	0.1329	0.0185	0.5	0.0757	0.0027
<i>Selar crumenophthalmus</i>	0.0443	0.0043	0.1666	0.0081	0.0002
<i>Chloroscumbrus orqueta</i>	0.0886	0.0035	0.3333	0.0307	0.0011
Haemulidae					
<i>Haemulon steindachneri</i>	0.0443	0.0110	0.1666	0.0092	0.0003
Sciaenidae					
<i>Larimus effulgens</i>	0.0443	0.0059	0.1666	0.0083	0.0003
<i>Larimus argenteus</i>	1.9937	0.0294	3	6.0697	0.2178
Gempylidae					
<i>Gempylus serpens</i>	0.0886	0.0238	0.3333	0.0374	0.0013
Scombridae	0.2215	0.0029	0.8333	0.1870	0.0067
<i>Scomber japonicus</i>	0.2215	0.0313	0.8333	0.2107	0.0075
<i>Auxis</i> sp.	0.0886	0.0084	0.3333	0.0323	0.0011
<i>Auxis thazard</i>	1.0190	0.1426	3.3333	3.8722	0.1389
<i>Thunnus</i> spp.	0.1772	0.0094	0.6666	0.1244	0.0044
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.0443	0.0103	0.1666	0.0091	0.0003
Pleuronectiformes					
Paralichthyidae	0.0443	0.0006	0.1666	0.0074	0.0002
Achiridae	0.0443	0.0005	0.1666	0.0074	0.0002
Total	100	100	100	2786.6683	100

Tabla II. Principales especies presas de *S. zygaena* durante el 2004.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Bivalvia					
Veneroidea					
Lucinidae					
<i>Lucina fenestrata</i>	0.0798	0.0009	0.3546	0.0286	0.0010
Nuculoidea					
Nuculanidae					
<i>Nuculana ornata</i>	0.0798	0.0001	0.3546	0.0283	0.0010
Gastropoda					
Neotaenioglossa					
Naticidae					
<i>Natica natica</i>	0.0798	0.0012	0.3546	0.0287	0.0010
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	0.0798	5.7758	0.3546	0.0283	0.0010
	45.0479	9.4100	19.8581	1081.4349	39.6723
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0.9584	0.0008	2.8368	2.7213	0.0998
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	8.0670	0.4344	5.6737	48.2358	1.7695
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	1.3578	6.0994	3.5460	26.4442	0.9701
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	0.0798	5.7758	0.3546	0.0283	0.0010
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.3194	0.0001	1.0638	0.3400	0.0124
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.3194	0.0005	1.4184	0.4539	0.0166
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	21.7252	49.9210	16.6666	1194.1049	43.8056
<i>Ommastrephes bartramii</i>	3.9936	7.0916	6.7375	74.6879	2.7399
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	6.5495	23.8625	9.2198	280.3952	10.2862
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.3993	1.2887	1.7730	2.9931	0.1098
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.2396	2.0215	1.0638	0.2549	0.0093
Octopoda					
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	0.4792	3.4655	1.4184	0.6798	0.0249
CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.3993	0.2041	1.7730	1.0699	0.0392

Anguilliformes					
Ophichthidae	0.3993	0.1567	1.7730	0.9860	0.0361
<i>Ophichthus</i> spp.	0.0798	0.0019	0.3546	0.0290	0.0010
<i>Ophichthus remiger</i>	0.0798	0.0440	0.3546	0.0439	0.0016
Clupeiformes					
Engraulidae	0.2396	0.0890	1.0638	0.3496	0.0128
<i>Anchoa</i> spp.	0.1597	0.0029	0.7092	0.1154	0.0042
<i>Anchoa nasus</i>	0.0798	5.7758	0.3546	0.0283	0.0010
Clupeidae					
<i>Sardinops sagax</i>	0.1597	0.0003	0.7092	0.1135	0.0041
<i>Opisthonema libertate</i>	0.3993	0.4412	1.7730	1.4904	0.0546
Myctophiformes					
Myctophidae					
<i>Benthoosema panamensis</i>	4.1533	0.0012	0.3546	1.4732	0.0540
Aulopiformes					
Ophidiidae	0.0798	0.0027	0.3546	0.0292	0.0010
Beloniformes					
Exocoetidae	0.7188	0.1024	3.1914	2.6210	0.0961
<i>Exocoetus</i> spp.	0.0798	0.0032	0.3546	0.0294	0.0010
<i>Cypselurus callopterus</i>	0.1597	0.0125	0.7092	0.1222	0.0044
Hemiramphidae	0.3194	0.0234	1.4184	0.4864	0.0178
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.0798	0.0082	0.3546	0.0312	0.0011
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.0798	0.0090	0.3546	0.0315	0.0011
Scorpaeniformes					
Triglidae					
<i>Prionotus albirostris</i>	0.0798	0.0178	0.3546	0.0346	0.0012
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.1597	0.0267	0.7092	0.1322	0.0048
Carangidae	0.0798	0.0180	0.3546	0.0347	0.0012
<i>Selar crumenophthalmus</i>	0.0798	0.0380	0.3546	0.0418	0.0015
Haemulidae					
<i>Haemulon steindachneri</i>	0.0798	0.0974	0.3546	0.0628	0.0023
Sciaenidae					
<i>Larimus effulgens</i>	0.1597	0.0266	0.7092	0.1321	0.0048
<i>Larimus argenteus</i>	0.0798	0.0524	0.3546	0.0469	0.0017
Scombridae	0.3993	0.0257	1.7730	0.7537	0.0276
<i>Scomber japonicus</i>	0.2396	0.2118	1.0638	0.4802	0.0176
<i>Auxis</i> spp.	0.1597	0.0743	0.7092	0.1660	0.0060
<i>Auxis thazard</i>	0.5591	0.1319	2.4822	1.7154	0.0629
<i>Thunnus</i> spp.	0.2396	0.0534	1.0638	0.3118	0.0114
Pleuronectiformes					
Paralichthyidae	0.0798	0.0053	0.3546	0.0302	0.0011
Achiridae	0.0798	0.0044	0.3546	0.0299	0.0010
Total	100	100.0000	100	2725.9125	100

Tabla III. Principales especies presas de los intervalos de tallas *S. zygaena* durante el 2004.

Talla I					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	7.55	42.86	44.44	2240.32	45.89
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.84	4.76	22.22	124.45	2.55
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	64.47	33.34	33.33	1847.84	37.85
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	17.28	7.14	11.11	271.4	5.56
CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.4	2.38	11.11	30.9	0.63
Clupeiformes					
Clupeidae					
<i>Sardinops sagax</i>	0.01	2.38	11.11	26.53	0.54
<i>Opisthonema libertate</i>	9.25	4.76	22.22	311.34	6.38
Perciformes					
Scombridae					
<i>Thunnus</i> spp.	0.2	2.38	11.11	28.67	0.59
Total	100	100.0000	100	2725.9125	100
Talla II					
MOLLUSCA					
Bivalvia					
Veneroidea					
Lucinidae					
<i>Lucina fenestrata</i>	0	0.2	1.69	0.34	0.01
Nuculoidea					
Nuculanidae					
<i>Nuculana ornata</i>	0	0.2	1.69	0.33	0.01
Gastropoda					
Neotaenioglossa					
Naticidae					
<i>Natica natica</i>	0	0.2	1.69	0.34	0.01
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	22.08	67.84	49.15	4419.83	66.67

Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0.1	0.39	3.39	1.33	0.02
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.52	8.43	15.25	136.53	2.06
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	8.13	1.18	8.47	78.85	1.19
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0	0.59	3.39	2	0.03
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0	0.39	3.39	1.33	0.02
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	53.79	12.35	45.76	1929.68	29.11
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	11.69	2.16	1.69	23.47	0.35
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.92	0.39	3.39	4.46	0.07
CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.43	0.59	5.08	5.17	0.08
Anguilliformes					
Ophichthidae	0.56	0.39	3.39	3.23	0.05
Clupeiformes					
Engraulidae	0.35	0.59	5.08	4.76	0.07
<i>Anchoa</i> spp.	0.01	0.2	1.69	0.35	0.01
Clupeidae					
<i>Opisthonema libertate</i>	0.2	0.2	1.69	0.67	0.01
<i>Sardinops sagax</i>	0	0.2	10.17	2	0.03
Beloniformes					
Exocoetidae	0.12	0.59	5.08	3.58	0.05
Hemiramphidae	0.03	0.2	1.69	0.39	0.01
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.03	0.2	1.69	0.39	0.01
Scorpaeniformes					
Triglidae					
<i>Prionotus albirostris</i>	0.07	0.2	1.69	0.45	0.01
Perciformes					
Sciaenidae					
<i>Larimus</i> sp	0.1	0.39	3.39	1.68	0.03
Scombridae	0.09	0.39	3.39	1.64	0.02
<i>Scomber japonicus</i>	0.36	0.2	1.69	0.94	0.01
<i>Auxis</i> spp.	0.29	0.39	3.39	2.31	0.03
<i>Auxis thazard</i>	0.13	0.39	5.08	2.67	0.04
<i>Thunnus</i> spp.	0.05	0.2	1.69	0.42	0.01
Pleuronectiformes					
Paralichthyidae	0.02	0.2	1.69	0.37	0.01
Achiridae	0.02	0.2	1.69	0.36	0.01
Total	100	100	100	6630	100

Talla III					
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	6.91	33.41	29.41	1185.8	28.37
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0	1.17	5.88	6.88	0.16
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.51	12.85	7.84	104.77	2.51
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	1.21	0.93	5.88	12.61	0.3
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.3194	0.0005	1.4184	0.4539	0.0166
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	54.77	21.27	35.29	1754.9	41.98
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	33.22	11.68	23.53	1056.44	25.27
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	2.03	0.47	3.92	9.81	0.23
CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.22	0.23	1.96	0.88	0.02
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	0.03	0.47	3.92	1.94	0.05
<i>Ophichthus remiger</i>	0.01	0.23	1.96	0.47	0.01
	0.12	0.23	1.96	0.7	0.02
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0	0.23	1.96	0.46	0.01
Clupeidae					
<i>Opisthonema libertate</i>	0.01	0.47	3.92	1.88	0.04
Myctophiformes					
Myctophidae					
<i>Benthosema panamensis</i>	0	12.15	1.96	23.83	0.57
Aulopiformes					
Ophidiidae					
	0.01	0.23	1.96	0.47	0.01
Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Exocoetus</i> spp.	0.19	0.7	5.88	5.23	0.13
	0.01	0.23	1.96	0.48	0.01
Hemiramphidae					
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.03	0.23	1.96	0.52	0.01
	0.03	0.23	1.96	0.51	0.01
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.07	0.47	3.92	2.12	0.05
Carangidae					
<i>Selar crumenophthalmus</i>	0.05	0.23	1.96	0.56	0.01
	0.11	0.23	1.96	0.66	0.02

Sciaenidae					
<i>Larimus effulgens</i>	0.14	0.23	1.96	0.74	0.02
Scombridae	0	0.47	3.92	1.85	0.04
<i>Scomber japonicus</i>	0.2	0.23	1.96	0.86	0.02
<i>Auxis thazard</i>	0.12	0.7	5.88	4.83	0.12
Total	100	100	100	4180	100
Talla IV					
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	5.21	27.41	53.85	1756.35	17.68
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0	1.02	7.69	7.81	0.08
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.48	0.51	7.69	7.59	0.08
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	20.74	3.55	15.38	373.68	3.76
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	55.04	60.92	69.23	7088.84	71.38
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	17.77	3.05	30.77	640.42	6.45
CHORDATA					
Teleostei					
Anguilliformes					
Ophichthidae	0.02	0.51	7.69	4.05	0.04
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa nasus</i>	0	0.51	7.69	3.91	0.04
Beloniformes					
Exocoetidae	0.03	1.52	23.08	35.81	0.36
Perciformes					
Haemulidae					
<i>Haemulon steindachneri</i>	0.56	0.51	7.69	8.25	0.08
Scombridae					
<i>Auxis thazard</i>	0.16	0.51	7.69	5.14	0.05
Total	100	100	100	9332	100
Talla V					
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	0.28	5	12.5	66.05	0.68
Ancistrocheiridae					

<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	0	1.67	12.5	20.84	0.22
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0	1.67	12.5	20.86	0.22
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	66.95	56.67	112.5	7356.63	76.24
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	30.16	20	37.5	1880.81	19.49
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	1.89	1.67	12.5	44.44	0.46
CHORDATA					
Teleostei					
Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Cypselurus callopterus</i>	0.08	3.33	25	85.21	0.88
Hemiramphidae	0.02	3.33	25	83.8	0.87
Perciformes					
Scombridae	0	1.67	12.5	20.87	0.22
<i>Scomber japonicus</i>	0.28	1.67	12.5	24.3	0.25
<i>Auxis thazard</i>	0.16	1.67	12.5	22.81	0.24
<i>Thunnus</i> spp.	0.19	1.67	12.5	23.21	0.24
Total	100	100	100	9650	100

Tabla IV. Principales especies presas de hembras de *S. zygaena* durante el 2004.

Presas	%N	%Peso	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Bivalvia					
Veneroidea					
Lucinidae					
<i>Lucina fenestrata</i>	0.1338	0.0015	2.4390	0.3303	0.0677
Nuculoida					
Nuculanidae					
<i>Nuculana ornata</i>	0.1338	0.0002	2.4390	0.3272	0.0670
Gastropoda					
Neotaenioglossa					
Naticidae					
<i>Natica natica</i>	0.1338	0.0021	2.4390	0.3318	0.0680
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	0.1338	9.9397	2.4390	0.3265	0.0669
	44.7121	9.6886	2.4390	132.6849	27.2004
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	0.6693	0.0009	2.4390	1.6347	0.3351
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	1.2048	0.1016	2.4390	3.1864	0.6532
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	1.8741	4.2332	2.4390	14.8961	3.0537
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis</i> spp.	0.1338	9.9397	2.4390	0.3265	0.0669
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.5354	0.0002	2.4390	1.3067	0.2678
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.4016	0.0004	2.4390	0.9805	0.2010
Ommastrephidae					
		51.153			
<i>Dosidicus gigas</i>	24.6318	9	2.4390	184.8433	37.8928
<i>Ommastrephes bartramii</i>	2.5435	4.7961	2.4390	17.9015	3.6698
		26.126			
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	8.7014	7	2.4390	84.9467	17.4140
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.4016	1.6454	2.4390	4.9927	1.0235
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.4016	3.4789	2.4390	0.9796	0.2008
Octopoda					
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	0.5354	3.9759	2.4390	1.3061	0.2677

CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.5354	0.3225	2.4390	2.0927	0.4290
Anguilliformes					
Ophichthidae	0.2677	0.2373	2.4390	1.2319	0.2525
<i>Ophichthus remiger</i>	0.1338	0.0758	2.4390	0.5114	0.1048
Clupeiformes					
Engraulidae	0.2677	0.0372	2.4390	0.7438	0.1524
<i>Anchoa</i> spp.	0.1338	0.0002	2.4390	0.3272	0.0670
Clupeidae					
<i>Opisthonema libertate</i>	0.5354	0.6913	2.4390	2.9922	0.6134
Mycophiformes					
Myctophidae					
<i>Benthoosema panamensis</i>	6.9611	0.0020	2.4390	16.9835	3.4816
Aulopiformes					
Ophidiidae	0.1338	0.0046	2.4390	0.3379	0.0692
Beloniformes					
Exocoetidae	0.8032	0.1238	2.4390	2.2611	0.4635
<i>Exocoetus</i> spp.	0.1338	0.0056	2.4390	0.3403	0.0697
<i>Cypselurus callopterus</i>	0.1338	0.0012	2.4390	0.3296	0.0675
Hemiramphidae	0.4016	0.0249	2.4390	1.0403	0.2132
<i>Hemiramphus saltador</i>	0.1338	0.0142	2.4390	0.3611	0.0740
<i>Oxyporhamphus mcropterus</i>	0.1338	0.0156	2.4390	0.3645	0.0747
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.2677	0.0460	2.4390	0.7652	0.1568
Carangidae					
<i>Selar crumenophthalmus</i>	0.1338	0.0655	2.4390	0.4864	0.0997
Sciaenidae					
<i>Larimus</i> spp.	0.1338	0.0160	2.4390	0.3655	0.0749
<i>Larimus effulgens</i>	0.1338	0.0902	2.4390	0.5465	0.1120
Scombridae	0.1338	0.0022	2.4390	0.3320	0.0680
<i>Scomber japonicus</i>	0.2677	0.2381	2.4390	1.2338	0.2529
<i>Auxis</i> spp.	0.1338	0.0482	2.4390	0.4440	0.0910
<i>Auxis thazard</i>	0.5354	0.1226	2.4390	1.6051	0.3290
<i>Thunnus</i> spp.	0.1338	0.0547	2.4390	0.4600	0.0943
Pleuronectiformes					
Achiridae	0.1338	0.0076	2.4390	0.3451	0.0707
Total	100	100	100	487.8048	100

Tabla V. Principales especies presas de machos de *S. zygaena* durante el 2004.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	45.5445	9.0235	3.2258	176.0262	27.2840
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	1.3861	0.0007	3.2258	4.4736	0.6934
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	18.2178	0.8961	3.2258	61.6579	9.5569
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	0.5940	8.6880	3.2258	29.9423	4.6410
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.1980	0.0007	3.2258	0.6411	0.0993
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	17.4257	48.2109	3.2258	211.7311	32.8183
<i>Ommastrephes bartramii</i>	6.1386	10.2758	3.2258	52.9498	8.2072
<i>Sthenoteuthis</i> <i>oualaniensis</i>	3.3663	20.7219	3.2258	77.7041	12.0441
Onychoteuthidae					
<i>Onychoteuthis banksii</i>	0.3960	0.7940	3.2258	3.8389	0.5950
Octopoda					
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	0.3960	2.7575	3.2258	1.2776	0.1980
CHORDATA					
Teleostei					
Pez no identificado	0.1980	0.0398	3.2258	0.7673	0.1189
Anguilliformes					
Ophichthidae	0.5940	0.0449	3.2258	2.0613	0.3195
<i>Ophichthus</i> spp.	0.1980	0.0046	3.2258	0.6536	0.1013
Clupeiformes					
Engraulidae	0.1980	0.1609	3.2258	1.1579	0.1794
<i>Anchoa</i> spp.	0.1980	0.0066	3.2258	0.6603	0.1023
<i>Anchoa nasus</i>	0.1980	0.0001	3.2258	0.6392	0.0990
Clupeidae					
<i>Sardinops sagax</i>	0.3960	0.0008	3.2258	1.2802	0.1984
<i>Opisthonema libertate</i>	0.1980	0.0943	3.2258	0.9429	0.1461
Beloniformes					
Exocoetidae	0.5940	0.0726	3.2258	2.1507	0.3333
<i>Cypselurus callopterus</i>	0.1980	0.0282	3.2258	0.7299	0.1131
Hemiramphidae	0.1980	0.0213	3.2258	0.7077	0.1096
Scorpaeniformes					

Triglidae					
<i>Prionotus albirostris</i>	0.1980	0.0425	3.2258	0.7758	0.1202
Perciformes					
Carangidae	0.1980	0.0431	3.2258	0.7779	0.1205
Haemulidae					
<i>Haemulon steindachneri</i>	0.1980	0.2327	3.2258	1.3895	0.2153
Sciaenidae					
<i>Larimus</i> spp.	0.1980	0.0413	3.2258	0.7722	0.1196
Scombridae	0.1980	0.0413	3.2258	0.7722	0.1196
<i>Scomber japonicus</i>	0.1980	0.0413	3.2258	0.7722	0.1196
<i>Auxis</i> spp.	0.1980	0.1105	3.2258	0.9954	0.1542
<i>Auxis thazard</i>	0.5940	0.1449	3.2258	2.3837	0.3694
<i>Thunnus</i> spp.	0.3960	0.0517	3.2258	1.4443	0.2238
Pleuronectiformes					
Paralichthyidae	0.1980	0.01282	3.2258	0.6801	0.10542
Total	100	100.0000	100	645.16129	100

Tabla VI. Principales especies presas de *S. zygaena* durante el 2007.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.2624	0.5300	3.5714	2.8304	0.0436
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	65.3699	84.9823	39.2857	5906.6963	91.0950
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	0.0003	0.1766	1.1904	0.2107	0.0032
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.0010	0.7067	3.5714	2.5278	0.0389
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	29.6754	4.4169	14.2857	487.0346	7.5112
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	3.3173	0.8833	3.5714	15.0028	0.2313
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	2.7430	0.1766	1.1904	0.2103	0.0032
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.0026	0.3533	2.3809	0.8475	0.0130
Pez no identificado	0.3139	0.8833	5.9523	7.1272	0.1099
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.0785	1.5901	5.9523	9.9322	0.1531
<i>Engraulis</i> spp.	0.0074	0.8833	4.7619	4.2422	0.0654
<i>Engraulis mordax</i>	0.0182	0.3533	1.1904	0.4423	0.0068
Aulopiformes					
Synodontidae					
<i>Synodus</i> spp.	0.0270	0.1766	1.1904	0.2425	0.0037
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.0037	0.1766	1.1904	0.2148	0.0033
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.0232	0.1766	1.1904	0.2379	0.0036
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.2140	0.3533	2.3809	1.3510	0.0208
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	0.3790	0.7067	4.7619	5.1703	0.0797
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.0489	0.1766	1.1904	0.2685	0.0041

Total	100	100	114.2857	6484.1025	100
--------------	------------	------------	----------	-----------	------------

Tabla VII. Principales especies presas de los intervalos de tallas *S. zygaena* durante el 2007.

Talla I					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.2624	2.4390	3.5714	9.6482	0.1789
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	65.3699	50.4065	39.2857	4548.3609	84.3791
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	0.0003	0.8130	1.1904	0.9682	0.0179
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.0010	2.4390	3.5714	8.7146	0.1616
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	29.6754	9.7560	14.2857	563.3080	10.4502
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	3.3174	2.4390	3.5714	20.5586	0.3813
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.3139	4.0650	5.9523	26.0656	0.4835
Pez no identificado	0.0026	0.8130	1.1904	0.9710	0.0180
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.0785	4.0650	5.9523	24.6640	0.4575
<i>Engraulis</i> spp.	0.0074	3.2520	4.7619	15.5215	0.2879
<i>Engraulis mordax</i>	0.0182	0.8130	1.1904	0.9895	0.0183
Aulopiformes					
Synodontidae					
<i>Synodus</i> spp.	0.0270	0.8130	1.1904	1.0001	0.0185
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.0037	0.8130	1.1904	0.9723	0.0180
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.0232	0.8130	1.1904	0.9954	0.0184
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.2140	1.6260	2.3809	4.3811	0.0812
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	0.3790	3.2520	4.7619	17.2909	0.3207
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.0489	0.8130	1.1904	1.0260	0.0190
Total	100	100	111.9047	5390.3877	100

Talla II					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.3118	0.2049	3.5294	1.8239	0.0328
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	59.6752	92.9644	32.9411	5028.1311	90.5395
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	0.0004	0.0683	1.1764	0.0808	0.0014
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.0012	0.2732	3.5294	0.9688	0.0174
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	34.6475	1.7759	12.9411	471.3632	8.4876
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	3.9413	0.2732	3.5294	14.8749	0.2678
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.3730	0.3415	5.8823	4.2033	0.0756
Pez no identificado	0.0031	0.0683	1.1764	0.0840	0.0015
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.0932	0.6147	5.8823	4.1649	0.0749
<i>Engraulis</i> spp.	0.0088	0.3415	4.7058	1.6490	0.0296
<i>Engraulis mordax</i>	0.0216	0.1366	1.1764	0.1862	0.0033
Aulopiformes					
Synodontidae					
<i>Synodus</i> spp.	0.0321	0.0683	1.1764	0.1182	0.0021
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.0044	0.0683	1.1764	0.0856	0.0015
Mugiliformes					
Mugilidae					
Mugil curema	0.0275	0.0683	1.1764	0.1128	0.0020
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.2543	0.1366	2.3529	0.9198	0.0165
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	0.2992	0.2049	3.5294	1.7794	0.0320
Total	100	100	114.2857	6484.1025	100
Talla III					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					

Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	48.6859	90.9090	75	10469.6245	87.3943
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	51.3140	9.0909	25	1510.1251	12.6056
Total	100	100	114.2857	6484.1025	100
Talla IV					
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.4034	33.3333	33.3333	1124.5582	16.8683
Perciformes					
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	71.9317	33.3333	33.3333	3508.8354	52.6325
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	27.6648	33.3333	33.3333	2033.2729	30.4990
Total	100	100	100	6666.6666	100

Tabla VIII. Principales especies presas de hembras de *S. zygaena* durante el 2007.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.3569	0.6849	1.1904	1.2403	0.0455
Loliginidae	0.1746	3.4246	5.9523	21.4245	0.7860
<i>Lolliguncula diomedea</i>	60.1011	70.5479	17.8571	2333.0200	85.6003
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	0.0005	0.6849	1.1904	0.8160	0.0299
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.0004	0.6849	1.1904	0.8158	0.0299
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	33.3153	9.5890	7.1428	306.4598	11.2442
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	5.3000	3.4246	3.5714	31.1595	1.1432
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0.0042	0.6849	1.1904	0.8204	0.0301
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.1135	4.7945	3.5714	17.5287	0.6431
<i>Engraulis</i> spp.	0.0105	2.0547	3.5714	7.3761	0.2706
<i>Engraulis mordax</i>	0.0166	0.6849	1.1904	0.8352	0.0306
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.0060	0.6849	1.1904	0.8225	0.0301
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.0370	0.6849	1.1904	0.8595	0.0315
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.3146	0.6849	1.1904	1.1899	0.0436
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	0.2482	0.6849	1.1904	1.1109	0.0407
Total	100	100	52.3809	2725.4796	100

Tabla IX. Principales especies presas de machos de *S. zygaena* durante el 2007.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.10483	0.4819	2.3809	1.3970	0.0371
Loliginidae	0.3943	1.9277	9.5238	22.1151	0.5878
<i>Lolliguncula diomedea</i>	74.1068	90.6024	21.4285	3529.4842	93.8111
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.0019	0.4819	2.3809	1.1521	0.0306
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	23.6766	2.6506	7.1428	188.0519	4.9982
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	0	0.2409	1.1904	0.2868	0.0076
Pez no identificado	0.8426	1.2048	5.9523	12.1871	0.3239
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.0200	0.4819	2.3809	1.1951	0.0317
<i>Engraulis</i> spp.	0.0024	0.4819	1.1904	0.5766	0.0153
Aulopiformes					
Synodontidae					
<i>Synodus</i> spp.	0.0726	0.2409	1.1904	0.3733	0.0099
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.0460	0.2409	1.1904	0.3416	0.0090
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	0.6002	0.7228	3.5714	4.7255	0.1256
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.1312	0.2409	1.1904	0.4431	0.0117
Total	100	100	60.7142	3762.3300	100

Tabla X. Principales especies presas de *S. zygaena* durante el 2008.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	1.8912	0.0106	6.8965	13.1167	0.2496
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	2.6004	0.0281	3.4482	9.0642	0.1724
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	4.9645	0.0003	9.4827	47.0804	0.8959
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.9456	0.0103	2.5862	2.4723	0.0470
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp	3.7825	0.3093	10.3448	42.3299	0.8055
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	2.6004	0.0002	5.1724	13.4520	0.2559
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.9456	0.0001	3.4482	3.2612	0.0620
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	25.7683	96.8217	37.9310	4649.9683	88.4850
<i>Ommastrephes bartramii</i>	3.3096	0.3075	6.8965	24.9467	0.4747
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	4.4917	2.1343	10.3448	68.5457	1.3043
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.6004	5.6990	6.0344	15.6928	0.2986
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	10.6382	7.5987	11.2068	119.2231	2.2687
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	1.8912	3.3434	2.5862	4.8912	0.0930
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
Restos	0.2364	1.5197	0.8620	0.2038	0.0038
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.2364	0.0009	0.8620	0.2046	0.0038
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	3.3096	0.0099	12.068	40.0647	0.7623
Pez no identificado	0.2364	0.0065	0.8620	0.2094	0.0039
Pez no identificado 2	0.2364	0.0027	0.8620	0.2061	0.0039
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	0.7092	0.0003	2.5862	1.8351	0.0349
Clupeiformes					

Engraulidae	0.2364	3.0394	0.8620	0.2038	0.0038
<i>Anchoa</i> spp.	0.4728	0.0003	1.7241	0.8158	0.0155
Clupeidae					
<i>Sardinops</i> spp.	0.2364	1.5197	0.8620	0.2038	0.0038
<i>Opisthonema libertate</i>	1.8912	0.0053	1.7241	3.2700	0.0622
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	1.8912	0.0149	5.1724	9.8596	0.1876
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.2364	0.0047	0.8620	0.2078	0.0039
Beloniformes					
Exocoetidae	0.2364	0.0001	0.8620	0.2039	0.0038
<i>Exocoetus</i> spp.	2.1276	0.0101	5.1724	11.0574	0.2104
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	0.2364	0.0013	0.8620	0.2049	0.0039
<i>Exocoetus volitans</i>	0.4728	0.0053	0.8620	0.4122	0.0078
<i>Hirundichthys marginatus</i>	0.2364	0.0015	0.8620	0.2051	0.0039
Hemiramphidae	0.9456	0.0107	2.5862	2.4732	0.0470
<i>Hemiramphus saltador</i>	3.0732	0.0321	7.7586	24.0941	0.4584
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.7092	0.0223	2.5862	1.8920	0.0360
Carangidae	0.4728	0.0192	1.7241	0.8483	0.0161
<i>Chloroscumbrus orqueta</i>	0.4728	0.0041	1.7241	0.8222	0.0156
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	9.2198	0.0201	10.3448	95.5866	1.8189
Gempylidae					
<i>Gempylus serpens</i>	0.4728	0.0276	1.7241	0.8628	0.0164
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.2364	0.0071	0.8620	0.2099	0.0039
<i>Auxis thazard</i>	3.7825	0.1481	11.2068	44.0508	0.8382
<i>Thunnus</i> spp.	0.2364	0.0038	0.8620	0.2071	0.0039
<i>Katsuwonus pelamos</i>	0.2364	0.0120	0.8620	0.2141	0.0040
Total	100	100	197.4137	5255.0869	100

Tabla XI. Principales especies presas de los intervalos de tallas *S. zygaena* durante el 2008.

Talla II					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	7.8260	0.1542	7.8947	63.0027	2.0940
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	1.7391	0.0001	5.2631	9.1541	0.3042
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.8695	0.0009	2.6315	2.2908	0.0761
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	2.6086	0.5116	7.8947	24.6345	0.8187
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.8695	0.0001	2.6315	2.2888	0.0760
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	6.9565	98.7336	15.7894	1668.7924	55.4657
<i>Ommastrephes bartramii</i>	2.6086	0.2210	7.8947	22.3399	0.7425
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.6086	0.0001	5.2631	13.7309	0.4563
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	32.1739	0.0003	21.0526	677.3534	22.5132
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	1.7391	1.0188	2.6315	4.5766	0.1521
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.8695	0.0064	2.6315	2.3052	0.0766
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	3.4782	0.0097	7.8947	27.5371	0.9152
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	1.7391	0.0008	5.2631	9.1575	0.3043
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.8695	0.0001	2.6315	2.2885	0.0760
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	0.8695	0.0524	2.6315	2.4264	0.0806

Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Exocoetus</i> spp.	0.8695	0.0049	2.6315	2.3014	0.0764
<i>Exocoetus volitans</i>	1.7391	0.0358	2.6315	4.6710	0.1552
<i>Hirundichthys marginatus</i>	0.8695	0.0106	2.6315	2.3163	0.0769
Hemiramphidae					
<i>Hemiramphus saltator</i>	3.4782	0.0789	10.5263	37.4444	1.2445
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.8695	0.0065	2.6315	2.3056	0.0766
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	22.6086	0.0942	18.4210	418.2125	13.9001
Scombridae					
<i>Auxis thazard</i>	1.7391	0.0765	5.2631	9.5563	0.3176
Total	100	100	144.7368	3008.6875	100
Talla III					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	3.4285	0.0145	8.6956	29.9397	0.6408
Loliginidae	1.1428	0.0065	1.4492	1.6658	0.0356
<i>Lolliguncula diomedae</i>	1.1428	0.0071	1.4492	1.6666	0.0356
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	3.4285	0.0001	8.6956	29.8148	0.6381
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	1.7142	0.0141	2.8985	5.0099	0.1072
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	4.5714	0.2297	7.2463	34.7909	0.7446
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	1.1428	3.8207	2.8985	3.3127	0.0709
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	1.1428	0.0001	2.8985	3.3129	0.0709
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	28.5714	99.0399	33.3333	4253.7116	91.0425
<i>Ommastrephes bartramii</i>	2.8571	0.1762	4.3478	13.1885	0.28227
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	4	0.3192	7.2463	31.2987	0.6698
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	1.1428	1.1593	2.8985	3.3126	0.0709
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	4.5714	2.7402	7.2463	33.1264	0.7090
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	3.4285	4.4266	2.8985	9.9380	0.2127

ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.5714	2.1079	1.4492	0.8281	0.0177
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	4	0.0010	10.1449	40.5898	0.8687
Pez no identificado 2	0.5714	0.0037	1.4492	0.8335	0.0178
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	0.5714	0.0003	1.4492	0.8286	0.0177
Clupeiformes					
Engraulidae	0.5714	4.2158	1.4492	0.8282	0.0177
<i>Anchoa</i> spp.	0.5714	0.0004	1.4492	0.8288	0.0177
Clupeidae					
<i>Opisthonema libertate</i>	4.5714	0.0074	2.8985	13.2721	0.2840
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	3.4285	0.0041	5.7971	19.8999	0.4259
Mugiliformes					
Mugilidae					
<i>Mugil curema</i>	0.5714	0.0065	1.4492	0.8376	0.0179
Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Exocoetus</i> spp.	1.1428	0.0030	2.8985	3.3214	0.0710
Hemiramphidae	1.7142	0.0136	2.8985	5.0084	0.1071
<i>Hemiramphus saltator</i>	4.5714	0.0201	5.7971	26.6180	0.5697
Perciformes					
Carangidae	0.5714	0.0191	1.4492	0.8559	0.0183
<i>Chloroscumbrus orqueta</i>	1.1428	0.0057	2.8985	3.3291	0.0712
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	7.4285	0.0084	7.2463	53.8917	1.1534
Scombridae					
<i>Auxis thazard</i>	5.1428	0.0927	8.6956	45.5274	0.9744
<i>Thunnus</i> spp.	0.5714	0.0053	1.4492	0.8359	0.0178
Total	100	100	155.0724	4672.2250	100

Talla IV

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	1.8912	0.0106	6.8965	13.1167	0.2496
Loliginidae	0.4728	0.0047	0.8620	0.4116	0.0078
<i>Lolliguncula diomedea</i>	2.6004	0.0281	3.4482	9.0642	0.1724

Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	4.9645	0.0003	9.4827	47.0804	0.8959
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.9456	0.0103	2.5862	2.4723	0.0470
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	3.7825	0.3093	10.3448	42.3299	0.8055
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	2.6004	0.0002	5.1724	13.4520	0.2559
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.9456	0.0001	3.4482	3.2612	0.0620
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	25.7683	96.8217	37.9310	4649.9683	88.4850
<i>Ommastrephes bartramii</i>	3.3096	0.3075	6.8965	24.9467	0.4747
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	4.4917	2.1343	10.3448	68.5457	1.3043
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.6004	5.6990	6.0344	15.6928	0.2986
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	10.6382	7.5987	11.2068	119.2231	2.2687
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	1.8912	3.3434	2.5862	4.8912	0.0930
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
Restos de peneido	0.2364	1.5197	0.8620	0.2038	0.0038
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.2364	0.0009	0.8620	0.2046	0.0038
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	3.3096	0.0099	12.068	40.0647	0.7623
Pez no identificado	0.2364	0.0065	0.8620	0.2094	0.0039
Pez no identificado 2	0.2364	0.0027	0.8620	0.2061	0.0039
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	0.7092	0.0003	2.5862	1.8351	0.0349
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.2364	3.0394	0.8620	0.2038	0.0038
	0.4728	0.0003	1.7241	0.8158	0.0155
Clupeidae					
<i>Sardinops</i> spp.	0.2364	1.5197	0.8620	0.2038	0.0038
<i>Opisthonema libertate</i>	1.8912	0.0053	1.7241	3.2700	0.0622
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	1.8912	0.0149	5.1724	9.8596	0.1876
Mugiliformes					

Mugilidae					
Mugil curema	0.2364	0.0047	0.8620	0.2078	0.0039
Beloniformes					
Exocoetidae	0.2364	0.0001	0.8620	0.2039	0.0038
<i>Exocoetus</i> spp.	2.1276	0.0101	5.1724	11.0574	0.2104
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	0.2364	0.0013	0.8620	0.2049	0.0039
<i>Exocoetus volitans</i>	0.4728	0.0053	0.8620	0.4122	0.0078
<i>Hirundichthys marginatus</i>	0.2364	0.0015	0.8620	0.2051	0.0039
Hemiramphidae	0.9456	0.0107	2.5862	2.4732	0.0470
<i>Hemiramphus saltator</i>	3.0732	0.0321	7.7586	24.0941	0.4584
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.7092	0.0223	2.5862	1.8920	0.0360
Carangidae	0.4728	0.0192	1.7241	0.8483	0.0161
<i>Chloroscumbrus orqueta</i>	0.4728	0.0041	1.7241	0.8222	0.0156
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	9.2198	0.0201	10.3448	95.5866	1.8189
Gempylidae					
<i>Gempylus serpens</i>	0.4728	0.0276	1.7241	0.8628	0.0164
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.2364	0.0071	0.8620	0.2099	0.0039
<i>Auxis thazard</i>	3.7825	0.1481	11.2068	44.0508	0.8382
<i>Thunnus</i> spp.	0.2364	0.0038	0.8620	0.2071	0.0039
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.2364	0.0120	0.8620	0.2141	0.0040
Total	100	100	197.4137	5255.0869	100

Talla V

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	2.6316	0.0013	14.2857	37.6122	0.8382
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	2.6316	1.4369	4.7619	19.3738	0.4318
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	10.5263	0.0050	4.7619	50.1492	1.1176
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	44.7368	61.3082	33.3333	3534.8362	78.7757
<i>Ommastrephes bartramii</i>	15.7895	10.7047	9.5238	252.3258	5.6232
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	7.8947	21.5250	14.2857	420.2823	9.3662
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.6316	0.0006	4.7619	12.5340	0.2793
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	5.2632	0.5634	9.5238	55.4907	1.2366

Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Exocoetus monocirrus</i>	2.6316	0.0992	4.7619	13.0038	0.2898
Perciformes					
Scombridae	5.2632	4.3556	9.5238	91.6076	2.0415
<i>Auxis thazard</i>	2.6316	0.0013	14.2857	37.6122	0.8382
Total	100	100	109.5238	4487.2156	100

Talla VI

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	0.3914	33.3333	383.4178	5.7513	0.3914
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	42.7161	33.3333	1794.2415	26.9136	42.7161
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	0.0170	33.3333	370.9376	5.5641	0.0170
CHORDATA					
Teleostei					
Beloniformes					
Exocoetidae					
<i>Exocoetus</i> spp.	3.4037	33.3333	854.1966	12.8129	3.4037
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	31.6882	33.3333	1426.6445	21.3997	31.6882
Gempylidae					
<i>Gempylus serpens</i>	3.7440	33.3333	495.1718	7.4276	3.7440
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	16.0313	33.3333	904.7475	13.5712	16.0313
<i>Auxis thazard</i>	2.0082	33.3333	437.3093	6.5596	2.0082
Total	100	100	266.6667	6666.6667	100

Talla VII

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	40	49.4466	200	17889.3143	61.8052
Ommastrephidae					
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	20	49.2410	100	6924.0986	23.9219
CHORDATA					
Teleostei					

Beloniformes	20	0.1906	100	2019.0579	6.9756
Exocoetidae	20	1.1219	100	2112.1863	7.2973
Hemiramphidae	40	49.4466	200	17889.3143	61.8052
Total	100	100	500	28944.6571	100
Talla VIII					
Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Histioteuthidae					68.907
<i>Histioteuthis spp</i>	50	87.8144	100	13781.4418	2
Ommastrephidae					14.267
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	16.6667	11.8692	100	2853.5893	9
CHORDATA					
Teleostei					
Beloniformes	16.6667	0.0459	100	1671.2605	8.3563
Exocoetidae	16.6667	0.2704	100	1693.7085	8.4685
Hemiramphidae	50	87.8144	100	13781.4418	68.907
					2
Total	100	100	400	20000	100

Tabla XII. Principales especies presas de hembras de *S. zygaena* durante el 2008.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	1.3043	0.0003	5.0847	6.6338	0.1226
Loliginidae					
<i>Lolliguncula diomedea</i>	3.9130	0.0287	5.0847	20.0429	0.3704
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	3.4782	0.0001	11.8644	41.2695	0.7628
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	1.3043	0.0120	3.3898	4.4625	0.0824
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	3.0434	0.1068	8.4745	26.6979	0.4934
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	1.3043	0.0001	5.0847	6.6328	0.1226
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	22.6086	99.0438	37.2881	4536.1983	83.8496
<i>Ommastrephes bartramii</i>	2.1739	0.1108	6.7796	15.4897	0.2863
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	3.0434	0.3338	8.4745	28.6215	0.5290
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.6086	6.9281	8.4745	22.1081	0.4086
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	16.9565	8.9225	18.6440	316.1402	5.8437
Vitreledonellidae					
<i>Vitreledonella richardi</i>	3.4782	4.6187	5.0847	17.6863	0.3269
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
Restos	0.4347	2.0994	1.6949	0.7369	0.0136
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	2.6086	0.0022	8.4745	22.1267	0.4090
Pez no identificado	0.4347	0.0090	1.6949	0.7522	0.0139
Clupeiformes					
Engraulidae					
<i>Anchoa</i> spp.	0.4347	4.1988	1.6949	0.7369	0.0136
<i>Anchoa</i> spp.	0.8695	0.0004	3.3898	2.9493	0.0545
Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	2.6086	0.0149	6.7796	17.7874	0.3287
Mugiliformes					

Mugilidae					
Mugil curema	0.4347	0.0065	1.6949	0.7479	0.0138
Beloniformes					
Exocoetidae					
Exocoetus spp.	1.7391	0.0033	5.0847	8.8600	0.1637
Hirundichthys marginatus	0.4347	0.0021	1.6949	0.7406	0.0136
Hemiramphidae	0.4347	0.0034	1.6949	0.7427	0.0137
Hemiramphus saltador	3.9130	0.0263	8.4745	33.3850	0.6171
Perciformes					
Coryphaenidae					
Coryphaena hippurus	0.8695	0.0208	3.3898	3.0185	0.0557
Carangidae					
Chloroscumbrus orqueta	0.8695	0.0056	3.3898	2.9669	0.0548
Sciaenidae					
Larimus argenteus	12.6086	0.0220	15.2542	192.6723	3.5614
Gempylidae					
Gempylus serpens	0.8695	0.0381	3.3898	3.0770	0.0568
Scombridae					
Auxis thazard	4.7826	0.1908	15.2542	75.8662	1.4023
Katsuwonus pelamos	0.4347	0.0166	1.6949	0.7650	0.0141
Total	100	100	208.4745	5409.9162	100

Tabla XIII. Principales especies presas de machos de *S. zygaena* durante el 2008.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Restos de calamar	2.8409	0.0375	5.1546	14.8376	0.2821
Loliginidae	1.1363	0.0170	1.8867	2.1762	0.0413
<i>Lolliguncula diomedeeae</i>	1.1363	0.0264	1.8867	2.1940	0.0417
Ancistrocheiridae					
<i>Ancistrocheirus lesueuri</i>	7.3863	0.0006	7.5471	55.7510	1.0602
Gonatidae					
<i>Gonatus</i> spp.	0.5681	0.0057	1.8867	1.0828	0.0205
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis</i> spp.	7.3863	1.8485	13.2075	121.9711	2.3195
Mastigoteuthidae					
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	5.1136	0.0007	7.5471	38.5994	0.7340
Octopoteuthidae					
<i>Octopoteuthis sicula</i>	0.5681	0.0001	1.8867	1.0723	0.0203
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	29.5454	90.0497	39.6226	4738.6770	90.1163
<i>Ommastrephes bartramii</i>	5.1136	0.8179	7.5471	44.7670	0.8513
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	6.8181	6.8470	6.1855	84.5273	1.6074
Thysanoteuthidae					
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	2.8409	2.4604	2.0618	5.8575	0.1113
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta</i> spp.	2.8409	3.8273	3.7735	10.7205	0.2038
ARTHROPODA					
Crustacea					
Malacostraca					
Decapoda					
<i>Litopenaeus vannamei</i>	0.5681	0.0034	1.8867	1.0785	0.0205
CHORDATA					
Teleostei					
Restos de peces	4.5454	0.0298	8.2474	37.7348	0.7176
Pez no identificado 2	0.5681	0.0097	1.8867	1.0904	0.0207
Anguilliformes					
Ophichthidae					
<i>Ophichthus</i> spp.	1.7045	0.0012	5.6603	9.6556	0.1836
Clupeiformes					
Clupeidae					
<i>Sardinops</i> spp.	0.5681	5.4676	1.0309	0.5858	0.0111

Gadiformes					
Merlucciidae					
<i>Merluccius gayi</i>	1.1363	0.0148	3.7735	4.3442	0.0826
Beloniformes					
Exocoetidae	1.1363	0.0010	1.8867	2.1460	0.0408
<i>Exocoetus</i> spp.	2.8409	0.0276	5.6603	16.2374	0.3087
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	0.5681	0.0049	1.8867	1.0813	0.0205
<i>Exocoetus volitans</i>	1.1363	0.0192	1.8867	2.1803	0.0414
Hemiramphidae	1.1363	0.0062	1.8867	2.1558	0.0409
<i>Hemiramphus saltador</i>	2.2727	0.0470	7.5471	17.5079	0.3329
Perciformes					
Coryphaenidae					
<i>Coryphaena hippurus</i>	0.5681	0.0260	1.8867	1.1211	0.0213
Carangidae	1.1363	0.0690	3.7735	4.5488	0.0865
Sciaenidae					
<i>Larimus argenteus</i>	2.8409	0.0116	3.7735	10.7644	0.2047
Scombridae					
<i>Scomber japonicus</i>	0.5681	0.0257	1.8867	1.1206	0.0213
<i>Auxis thazard</i>	2.8409	0.0361	7.5471	21.7133	0.4129
<i>Thunnus</i> spp.	0.5681	0.0139	1.8867	1.0983	0.0208
Total	100	100	164.1898	5258.3996	100

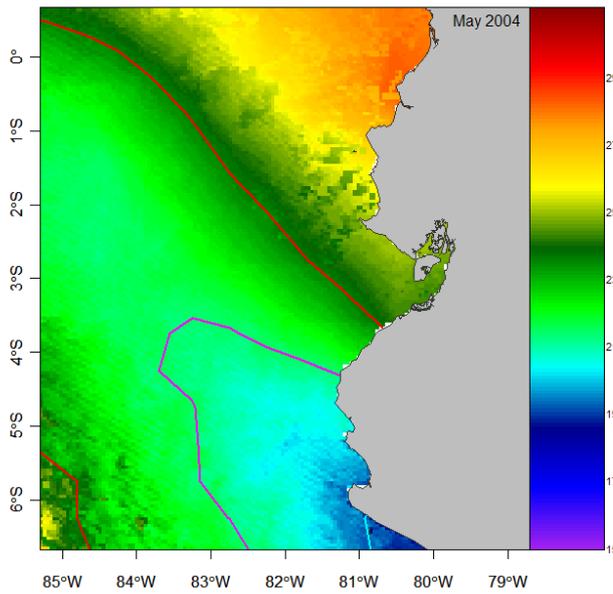
Tabla XIV. Principales especies presas de *S. zygaena* durante el 2009.

Presas	%N	%Pesos	%FO	IIR	%IIR
MOLLUSCA					
Cephalopoda					
Teuthoidea					
Loliginidae	9.0909	17.6285	12.5	333.9929	7.4296
<i>Lolliguncula diomedeeae</i>	9.0909	17.6285	12.5	333.9929	7.4296
Histioteuthidae					
<i>Histioteuthis spp</i>	9.0909	17.6285	12.5	333.9929	7.4296
Ommastrephidae					
<i>Dosidicus gigas</i>	22.7272	71.0109	25	2343.4545	52.1302
Octopoda					
Argonautidae					
<i>Argonauta spp.</i>	13.6363	0.0138	12.5	170.6272	3.7956
Total	100	100	100	4495.3798	100

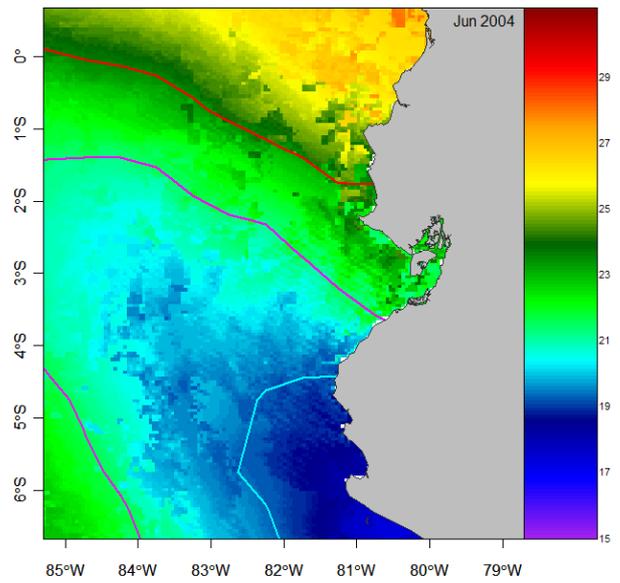
Anexo B

Imágenes de temperaturas promedio de los años de estudio.

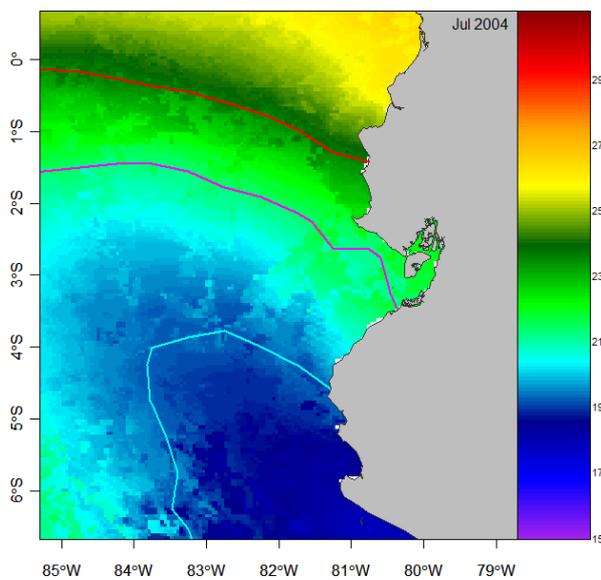
Imágenes de temperaturas promedio 2004



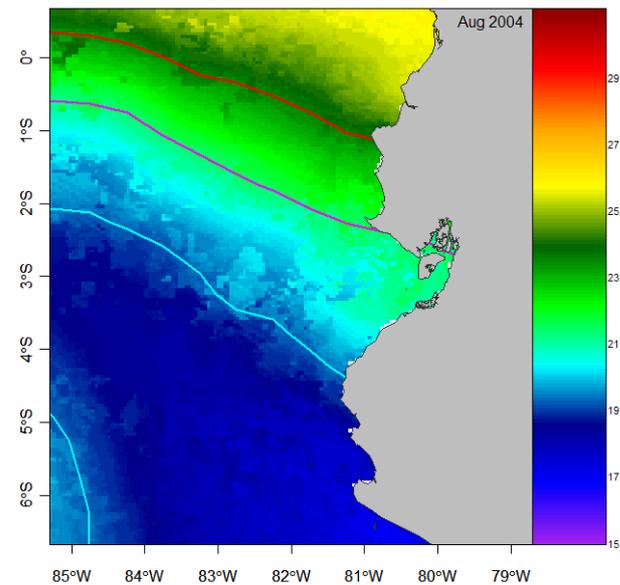
Mayo 2004



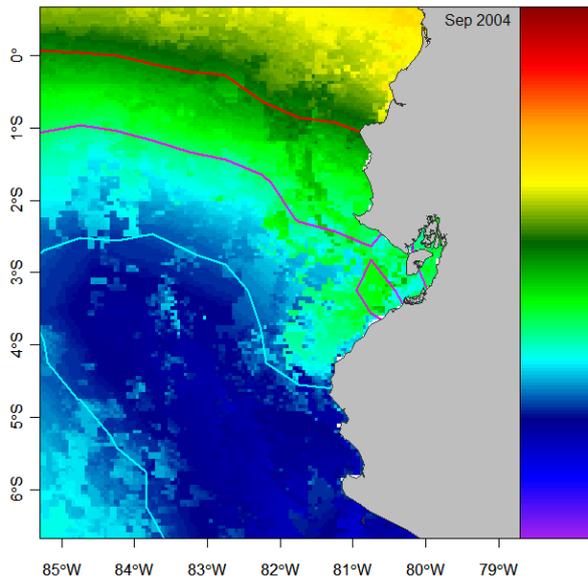
Junio 2004



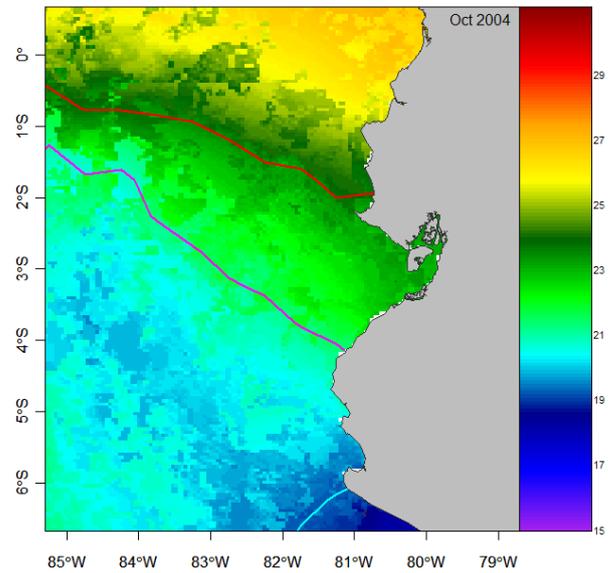
Julio 2004



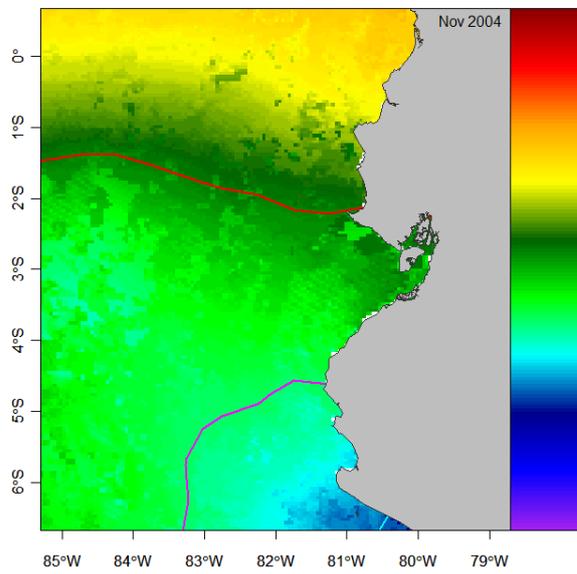
Agosto 2004



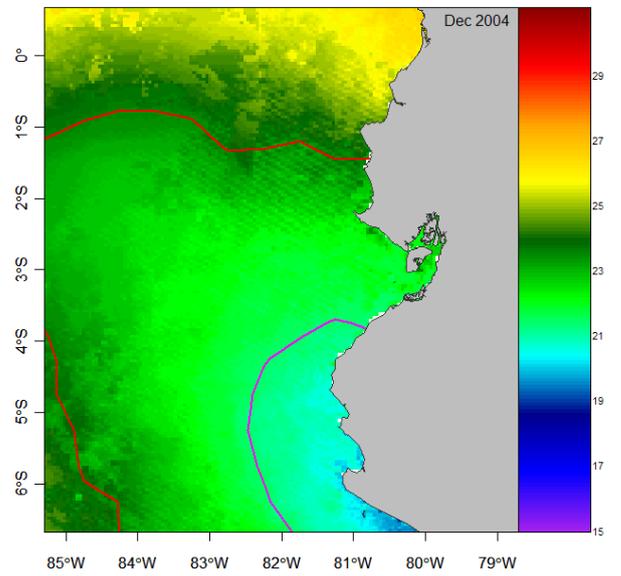
Septiembre 2004



Octubre 2004

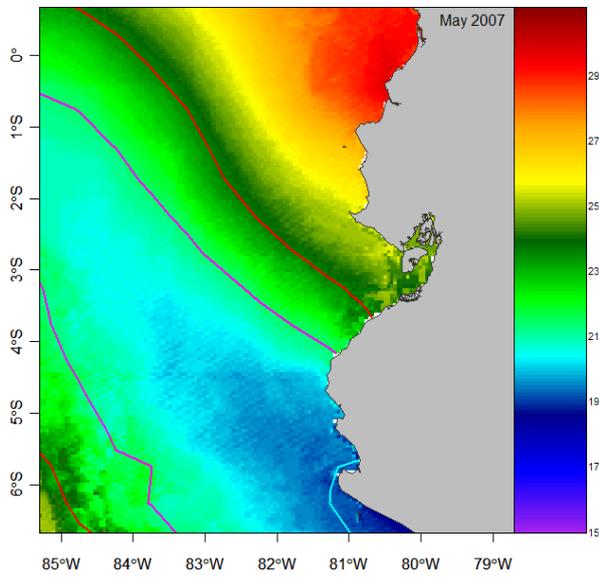


Noviembre 2004

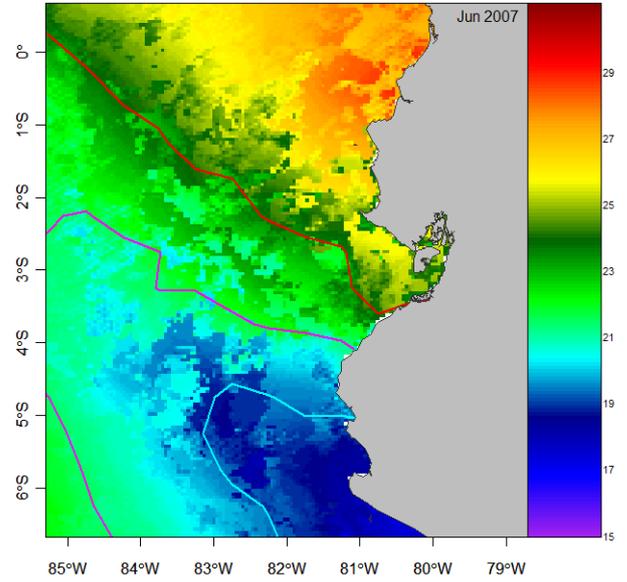


Diciembre 2004

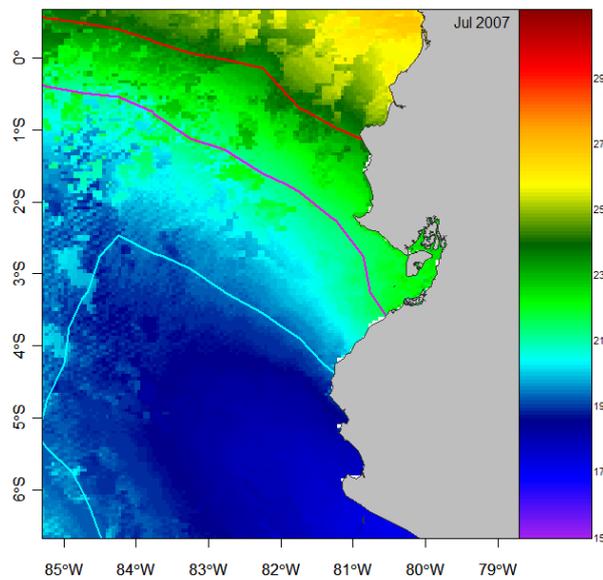
Imágenes de temperaturas promedio 2007



Mayo 2007

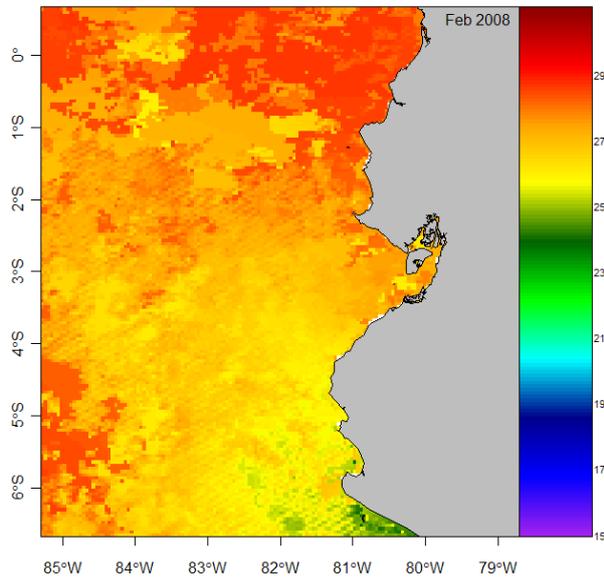


Junio 2007

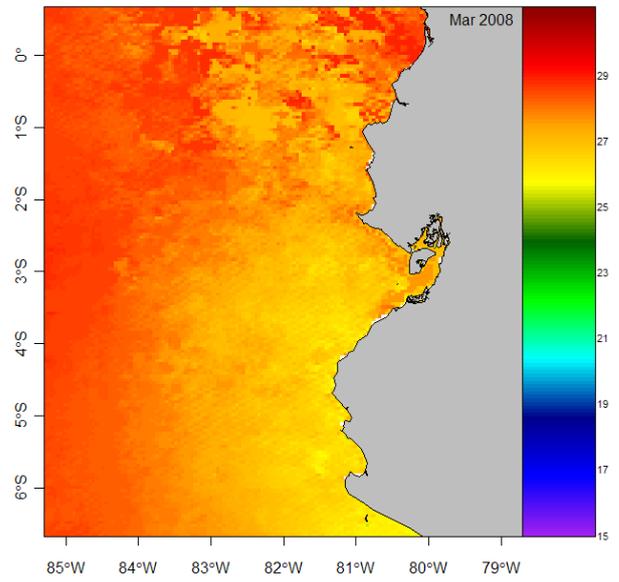


Julio 2007

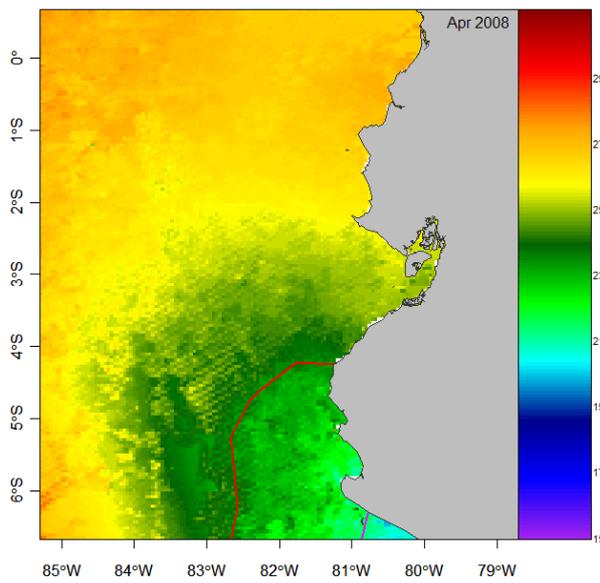
Imágenes de temperaturas promedio 2008



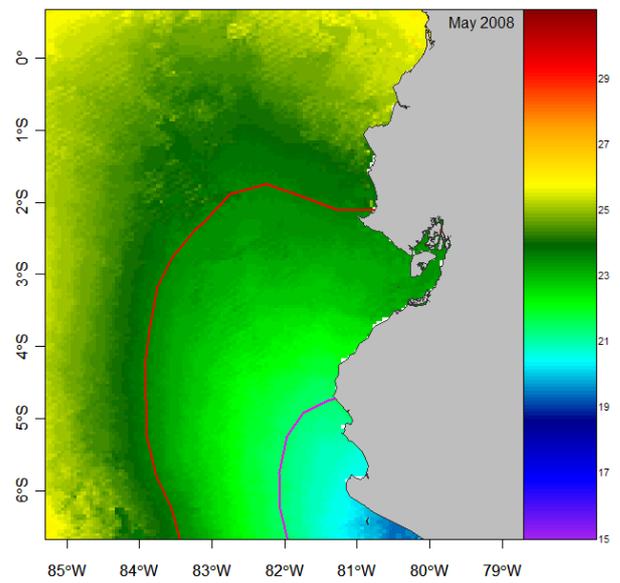
Febrero 2008



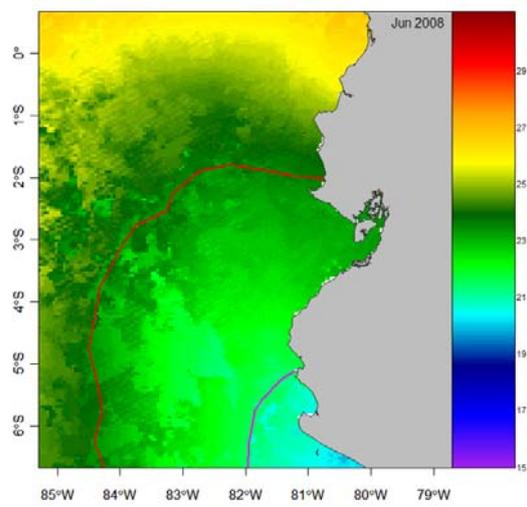
Marzo 2008



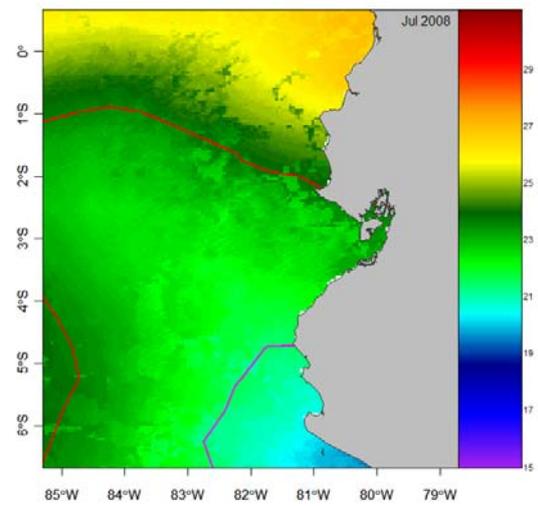
Abril 2008



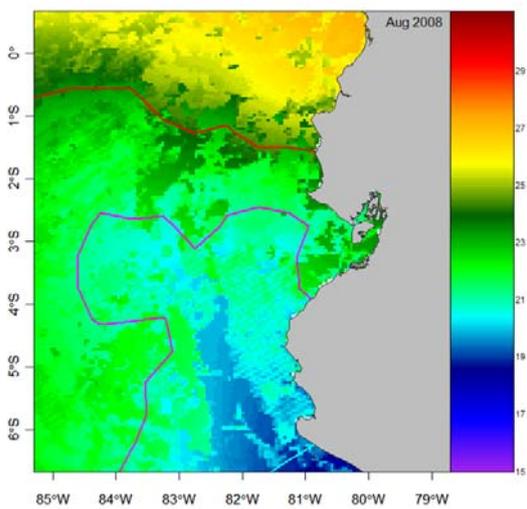
Mayo 2008



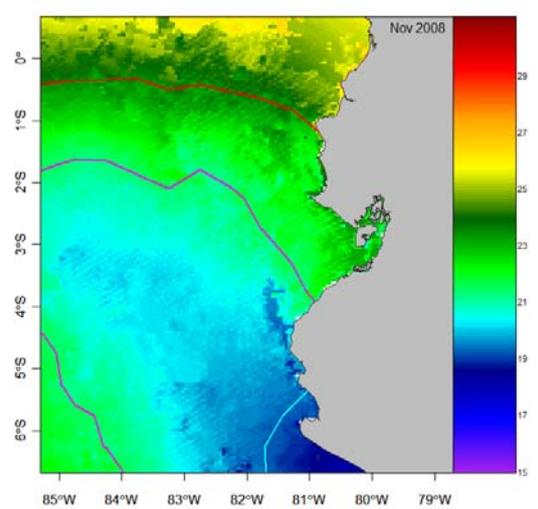
Junio 2008



Julio 2008

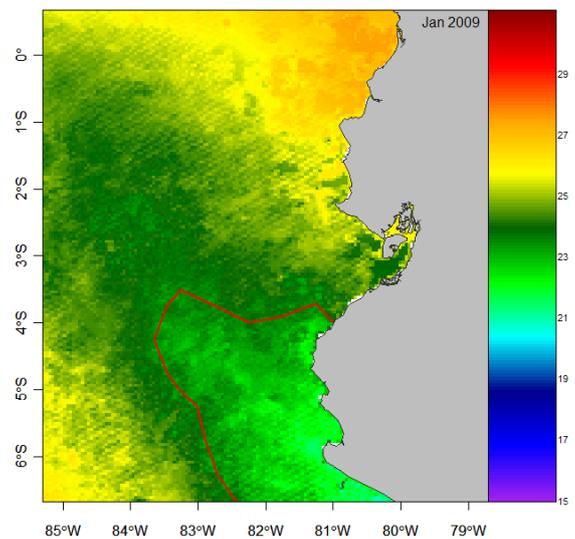


Agosto 2008



Noviembre 2008

Imágenes de temperaturas promedio enero 2009



Enero 2009