INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

"HÁBITOS ALIMENTICIOS Y LA RÁZON DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO ($\delta^{13}C$) Y NITRÓGENO ($\delta^{15}N$) DEL TIBURÓN *Sphyrna lewini*, (GRIFFITH Y SMITH 1834) CAPTURADO EN EL ÁREA DE MAZATLÁN, SINALOA, MÉXICO"

T E S I S

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

PRESENTA

Yassir Edén Torres Rojas

LA PAZ, B.C.S., 2006

SIP-14

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 11:00 horas del día 07 del mes de Noviembre del 2006 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"HÁBITOS ALIMENTICIOS Y LA RAZÓN DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO ($\delta^{13}C$) Y NITRÓGENO ($\delta^{15}N$) DEL TIBURÓN *Sphyrna lewini*, (GRIFFITH Y SMITH 1834) CAPTURADO EN EL ÁREA DE MAZATLÁN, SINALOA, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

TORRES	ROJAS	YASSIR EDÉN
Apellido paterno	materno	nombre(s)

Con registro:

B	0	4	1	2	0	6

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

LA COMISION REVISORA

Director de tesis
PRIMER VOCAL

DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA

PRESIDENTE

DR. DAVID AURIOLES GAMBOA

SECRETARIO

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

SEGUNDO VOCAL

DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA

TERCER VOCAL

DR. SERGIO AGUIÑIGA GARCÍA

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE

I. P. N.
CICIMAR
DIRECCION

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de **La Paz, B.C.S.,** el día **23** , del mes **Noviembre** del año **2006** , el (la) que suscribe **YASSIR EDÉN TORRES ROJAS** alumno(a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS** con número de registro **B041206** adscrito al **CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS** manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: **DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA** y cede los derechos del trabajo titulado: **"HÁBITOS ALIMENTICIOS Y LA RAZÓN DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO ($\delta^{13}C$) Y NITRÓGENO ($\delta^{15}N$) DEL TIBURÓN *Sphyrna lewini*, (GRAFFITH Y SMITH 1834) CAPTURADO EN EL ÁREA DE MAZATLÁN, SINALOA, MÉXICO"** 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: yassirtorres@yahoo.com.mx , aherrera@ipn.mx

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

YASSIR EDÉN TORRES ROJAS

nombre y firma

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por la aceptación y apoyo académico de alto nivel para la elaboración de la tesis.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Programa Institucional de Formación de investigadores (PIFI) por el apoyo económico otorgado.

Al Dr. Agustín Hernández Herrera, por la confianza brindada, por sus sugerencias para mejorar este trabajo y mas que nada por la paciencia mostrada, mis respetos.

Al Dr. Felipe Galván Magaña por el apoyo incondicional y orientación que en todo momento mostró hacia mí. Gracias.

Al Dr. Sergio Aguiñiga García por sus consejos y cooperación para llevar a cabo de una manera efectiva el análisis de isótopos estables.

A los miembros del comité de revisión del manuscrito Dr. Leonardo Andrés Abitia Cárdenas, Dr. David Aurioles Gamboa, Dr. Felipe Galván Magaña, Dr. Sergio Aguiñiga García por el tiempo dedicado a leer y corregir con sus considerables conocimientos y experiencia esta tesis.

Al Laboratorio de Ecología de Peces y Laboratorio de Química Marina del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por facilitarme la utilización de sus instalaciones y equipo.

A la B.P. Vanessa G. Alatorre Ramírez por toda su ayuda en la formación de esta tesis.

Al M.C. Arturo Tripp Valdez y M.C. Francisco Javier Gutiérrez Sánchez, M.C. Xchel Gabriel Moreno Sánchez, M.C. Ofelia Escobar Sánchez por la asesoría y consejos brindados en la identificación de las especies.

A la Biol. Laura Sampson y M.C. Marcela Zuñiga Flores por sus apoyos tecnicos en la tesis.

Al Biol. Juan Fuentes Valdivia por su apoyo técnico en los análisis de preparación de las muestras para los análisis de isótopos estables.

Al C.P. Humberto Ceseña Amador por su ayuda en todos esos trámites tediosos y su rápida solución.

A todas las personas (pescadores de Playa Sur, Facultad de Ciencias del Mar, Personal Académico y administrativo de las diferentes áreas del CICIMAR: Plancton, Pesquerías, Desarrollo de tecnologías, Oceanología, Biblioteca, Centro de Cómputo) que de alguna manera contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mi Familia

A mi Novia (Vanessa G. Alatorre Ramírez)

A mis Amigos

Y A Dios, que te vaya bien.

Enjoy the Thesis

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS **III**

ÍNDICE DE FIGURAS **IV**

GLOSARIO **VIII**

RESUMEN **XI**

ABSTRACT **XIII**

1. INTRODUCCIÓN **1**

2. ANTECEDENTES **3**

3. OBJETIVOS **10**

4. ÁREA DE ESTUDIO **11**

5. MATERIAL Y MÉTODOS **12**

6. RESULTADOS **21**

- 6.1 Información general del muestreo **21**
- 6.2 Espectro trófico general **23**
- 6.3 Espectro trófico por sexo **30**
- 6.4 Espectro trófico por grupo modal **34**
- 6.5 Espectro trófico por temporadas **35**
- 6.6 Espectro trófico por meses para la Temporada III **39**
- 6.7 Índices ecológicos **40**

6.7.1 Amplitud de dieta **40**
6.7.2 Traslapo trófico **41**
6.8 Análisis de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$. **42**

7. DISCUSIÓN **50**

8. CONCLUSIONES **58**

9. RECOMENDACIONES **59**

10. LITERATURA CONSULTADA **60**

ÍNDICE DE TABLAS

Lista de tablas **Página**

Tabla 1	Proporción de llenado de los estómagos.	**12**
Tabla 2	Estado de digestión de las especies presas.	**13**
Tabla 3	Meses de captura del tiburón *S. lewini* en Mazatlán Sinaloa, durante el periodo diciembre 2000 - marzo 2004, señalando el número total de estómagos y número de estómagos con alimento.	**22**
Tabla 4	Espectro trófico del tiburón *S. lewini*; expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).	**27**
Tabla 5.	Número de estómagos por intervalo de talla.	**34**
Tabla 6	Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin. Valores < 0.6 son especialista y valores >0.6 son generalistas.	**40**
Tabla 7	Valores de traslapo trófico obtenidos a partir de Índice de Morisita-Horn. Valores < 0.29 indican traslapo bajo, 0.30 - 0.65 traslapo medio y 0.66 – 1 traslapo alto.	**41**
Tabla 8	Número de biopsias (H = hígado, M = músculo).	**42**

ÍNDICE DE FIGURAS

Lista de figuras **Página**

Figura 1	Vista dorsal del tiburón martillo *S. lewini.*	**1**
Figura 2	Captura de tiburón en el estado de Sinaloa.	**2**
Figura 3	Vista lateral del tiburón martillo *Sphyrna lewini.*	**3**
Figura 4	Área de pesca de la flota artesanal.	**11**
Figura 5	Estructura de tallas general del tiburón *S. lewini* capturado en Mazatlán, Sinaloa.	**21**
Figura 6	Variación mensual de estómagos para *S. lewini* durante la temporada III.	**22**
Figura 7	Curva acumulativa de especies presa.	**23**
Figura 8	Porcentaje de llenado de los estómagos con alimento de *S. lewini.*	**24**
Figura 9	Porcentaje de estado de digestión de especies presas de *S. lewini*.	**24**
Figura 10	Espectro trófico general del tiburón *S. lewini*, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).	**26**
Figura 11	Estructura de tallas de machos y hembras del tiburón *S.*	**30**

lewini.

Figura 12 Total de estómagos de machos y hembras de *S. lewini*. **31**

Figura 13 Espectro trófico de hembras, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR). **32**

Figura 14 Espectro trófico de machos, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR) **33**

Figura 15 Porcentaje del índice de importancia relativa (IIR) por grupos modales de *S. lewini* de Mazatlán. México. **35**

Figura 16 Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada I, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR) **36**

Figura 17 Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada II, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR) **37**

Figura 18 Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada III, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR) **38**

Figura 19 Especies presa principales del tiburón *S. lewini* para los diferentes meses de la temporada III, expresado en valores porcentuales del índice de importancia relativa (IIR). **39**

Figura 20 Relación entre C/N y la razón de isótopos estables de carbono en el músculo dorsal (A) e hígado (B). **42**

Figura 21 Medias y desviaciones estándar de los isótopos estables de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de hígado y músculo del tiburón *S. lewini*. **43**

Figura 22 Medias y desviaciones estándar de los isótopos estables de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de machos y hembras en músculo. **44**

Figura 23 Relación entre isótopos estables de $\delta^{15}N$ y longitud total en músculo. **45**

Figura 24 Valores promedio y desviaciones estándar de los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en músculo de las tallas >100 y <100cm. **45**

Figura 25 Valores promedio y desviaciones estándar de los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en músculo de *S. lewini* por temporadas. **46**

Figura 26 Valores de $\delta^{15}N$ de Octubre 03 a Febrero 04 en músculo e hígado de *S. lewini.* **47**

Figura 27 Relación entre el $\delta^{15}N$ medido en el músculo del tiburón *S. lewini* y el nivel trófico calculado a partir de las presas capturadas en la zona de pesca. **47**

Figura 28 Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de las principales especies presas con respecto al valor promedio calculado para *S lewini*. El cuadro en gris representa las presas más probables en las dieta. **49**

Figura 29 Valores de $\delta^{15}N$ (promedio ± desviación estándar) comparados contra la amplitud de dieta de *S. lewini* durante la temporada III. **49**

GLOSARIO

Aguas neríticas: La zona litoral o región nerítica se encuentra limitada por la plataforma continental. Suele llegar hasta los 200 m de profundidad y está habitada por numerosas especies pelágicas que se alimentan de plancton. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Amplitud de dieta: Selección de la dieta con respecto a un número potencial de tipos alimenticios (Gerking, 1994).

Asincrónico: adj. no simultánea o no coincidente. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Arrecife: En el mar, un banco sólido o bajío casi a ras de agua. Pueden tener origen inorgánico o ser causados por la acumulación de coral. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Bentónico, ca: Organismo que vive en el fondo de la masa de agua que sea su hábitat. El bentos está formado por los organismos, tanto vegetales como animales, que viven relacionados con el fondo, semienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Demersal: Organismo que vive muy próximo al fondo de la masa de agua es que es su hábitat (Enciclopedia en línea Wikipedia)

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

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

Depredador oportunista: Organismo que incluye en su dieta, una variedad de recursos que se encuentran disponibles en su hábitat (Gerking, 1994).

Epipelágico, ca: Especie que vive y/o se alimenta en aguas abiertas a profundidades de entre la superficie y los 200 metros de profundidad. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

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

Isótopo: Átomos de un mismo elemento en cuyo núcleo contiene el mismo número de protones pero diferente número de neutrones, lo que hace variar la masa. (Curtis, 1986).

Isótopo estable: Un isótopo no radiactivo el cual no se degrada espontáneamente. Los isótopos estables no tienen riesgo fisiológico. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Mesopelágico, ca: Especie que vive y/o se alimenta en aguas abiertas a profundidades de entre 200 y 1000 metros. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Nivel trófico: Posición en la que se encuentra un determinado organismo en la cadena trófica, dicha posición está determinada por la manera en que obtiene su energía (Gerking, 1994).

Otolito: Estructura compuesta de cristales de carbonato de calcio en forma de aragonita y de una matriz orgánica constituida por una proteína llamada otolina que forma parte del oído interno de los peces (Lux, 1971).

Pee Dee Belemnita (PDB): Es un fósil de *Belemnita americana* de la formación geológica Pee Dee de Carolina del sur, USA. Es utilizado como estándar para

expresar la abundancia isotópica de carbono y oxígeno. Su razón isotópica absoluta (R) es 0.011238 (Enciclopedia en línea Wikipedia).

Pelágico, ca: Peces que viven en mar abierto (o lagos muy grandes) en las capas superficiales o entre aguas, evitando o limitando al máximo su contacto con la costa y el fondo. Ej. La anchoa. (Enciclopedia en línea Wikipedia)

Razón carbono-nitrógeno (C/N): La cantidad (v.g miligramos) de carbono dividido entre la cantidad de nitrógeno presente en una muestra, generalmente en miligramos. (Rau *et al.*, 1990).

Traslapo trófico: Uso compartido de recursos por dos especies, sexos o poblaciones. Este traslapo no necesariamente se encuentra relacionada directamente con la competencia (Wooton, 1990).

Tasa de recambio isotópico: Periodo en el que las razones isotópicas de un tejido reflejan la señal o firma isotópica de una dieta en particular. Los tejidos con una tasa de recambio isotópica rápida reflejarán una dieta reciente mientras que aquellos tejidos con una tasa de recambio lenta reflejarán la dieta promedio representativa de un periodos mucho mas extenso. (Rau *et al.*, 1990).

$\delta^{13}C$: Diferencia expresada en partes por mil entre la razón de $^{13}C/^{12}C$ de una muestra y la razón $^{13}C/^{12}C$ del estándar (Pee Dee Belemnite en el caso del carbono) (Rau *et al.*, 1990).

$\delta^{15}N$: Diferencia expresada en partes por mil entre la razón de $^{15}N/^{14}N$ de una muestra y la razón $^{15}N/^{14}N$ del estándar (nitrógeno atmosférico en el caso del nitrógeno) (Rau *et al.*, 1990).

RESUMEN

Sphyrna lewini es un recurso importante en la pesca de tiburón para la zona de Mazatlán, México. El objetivo de este estudio es conocer su dieta, establecer su posición trófica y llevar a cabo una comparación entre la dieta consumida (evaluada por contenido estomacal) y la dieta asimilada (estimada con $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$). Durante los muestreos de Octubre 2000 a abril 2004 se colectaron 556 estómagos correspondientes a tiburones entre 48 - 160 centímetros. De estos 449 estómagos presentaron alimento. En la evaluación del contenido estomacal se identificaron 88 especies presas. De acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IIR), la dieta estuvo constituida por el cefalópodo *Loliolopsis diomedeae* (IIR = 49%), y por los peces de la familia Carangidae (IIR = 26 %) y Gerreidae (IIR = 7 %). De manera general se observo un valor bajo de amplitud de dieta (0.15).El índice Morisita-Horn indicó un alto traslapo trófico entre sexos ($C\lambda$ = 0.95), y traslapo medio al comparar la dieta entre tiburones mayores a 100 cm. y menores a 100 cm. ($C\lambda$ = 0.44). Para *S. lewini* los valores promedio (± desviación estándar) de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ fueron en músculo: 19.09 ± 1.01‰ y -14.89 ± 0.44‰ y en hígado: 17.21 ± 1.03‰; y -17.46 ± 1.71‰ respectivamente. Al comparar el valor promedio de $\delta^{15}N$ de S. lewini con el de sus presas más probables, se observo en el tiburón un enriquecimiento de aproximadamente 3‰. Los cambios mensuales observados en el número de especies presa se reflejaron directamente en la variación del valor del índice de amplitud de dieta, el cual a su vez se reflejo en el valor de la desviación estándar de los valores del $\delta^{15}N$ con retraso de un mes, es decir a valores altos de amplitud de dieta correspondió el mes siguiente un valor alto de desviación estándar y viceversa. A pesar de que los valores de amplitud de dieta en general fueron bajos, los cambios mensuales permiten plantear que *S. lewini* puede ser considerado como un depredador oportunista, con comportamiento de alimentación poco selectivo influenciado por la abundancia y disponibilidad de sus presas en el medio.

Finalmente se observo que los tiburones al inicio de la temporada presentan un valor promedio de $\delta^{15}N$ bajo con respecto al enriquecimiento esperado de acuerdo a las presas encontradas en el contenido estomacal. Después del primer mes, el

enriquecimiento es proporcional a las presas consumidas el mes anterior, lo que finalmente se mantiene a lo largo de la temporada; lo que nos permite suponer que la zona de Mazatlán es un área de alimentación y crianza para *S. lewini.*

Palabras claves: *Sphyrna lewini*, hábitos alimenticios, Isótopos estables, $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$, Mazatlán.

ABSTRACT

Sphyrna lewini is an important resource in the shark fishery of the Mazatlán area. There is, however, little information on its biology. The objective of the present study is to know the diet of the scalloped hammerhead shark, establish its trophic position and compare ingested food (evaluated through stomach content analysis) with assimilated food (evaluated using $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$). From October 2000 to April 2004 the stomachs of 556 organisms measuring 48 to 160 centimeters were sampled, of which 449 contained food items. 88 prey species were identified. According to the Index of Relative Importance (IRI), the diet was composed mainly of the cephalopod *Loliolopsis diomedeae* (IRI = 49%), followed by fish of the family Carangidae (IRI = 26 %) and Gerreidae (IRI = 7 %). A low niche width value of 0.15 was observed. The Morisita-Horn index indicated a high trophic overlapping between sexes ($C\lambda$ = 0. 95), and a medium overlapping between individuals measuring more than 100cm and those measuring less than 100cm ($C\lambda$ = 0. 44). The mean values of $\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$ in *S. lewini* (± standard deviation) were 19.09 ± 1.01‰ and -14.89 ± 0.44‰ for muscle; and 17.21 ± 1.03‰ and -17.46 ± 1.71‰ for liver. When we compared the mean $\delta^{15}N$ value of *S. lewini* against the $\delta^{15}N$ value of its most probable prey, we observed an enrichment of approximately 3‰ in shark tissue. Monthly changes observed in the number of prey species were directly reflected in the variation of the niche width index value. This value was reflected as well in the value of the standard deviation of $\delta^{15}N$ with a one-month lag. This means that when we obtained high values of niche width, we obtained the next month a high value in standard deviation, and vice versa. Even though the changes in niche width in general were low, the monthly changes allow us to hypothesize that *S. lewini* can be considered an opportunist predator, with a not very selective feeding behaviour, which is influenced by abundance and availability of prey in its environment.

Finally, we observed that hammerhead sharks at the beginning of the season showed a low mean $\delta^{15}N$ value with respect to the enrichment we would have expected from prey found in stomach contents. After the first month, enrichment was proportional to

the prey eaten the previous month; this relationship is maintained throughout the season, which allows us to suppose that the Mazatlan area is a feeding and breeding area for *S. lewini*.

Keywords: *Sphyrna lewini*, Feeding habits, Stable isotopes, $\delta^{15}N$, $\delta^{13}C$, Mazatlán.

1. INTRODUCCIÓN

Los Chondrichthyes (chondros = cartílago; ichthyes = pez, o peces cartilaginosos) (Boschung, 1979), incluyen aproximadamente 60 familias, 185 géneros y de 929 a 1,164 especies, estas ultimas cambian si se considera las especies cuya validez es incierta (Compagno, 1990a; Compagno, 1999).

Según Compagno (1990a), existe mundialmente entre 375 y 478 especies de tiburones reunidas en 8 ordenes, 30 familias y 100 géneros. El orden Carcharhiniformes aporta el 56 por ciento de las especies descritas, dentro del cual se encuentra la familia Sphyrnidae.

Sphyrna lewini, pertenece a la familia Sphyrnidae y es una de las especies de tiburones más distintivas, debido a la forma de martillo que presenta su cabeza (tiene a diferencia de las demás especies, 4 lóbulos en la parte anterior de la cabeza) (Fig. 1).

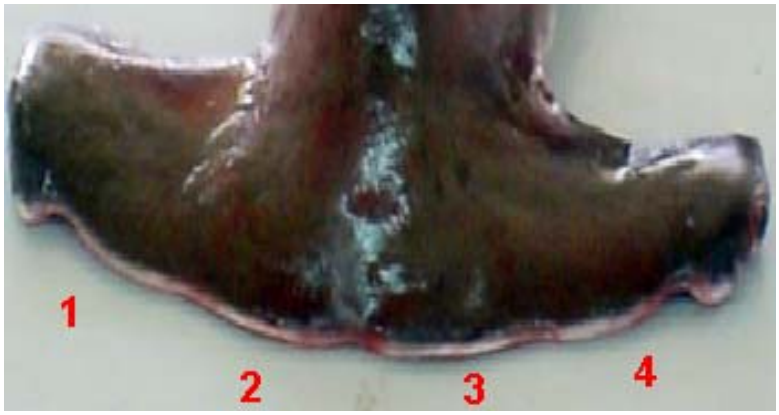


Figura 1. Vista dorsal del tiburón martillo *S. lewini*.

De acuerdo a los reportes de las capturas de tiburón de la flota ribereña para las costas de Sinaloa (1994-1996), las especies principales fueron el tiburón martillo *S. lewini* y el cazón bironche *Rhizoprionodon longurio*, donde *S. lewini* representó 80.3, 52.5 y 85.7% del total de la captura de tiburón para 1994, 1995 y 1996 respectivamente. La composición por tallas presentó diferencias lo largo del año,

juveniles y adultos los meses de noviembre a mayo; mientras que los neonatos de mayo a septiembre (Corro, 1997). Los mayores volúmenes de captura fueron obtenidos durante los meses de octubre a febrero (Manjarrez-Acosta *et al.* 1983), lo que aparentemente esta asociado con movimientos denominados “corridas” de estos tiburones a lo largo de la costa.

La tendencia negativa de las capturas (Fig. 2) y el poco conocimiento que se tiene de las especies de tiburón, ha motivado la necesidad de contar con estudios de su biología (hábitos alimenticios, edad y crecimiento, reproducción) que permitan entender mejor la dinámica de su población.

Figura 2. Captura de tiburón en el estado de Sinaloa (Corro, 1997).

Este estudio tiene como objetivo describir los hábitos alimenticios basados en contenidos estomacales e isótopos estables de N y C. Al identificar y cuantificar las especies presa se tendrá el conocimiento de la dieta consumida, sus variaciones entre sexos, tallas, temporadas de pesca y meses de captura. A partir de la dieta también se podrá inferir aspectos del comportamiento alimenticio. Las señales de los isótopos estables de C y N son trazadores químicos naturales presentes en los tejidos, las cuales dependen de la dieta consumida, así como de la tasa de ingestión, de acumulación, de recambio del tejido analizado y del crecimiento de cada especie (MacNeil *et al.*, 2005), por lo que se plantea corroborar la relación entre las señales isotópicas de tejido de tiburón como respuesta a la dieta consumida en la zona de

Mazatlán, estableciendo los tiempos de recambio del tejido analizado y su variación a lo largo de la temporada.

2. ANTECEDENTES

Clasificación taxonómica de *S. lewini* (Nelson, 1994)

PHYLUM CHORDATA

SUBPHYLUM VERTEBRATA

SUPERCLASE GNATHOSTOMATA

CLASE CHONDRICHTHYES

SUBCLASE ELASMOBRANCHII

ORDEN CARCHARHINIFORMES

FAMILIA SPHYRNIDAE

Sphyrna lewini, Griffith & Smith 1834

El tiburón martillo *S. lewini* presenta una superficie dorsal y flancos color gris-marrón, con las puntas de las pectorales oscuras a negras. Superficie ventral blanca (Compagno, 1984; Carrera, 1991) (Fig.3).

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

Presenta una distribución circumtropical, la cual en el Océano Pacífico Oriental comprende desde el Sur de California a Ecuador. Esta es una especie pelágica costera, semi-oceánica, de aguas cálidas y tropicales, donde los adultos ocurren sobre la plataforma continental e islas, donde realiza incursiones a la zona costera, bahías y estuarios así como en las aguas profundas adyacentes (hasta profundidades de 275 m). Los juveniles se encuentran cerca de la costa. Forman cardúmenes en las diferentes etapas de su vida, aunque es posible encontrar individuos solitarios tanto juveniles como adultos (Compagno, 1984). La talla de los adultos puede alcanzar los 370 a 420 cm de longitud total como máximo (Compagno, 1984; Cervigón *et al.*, 1992), siendo más común hasta 300 cm (Cervigón *et al.*, 1992). Los machos alcanzan los 295 cm y las hembras los 309 cm de longitud total (Compagno, 1984). Los machos maduran sexualmente entre 140 y 165 cm de largo total y las hembras alrededor de los 212 cm (Compagno, 1984). Sin embargo, el análisis anatómico e histológico del sistema reproductor de juveniles de tiburón martillo *S. lewini* del sur de la península de Baja California, mostró actividad gametogénica evidente a partir de los 100cm aun cuando las características externas no mostraron cambios evidentes (Soria Quiroz, 2003). Las hembras presentan una reproducción de tipo vivípara, con saco vitelino y producen de 10 a 31 embriones por preñez (Compagno, 1984; Carrera, 1991). Las crías miden entre 42 y 55 cm al nacer.

Existen pocas investigaciones realizadas con respecto a la biología trófica de los tiburones martillo. Clarke (1971) describió que la bahía de Kaneohe, Oahu, Hawaii es un área de crianza para *S. lewini* con la mayor abundancia de abril a octubre donde los neonatos permanecen en las áreas más turbias durante el día y se mueven en la noche hacia las áreas de coral en donde se alimentan de peces y de crustáceos.

Smale y Cliff (1998), en la región de Kwazulu-Natal, Sudáfrica analizaron la importancia de cefalópodos en las dietas de cuatro especies de tiburón incluida *S. lewini*. Lo anterior con el fin de registrar patrones de selectividad. De las 12 familias

de cefalópodos encontradas en estómagos de *S. lewini*, loliginidae fue la dominante. También se observó que los cefalópodos neríticos fueron relativamente más importantes en tiburones pequeños de cada especie analizada; mientras que los cefalópodos pelágicos y epibentónicos costeros fueron dominantes en individuos de mayor talla.

Estrada *et al.* (2003), estudiaron la posición trófica (PT) de 4 especies de tiburones del noroeste del Océano Atlántico usando isótopos estables de carbono y nitrógeno en tejido muscular. Encontraron que *Cetorhinus maximus* tuvo la PT más baja (3.1) con un valor de δ^{15}N de 10.4‰, mientras que *Alopias vulpinus* tuvo los valores más altos con PT de 4.5 y un valor de δ^{15}N de 15.2‰. *Isurus oxyrinchus* presentó una variación considerable en la PT y los valores isotópicos, posiblemente debido a su alimentación tanto en aguas costeras como oceánicas. *Alopias vulpinus* tuvo valores de δ^{15}N considerablemente más elevados que el *Prionace glauca* e *Isurus oxyrinchus*, sugiriendo un tipo diferente de presas. No encontraron diferencias estadísticas significativas entre las valoraciones de PT calculados con base en isótopos y las derivadas de los análisis de contenidos estomacales.

Klimley (1983) estudió los hábitos alimenticios y la utilización del hábitat de *S. lewini* en el Golfo de California; menciona que los juveniles del tiburón martillo se alimentan principalmente de peces bentónicos y neríticos, así como cefalópodos epipelágicos; mientras que los adultos se alimentan de peces neríticos y epipelágicos así como de cefalópodos mesopelágicos. Asimismo observó que las hembras migran hacia la zona oceánica para alimentarse; mientras que los machos, consumen presas neríticas. Klimley (1983) señala que el tiburón martillo es un depredador generalista-oportunista, ya que se alimenta de numerosos item.

Anislado-Tolentino (2000), realizó un estudio sobre la ecología pesquera del tiburón martillo *S. lewini* en el litoral del estado de Michoacán, México. Reporta diferencias en la dieta entre machos y hembras con relación a la profundidad, ya que los machos adultos se alimentaron principalmente de organismos demersales y arrecífales. Por

su parte las hembras se alimentaron de organismos principalmente pelágicos. Por otra parte los juveniles grandes (110 a 130 cm) se alimentaron principalmente de organismos bentónicos grandes (Urolophidae, Dasyatidae, *Aëtobatus narinari, Mobula munkiana*). Mientras que juveniles chicos (90 a 100 cm de Lt), se alimentaron de organismos pelágicos y bentónicos chicos (*Litopaneus vannamei, Loligo gahi*, etc).

Galván *et al.* (1989), estudiaron la abundancia temporal y los hábitos alimenticios de tiburones del suroeste del Golfo de California. Ellos registran 19 especies, siendo la más importante *S. lewini*, con 20% de la captura, La cual se alimentó principalmente de peces de aguas neríticas (64.8%) y de cefalópodos mesopelágicos (30.1%).

Aguilar-Castro (2003), realizo un estudio sobre la ecología trófica de *S. lewini* en el sur del Golfo de California. En este trabajo se identificaron 41 especies presa, pertenecientes a crustáceos, cefalópodos y peces. El Índice de Importancia Relativa mostró que se alimentaron principalmente de peces demersales y epipelágicos y cefalópodos mesopelágicos. *S. lewini* presentó una diversidad de especies presas de 2.74 y amplitud de dieta de 0.16. Asimismo observó un traslapo significativo en la dieta entre sexos ($C\lambda$ = 0.76) y entre grupos de juveniles de 87 a 110 cm y de 119 a 142 cm. A su vez los valores isotópicos mostraron que los juveniles de *S. lewini* tienen una posición trófica mayor ($\delta^{13}C$ –15.5 a –16.8 ‰; $\delta^{15}N$ 20.1 a 21.8 ‰) en relación con los adultos ($\delta^{13}C$ –17.5 ‰; $\delta^{15}N$ 19.0 a 19.2 ‰); no se observó diferencia en los valores isotópicos por sexos, lo cual indica que se mantienen agrupados a una determinada talla y en un área especifica en busca de alimento.

Saucedo-Barrón *et al.* (1982), quienes estudiaron la pesquería del tiburón en la zona sur del estado de Sinaloa. Entre las especies analizadas estuvo presente *S. lewini*, y se determinó que consumía cefalópodos y peces.

Manjarrez-Acosta *et al.* (1983), estudiaron algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa, registrando que *S. lewini* se alimentaba

principalmente de especies bentonicas y mesopelágicos: (Gerreidae, Bothidae Scombridae, Muraenidae, Mugilidae, Urolophidae) y crustáceos de la familia Penaeidae.

Torres-Rojas (2003), realizó un estudio sobre los hábitos alimenticios de *S. lewini* capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa. En la dieta se registraron 28 especies presa, siendo las más importantes el crustáceo *Pleuroncodes planipes*, peces de la familia Carangidae y el cefalópodo *Loliolopsis diomedeae*. Este autor concluye que este tiburón es un depredador generalista con una amplitud de dieta de 8.08.

Torres-Huerta (2004), analizó la distribución y abundancia de *S. lewini* provenientes de la pesca artesanal de Sinaloa, México. Con el objetivo de comparar el efecto del evento de un año niño (AN), en este caso El Niño 1997-98, en relación a un año no niño (ANN) o normal (1996). Se observaron diferencias significativas en las zonas de captura, profundidad de captura y la abundancia durante ANN y el AN. En AN, tanto machos como hembras se movieron hacia aguas más profundas en busca de su intervalo óptimo de temperatura, disminuyendo su abundancia en la captura comercial. Un total de 33 especies integraron el espectro alimentario de *S. lewini*. El ophichtido *Notophtophis brunneus* representó la presa preferencial, la segunda presa mas importante fue el calamar *Abraliopsis affinis*. La mayor diversidad de presas (2.34) se observó en noviembre, cuando los tiburones consumieron mayor cantidad de alimento de manera asincrónica. Durante noviembre los tiburones consumieron principalmente peces demersales y cefalópodos mesopelágicos. Conforme incrementaron su tamaño consumieron cefalópodos mesopelágicos y epipelágicos así como peces epipelágicos. De acuerdo con el índice estandarizado de Levin, el tiburón martillo se comportó a lo largo del AN como un depredador carnívoro de conducta especialista.

Además de ser un complemento importante en los estudios de alimentación, los isótopos estables han resultado una herramienta útil para determinar patrones de migración, así como para documentar otros aspectos como estructura de la

población de estos animales migratorios. Chamberlain *et al.* (1997) evaluaron el uso de isótopos estables para identificar los orígenes geográficos de las poblaciones migratorias de pájaros, quienes examinaron la composición isotópica del hidrógeno (deuterio, δD), del carbón ($\delta^{13}C$) y del estroncio ($\delta^{87}Sr$) en tejidos finos del ave migratoria *Dendroica caerulescens*, en su área de crianza correspondiente al este de Norteamérica. Los valores del δD y del $\delta^{13}C$ en las plumas que desarrollan en el área de crianza, variaron sistemáticamente a lo largo de un gradiente latitudinal, presentando los valores más altos en el área de crianza de Georgia y los más bajos en Canadá. Estos patrones fueron consistentes con la variación geográfica en la composición isotópica del ambiente natural, es decir, con el de la precipitación, las plantas, y los suelos para la δD, $\delta^{13}C$, y $\delta^{87}Sr$, respectivamente. Los valores del δD y del $\delta^{13}C$ de las plumas indicaron que estos individuos eran de poblaciones de crianza norteñas. Además, la variabilidad isotópica en muestras de áreas invernales tendió a ser más grandes que las de verano, sugiriendo que los individuos de diversos lugares de crianza pueden mezclarse en habitats de invierno.

Díaz-Gamboa (2004), realizó un estudio donde demuestra que la variación en la composición de isótopos estables puede ser útil para distinguir las dos formas de *Tursiops truncatus* encontradas en el Golfo de California. Las diferencias en los valores de $\delta^{13}C$ de individuos identificados como ecotipos costero u oceánico (-12.9‰, SD= 0.38 y -15.7‰, SD= 0.39, respectivamente) fueron significantes. Corroborando el hecho de que los ecosistemas costeros presentan valores de ^{13}C enriquecidos en comparación con los ecosistemas oceánicos. Aunque no existieron diferencias significativas entre ecotipos para $\delta^{15}N$ (costero = 18.4‰, SD= 0.07, oceánico = 18.8‰, SD= 0.56), la posición trófica relativa de los tursiones oceánicos fue similar a la de los grupos de hembras y jóvenes de cachalote (*Physeter macrocephalus*) ($\delta^{13}C$ = -15.3‰, SD = 0.69, $\delta^{15}N$ = 19.3‰, SD = 0.65), con los cuáles se asocian y también reveló que los ecotipos costero y oceánico de tursión en el Golfo de California se alimentan en un nivel trófico similar pero que derivan de diferentes ecosistemas.

Jaume-Schinkel (2004) analizó los hábitos alimentarios del rorcual común *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono. El análisis indicó que en zonas más costera se alimenta del eufáusido *Nyctiphanes simplex*, durante la temporada fría, mientras que en temporada cálida presenta un mayor consumo de presas de nivel trófico mayor y es más alejada de la costa observando un cambio de dieta del rorcual común entre temporadas. Lo anterior coincidio con la fotoidentificación y las señales isotópicas de $\delta^{15}N$ de un organismo, que presentó movimientos entre la zona de La paz-Loreto y Bahía Kino.

MacNeil *et al.* (2005), compararon las diferencias isotópicas entre tejidos como son el hígado, músculo y cartílago de tres especies de tiburón (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Alopias vulpinus*) provenientes del Atlántico noroccidental para demostrar el comportamiento de los tejidos con los cambios de dieta. Donde en el caso de *Isurus oxyrinchus* encontraron valores mayores de $\delta^{15}N$ en hígado (15.36 ± 0.45) que músculo y cartílago (12.93 ± 0.65 y 11.79 ± 0.33 respectivamente), lo cual lo atribuyen a un cambio en la dieta y al metabolismo de los tejidos mientras que en el caso de *Prionace glauca* y *Alopias vulpinus* encontraron valores muy similares en los tres tejidos, debido a una dieta más estable y un metabolismo más lento.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Conocer los hábitos alimenticios y caracterizar la posición trófica del tiburón martillo *Sphyrna lewini*, capturado en las áreas adyacentes a Mazatlán, Sinaloa, México.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Identificar la composición especifica del espectro trófico de *S. lewini*.

- Analizar la variación y el traslapo de la dieta entre tallas, sexo y temporada.

- Definir la amplitud de la dieta y determinar la posición trófica.

- Determinar los valores isotópicos de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de músculo e hígado del tiburón martillo.

- Comparar los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ entre el músculo de *S. lewini* y sus presas.

- Analizar la variación temporal del valor de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ y su relación con la composición especifica de la dieta.

4. ÁREA DE ESTUDIO

Los muestreos se realizaron en el Puerto de Mazatlán, Sinaloa en el campo pesquero Playa Sur. En este campo operan alrededor de 25 embarcaciones artesanales dedicadas a la pesquería del tiburón, esta flota opera desde la Playa Mármol hasta la Playa Chametla alrededor de 20 millas náuticas desde la línea de costa (Fig.4).

La zona de pesca esta influenciada por varias corrientes a lo largo del año y la intensidad de estas dependen de factores físicos (vientos, temperatura, salinidad, etc). Durante los meses fríos en la zona (Noviembre a Marzo) hay una influencia de la Corriente de California, mientras que durante la época más cálida (Junio-Septiembre) la zona se ve influenciada por la Corriente Occidental Mexicana (Kessler, 2006).

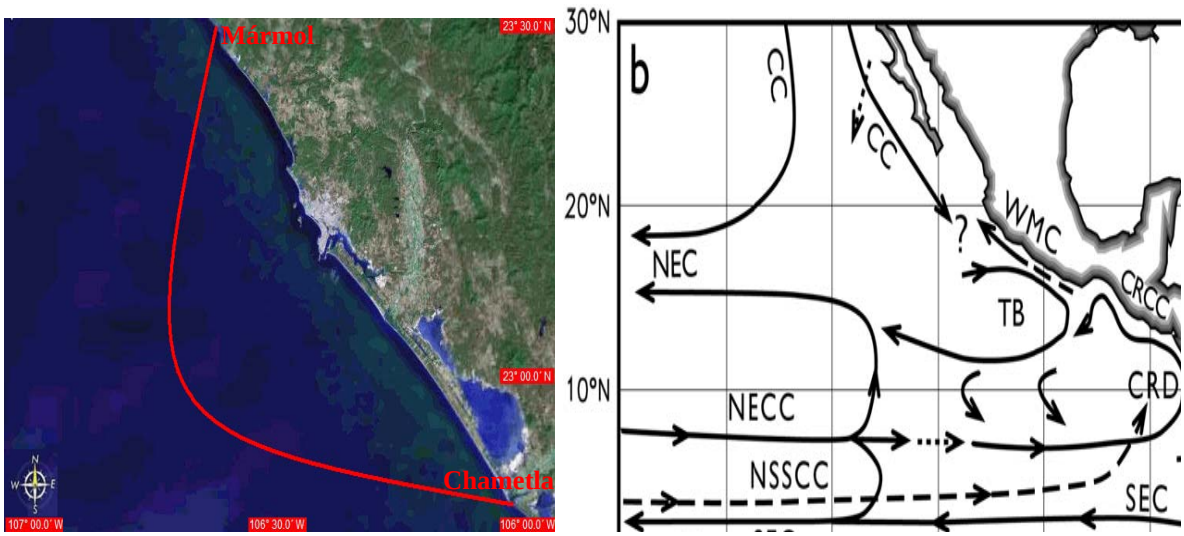


Figura 4. Área de pesca de la flota artesanal y corrientes que influyen sobre esta, CC= Corriente de California WMC= Corriente Occidental Mexicana.

5. MATERIAL y MÉTODOS

- Trabajo de campo:

Se realizaron muestreos de la captura comercial de *S. lewini* durante tres temporadas de pesca, las cuales comprenden de diciembre del 2000 a febrero del 2001 (Temporada I), noviembre a diciembre del 2001(Temporada II) y de octubre del 2003 a marzo del 2004 (Temporada III). Las muestras fueron colectadas en el embarcadero de Playa Sur en la bahía de Mazatlán, Sinaloa. Una vez identificado el tiburón, se midió la longitud total del organismo (cm), se identificó el sexo y se disectó la cavidad abdominal del animal para la extracción de los estómagos, al cual se le calculó la proporción de llenado tomando valores de 0 a 4 con base en Stilwell y Kohler (1982) (Tabla 1) y una vez obtenidas todas las muestras se congelaron para detener el proceso digestivo.

Tabla 1. Proporción de llenado de los estómagos

Categoría	Porcentaje de llenado
0	Vacío
1	1 - 25 %
2	26 - 50 %
3	51 - 75 %
4	76 - 100 %

Para el análisis de isótopos estables se colectaron y congelaron muestras de músculo e hígado de los tiburones, con el fin de tener información de la dieta asimilada a diferentes tiempos; aproximadamente dos meses, músculo y entre 15 días y un mes, hígado. También se colectó músculo de las especies presas más importantes (en fresco y consumidas, Torres-Rojas, 2003), registrando: especie, mes de captura y longitud total (cm).

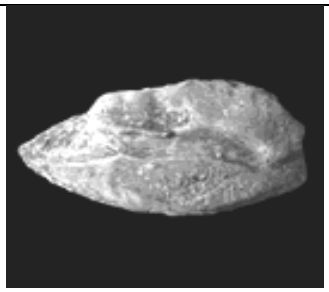
- Trabajo de laboratorio:

En el laboratorio, después de descongelar los estómagos se procedió a su lavado, pasando el contenido a través de un tamiz de 0.1 mm de luz de malla, para posteriormente analizar e identificar.

Se analizó el contenido de 550 estómagos. Las presas se identificaron hasta el nivel taxonómico más bajo posible según lo permitió el estado de digestión tomando en cuenta cuatro estados de digestión de acuerdo con Galván Magaña (1999) (Tabla 2).

Tabla 2.- Estado de digestión de las especies presas.

Valor	**Estado de digestión**
1	Fresco (reciente)
2	Intermedio (Ausencia de piel pero presencia de carne)
3	Esqueletos de peces o Exoesqueletos de crustáceos

4		
	Partes duras (otolitos de peces y mandíbulas de cefalópodos)	

Para cada estado de digestión se utilizaron diferentes claves en la identificación de los organismos. De esta forma cuando las presas se encontraban en estado 1, se utilizaron claves taxonómicas generales para organismos completos de peces, cefalópodos y otros invertebrados.

En el caso de los peces que se encontraban en estado 1 se utilizaron claves diversas (Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.*, 1995; Thomson *et al.*, 2000), mientras que para peces que se encontraban en estado de digestión 2 y 3 para su identificación se utilizaron características vertebrales de los peces (número de vértebras, posición, forma, etc.) (Clothier, 1950), y comparando con esqueletos de organismos completos recolectados en las mismas áreas de captura y para peces en estado de digestión 4, los cuales consistieron en otolitos, fueron identificados con claves específicas, por ejemplo Fitch y Brownell (1968).

Los crustáceos se identificaron con claves específicas para cada grupo en particular según Brusca (1980). Los cefalópodos se identificaron por medio de sus mandíbulas con las claves de Wolff (1984) y Clarke (1986).

Los distintos componentes alimentarios fueron analizados cuantitativamente para los cual se emplearon los siguientes métodos (Hyslop, 1980; Calliet *et al.*, 1996):

Método Numérico (N).

Con este método se contó el número de individuos de cada tipo de presa presente en el total de estómagos analizados. Se obtuvo la proporción del número de individuos de cada presa con respecto al número total de ejemplares presa, y se expresó en porcentaje mediante la formula:

$$N = \frac{n}{NT} * 100$$

Donde:

n= sumatoria del número de cada una de las presas.

NT= sumatoria del número de todos los componentes alimenticios.

Método gravimétrico (G).

A partir del método gravimétrico se obtuvo el peso húmedo de cada presa en la totalidad de los estómagos. Con esta información finalmente se calculó la proporción del peso total de cada presa con respecto al peso total de alimento y se expresó en porcentaje mediante la formula:

$$G = \frac{p}{PT} * 100$$

Donde:

p= Peso (g) de un determinado tipo de (presas).

PT= Peso (g) de la totalidad de especies presa.

Frecuencia de Aparición (FA).

Es el número de estómagos que contenían un determinado tipo de presa, y se expreso como porcentaje de acuerdo al total de estómagos con contenido.

De acuerdo con la siguiente formula:

$$FA = \frac{n}{NE} * 100$$

Donde:

n= Número de estómagos que tienen el mismo componente alimenticio.

NE= Número total de estómagos con alimento.

Finalmente se utilizó un índice combinado, denominado Índice de Importancia Relativa (IIR), modificado por Stevens *et al.* (1982), quienes utilizaron el peso estimado en lugar del volumen de alimento empleado por Pinkas *et al.* (1971), por lo cual para una particular categoría de presa, el valor del IIR se calcula como:

IIR= (N + G) FA

Donde N es la composición numérica porcentual, G es la composición gravimétrica porcentual y FA es la frecuencia de aparición porcentual.

Finalmente para su análisis se utilizó la proporción de IIR para cada presa con respecto al IIR acumulado total y se expresó en porcentaje.

Índices Ecológicos.

Índice de Amplitud de la dieta (Bi).

Para determinar si en la zona de estudio los organismos presentan una especialización sobre los recursos alimenticios existentes, se utilizó el Índice estandarizado de Levin (Krebs, 1999):

$$Bi = \frac{1}{n-1\left\{(1/\sum P^2{}_{ij}) - 1)\right\}}$$

Donde:

Bi = amplitud del espectro trófico.

$\sum P^2_{ij}$ = Proporción de la dieta del depredador *i* que utiliza la presa *j*.

n= Número total de especies presa

Este índice oscila entre valores de 0 a 1, cuando los valores son cercanos a 0 (<0.6) se dice que el depredador es selectivo sobre ciertos grupos presa, cuando

los valores se aproximan a 1 (>0.6) se considera que el depredador es generalista sobre los recursos alimenticios.

Traslapo trófico entre sexo, tallas y temporadas.

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

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

Donde:
$C\lambda$ = Índice de traslapo entre el depredador *x* y depredador *y*.
P_{xi} = Proporción de presas *i* del total de presas usadas por el depredador *x*.
P_{yi} = Proporción de presas *i* del total de presas usadas por el depredador *y*.
n = Numero total de presas.

Se comparó el traslapo trófico entre sexos, grupos modales (< 100 cm y > 100 cm, Soria Quiroz, 2003) y temporada de pesca.

El nivel trófico a partir de tipo de presas encontradas en los estómagos se estimó de acuerdo a la ecuación propuesta por Christensen y Pauly (1992):

$$TL = 1 + (\sum_{j=1}^{n} DC_{ij})(TL_{j})$$

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.

De acuerdo con estos autores, el detritus y los productores primarios presentan un nivel trófico igual a la unidad mientras que para el resto de los grupos, el nivel trófico (TL) del depredador o grupo (i) se define como uno más la suma de los niveles tróficos de las presas multiplicado por la proporción de la presa en la dieta del depredador.

El valor del nivel trófico (TL) de los peces se consultó en el programa Fishbase (Froese y Pauly, 2003) y el de los cefalópodos se obtuvo a partir de literatura especializada.

Análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

Para el análisis isotópico los tejidos se colocaron en viales con tapas de teflón previamente lavados con una solución de ácido sulfúrico y dicromato de potasio (mezcla crómica) durante 24 horas para evitar la contaminación de las muestras, y lavados con agua destilada.

Posteriormente, los viales fueron colocados en una Liofilizadora marca LABCONCO a –45º C a una presión de 24 a 27 x 10^{-3}mbar para secar completamente las muestras, en la Unidad Piloto de Maricultivo (UPIMA) del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) permaneciendo en el liofilizador durante 24 horas.

Para la extracción de lípidos en músculo se utilizó la técnica descrita por Paré *et al.* (1994) y Renoe (1994), la cual consiste en colocar cada muestra con 25 mililitros de solución cloroformo-metanol 1:1 con temperatura y presión controlada en un horno de microondas (Microwave Assisted Extraction-MAE modelo MARS5 FALCON) durante 20 minutos. Para las muestras de hígado se repitió el proceso dos veces.

Posteriormente, fueron colocadas en un desecador a 45ºC para eliminar todo el solvente; y se procedió a macerar cada muestra en un mortero de ágata, el cual fue sucesivamente lavado con agua destilada y solvente para evitar la contaminación entre muestras, asimismo, se procuró que el tejido deshidratado quedará lo más fino y homogéneo posible. Del tejido pulverizado se obtuvo una submuestra de ± 0.001g, pesada en una balanza analítica marca OHAUS con precisión de ±0.0001g y se almacenó en cápsulas de estaño (8x5 mm) en el Laboratorio de Química Marina de CICIMAR. Ya pesadas, estas cápsulas se enviaron al Laboratorio de Isótopos Estables (Departamento de Agronomía) en la Universidad de Davis en California (EUA) para su análisis en el espectrómetro de masas (EMRI) (20-20 espectrómetro de masas, PDZEuropa, Scientific Sandbach, United Kingdom, UK), con el fin de cuantificar los isótopos estables de Carbono ($\delta^{13}C$) y Nitrógeno ($\delta^{15}N$), la cual cuenta con una precisión por corrida de 1.0 ppm.

Los valores de isótopos estables (δ) se calcularon mediante la siguiente fórmula (Park y Epstein 1961):

$$\delta^{15}N\ (‰) = [(R\ muestra/R\ estándar)-1] \times 1000.$$

$$\delta^{13}C\ (‰) = [(R\ muestra/R\ estándar)-1] \times 1000.$$

Donde:

$\delta^{15}N$

R muestra = proporción entre los isótopos $^{15}N/^{14}N$.
R estándar = nitrógeno atmosférico.

$\delta^{13}C$

R muestra = proporción entre los isótopos $^{13}C/^{12}C$.
R estándar = Pee Dee Belemnite (PDB).

Para confirmar la extracción exhaustiva de lípidos y como indicador de homogeneidad bioquímica de las muestras, se gráfico $\delta^{13}C$ contra la relación C/N. De manera teórica se espera que al hacer una extracción exhaustiva de lípidos los valores de la relación C/N oscilen alrededor de 2.9 que representan proteínas puras (McConnaughey y McRoy, 1979), con lo que entonces la variación en el valor de $\delta^{13}C$ sería un indicador de la actividad del tiburón (Carlson *et al.* 2004). En caso de que la extracción de lípidos no haya sido exhaustiva, los valores de la relación C/N tenderían a ser mayores conforme más negativos sean los valores de $\delta^{13}C$, debido a que el tejido estaría enriquecido en ^{12}C presente en los lípidos.

Se compararon gráficamente los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ entre tejidos, sexo, grupos modales, temporada de pesca y meses del año. Para evaluar las diferencias entre estos se realizó una prueba T de Student

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

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

Donde:

λ: Posición trófica de *Eucinostomus gracilis* según el Fishbase (Froese y Pauly, 2003).

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

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

$\delta^{15}N_{Base}$: Determinación de $\delta^{15}N$ para *Eucinostomus gracilis,* la cual cumple con los criterios propuestos por Post (2002*)*.

6. RESULTADOS

6.1 Información general del muestreo.

Se muestrearon un total de 550 tiburones *S. lewini*, 296 machos (54%) y 254 hembras (46%). La distribución de frecuencia de tallas presentó dos grupos modales, juveniles menores a 100 cm y mayores a 100 cm. El intervalo de tallas fue de 48 – 160 cm (LT), con una longitud total promedio de 84.52 cm (Fig. 5).

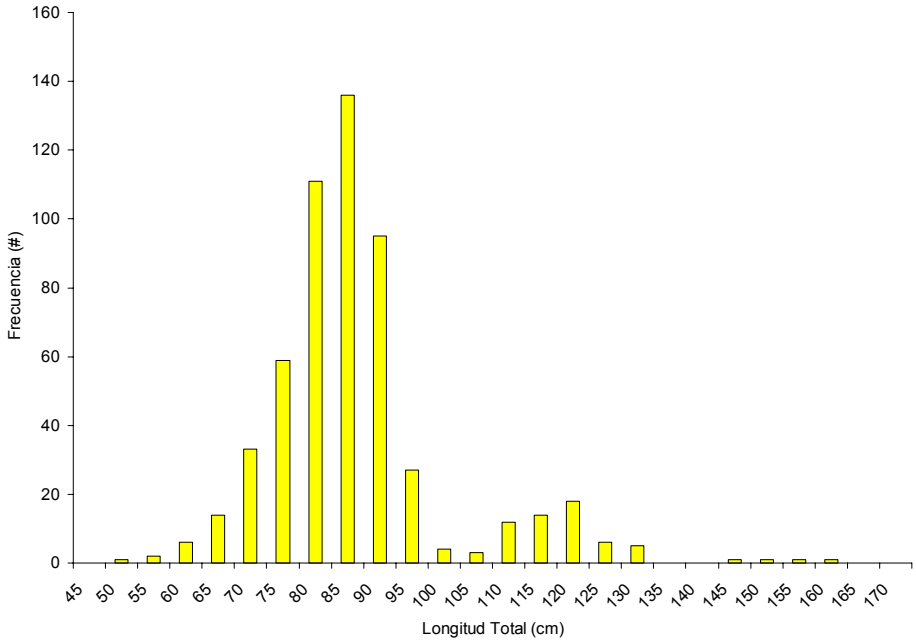


Figura 5. Estructura de tallas general del tiburón *S. lewini* capturado en Mazatlán Sinaloa.

Se registraron 73 tiburones para la temporada I, 158 para la temporada II y 319 para la temporada III (Tabla 3). La distribución mensual de la temporada III con respecto al número de estómagos colectados varió, encontrando los valores más altos en noviembre (84 con alimento, 17 vacíos) y diciembre (50 con alimento, 16 vacíos) y bajos en febrero (13 con alimento, 1 vacío) y marzo (2 con alimento) (Fig. 6).

Tabla 3. Meses de captura del tiburón *S. lewini* en Mazatlán Sinaloa, durante el periodo diciembre 2000 - marzo 2004, señalando el número total de estómagos y número de estómagos con alimento.

	Temporada	Mes	# total de estómagos	Estom. c/alimento
	1	Diciembre	48	37
		Enero	22	20
		Febrero	3	3
Subtotal		2000-2001	**73**	**60**
	2	Noviembre	13	12
		Diciembre	145	120
Subtotal		2001	**158**	**132**
	3	Octubre	64	47
		Noviembre	101	84
		Diciembre	66	50
		Enero	72	56
		Febrero	14	13
		Marzo	2	2
Subtotal		2003-2004	**319**	**252**
Total			**550**	**444**

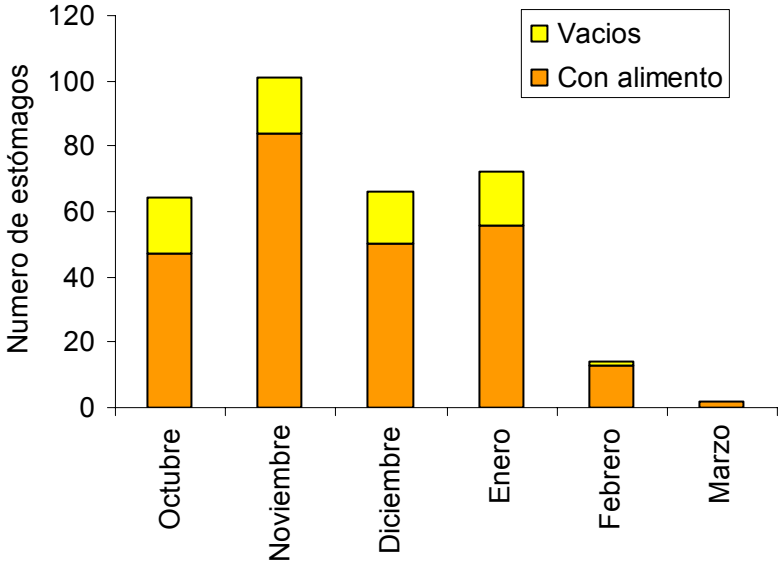


Figura 6. Variación mensual de estómagos para *S. lewini* durante la temporada III.

6.2 Espectro trófico general.

Se obtuvo un total de 550 estómagos, de los cuales 444 (81%) presentaron alimento y 106 (19%) se encontraron vacíos, de acuerdo a la curva acumulativa de especies presa el número de estómagos analizados fue suficiente para caracterizar la mayor parte del espectro trófico de esta especie ya que alcanzó un punto de estabilización a los 70 estómagos (Fig. 7).

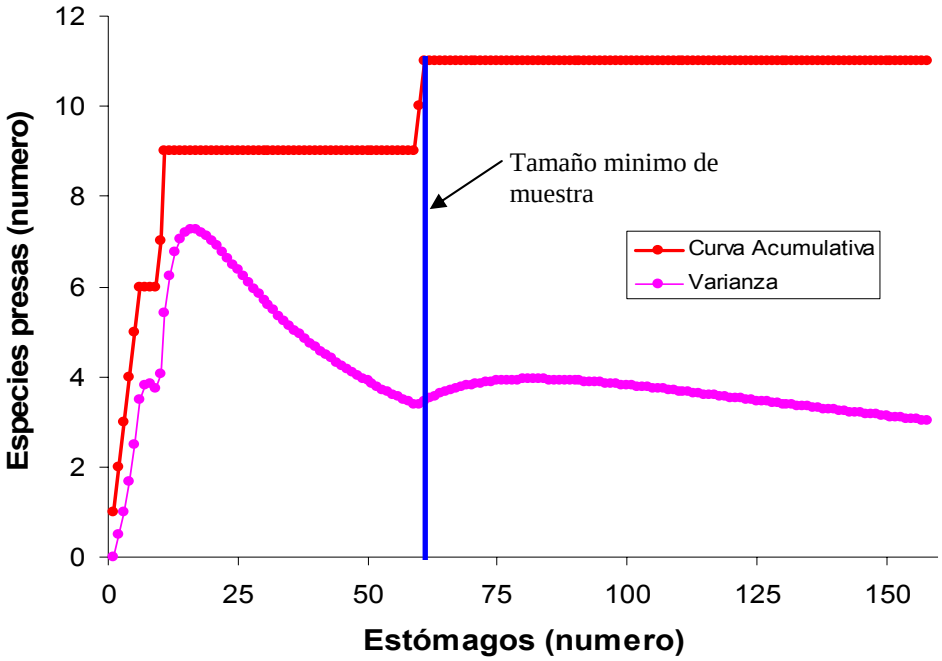


Figura 7. Curva acumulativa de especies presa

El porcentaje de llenado categoría 1 (1-25%) se presentó en 50.9% de los estómagos con alimento, la categoría 2 (26-50%) en 33.7%, mientras que las categorías 3 (51-75%) y 4 (76-100%) representaron 9.7% y 5.6% respectivamente (Fig. 8).

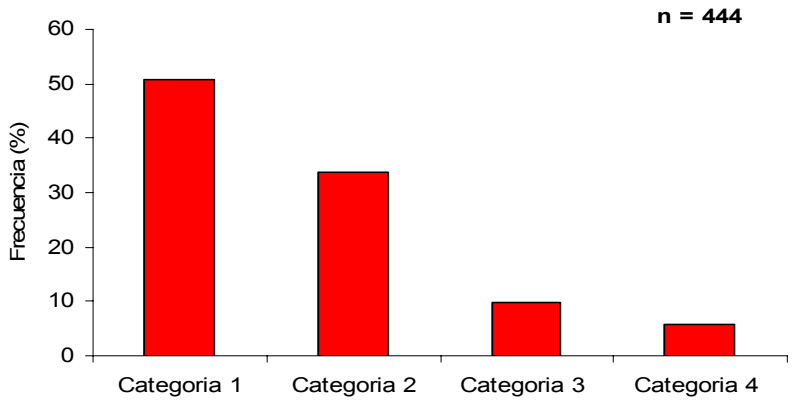


Figura 8. Porcentaje de llenado de los estómagos con alimento de *S. lewini*.

Con respecto al estado de digestión (Tabla 2), 5% de las presas estuvieron en estado 1, 42% en estado 2, mientras que los estados 3 y 4 representaron 39% y 15% respectivamente (Fig. 9).

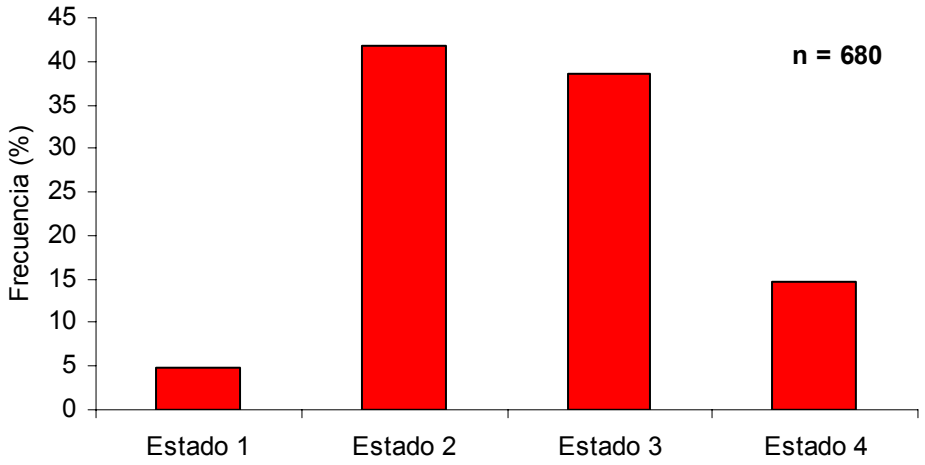


Figura 9. Porcentaje de estado de digestión de especies presas de *S. lewini*.

El espectro trófico se integró por 5 especies de cefalópodos pertenecientes a 4 familias, 10 especie de crustáceos comprendidos en 6 familias y 73 especies de peces incluidos en 25 familias (Tabla 4).

De acuerdo al método numérico se obtuvieron un total de 680 organismos presa, de los cuales 58.8% fueron peces, 30.9% moluscos y 10.3% crustáceos. Las especies más numerosas fueron: *Loliolopsis diomedeae* (21.3%), familia Carangidae (17.4%), familia Gerreidae (9.0%), *Abraliopsis affinis* (8.2%), familia Sciaenidae (6.5%) y *Pleuroncodes planipes* (4.1%).

El peso total de las presas fue de 7105 gramos, de los cuales, los peces aportaron 94.5%, crustáceos 4.8% y moluscos (cefalópodos) 0.08%. Los peces de la familia Carangidae y Gerreidae fueron los que aportaron mayor porcentaje en peso con 24.4% y 15.4% respectivamente mientras que la familia Sciaenidae obtuvo el 11.5%, *Mugil cephalus* 3.6%, *Auxis* spp. 2.7% y la familia Bothidae con 2.7%.

Los peces fueron las presas más frecuentes en los estómagos, presentándose en 83% de los estómagos, seguido por los moluscos con 28% y los crustáceos con 15%. La familia Carangidae (23.4%) fueron la presas de mayor frecuencia de aparición, seguido por *Loliolopsis diomedeae* (21.4%), familia Gerreidae (12.6%), familia Sciaenidae (9.5%), *Pleuroncodes planipes* (6.3%) y *Abraliopsis affinis* (5.2%).

De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR), *Loliolopsis diomedeae* (42.3%) fue la especie presa más importante, seguido por la familia Carangidae (26.5%), la familia Gerreidae (8.8%), la familia Sciaenidae (6.4%), *Abraliopsis affinis* (3.8 %) y *Pleuroncodes planipes* (3.1%) (Fig. 10).

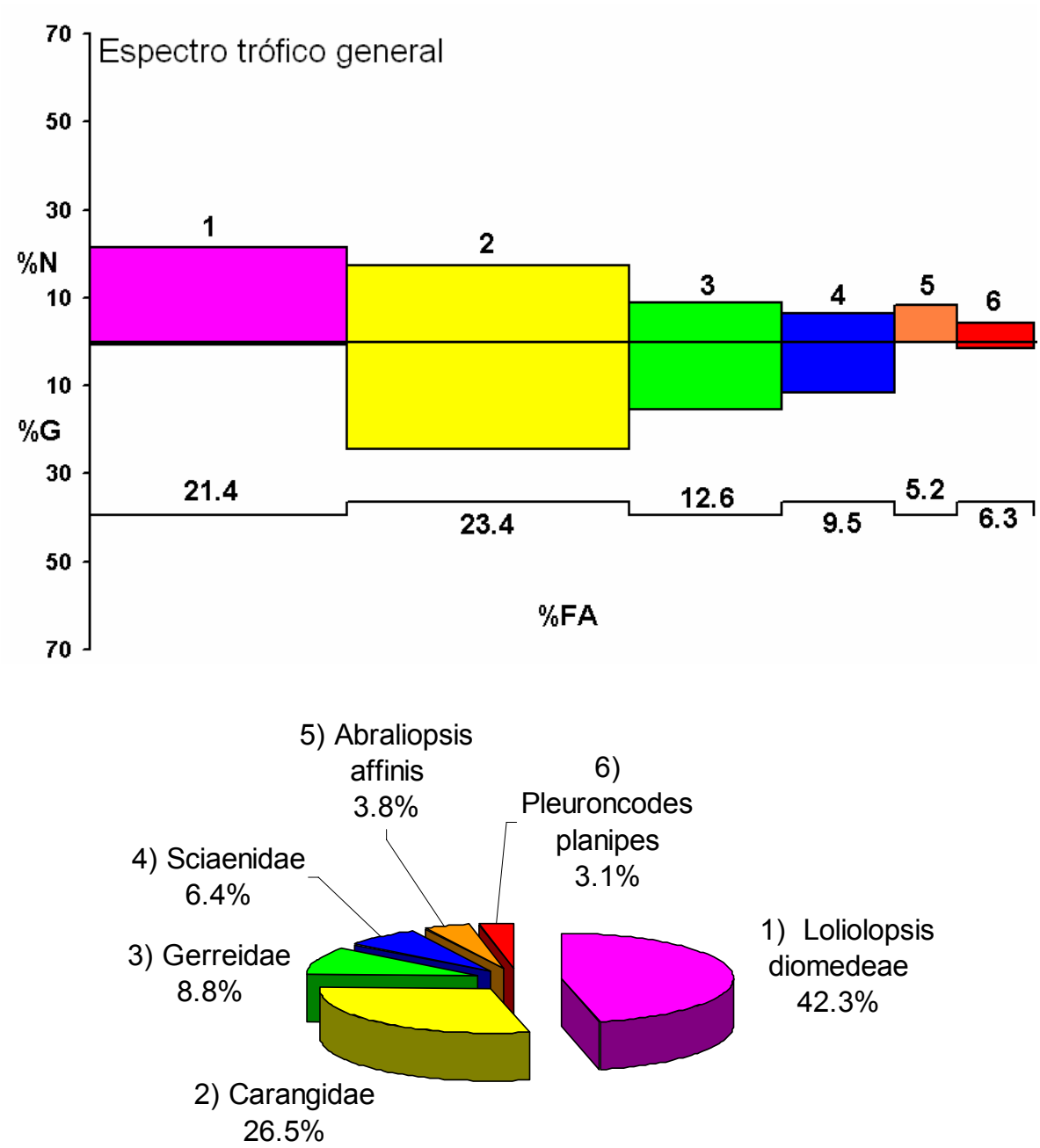


Figura 10. Espectro trófico general del tiburón *S. lewini*, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

Tabla 4. Espectro trófico del tiburón *S. lewini*; expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	56	8.235	1.090	0.015	23	5.180	42.740	3.826
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	4	0.588	0.040	0.001	4	0.901	0.530	0.047
Sthenoteuthis oualaniensis	2	0.294	0.020	0.000	2	0.450	0.133	0.012
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	145	21.324	52.480	0.739	95	21.396	472.050	42.253
Argonautidae								
Argonauta spp.	3	0.441	0.030	0.000	1	0.225	0.099	0.009
Subtotal	**210**	**30.882**	**53.660**	**0.8**			**515.552**	**46.1**
CRUSTACEA								
Decapada								
Squillidae								
Squilla mantoidea	7	1.029	31.760	0.447	7	1.577	2.328	0.208
Sicyoniidae								
Sicyonia disdorsalis	3	0.441	8.670	0.122	3	0.676	0.381	0.034
Processidae								
Processa peruviana	1	0.147	2.070	0.029	1	0.225	0.040	0.004
Penaeidae	11	1.618	20.340	0.286	11	2.477	4.717	0.422
Farfantepenaeus californiensis	6	0.882	60.170	0.847	6	1.351	2.337	0.209
Litopenaeus stylirostris	1	0.147	9.180	0.129	1	0.225	0.062	0.006
Penaeus spp.	1	0.147	35.300	0.497	1	0.225	0.145	0.013
Trachypenaeus spp.	2	0.294	23.000	0.324	2	0.450	0.278	0.025
Trachypenaeus pacifica	8	1.176	46.310	0.652	7	1.577	2.882	0.258
Xiphopenaeus riveti	1	0.147	2.170	0.031	1	0.225	0.040	0.004
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	28	4.118	97.670	1.375	28	6.306	34.636	3.100
Portunidae								
Callinectes bellicosus	1	0.147	1.760	0.025	1	0.225	0.039	0.003
Subtotal	**70**	**10.294**	**338.400**	**4.8**			**47.884**	**4.3**

Continuación…

OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	14	2.059	117.200	1.649	14	3.153	11.693	1.047
Ophichthidae								
Ophichthus spp.	2	0.294	19.690	0.277	2	0.450	0.257	0.023
Ophichthus triserialis	2	0.294	158.000	2.224	1	0.225	0.567	0.051
Orden Clupeiformes								
Clupeidae	4	0.588	42.390	0.597	4	0.901	1.067	0.096
Sardinops spp.	1	0.147	16.640	0.234	1	0.225	0.086	0.008
Sardinops caeruleus	6	0.882	156.090	2.197	5	1.126	3.467	0.310
Opisthonema spp.	1	0.147	7.270	0.102	1	0.225	0.056	0.005
Engraulidae	9	1.324	14.550	0.205	8	1.802	2.754	0.246
Anchoa spp.	4	0.588	13.470	0.190	4	0.901	0.701	0.063
Orden Aulopiformes								
Synodontidae	2	0.294	90.000	1.267	2	0.450	0.703	0.063
Synodus spp.	1	0.147	9.740	0.137	1	0.225	0.064	0.006
Synodus scituliceps	11	1.618	138.450	1.949	9	2.027	7.229	0.647
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae	1	0.147	0.500	0.007	1	0.225	0.035	0.003
Lepophidium spp.	2	0.294	20.770	0.292	2	0.450	0.264	0.024
Lepophidium pardale	1	0.147	13.130	0.185	1	0.225	0.075	0.007
Lepophidium prorates	3	0.441	72.550	1.021	3	0.676	0.988	0.088
Orden Beloniformes								
Hemiramphidae								
Hyporhamphus unifasciatus	2	0.294	34.380	0.484	2	0.450	0.350	0.031
Orden Beryciformes								
Holocentridae								
Myripristis spp.	1	0.147	2.690	0.038	1	0.225	0.042	0.004
Orden Perciformes								
Centropomidae	1	0.147	19.040	0.268	1	0.225	0.093	0.008
Serranidae	3	0.441	33.190	0.467	3	0.676	0.614	0.055
Diplectrum spp.	1	0.147	13.660	0.192	1	0.225	0.076	0.007
Diplectrum labarum	1	0.147	50.010	0.704	1	0.225	0.192	0.017
Diplectrum pacificum	2	0.294	79.470	1.118	2	0.450	0.636	0.057
Hemanthias signifer	4	0.588	93.640	1.318	4	0.901	1.717	0.154
Malacantidae								
Caulolatilus affinis	1	0.147	14.330	0.202	1	0.225	0.079	0.007
Carangidae	68	10.000	677.050	9.529	58	13.063	255.103	22.834
Caranx spp.	7	1.029	99.750	1.404	7	1.577	3.836	0.343
Caranx caballus	2	0.294	112.320	1.581	2	0.450	0.845	0.076

Continuación…

Caranx caninus	1	0.147	24.030	0.338	1	0.225	0.109	0.010
Caranx sexfasciatus	2	0.294	53.470	0.753	2	0.450	0.471	0.042
Chloroscombrus orqueta	12	1.765	203.100	2.858	11	2.477	11.454	1.025
Decapterus spp.	12	1.765	230.860	3.249	11	2.477	12.421	1.112
Selar crumenophtalmus	11	1.618	247.920	3.489	9	2.027	10.352	0.927
Selene peruviana	3	0.441	82.500	1.161	3	0.676	1.083	0.097
Coryphaenidae								
Coryphaena spp.	2	0.294	99.290	1.397	1	0.225	0.381	0.034
Gerreidae	36	5.294	376.750	5.302	31	6.982	73.984	6.622
Eucinostomus spp.	11	1.618	162.890	2.292	11	2.477	9.687	0.867
Eucinostomus argenteus	8	1.176	340.580	4.793	8	1.802	10.756	0.963
Eucinostomus currani	1	0.147	37.750	0.531	1	0.225	0.153	0.014
Eucinostomus gracilis	5	0.735	172.930	2.434	5	1.126	3.569	0.319
Sciaenidae	30	4.412	387.920	5.459	29	6.532	64.474	5.771
Bairdiella spp.	1	0.147	22.180	0.312	1	0.225	0.103	0.009
Bairdiella armata	1	0.147	49.730	0.700	1	0.225	0.191	0.017
Cynoscion spp.	1	0.147	59.97	0.844	1.00	0.23	0.223	0.020
Cynoscion parvipinnis	1	0.147	2.280	0.032	1	0.225	0.040	0.004
Cynoscion reticulatus	1	0.147	44.360	0.624	1	0.225	0.174	0.016
Odontoscion spp.	1	0.147	59.970	0.844	1	0.225	0.223	0.020
Odontoscion xanthops	8	1.176	190.050	2.675	7	1.577	6.072	0.543
Mullidae								
Pseudupeneus grandisquamis	2	0.294	74.620	1.050	2	0.450	0.606	0.054
Mugilidae	1	0.147	13.680	0.193	1	0.225	0.076	0.007
Mugil spp.	5	0.735	72.640	1.022	5	1.126	1.979	0.177
Mugil cephalus	9	1.324	253.670	3.570	9	2.027	9.919	0.888
Mugil curema	5	0.735	172.100	2.422	3	0.676	2.133	0.191
Labridae	6	0.882	71.150	1.001	6	1.351	2.546	0.228
Sphyraenidae								
Sphyraena lucasana	1	0.147	28.160	0.396	1	0.225	0.122	0.011
Scombridae	5	0.735	156.040	2.196	5	1.126	3.301	0.295
Auxis spp.	13	1.912	189.170	2.662	12	2.703	12.362	1.107
Euthynnus lineatus	4	0.588	126.600	1.782	4	0.901	2.135	0.191
Scomber japonicus	2	0.294	37.890	0.533	2	0.450	0.373	0.033
Thunnus spp.	1	0.147	3.750	0.053	1	0.225	0.045	0.004
Stromateidae								
Peprilus snyderi	3	0.441	44.490	0.626	3	0.676	0.721	0.065
Orden Pleuronectiformes								
Paralichthyidae	8	1.176	18.010	0.253	7	1.577	2.254	0.202
Etropus crossotus	3	0.441	51.490	0.725	3	0.676	0.788	0.071

Continuación…

Bothidae	11	1.618	194.160	2.733	11	2.477	10.778	0.965
Pleuronectidae	6	0.882	41.760	0.588	6	1.351	1.987	0.178
Achiridae	4	0.588	14.410	0.203	3	0.676	0.534	0.048
Achirus mazatlanus	3	0.441	20.990	0.295	3	0.676	0.498	0.045
Cynoglossidae								
Symphurus elongatus	1	0.147	25.900	0.365	1	0.225	0.115	0.010
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	2	0.294	134.210	1.889	2	0.450	0.983	0.088
Subtotal	**400**	**58.823**	**6713.390**	**94.5**			**553.766**	**49.6**
TOTAL	**680**	**100**	**7105**	**100**			**1117**	**100**

6.3 Espectro trófico por sexo.

El intervalo de tallas para hembras fue de 48 - 160cm (LT); mientras que para machos fue de 53 - 130 cm (LT), en ambos casos la longitud promedio fue de 84.52 cm (Fig. 11).

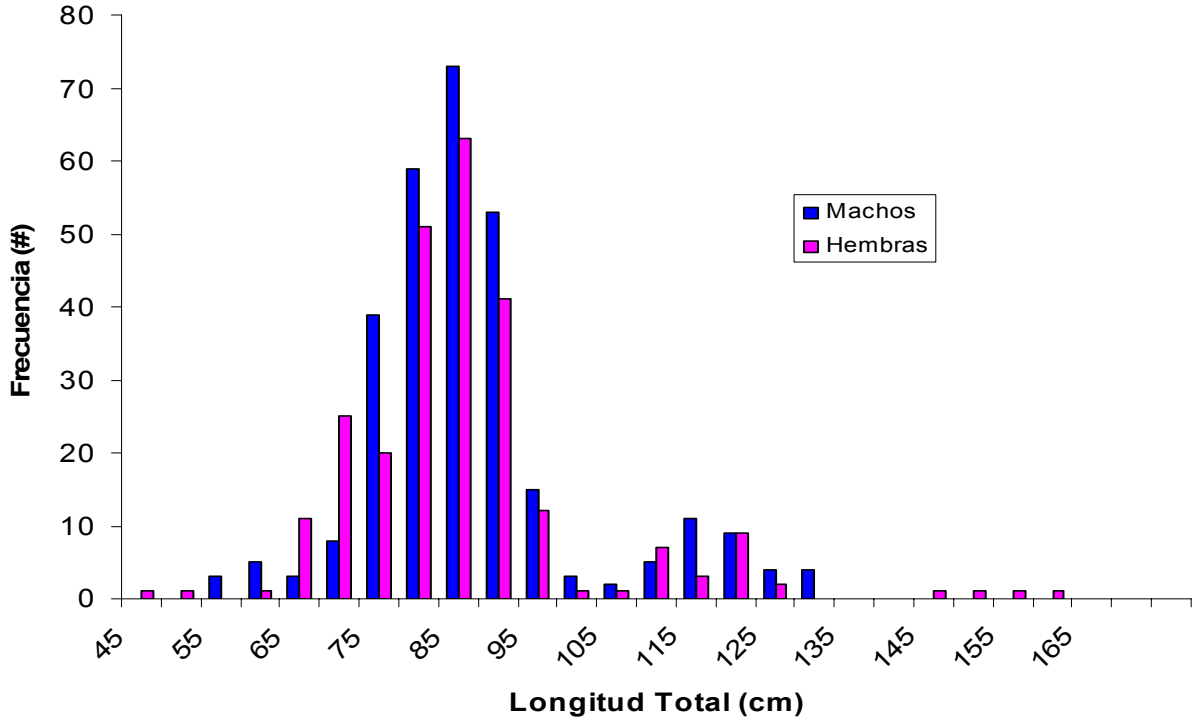


Figura 11. Estructura de tallas de machos y hembras del tiburón *S. lewini*

De las 254 hembras capturadas, 209 presentaron alimento en estómagos (82.3%) y 45 se encontraron vacíos (17.7%); y para los 296 machos capturados, 235 presentaron alimento en estómagos (79.4%) y 61 se encontraron vacíos (20.6%) (Fig. 12).

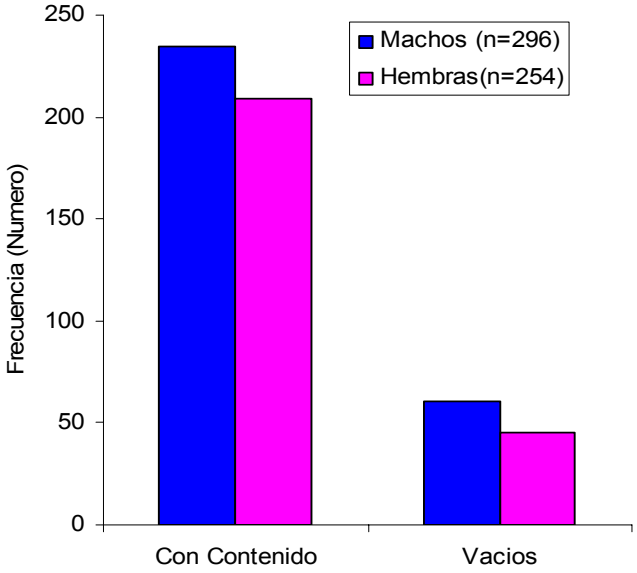


Figura 12. Total de estómagos de machos y hembras de *S. lewini*

De acuerdo al IIR, las hembras se alimentaron principalmente de *Loliolopsis diomedeae* (36.1%), la familia Carangidae (29.5%), Sciaenidae (12.2%), Gerreidae (5.1 %), *Pleuroncodes planipes* (3.6%) y *Abraliopsis affinis* (3.2%) (Fig. 13).

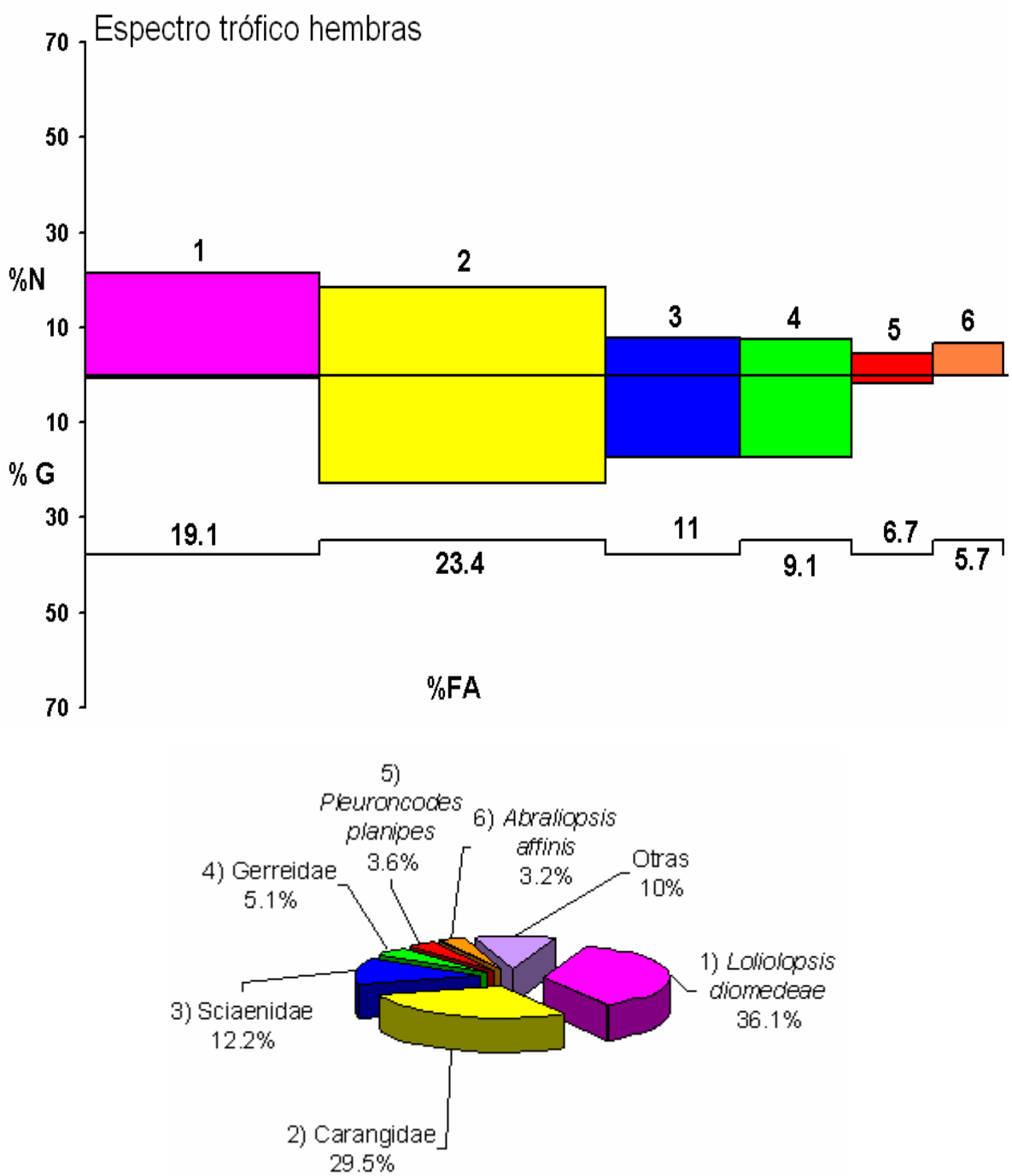


Figura 13. Espectro trófico de hembras, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

En los machos, el índice de importancia relativa indicó que *Loliolopsis diomedeae* fue la especie presa más importante con 43.4% seguido por la familia Carangidae (24%), Gerreidae (12.4%), *Abraliopsis affinis* (3.9%), Mugilidae (3.3 %), y *Pleuroncodes planipes* (2.5 %) (Fig. 14).

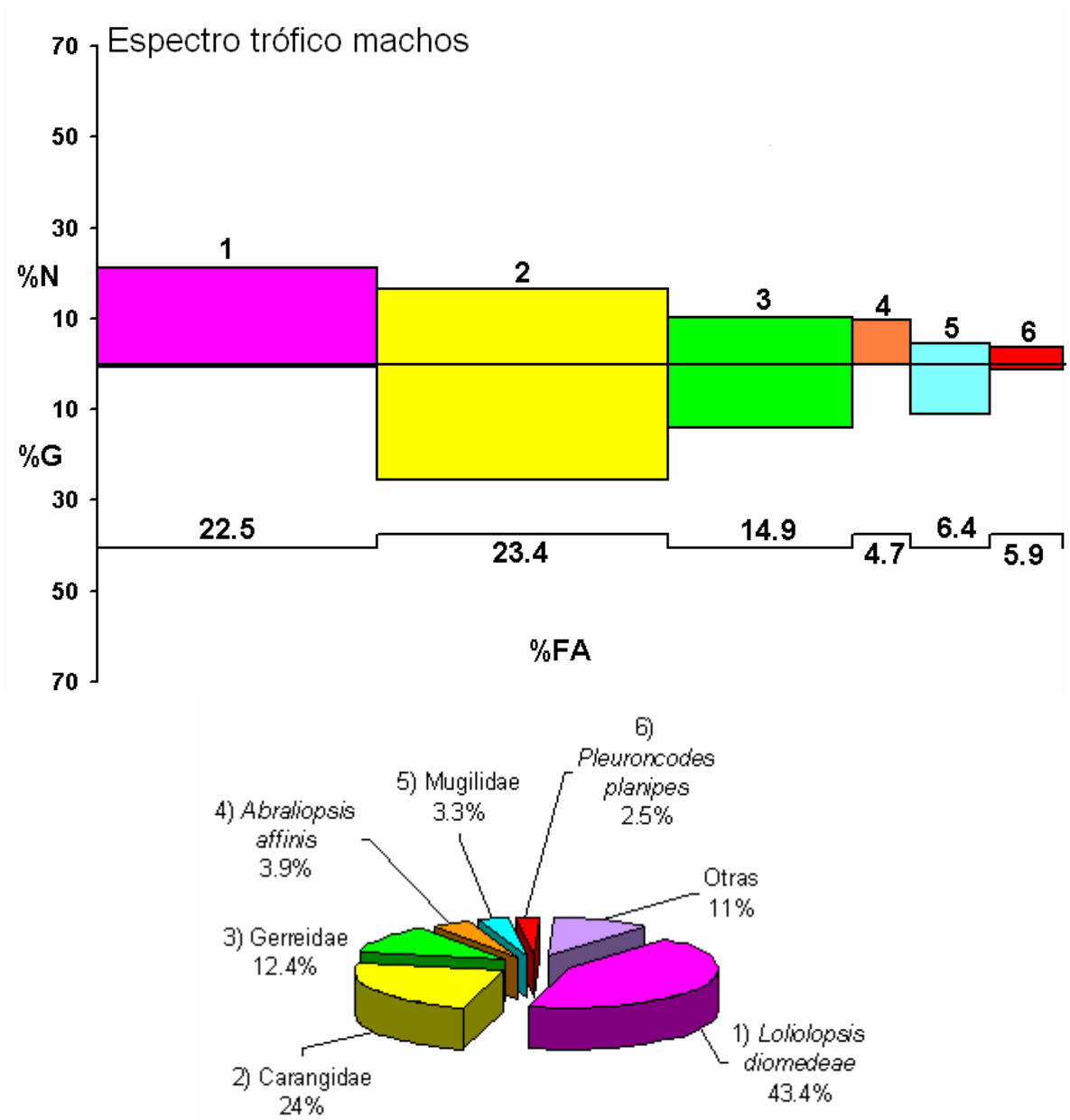


Figura 14. Espectro trófico de machos, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

6.4 Espectro trófico por grupo modal.

Los juveniles < 100 cm presentaron el 79% de los estómagos con alimento, mientras que los > 100 cm presentaron el 90% (Tabla 5). En el primer grupo se encontró un mayor número de especies presa con respecto al segundo.

Tabla 5. Número de estómagos por intervalo de talla

Intervalos	**# de estómagos**	
	Con contenido	Vacíos
<100 cm.	388	100
>100 cm.	56	6
Total	**444**	**106**

De acuerdo al IIR, los tiburones < 100 cm LT, se alimentaron principalmente de *Loliolopsis diomedeae* (IIR 46.7%), familia Carangidae (17.9%), familia Gerreidae (8.9%), *Pleuroncodes planipes* (2.9%) y *Abraliopsis affinis* (0.7%). y para juveniles >100 cm LT, las presas principales fueron: *Loliolopsis diomedeae* (IIR 8.5%), Familia Carangidae (30.6%), *Pleuroncodes planipes* (1.5%) y *Abraliopsis affinis* (33.9%) (Fig. 15).

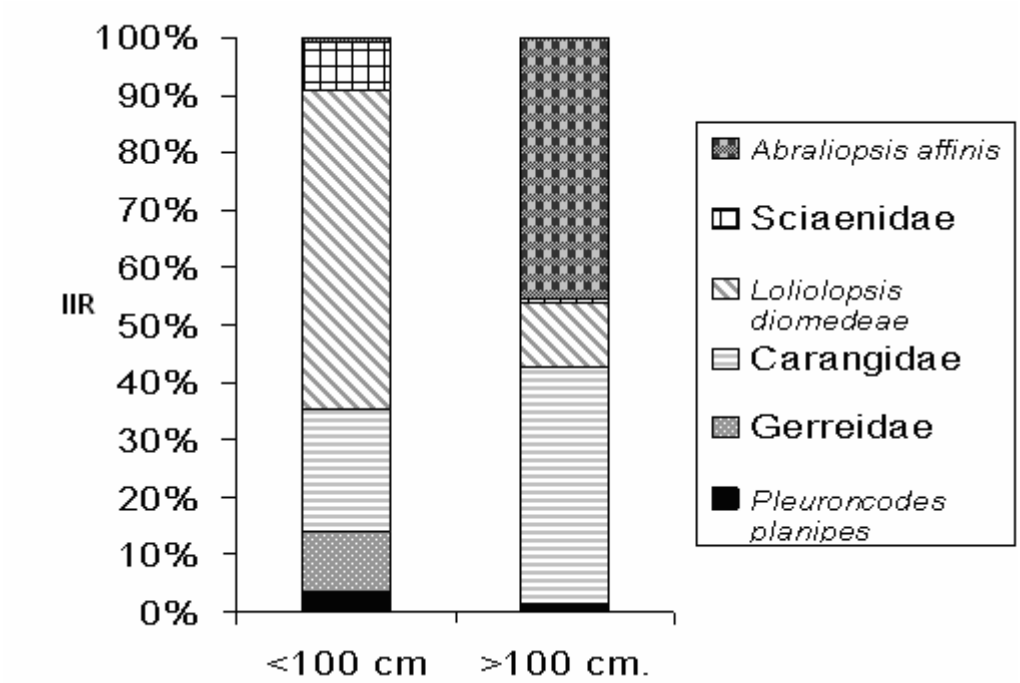


Figura 15. Porcentaje del índice de importancia relativa (IIR) por grupos modales de *S. lewini* de Mazatlán. México.

6.5 Espectro trófico por temporadas.

De acuerdo a los valores del IIR. En la temporada I se registraron 60 estómagos con alimento y las presas de mayor importancia fueron *Pleuroncodes planipes* (21.5%), *Mugil cephalus* (18.2%), *Synodus scituliceps* (10.5%), *Sardinops caeruleus* (2.5%) y *Loliolopsis diomedeae* (1.3%) (Fig.16). En la temporada II, 132 estómagos presentaron alimento, los cuales indicaron que las especies de mayor importancia en el espectro trófico fueron *Loliolopsis diomedeae* (53.3%), *Decapterus* spp. (6.5%), *Pleuroncodes planipes* (5.4%), *Selar crumenophtalmus* (4.9%) y *Abraliopsis affinis* (1%) (Fig. 17). En la temporada III, se analizaron 252 estómagos con alimento. Las especies más importantes fueron: *Loliolopsis diomedeae* (28%), *Abraliopsis affinis* (5.3%), *Chloroscombrus orqueta* (3.03%), *Eucinostomus argenteus* (2.8%) y *Auxis* spp. (1.6%) (Fig. 18).

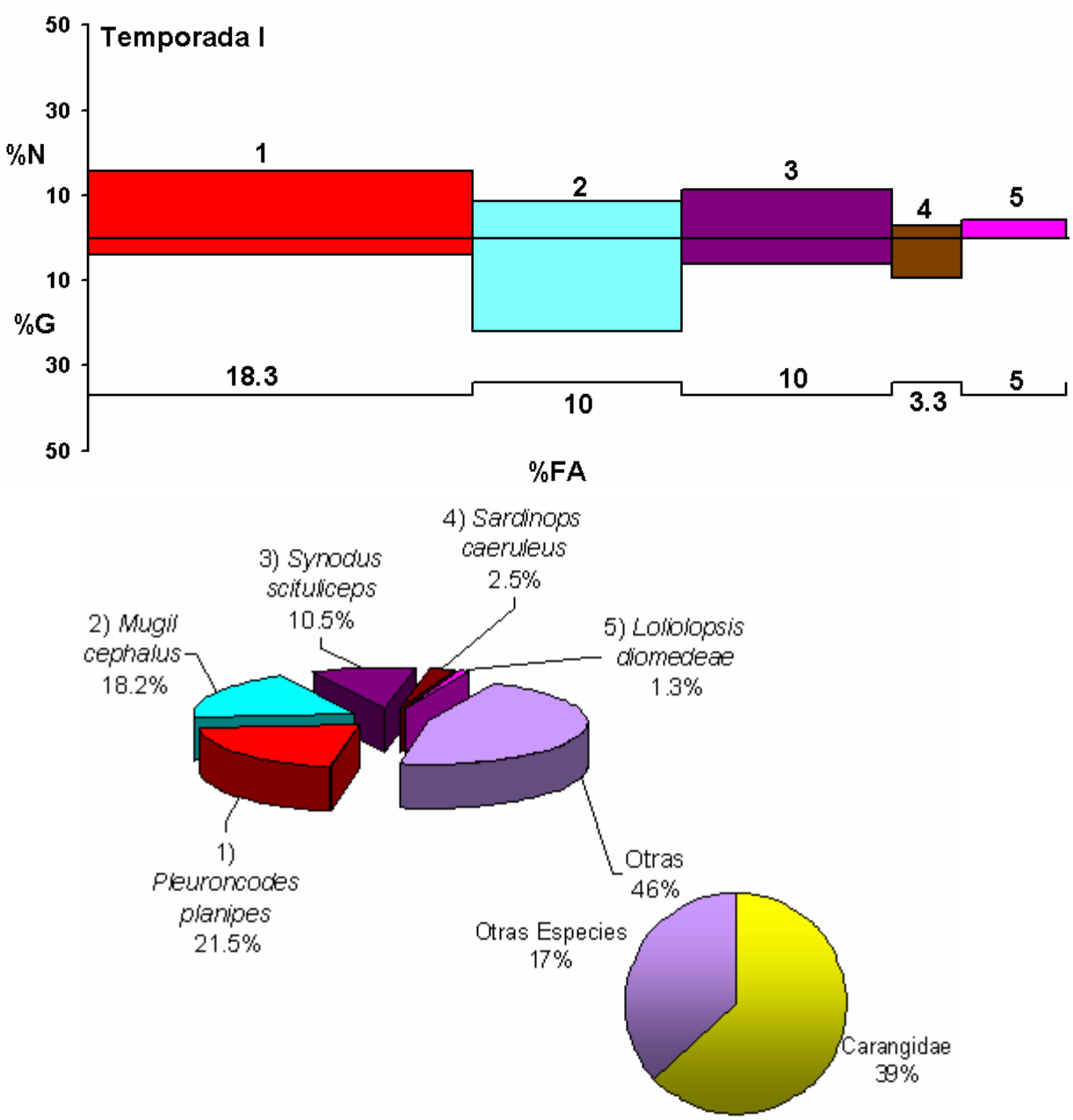


Figura 16. Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada I, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

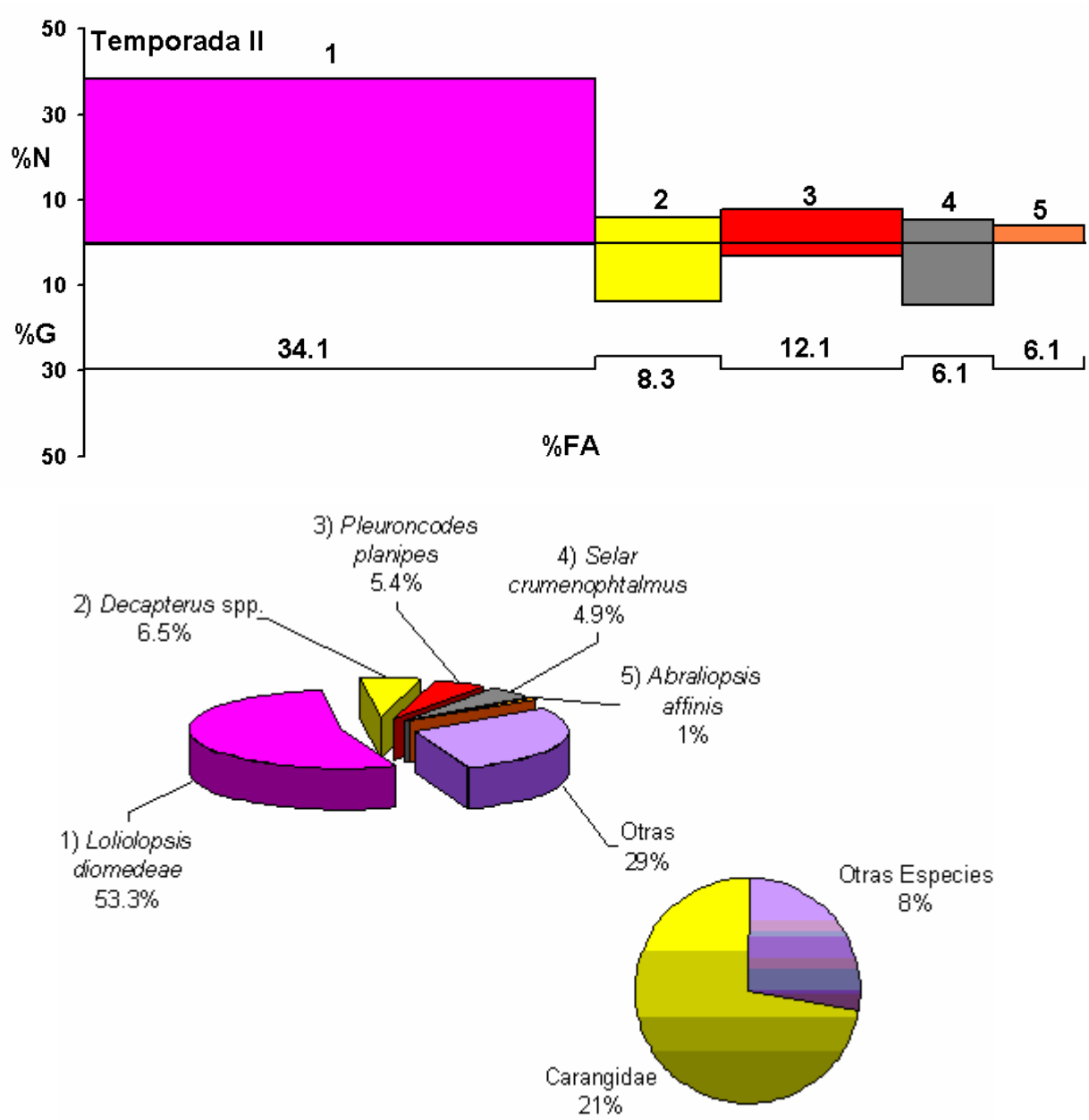


Figura 17. Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada II, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

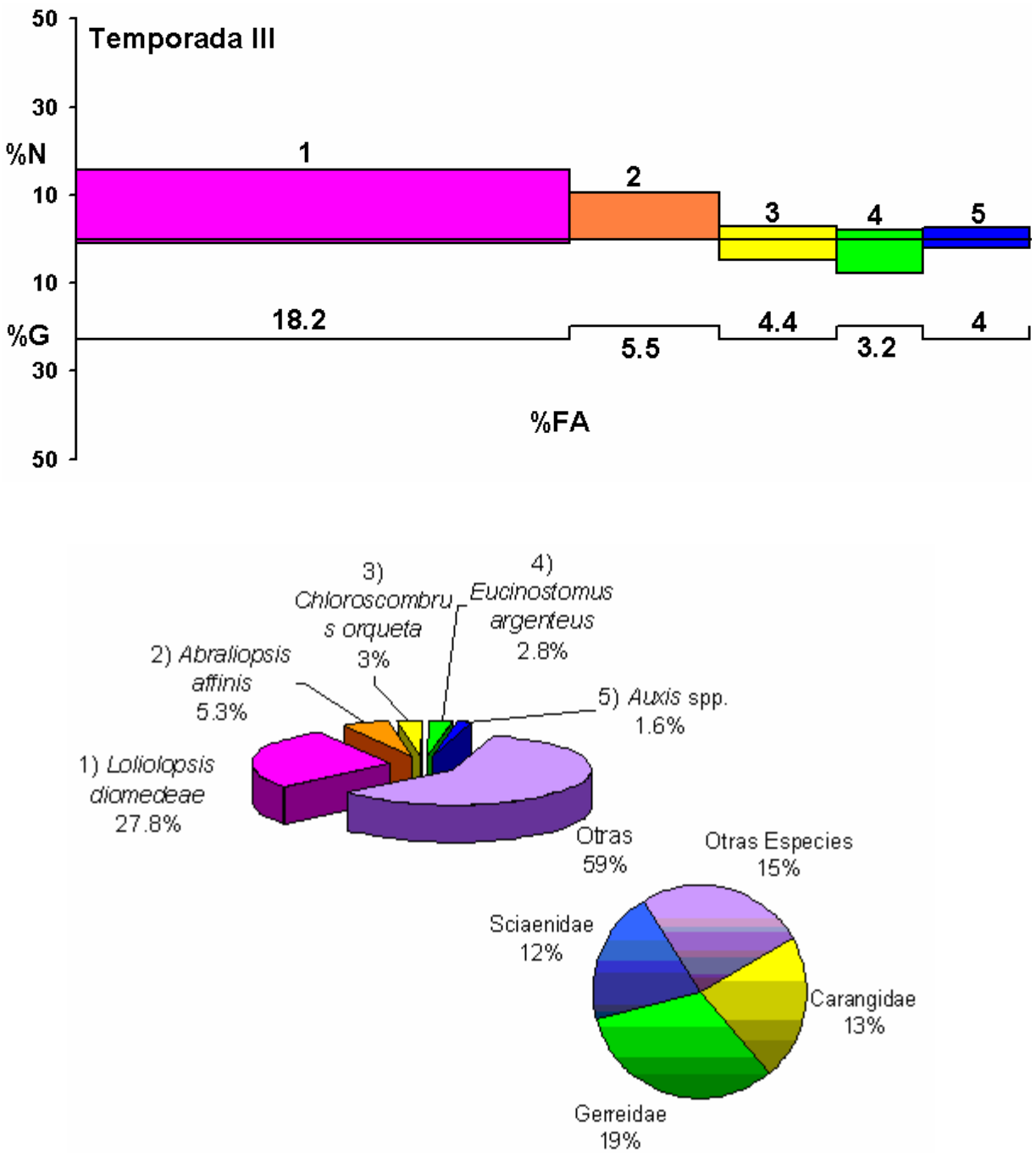


Figura 18. Espectro trófico de organismos pertenecientes a la temporada III, expresado en valores porcentuales de los métodos de frecuencia de aparición (FA), numérico (N), gravimétrico (G) e índice de importancia relativa (IIR).

6.6 Espectro trófico por meses para la temporada III.

El análisis mensual de la temporada III mostró la variación de las presas más importantes (Fig. 19).

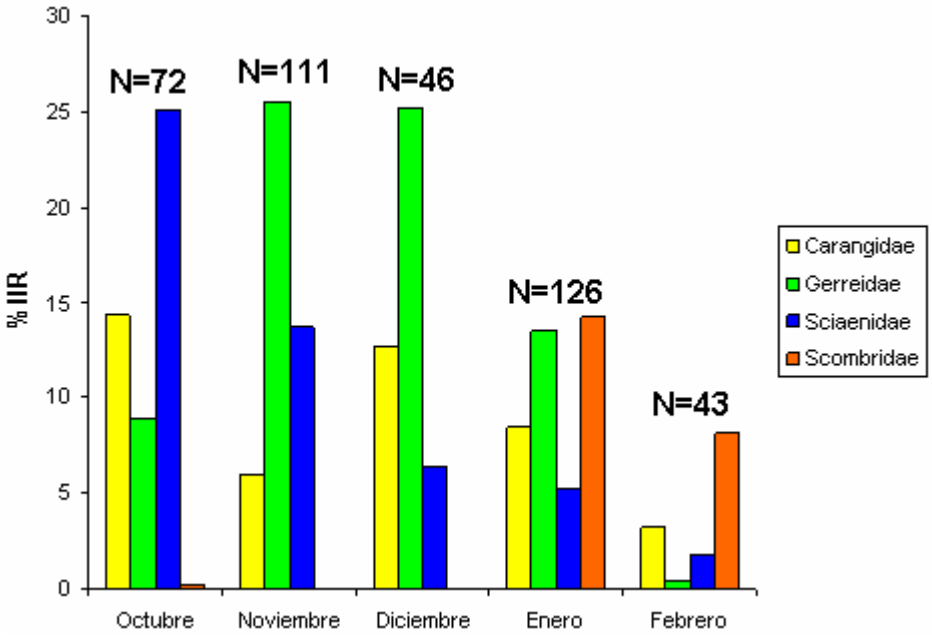


Figura 19. Especies presa principales del tiburón *S. lewini* para los diferentes meses de la temporada III, expresado en valores porcentuales del índice de importancia relativa (IIR).

Se analizó en octubre 47 estómagos con alimento y las presas de mayor importancia fueron *Odontoscion xanthops* (9.1%), *Hemanthias signifer* (6.2%), *Eucinostomus* spp. (5.9%), *Farfantepenaeus californiensis* (4.0%) *y Loliolopsis diomedeae* (2%). En noviembre, 84 estómagos presentaron alimento, los cuales indicaron que las especies de mayor importancia en el espectro trófico fueron *Chloroscombrus orqueta* (15.7%), *Eucinostomus argenteus* (12.4%), *Odontoscion xanthops* (3.6%), *Selene peruviana* (2.6%) y *Auxis* spp. (2.1%). En Diciembre, se analizaron 50 estómagos con alimento. Las especies más importantes fueron: *Mugil curema* (7.9%), *Caranx sexfasciatus* (4.2%), *Loliolopsis diomedeae* (4.1%), *Eucinostomus argenteus* (2.6%) y *Chloroscombrus orqueta* (2.1%). En Enero, se analizaron 56 estómagos con alimento. Las especies más importantes fueron:

Loliolopsis diomedeae (8.9%), *Mugil curema* (7.5%), *Abraliopsis affinis* (6.03%), *Coryphaena* spp. (4.6%) y *Lepophidium prorates* (2.2%). En Febrero, se analizaron 13 estómagos con alimento. Las especies más importantes fueron: *Loliolopsis diomedeae* (70.5%), *Auxis* spp. (7.3%), *Mugil* spp. (2.2%), *Lepophidium* spp. (1.8%) y *Caranx* spp. (1.2%).

6.7 Índices Ecológicos.

6.7.1 Amplitud de dieta

Los valores de amplitud de dieta fueron menores de 0.6 tanto de manera general como con los datos categorizados (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de amplitud de dieta obtenidos a partir del Índice de Levin. Valores < 0.6 son especialista y valores >0.6 son generalistas.

Categoría	LEVIN
Espectro General	**0.15**
Hembras	**0.21**
Machos	**0.17**
Tallas < 100 cm.	**0.15**
Tallas > 100 cm.	**0.20**
Temporada I	**0.56**
Temporada II	**0.18**
Temporada III	**0.22**

6.7.2 Traslapo trófico

De acuerdo al índice de Morisita-Horn, el traslapo entre dietas por sexo fue de (Cλ=0.95) y entre grupos modales fue de (Cλ=0.50). Mientras entre temporadas, el valor más alto fue de 0.63 (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de traslapo trófico obtenidos a partir de Índice de Morisita-Horn. Valores < 0.29 indican traslapo bajo, 0.30 - 0.65 traslapo medio y 0.66 – 1 traslapo alto.

Categoría	Índice Morisita - Horn
Hembras vs. Machos →	**0.95**
Grupos modales	
<100cm vs. >100cm. →	**0.50**

	Temporada I	Temporada II	Temporada III
Temporada I	X	0.42	0.41
Temporada II		X	**0.63**
Temporada III			X

6.8 Análisis de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$.

Se analizaron 61 biopsias de músculos de la parte dorsal de los tiburones y 31 de hígado (Tabla 8). La medida de dispersión asociada a valores promedio de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$, fue la desviación estándar (±DE), a menos que se especifique lo contrario.

Tabla 8. Número de biopsias (H = hígado, M = músculo).

Temporada						
	1		2		3	
Sexo	♀	♂	♀	♂	♀	♂
Tejido	H M	H M	H M	H M	H M	H M
< 100 cm.	0 8	0 7	0 7	0 6	10 4	13 7
> 100 cm.	0 2	0 0	0 6	0 5	4 4	4 5
Total.	**0 10**	**0 7**	**0 13**	**0 11**	**14 8**	**17 12**

Los valores de la relación C/N de músculo oscilaron en un intervalo de 2.68 a 2.90, siempre por debajo del valor teórico de proteína pura de 2.9 (Fig. 20A), mientras que para hígado oscilaron en un intervalo de 3.38 a 8.65 por arriba del valor de proteína pura teórico (Fig. 20B).

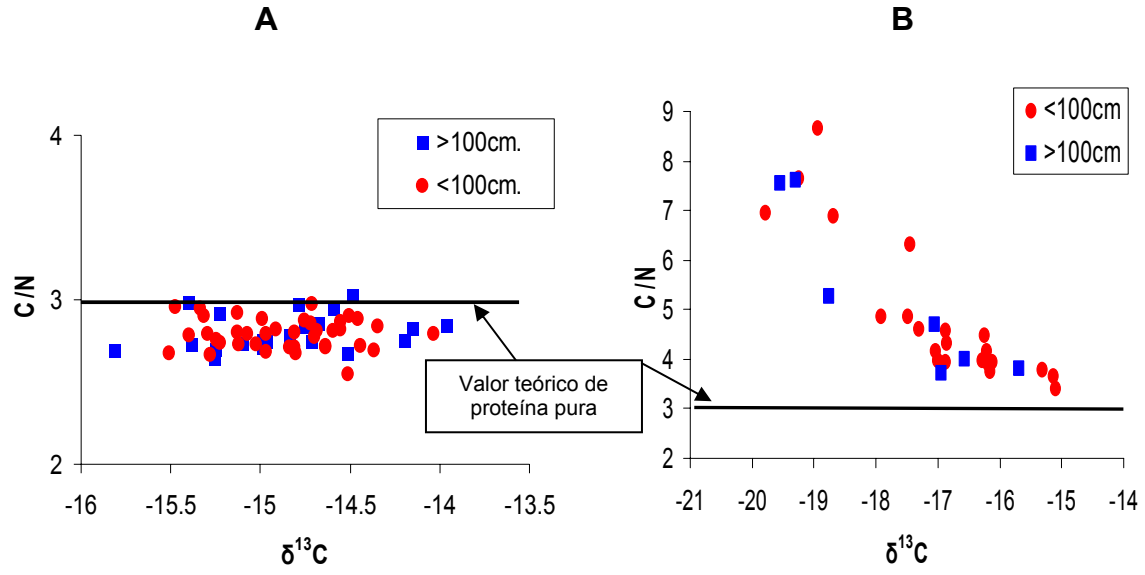


Figura 20. Relación entre C/N y la razón de isótopos estables de carbono en el músculo dorsal (A) e hígado (B).

El intervalo del $\delta^{15}N$ en el músculo dorsal del tiburón fue de 17.23 a 21.18‰, con un promedio de 19.09 ± 1.01‰; mientras que el intervalo del $\delta^{13}C$ fue de -16.55 a -13.97‰, con un promedio de -14.89 ± 0.44‰. Para el hígado el intervalo del $\delta^{15}N$ fue de 14.96 a 19.18‰, con un promedio de 17.21 ± 1.03‰; mientras que el intervalo del $\delta^{13}C$ fue de -21.88 a -15.09‰, con un promedio de -17.46 ± 1.71‰. Al comparar los valores de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ entre tejidos, se encontró una diferencia significativa tanto en nitrógeno [t = 8.454, 91 gl. (P = <0.001)], como en carbono [T = 549.000, 91 gl. (P = <0.001)] (Fig. 21).

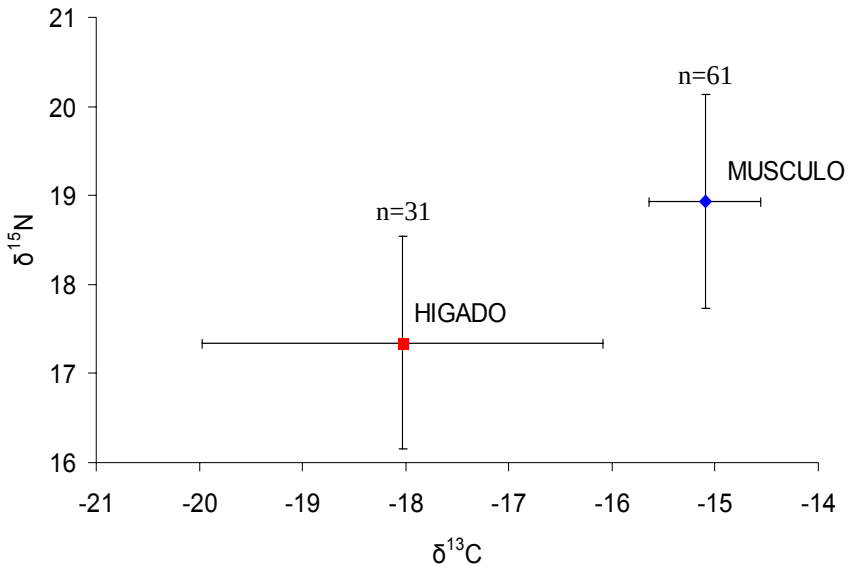


Figura 21. Valores promedio y desviaciones estándar de los valores $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de hígado y músculo del tiburón *S. lewini*.

Debido a que no se encontró una relación C/N consistente en hígado, en los análisis posteriores se utilizó solamente los valores de músculo, a menos que se especifique lo contrario.

Al comparar las razones isotópicas para nitrógeno y carbono entre sexos, se encontró que en las hembras, los valores de nitrógeno variaron de 17.28 a 21.18‰ con un promedio de 19.08 ± 1.05‰ y para carbono de -15.41 a -14.03 ‰ con un promedio de -14.90 ± 0.36‰. Para machos, los valores de nitrógeno variaron entre

17.23 y 20.79‰ con un promedio de 19.10 ± 1.00‰ y para carbono entre -16.55 y -13.97‰ con un promedio de -14.88 ± 0.52‰. Los valores $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ no fueron estadísticamente diferentes entre sexos [t = -0.0882 con 59 gl. (P = 0.930)], [t = -0.199 con 59 grados de libertad. (P = 0.843)] (Fig. 22).

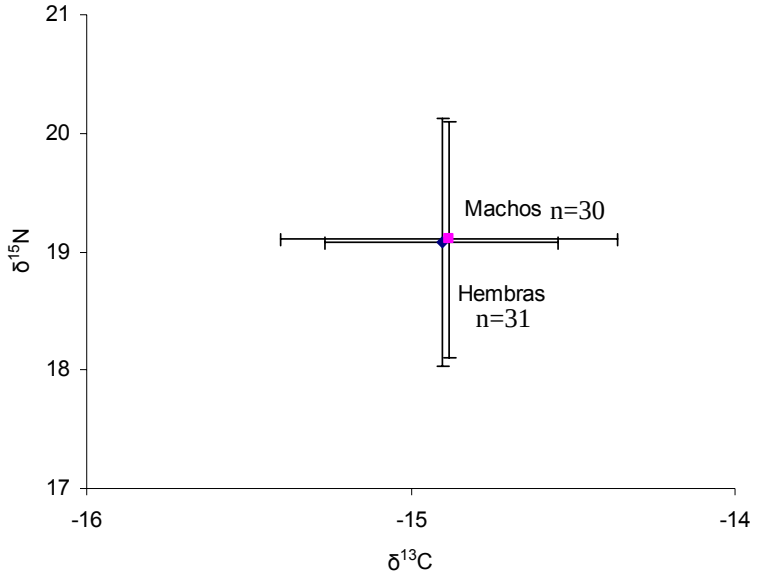


Figura 22. Valores promedio y desviaciones estándar de los valores $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de machos y hembras en músculo.

Se encontró una relación logarítmica entre la longitud total y el $\delta^{15}N$ [$\delta^{15}N$=6.17+6.55*log10 (LT) (r=0.513)] observándose que conforme aumentan de talla los tiburones se incrementan los valores de $\delta^{15}N$ (Fig. 23), Al comparar los valores promedio entre $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ entre grupos modales se observaron diferencias significativas en los valores $\delta^{15}N$ [t = -4.434 con 59 grados de libertad. (P = <0.001)], pero no en los valores del $\delta^{13}C$ [t = 0.663 con 59 grados de libertad. (P = 0.510)] (Fig. 24).

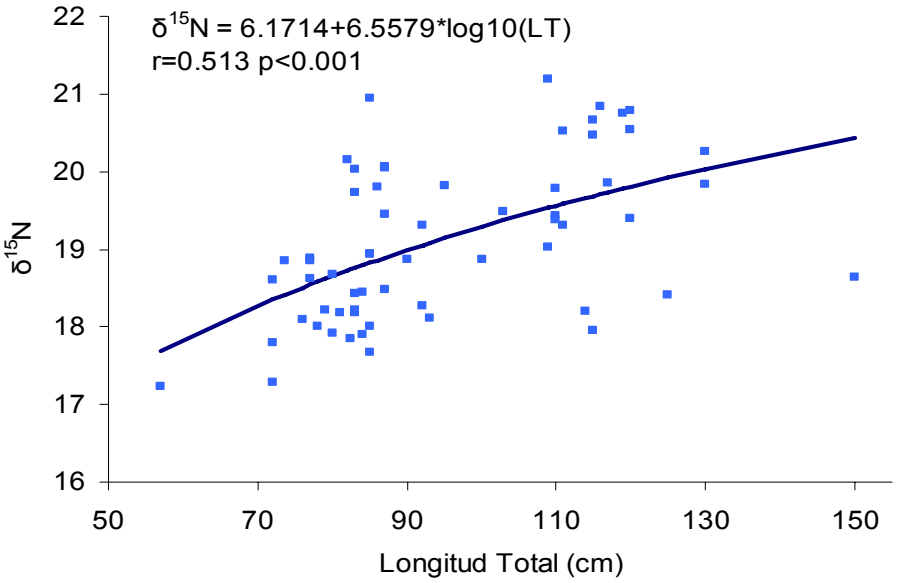


Figura 23. Relación entre valores $\delta^{15}N$ y longitud total en músculo.

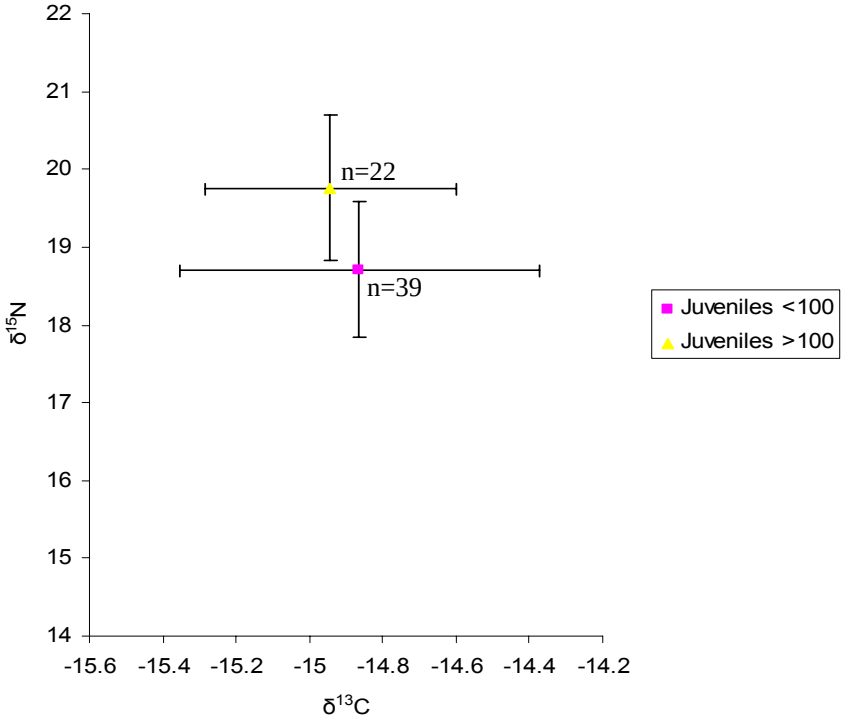


Figura 24. Valores promedio y desviaciones estándar de los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en músculo de las tallas >100 y <100cm.

La variabilidad del $\delta^{15}N$ en músculo de *S. lewini* fue de 17.89 a 20.15‰ con un valor promedio de 19.05 ± 0.84‰ y para $\delta^{13}C$ de -15.38 a -14.20 con un valor promedio de -14.90 ± 0.38‰ para la temporada I. Para la temporada II, los valores de $\delta^{15}N$ fue de 17.93 a 20.94 con un valor promedio de 19.18 ± 0.97‰ y para $\delta^{13}C$ de -15.40 a -13.97 con un valor promedio de -14.74 ± 0.34‰; mientras que para la temporada III los valores de $\delta^{15}N$ son de 17.23 a 20.79 con un valor promedio de 19.02 ± 1.22‰ y para $\delta^{13}C$ de -16.55 a -14.15 con un valor promedio de -15.07 ± 0.54‰. No hubo diferencias significativas entre temporadas I vs. II, I vs. III y II vs. III en nitrógeno, mientras que en carbono se encontraron diferencias significativas al comparar temporada II vs. III [t = 2.454 con 42 grados de libertad. (P = 0.018)] (Fig. 25).

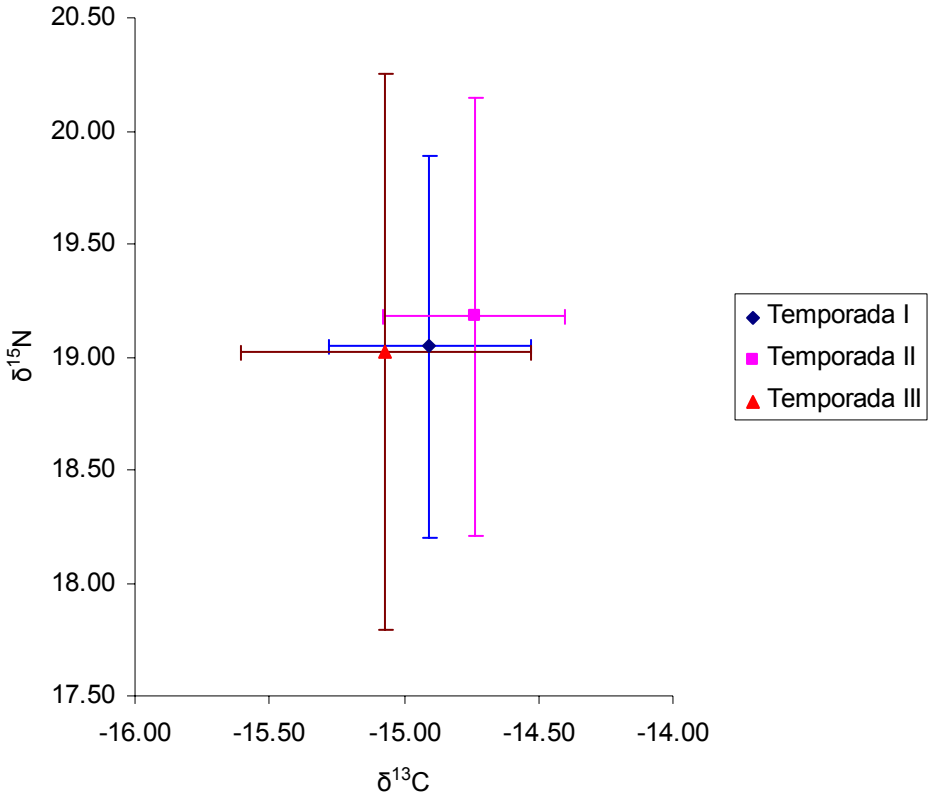


Figura 25. Valores promedio y desviaciones estándar de los valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ en músculo de *S. lewini* por temporadas.

Los valores de $\delta^{15}N$ para Músculo e Hígado variaron de manera similar a lo largo de la temporada III con una diferencia promedio de 1.7 ‰ (Fig. 26).

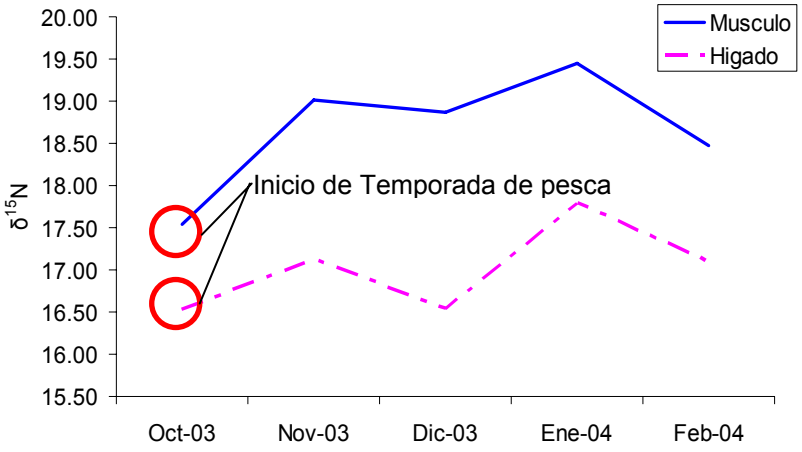


Figura 26. Valores de $\delta^{15}N$ de Octubre 03 a Febrero 04 en músculo e hígado de *S. lewini*.

Al graficar el valor de la posición trófica de algunas presas y el tiburón *S. lewini* contra $\delta^{15}N$ se observó una relación directa (Fig. 27).

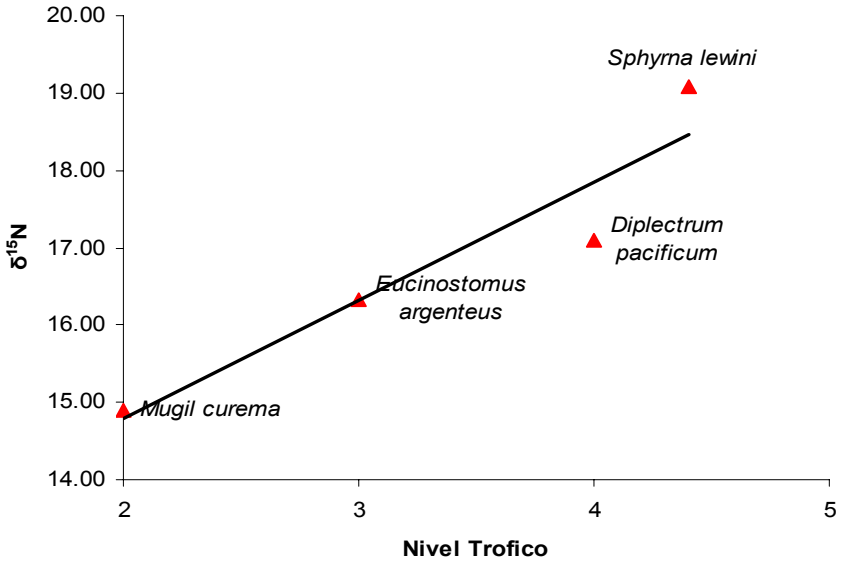


Figura 27. Relación entre el $\delta^{15}N$ medido en el músculo del tiburón *S. lewini* y el nivel trófico calculado a partir de las presas capturadas en la zona de pesca.

S. lewini tuvo valores similares de posición trófica calculada tanto a partir de valores de $\delta^{15}N$ como de contenido estomacal (Tabla 9).

Tabla 9. Posición trófica calculada para *S. lewini* con base en valores de $\delta^{15}N$ y composición especifica de la dieta.

Especie	N	PT $\delta^{15}N$	Rango	PT Dieta
S. lewini	61	3.7	3.1 - 4.3	4.3
<100cm.	39	3.6	3.1 – 4.2	4.1
>100cm.	22	3.9	3.3 – 4.3	4.4

Al observar las presas con respecto a *S. lewini*, el valor promedio de $\delta^{15}N$ de *S. lewini* estuvo por arriba de sus presas presentándose un enriquecimiento promedio de 2.7 ‰, mientras que los valores de $\delta^{13}C$ no tuvieron la misma consistencia, ya que se encontraron presas con valores por arriba del valor promedio de tiburón martillo, sin embargo en promedio se observó un enriquecimiento del tiburón de 0.45 ‰. (Fig. 28).

El cuadro en gris representa la zona donde es más probable encontrar las presas con mayor contribución en la dieta de *S. lewini*, se construyó restando el enriquecimiento promedio de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ a los valores promedio observados para *S. lewini*, y los límites del área se establecieron de acuerdo a la desviación estándar observada.

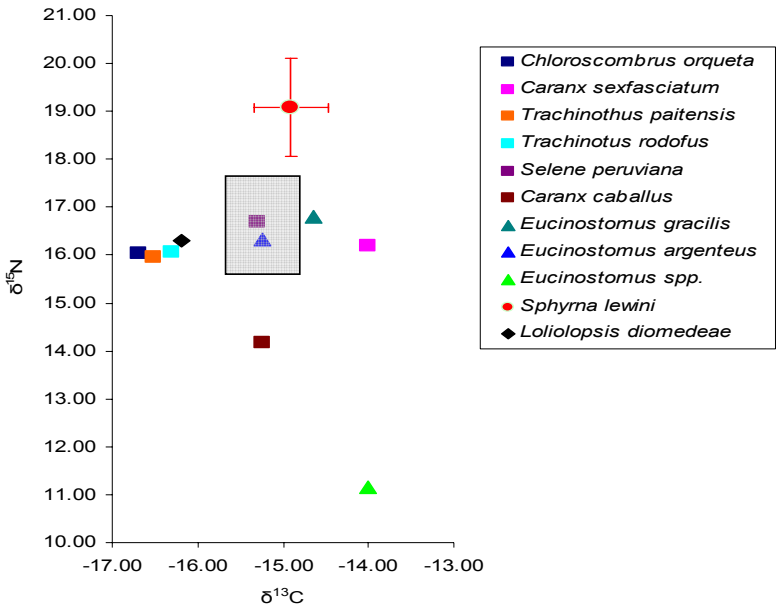


Figura 28. Valores de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de las principales especies presas con respecto al valor promedio calculado para *S lewini*. El cuadro en gris representa las presas más probables en las dieta.

La variación del $\delta^{15}N$ parece tener una relación con el valor de la amplitud de dieta. Por lo que a un valor alto de amplitud de dieta corresponde un valor alto en la desviación estándar del $\delta^{15}N$ del mes siguiente. (Fig. 29).

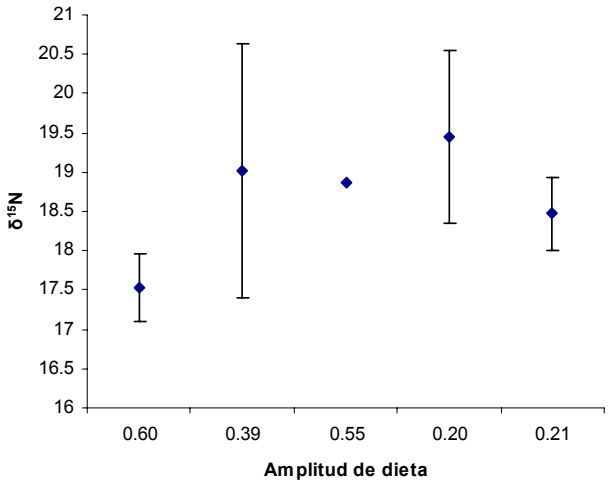


Figura 29. Valores de $\delta^{15}N$ (promedio ± desviación estándar) comparados contra la amplitud de dieta de *S. lewini* durante la temporada III.

7. DISCUSIÓN

Las primeras horas del día previo al amanecer parece ser el tiempo más probable para que *S. lewini* se alimente en las zonas de pesca. Ovchinnikov (1970), menciona que la hora del día en la que los peces se alimentan se encuentra relacionada con la variación en el porcentaje de llenado.

Si se considera que la operación de pesca generalmente inicia tendiendo la cimbra por la tarde antes del oscurecer y se recoge el producto en la mañana después del amanecer, que los resultados mostraron un alto número de estómagos con alimento, con variación tanto en porcentaje de llenado como en estado de digestión de las presas, y que las tasas de digestión de cefalópodos descritas para la especie y especies afines no exceden las 10 horas (Schaefer, 1984; Olson y Boggs, 1986; Bush y Holland, 2002). Se puede suponer que el producto que se captura permanece pocas horas en la cimbra debido a que se ha observado que aun cuando el organismo ha muerto, el estómago continúa con el proceso de digestión (Bowen, 1996), por lo que si permanecieran en la cimbra periodos de tiempo prolongado, se observaría un mayor porcentaje de estómagos vacíos o se incrementaría el porcentaje de estómagos con presas en un alto grado de digestión.

Esta conducta parece ser característica de *S. lewini,* ya que en las costas al sur de B. C. S., donde la forma de operar de la flota artesanal es similar a la descrita en Mazatlán, los porcentajes de llenado observados fueron similares predominando el porcentaje de llenado uno y dos (Aguilar Castro, 2003). Mientras en las costas de Hawai se encontró que los neonatos permanecen en las áreas turbias durante el día y se mueven en la noche a las áreas de coral a alimentarse (Clarke, 1971).

El haber encontrado algunos estómagos con presas en diferente estado de digestión sugiere que los tiburones se estén alimentando de manera continua a lo largo del día (Cortés y Gruber, 1990).

Las presas de *S. lewini* se agruparon en peces, cefalópodos y crustáceos, coincidiendo con lo que se tiene descrito para la especie en la misma zona (Saucedo-Barrón *et al.* 1982), o en zonas diferentes (Clarke, 1971 y Galván *et al.* 1989), coincidiendo también con lo reportado para otros depredadores pelágicos de la zona como *Istiophorus platypterus* (Arizmendi-Rodríguez 2004) y *Coryphaena hippurus* (Tripp-Valdez 2005).

El número de especies presa (88) mostró que *S. lewini* se alimenta de especies con diferentes hábitats (pelágicas y bentónicas). Esto podría ser consecuencia de los movimientos diarios de entrada y salida a la zona de pesca (Clarke, 1971; Klimley *et al.*, 1988). Sin embargo, aun con este alto número de especies presa, la mayor proporción de la dieta dependió de tres grupos; peces de la familia Carangidae, peces de la familia Gerreidae y calamares de la especie *Loliolopsis diomedeae*, por lo que el valor calculado con índice de amplitud de dieta clasificó a *S. lewini* como un depredador especialista. Klimley (1983) para la zona del Golfo de California, clasifica a *S. lewini* como un depredador generalista-oportunista, no solo por el gran número de especies presa que consume sino por los diferentes hábitats en los que se alimenta. En este caso el índice lo clasifica como especialista, sin embargo se considera oportunista asumiendo que los grupos que esta capturando corresponden a las especies aparentemente mejor representadas en la zona de pesca, sin embargo, lo anterior necesitaría confirmarse con estudios de abundancia de las especies presas que complementen los resultados del contenido estomacal.

El resultado del índice de traslapo confirmó que los componentes alimenticios entre sexos fueron similares para la zona de Mazatlán. *L. diomedeae*, fue la presa principal seguido de peces de la familia Carangidae. En la Bahía de La Paz también se observaron dietas similares entre sexos, esto puede ser un indicador de que los juveniles de ambos sexos permanecen y comparten una misma área por un determinado tiempo (Aguilar-Castro, 2003, Pittenger, 1984). Durante un

año EL Niño también se observó que tanto machos como hembras se movieron de manera conjunta hacia aguas más profundas en busca de su intervalo óptimo de temperatura (Torres-Huerta, 2004).

Los cambios en la dieta se presentan conforme los tiburones van creciendo. De acuerdo a lo que se observó en la zona de Mazatlán, es probable que *S. lewini* tenga un desarrollo similar al tiburón limón *Negaprion brevirostris,* el cual conforme va creciendo presenta mayor movilidad lo que le permite alcanzar diferentes habitats; mientras que los juveniles permanecen en zonas cercanas a los arrecifes y se alimentan sobre el fondo (Cortés y Gruber, 1990). Lo anterior se pudo evidenciar de manera más clara en el trabajo de Aguilar-Castro (2003) quien tuvo algunos organismos mayores a los 160 cm LT, y al comparar la dieta con el grupo menor a 160 cm LT tuvieron un valor de traslapo bajo.

Los desplazamientos en tiburones adultos además de que abarcan una mayor distancia, aparentemente presentan segregación entre sexos, las hembras adultas se mueven y consumen presas en la zona oceánica; mientras que los machos adultos consumen presas neríticas (Klimley, 1983), reduciendo la competencia intraespecífica mediante patrones de utilización del espacio (Wourms, 1977).

Para la zona de Mazatlán, los cambios entre temporadas estuvieron determinados por cambios en los porcentajes de importancia de cada presa en la dieta, más que a cambios en la composición específica de la misma, lo que nos permite reafirmar el supuesto de que *S. lewini* es un tiburón oportunista que cambia su dieta de acuerdo a cambios en la distribución y abundancia de las presas más que por cambios de preferencia.

Los isótopos estables de nitrógeno y carbono fueron una herramienta útil y complementaría a la descripción y cuantificación de la dieta del tiburón. Desafortunadamente, de los dos tejidos que se utilizaron, el hígado, no mostró consistencia en los resultados de la relación C/N; aun cuando se le dio más tiempo

a la extracción de lípidos. El músculo presentó consistencia en la relación C/N por lo que se puede asumir que la extracción de lípidos fue exhaustiva. Son pocos los trabajos que evalúan si la relación C/N presenta consistencia en los tejidos analizados (Roman Reyes, 2005). Esto es importante ya que una extracción de lípidos (^{12}C) insuficiente nos arrojaría valores más negativos de $\delta^{13}C$, lo que pudiera ocasionar llegar a conclusiones erróneas.

Los valores del $\delta^{13}C$ en hígado encontrado para *S. lewini* (-21 a -16), coinciden con lo reportado para *Isurus oxyrinchus*, *Prionace glauca* y *Alopias vulpinus* (-20 a -19.7), sin embargo no se hace mención de que se haya evaluado la consistencia de la relación C/N (MacNeil *et al.* 2005). El hígado de tiburón es más grande que en otros organismos (p. ej. mamíferos), cumple con funciones de flotabilidad y almacenamiento de reservas, por lo que esta enriquecido en grasas de muy baja densidad. Si al momento de procesar el tejido la extracción de lípidos no es exhaustiva, los lípidos de muy baja densidad influyen en la relación C/N y esta no muestra consistencia. A pesar de que en este trabajo se incremento el tiempo de extracción de lípidos, los resultados muestran la necesidad de probar otras metodologías que nos permitan hacer una extracción exhaustiva de lípidos en el hígado. La diferencia de 1.7‰ en $\delta^{15}N$ entre ambos tejidos puede deberse al metabolismo de estos. Ya que el del músculo es bajo y el del hígado alto y por consiguiente una acumulación de $\delta^{15}N$ mayor en el primero y menor en el segundo respectivamente (Mcneil, 2005a). Por otra parte, la variabilidad casi idéntica de $\delta^{15}N$ entre músculo e hígado, se puede atribuir a las tasas de recambio de los tejidos y a la periodicidad del muestreo (mensual), ya que el hígado, al presentar una tasa de recambio en un periodo de tiempo mas corto (<15 días) que el músculo no nos permitió comparar los tejidos en una escala temporal (Mcneil, 2005).

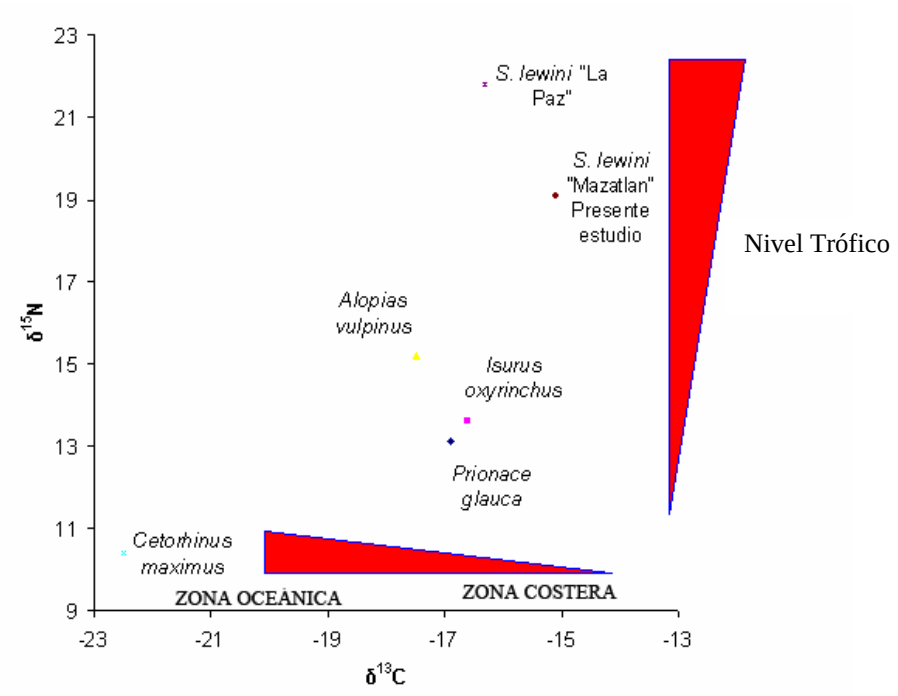
La técnica de isótopos estables de carbono es utilizada para indicar la contribución relativa de diferentes fuentes primarias potenciales a la dieta en una red trófica, mientras que en el caso del nitrógeno permite conocer la tendencia de la

profundidad del origen de las presas (Hobson *et al.*, 1995; Hansson *et al.*, 1997; Schell *et al.*, 1998, Díaz-Gamboa, 2003).

Al comparar los valores isotópicos de N y C entre sexos se confirmó lo que ya se había observado con el índice de traslapo, no se encontraron diferencias significativas. Por otro lado la comparación entre grupos modales, no mostró diferencias en los valores de $\delta^{13}C$ mientras que si las hubo entre los valores $\delta^{15}N$; lo que sugiere que el grupo modal por arriba de los 100 cm LT empieza a reflejar posibles cambios en la conducta alimenticia, capturando presas de mayor tamaño y de diferente nivel trófico.

Comparando entre temporadas se observaron pequeñas diferencias en los valores promedio de $\delta^{13}C$, no así en los valores promedio del $\delta^{15}N$. Lo que apoya la idea de que *S. lewini* es oportunista y que posiblemente las diferencias observadas se deben a la variación en porcentajes de importancia de las presas principales, ya que no se observaron cambios importantes en la operación de pesca ni cambios en la zona de pesca.

En la figura 30 se presentan los valores promedio de $\delta^{13}C$ y $\delta^{15}N$ de *S. lewini* y de otros tiburones (Aguilar Castro, 2003; Estrada *et al.* 2003).



Se observa que los valores de los isótopos son un buen indicador de la zona donde los tiburones se están alimentando así como del nivel trófico que ocupan. De acuerdo a lo anterior, los juveniles *S. lewini* (este trabajo; Aguilar Castro, 2003) se alimentan en zonas cercanas a la costa donde existe una mayor diversidad de presas, y por consiguiente cadenas tróficas más largas y con mayor enriquecimiento de nitrógeno. Los tiburones mencionados por Estrada *et al.* (2003) son de hábitos mas oceánicos a excepción del tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*), el cual tiende a alimentarse tanto en zona oceánica como costera, mientras que *Cetorhinus maximus* tiene hábitos pelágicos, pero su dieta (filtrador)proviene de una cadena alimenticia corta (placton), lo que se refleja en valores bajos de $\delta^{15}N$.

Como se había mencionado *S. lewini* presento un enriquecimiento promedio para $\delta^{15}N$ de 2.7‰ y para $\delta^{13}C$ de 0.45‰, El valor de enriquecimiento promedio calculado de $\delta^{15}N$ entra dentro del intervalo de enriquecimiento que usualmente se maneja entre un nivel trófico y otro (2.5 y 3.5‰, MacNeil, 2005a). En la figura 28, cuando identificamos las presas que quedan dentro o cerca del cuadro gris, estas pertenecieron a peces de la familia Gerreidae y Carangidae. Desafortunadamente, en el análisis de los contenidos estomacales, los peces de ambas familias no

todos se pudieron identificar a nivel específico debido al grado de digestión que presentaban, por lo que de acuerdo a la posición que guardan con respecto al cuadro gris sería de esperarse que su contribución en la dieta fuera mayor que lo reflejado en el IIR.

Se ha reportado un cambio latitudinal en la concentración de N y C. De tal forma que a mayor latitud mayor presencia de ^{12}C y ^{14}N y a latitud media mayor presencia de ^{13}C y ^{15}N. Por ejemplo la concentración de clorofila, en latitudes altas, presentan valores de -24 en carbono y 3 en nitrógeno, mientras que en latitudes medias encontramos valores de -22 en carbono y 7 en nitrógeno (Saino y Hattori, 1987; Goericke y Fry; 1994).

S. lewini es una especie catalogada como altamente migratoria. Sin embargo su ciclo migratorio no esta claramente definido. Para el Pacífico oriental, se considera un solo stock con un patrón de migración paralelo a la costa de norte (California) a sur (Ecuador).

La variación mensual observada de los valores promedio de $\delta^{15}N$ nos muestra que el tiburón presente en la zona de Mazatlán al inicio de la temporada tenía un valor más bajo. Lo anterior permite suponer que estos tiburones arribaron de otra zona diferente a Mazatlán, y diferente a la zona de la Bahía de La Paz donde se reportaron valores promedio altos ($\delta^{15}N$ entre 21.7 a 20.1; Aguilar Castro, 2003). A partir del segundo mes y por el resto de la temporada de pesca estos valores se mantuvieron oscilando alrededor del promedio ($\delta^{15}N$ = 19.02‰; fig 26), por lo que se infiere que los tiburones reflejan la señal isotópica de las presas después del primer mes y la mantienen el resto de la temporada. Por lo tanto se puede catalogar la zona de Mazatlán como una zona de alimentación y crecimiento para el tiburón martillo, donde permanece alrededor de 5 meses al año y después se traslada a otra zona. Esto se ha observado en otros depredadores pelágicos (pez vela y dorado) que utilizan la zona de Mazatlán como área de alimentación (Arizmendi-Rodríguez, 2004; Tripp-Valdez, 2005).

Los valores de amplitud de dieta mensuales se ven reflejados en la variación (desviación estándar) de los valores de $\delta^{15}N$ del mes siguiente, esto es que entre mayor sea el número de presas consumidas o que las presas estén representadas de manera uniforme, los valores del $\delta^{15}N$ en el mes siguiente estarán influenciados por un mayor número de ítems y por lo tanto su variación será mayor (fig. 29).

Finalmente, el que el alimento se vea reflejado de manera directa en las señales isotópicas, muestra el potencial de esta herramienta como indicador de los orígenes de las especies migratorias (Chamberlain *et al.* 1997), zonas de donde provienen sus presas más importantes y la permanencia de los depredadores en cada zona. *v. g.* la separación de grupos oceanicos y costeros de Tursiops truncatus (Diaz Gamboa, 2004) o los movimientos descritos para rorcual común dentro del Golfo de California (Jaume-Schinkel 2004).

8. CONCLUSIONES

- Las longitudes totales no sobrepasan los 160cm, y dado a que reportan para esta especie la talla de primera madurez a los 170cm, por tal motivo los tiburones martillo se consideran juveniles en las costas de Mazatlán Sinaloa, México.

- El estado de digestión y porcentaje de llenado registrado en los contenidos estomacales permite inferir que *S. lewini* se alimenta preferentemente en las primeras horas de la madrugada.

- El tiburón martillo juvenil consume presas de diferentes hábitats para su alimentación. lo que permite suponer que el tiburón hace desplazamientos de entrada y salida en la zona de pesca.

- *S. lewini* se considera un depredador especialista-oportunista debido a que del alto número de especies presas que consume, son pocas las que le aportan la mayor biomasa.

- Los juveniles de ambos sexos de *S. lewini* mostraron un alto traslapo en la dieta.

- Conforme van creciendo empiezan a mostrar diferencias en la dieta, muy probablemente asociado con una mayor capacidad de movimiento para cazar sus presas y desplazarse a otras localidades

- La dieta de *S. lewini* se mantuvo a lo largo del tiempo.

- De acuerdo a los valores isotópicos de carbono y nitrógeno la presas que probablemente contribuyeron de manera más importante fueron: *Selene peruviana* y *Eucinostomus argenteus*.
- La razón isotópica a través de los meses muestra el arribo de los tiburones martillo a las costas de Mazatlán en el mes de octubre y su permanencia en los meses subsecuentes, para migrar a otras zonas a mediados de marzo.

- La amplitud de dieta puede estar relacionada con la variación observada en los valores de $\delta^{15}N$ (desviación estándar) del mes siguiente.

9. RECOMENDACIONES.

Se recomienda buscar otras alternativas que garanticen que la extracción de lípidos en hígado fue exhaustiva. Puede ser aplicando más solvente o modificando el tamaño de fragmento.

Es deseable que los estudios de isótopos representen periodos de tiempo mayores y dependiendo el tejido que se este estudiando sea la periodicidad de la toma de muestras. (p ej. Músculo 1 mes; hígado 15 días o semanal).

En especies migratorias como *S. lewini* es deseable hacer trabajos de marcado que permitan comprender sus movimientos a mediano y largo plazo.

10. LITERATURA CONSULTADA.

Aguilar-Castro, N.A. 2003. Ecología trófica de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) en el Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 90 pp.

Allen, G.R. & D.R. Robertson.1994. Fishes of the tropical eastern Pacific. University of Hawaii Press. 327pp.

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

Arizmendi-Rodríguez, D.I. 2004. Hábitos alimenticios del pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1791) en el área de Mazatlán Sinaloa, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 90pp.

Boschung, H.T. 1979. The sharks of the Gulf of Mexico. Nature Notebook. Ala. Mus. Nat. Hist., 416 pp.

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

Bowen, S. H. 1996. Cuantitative description of the diet. 513-522. En Murphy B. R y. Willis D.W, (Eds.). Fisheries techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.

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

Cailliet, G.M., S. Love & A.W. Ebeling. 1996. Fishes, A field and laboratory manual on their structure, identification, and natural history. Waveland Press. EUA.194pp.

Carrera, R. 1991. Los tiburones del Uruguay (Reconocimiento y aspectos biológicos). Museo "Dámaso Antonio Larrañaga". Intendencia Municipal de Montevideo, Serie de Divulgación Científica 3: 103 pp.

Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. J. Lemus, R. Márquez, J. M. Poutiers, G. Robaina B. & Rodríguez. 1992. Fichas FAO de identificación de peces para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Roma, 513 pp.

Carlson, J.K., K.J. Goldman & C.G. Lowe. 2004. Metabolism, Energetic Demand, and Endothermy, Jeffrey C. Carrier, John A. Musick, and Michael R. Heithaus. Biology of Sharks and their relatives: 203-246 pp.

Chamberlain, C.P., J.D. Blum., R.T. Holmes., Xiahong Feng., T.W. Sherry & G.R. Graves 1997 Use of isotope tracers for identifying populations of migratory birds. Oecologia. 109: 132–141 pp.

Christensen, V. & D. Pauly. 1992. ECOPATH II – software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. Ecological Modelling. 61: 169-185pp.

Clarke, T.A. 1971. The ecology of the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*, in Hawaii. Pac. Sci. 25 (2): 133-144.

Clarke, M.R. 1986. A handbook for the identification of cephalopod beaks. Clarendon Press. Oxford. 273 pp.

Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. Fish. Bull. 79: 1-83 pp.

Compagno, L.J.V. 1984. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. FAO Fisheries Synopsis Nº 125, 4 (1 and 2): 655 pp

Compagno, L.J.V. 1990a. Alternative life history styles of cartilaginous fishes in time and spaces. Biol.fishes. 28(1-4): 33-75 pp.

Compagno, L.J.V. 1999. Systematics and body form 1-42. En: Hamlett, W.C. (Ed.) Sharks, skates and rays the biology of elasmobranch fishes. The Johns Hopkins Univ. Press, E.U.A.

Colaboradores de Wikipedia. Isótopo estable [en línea]. Wikipedia, La enciclopedia libre, 2006 [fecha de consulta: 21 de marzo del 2006]. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Is%C3%B3topo_estable&oldid=2636729>.

Corro, E. 1997. Análisis preliminar de la pesquería artesanal de tiburones en el norte de Nayarit y sur de Sinaloa. CRIP-Mazatlán. Informe Técnico del Instituto Nacional de la Pesca. (inédito).

Cortés, E. & S.H. Gruber. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). Copeia. 1: 204-218.

Curtis, H. 1986. Biología. Interamericana. E. U. A. 548 pp.

Day, J. W. Jr., C. A. S Hall., W. M. Kemp & A. Yañez-Arancibia 1989. Estuarine ecology. John-Wiley & Sons. E. U. A. 558 pp.

De La Lanza, G.E. 1991. Oceanografía de mares mexicanos. AGT Editor, México. 525 pp.

Díaz-Gamboa, R.E. 2003. Diferencia entre Tursiones *Tursiops truncates* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. *Tesis de Maestría*. CICIMAR. 62 pp.

Estrada, J.A., A.N. Rice, M.E. Lutcavage & G.B. Skomal. 2003. Predicting trophic position in sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. *Jornal. Mar. Biol. Assoc. of United Kingdom*. 1347-1350 pp.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter, & V.H. Niem. 1995.Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico Centro-oriental. Vols. II y III. Vertebrados parte 1 y 2.

Fitch, J.E. & R.L. Brownell Jr. 1968. Fish otoliths in cetacean stomachs and their importance in interpreting feeding habits. J. Fish. Res. Board. Can. 25: 2561-2574 pp.

Froese, R. & D. Pauly. 2003. Dynamics of overfishing. p.288-295. En Lozán, J.L., E. Rachor, J. Sündermann & H. von Westernhagen (Eds.). Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer - eine aktuelle Umweltbilanz. GEO, Hamburg, 448p.

Galván, F., H. Nienhuis & P. Klimley. 1989. Seasonal abundance and feeding habits of sharks of the lower Gulf of California, Mexico. *Calif. Fish and Game*. 75: 74 – 84pp.

Galván-Magaña, F. 1999. Relaciones tróficas ínterespecificas de la comunidad de depredadores epipelágicos del Océano Pacífico Oriental. Tesis Doctoral. CICESE.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. E. U. A. 416 pp.

Goericke, R & B. Fry (1994) Variations of marine plankton $\delta^{13}C$ with latitude, temperature, and dissolved CO_2 in the world ocean. Global Biogeochem Cycles. 8: 85–90 pp.

Hansson, S., J.E. Hobbie, R. Elmgren, U. Larsson, B. Fry & S. Johansson. 1997. The stable nitrogen isotope ratio as a marker of food-web interactions and fish migration. Ecology. 78: 2249–2257pp.

Hobson, K.A. & H.E. Welch. 1995. Cannibalism and trophic structure in a high Arctic lake: insights from stable-isotope analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 52: 1195 –1201 pp.

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

Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411 – 429 pp.

Jaume-Schinkel, M.S. 2004. Hábitos alimentarios del rorcual común *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono.*Tesis de Maestría*. CICIMAR. 78 pp.

Kessler, W.S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. Progress in Oceanography: 181-217 pp.

Klimley, A.P. 1983. Social organization of schools of the scalloped hammerhead, *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith), in the Gulf of California. *Doctoral dissertation*, University of California. San Diego. La Jolla. 341 pp.

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

Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology. Addison Wesley, California, 620 pp.

Langton, R.W.1982. Diet overlap between the Atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis*, and fifteen other northwest Atlantic finfish.U.S. National Marine fisheries Service. *Fishery Bulletin*.80:754-759 pp.

Lux, F. E. 1971. Age determination of fishes (Revised). U. S. Fish. Wild. Serv., Fish Leaflet 488.1-7pp.

MacNeil, M.A., G.B. Skomal & A.T. Fisk. 2005 Stable isotopes from multiple tissues reveal diet switching in sharks. Marine Ecology Progress Series Vol. 302: 199–206 pp.

MacNeil. M.A., K. Drouillard & A.T. Fisk. 2005a Variable uptake and elimination of stable nitrogen isotopes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences Vol. 63: 235-470 pp.

Manjarrez Acosta, C., F. Juárez Rentería, J.P. Rodríguez Espinoza, R. Díaz Duran, X. Lizárraga Humaran & A.E. Vega Cerecer. 1983. Estudio sobre algunos aspectos biológico-pesqueros del tiburón en la zona sur de Sinaloa. Memoria de Servicio Social Universitario, Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. 77 pp.

McConnaughey, T.A. & C.P. McRoy. 1979. Food-web structure and fractionation of carbon isotopes in the Bering Sea. Marine Biology. 53:25 7–262 pp.

Nelson, J. 1994. Fishes of the world. 3ª Edition. John Wiley and Sons. New York. 624 pp.

Olson, R.J. & C.H. Boggs. 1986. Apex predation by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bioenergetics and cesium concentrations. Canadian Journal Fisheries Aquatic Sciences. 43: 1760-1775 pp.

Ovchinnikov, V.V. 1970. Swordfishes and billfishes in the Atlantic Ocean: ecology and functional morphology. English translation by H. Mills, 1971. Israel Program for scientific Translations.Jerusalem:77 pp.

Paré, J.R., M.R Bélanger & S.S. Stafford. 1994. Microwave-Assisted Process (MAPTM): a new tool for the analytical laboratory. Trends in analytical chemistry. 13:176-184 pp.

Park, R. & S. Epstein. 1961. Metabolic fractionation of ^{13}C and ^{12}C in plants. Plant Physiology. 36: 133-138 pp.

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

Pittenger, G.G. 1984. Movements, distributions, feeding, and growth of the pacific angel sharks, *Squatina californica* off Santa Barbara, California. Copeia. 1986: 987-994 pp.

Post, D.M. 2002 Using stable isotopes to estimate trophic position models, methods, and assumptions Ecology Vol. 83 (3): 703-718 pp.

Rau, G.H., J.L. Tetssie, F, Rassoulzadegan & S.W. Fowler. 1990. $^{13}C/^{12}C$ and $^{15}N/^{14}N$ variations among size fractionated marine particles: implications for their origin and trophic relationship. Marine Ecology Progress Series 59: 33-38 pp.

Renoe, B.W. 1994. Microwave assisted extraction. American Laboratory. 8: 34-40 pp.

Roman-Reyes, J.C. 2005 Análisis del contenido estomacal y la razón de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), delfín manchado (*Stenella attenuata*) y delfín tornillo (*Stenella longirostris*) del océano pacífico oriental. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 143 pp.

Saino, R. & A. Hattori. 1987. Geographical variation of the water column distribution of suspended particulate organic nitrogen and its ^{15}N natural abundance in the Pacific and its marginal seas. *Deep Sea Res.* 34: 807-827 pp.

Saucedo Barrón, C.J., G. Colado Uribe, J.G. Martínez Adrián, S. Burgos Zazueta, J.G. Chacón Cortez & J. Espinoza Fierro. 1982. Contribución al estudio de la pesquería del tiburón en la zona sur de Sinaloa. Memoria de Servicio Social Universitario, Escuela de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa. 80 pp.

Schaefer, K.M. 1984. Swimming performance, body temperatures and gastric evacuation times of the black skipjack, *Euthynnus lineatus*. Copeia. 4: 1000-1005 pp.

Schell, D.M., B.A. Barnett & K.A. Vinette. 1998. Carbon and nitrogen isotope ratios in zooplankton of the Bering, Chukchi and Beaufort Seas. Marine Ecology Progress Series. 162: 11-23 pp.

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

Smith, P.E. & M.T. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology.* 63(5):1248-1253 pp.

Soria-Quiroz, A. G. 2003 descripción anatómica e histológica del sistema reproductor de juveniles de tiburón martillo *Sphyrna lewini* (griffith y smith, 1834) tesis de maestría. cicimar-ipn. La paz, B.C.S. México. 89 pp.

Stevens, B.G., D.A. Armstrong & R. Cusimano. 1982. Feeding habits of the Dungeness crab, *Cancer magister*, as determined by the index of relative importance. Mar. Biol. 72: 135-145 pp.

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

Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 2000. Reef fishes of Sea of Cortez. University of Texas. 353 pp.

Torres-Huerta, A.M. 2004. Distribución, abundancia y hábitos alimentarios de juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* Griffith y Smith (SPHYRNIDAE)

en la costa de Sinaloa, México durante el evento El Niño 1997-98. Tesis de Maestría, Universidad del Mar. Oaxaca. 99 pp.

Torres-Rojas, Y.E. 2003. Análisis de contenido estomacal del tiburón *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias del Mar. Universidad Autónoma de Sinaloa. 42 pp.

Tripp-Valdez, A. 2005 Ecología trófica del dorado *Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758) en dos áreas del sur del Golfo de California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 125 pp.

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.

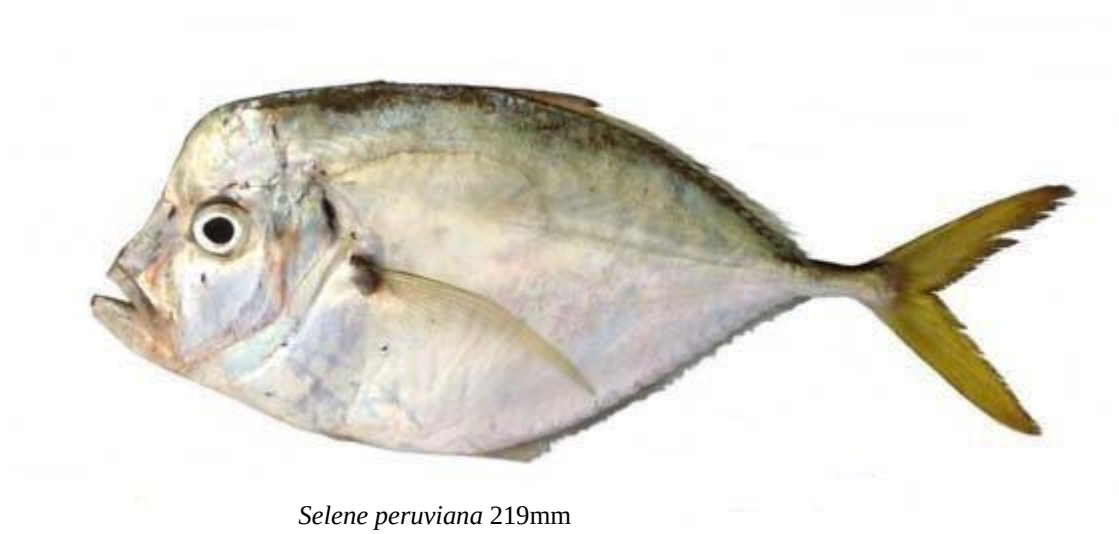
Wooton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Champman y Hall. E. U. A. 404 pp.

Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development of chondrichthyan fishes. American Zoology. 17: 379-410 pp.

Anexos

Especies Presa Principales

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnatostomata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Carangidae
Género y Especie: *Selene peruviana*



Selene peruviana 219mm

Talla máxima: 40.0 cm TL

Hábitat: Marino; bento-pelágico;

Profundidad: 50 m

Distribución: Del este del Pacífico: Redondo Beach en California, USA hasta Perú; raro en el norte de Baja California, México

Biología: Es una especie pelágica-demersal se encuentra en aguas costeras hasta por lo menos 50 m de profundidad. Forma generalmente cardúmenes cerca del fondo. Se encuentran a los juveniles cerca de la superficie. Se alimenta de peces y crustáceos pequeños.

Fuente: FishBase 2004

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 16.69 **δ^{13}C:** -15.31

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnatostomata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Carangidae
Género y Especie: *Chloroscombrus orqueta*

Chloroscombrus orqueta 134mm

Talla máxima: 30.0 cm TL

Hábitat: Se le encuentra en aguas salobres y marinas y es bento-pelágico

Distribución: Del este del Pacifico: San Pedro, sur de California, USA hasta Perú, incluyendo el Golfo de California

Biología: Forma cardúmenes en la costa, se encuentra en aguas marinas y salobres incluyendo esteros con mangles.

Fuente: FishBase 2004

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 16.04 **δ^{13}C:** -16.69

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnatostomata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Carangidae
Género y Especie: *Caranx caballus*

Talla máxima: 55.0 cm FL

Hábitat: Pelágico

Rango de profundidad: 3 – 100 m

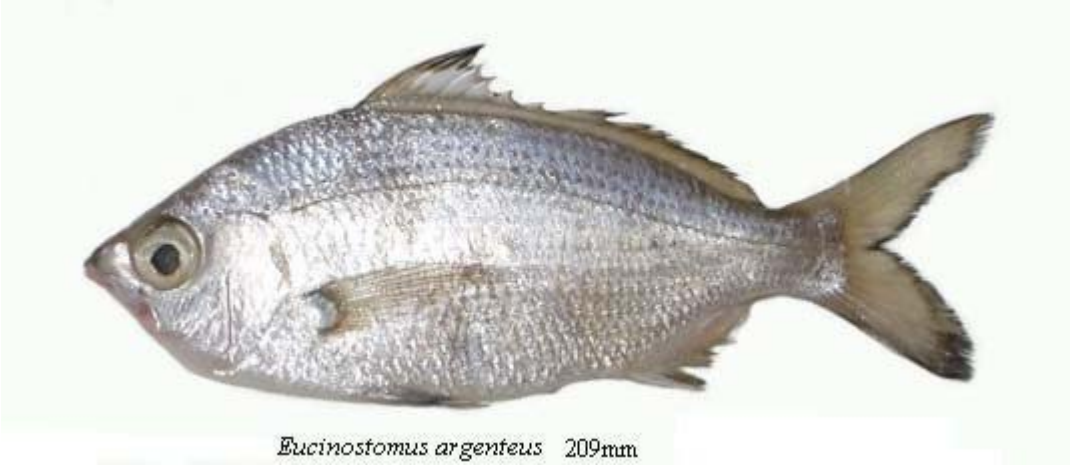
Distribución: Del este del Pacifico: Isla de Santa Cruz, California, USA hasta Perú, incluyendo el Golfo de California y las islas Galápagos.

Biología: Encontrado en la plataforma continental, generalmente cerca de la costa pero también en aguas más profundas; penetra a los estuarios. Los juveniles se encuentran a menudo en aguas de estuario. Se alimentan principalmente en peces, calamares, camarones y otros invertebrados.

Fuente: FishBase 2004

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)
δ^{15}N: 14.17 **δ^{13}C:** -15.24

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnatostomata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Gerreidae
Género y Especie: *Eucinostomus argenteus*



Talla máxima: 20.0 cm TL

Hábitat: Asociado a corales

Rango de profundidad: 0 – 12 m

Distribución: Del este del Pacifico: Bahía de Anaheim en el sur de California, USA hasta Perú, incluyendo las islas Galápagos. Del Atlántico: New Jersey, USA y Bermuda hasta el sur de Brasil, Golfo de México. Del Caribe Bahamas, incluyendo las Antillas

Biología: Se encuentran en fondos suaves de bahías y áreas costeras bajas, a menudo a lo largo de playas de arena. Los juveniles son encontrados en lagunas costeras. Son omnívoros.

Fuente: FishBase 2004

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 16.32 **δ^{13}C:** -15.25

Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclase: Gnatostomata
Clase: Actinopterygii
Orden: Perciformes
Familia: Gerreidae
Género y Especie: *Eucinostomus gracilis*

Talla máxima: 21.0 cm TL

Hábitat: Es demersal; se encuentra en aguas salobres y marinas

Distribución: Del este del Pacifico: Bahía de Anaheim, sur de California, USA hasta Perú

Biología: Se encuentra en fondos suaves de aguas costeras, abundantes en aguas salobres, se alimenta de cangrejos y camarones

Fuente: FishBase 2004

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 16.79 **δ^{13}C:** -14.64

Phylum: Arthropoda

Superclase: Antelados

Clase: Malacostraca

Subclase Eumalacostraca

Oden: Decapoda

Familia: Galatheidae

Genero y especie: *Pleuroncodes planipes*

Talla máxima: 75 mm LT

Hábitat: se encuentra cerca de la superficie pero ocasionalmente en o sobre el fondo. Es muy abundante y es una de las fuentes de alimento más importante para peces epipelágicos y pelágicos de Baja California (Gotshall, 1994).

Distribución: fase pelágica en la zona oceánica de San Diego a Los Cabos y la fase de asentamiento de la parte alta del Golfo de California a Panamá.

Valores isotópicos para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 12.30 **δ^{13}C:** -19.03

Clase Cephalopoda

Subclase Coleoidea

Superorden Decapodiformes

Orden Teuthoidea

Familia: Loliginidae

Genero y especie: Lolliguncula (*Loliolopsis) diomedeae*

Hábitat: Se encuentra en áreas costeras

Distribución: A lo largo del Océano Pacifico

Biología: son organismos pequeños, que se encuentran en aguas calidas a poca profundidad y algunos organismos se encuentran en aguas con baja salinidad.

Fuente: www.cephbase.com

Valores isotópicos en músculo para el año 2004: (n=1)

δ^{15}N: 16.30 **δ^{13}C:** -16.20

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* machos expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Dieta de machos

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	36	9.574	0.24	0.006	11	4.681	44.843	3.909
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	3	0.798	0.03	0.001	3	1.277	1.019	0.089
Sthenoteuthis oualaniensis	2	0.532	0.02	0.000	2	0.851	0.453	0.039
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	80	21.277	33.97	0.782	53	22.553	497.485	43.367
Argonautidae								
Argonauta spp.	3	0.798	0.03	0.001	1	0.426	0.340	0.030
Subtotal	**124**	**32.979**	**34.29**				**544.140**	**47.434**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	5	1.330	24.42	0.562	5	2.128	4.025	0.351
Sicyoniidae								
Sicyonia disdorsalis	3	0.798	8.67	0.200	3	1.277	1.273	0.111
Processidae								
Processa peruviana	1	0.266	2.07	0.048	1	0.426	0.133	0.012
Penaeidae	9	2.394	17.32	0.399	9	3.830	10.693	0.932
Farfantepenaeus californiensis	3	0.798	23.71	0.546	3	1.277	1.715	0.150
Litopenaeus stylirostris	1	0.266	9.18	0.211	1	0.426	0.203	0.018
Penaeus spp.	1	0.266	35.3	0.812	1	0.426	0.459	0.040
Trachypenaeus pacifica	2	0.532	9.07	0.209	1	0.426	0.315	0.027

continuación…..

Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	14	3.723	51.83	1.193	14	5.957	29.287	2.553
Portunidae								
Callinectes bellicosus	1	0.266	1.76	0.041	1	0.426	0.130	0.011
Subtotal	**40**	**10.638**	**183.33**				**48.235**	**4.205**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	6	1.596	49.59	1.141	6	2.553	6.988	0.609
Ophichthidae								
Ophichthus spp.	1	0.266	3.89	0.090	1	0.426	0.151	0.013
Ophichthus triserialis	2	0.532	158	3.636	1	0.426	1.774	0.155
Orden Clupeiformes								
Clupeidae	2	0.532	23.49	0.541	2	0.851	0.913	0.080
Sardinops caeruleus	3	0.798	100.91	2.322	3	1.277	3.983	0.347
Opisthonema spp.	1	0.266	7.27	0.167	1	0.426	0.184	0.016
Engraulidae	3	0.798	1.47	0.034	3	1.277	1.062	0.093
Anchoa spp.	1	0.266	0.6	0.014	1	0.426	0.119	0.010
Orden Aulopiformes								
Synodontidae	2	0.532	90	2.071	2	0.851	2.215	0.193
Synodus scituliceps	4	1.064	81.75	1.881	4	1.702	5.013	0.437
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae	1	0.266	0.5	0.012	1	0.426	0.118	0.010
Lepophidium spp.	1	0.266	10.27	0.236	1	0.426	0.214	0.019
Orden Beryciformes								
Holocentridae								
Myripristis spp.	1	0.266	2.69	0.062	1	0.426	0.140	0.012
Centropomidae	1	0.266	19.04	0.438	1	0.426	0.300	0.026
Orden Perciformes								
Serranidae	2	0.532	29.59	0.681	2	0.851	1.032	0.090
Diplectrum spp.	1	0.266	13.66	0.314	1	0.426	0.247	0.022
Diplectrum labarum	1	0.266	50.01	1.151	1	0.426	0.603	0.053

continuación….

Diplectrum pacificum	1	0.266	38.81	0.893	1	0.426	0.493	0.043
Hemanthias signifer	2	0.532	57.88	1.332	2	0.851	1.586	0.138
Carangidae	33	8.777	417.83	9.615	29	12.340	226.961	19.785
Caranx spp.	7	1.862	99.75	2.295	7	2.979	12.383	1.079
Caranx caballus	1	0.266	104.32	2.401	1	0.426	1.135	0.099
Caranx sexfasciatus	1	0.266	48.43	1.114	1	0.426	0.587	0.051
Chloroscombrus orqueta	8	2.128	145.6	3.351	7	2.979	16.318	1.422
Decapterus spp.	6	1.596	134.17	3.088	5	2.128	9.964	0.869
Selar crumenophtalmus	4	1.064	88.9	2.046	3	1.277	3.970	0.346
Selene peruviana	2	0.532	69.67	1.603	2	0.851	1.817	0.158
Coryphaenidae								
Coryphaena spp.	2	0.532	99.29	2.285	1	0.426	1.199	0.104
Gerreidae	25	6.649	276.73	6.368	22	9.362	121.861	10.623
Eucinostomus spp.	7	1.862	113.74	2.617	7	2.979	13.342	1.163
Eucinostomus argenteus	3	0.798	136.31	3.137	3	1.277	5.023	0.438
Eucinostomus currani	1	0.266	37.75	0.869	1	0.426	0.483	0.042
Eucinostomus gracilis	2	0.532	49.07	1.129	2	0.851	1.414	0.123
Sciaenidae	12	3.191	116.56	2.682	12	5.106	29.994	2.615
Bairdiella spp.	1	0.266	22.18	0.510	1	0.426	0.330	0.029
Bairdiella armata	1	0.266	49.73	1.144	1	0.426	0.600	0.052
Cynoscion reticulatus	1	0.266	44.36	1.021	1	0.426	0.548	0.048
Odontoscion spp.	1	0.266	59.97	0.827	1	0.426	0.465	0.041
Odontoscion xanthops	4	1.064	52.05	1.198	3	1.277	2.887	0.252
Mullidae								
Pseudupeneus grandisquamis	2	0.532	74.62	1.717	2	0.851	1.914	0.167
Mugilidae	1	0.266	13.68	0.315	1	0.426	0.247	0.022
Mugil spp.	3	0.798	54.38	1.251	3	1.277	2.616	0.228
Mugil cephalus	9	2.394	253.67	5.837	9	3.830	31.523	2.748
Mugil curema	4	1.064	153	3.521	2	0.851	3.902	0.340
Labridae	3	0.798	26.77	0.616	3	1.277	1.805	0.157

continuación…

Scombridae	2	0.532	85.29	1.963	2	0.851	2.123	0.185
Auxis spp.	6	1.596	85.14	1.959	6	2.553	9.077	0.791
Euthynnus lineatus	1	0.266	80	1.841	1	0.426	0.897	0.078
Scomber japonicus	2	0.532	37.89	0.872	2	0.851	1.195	0.104
Thunnus spp.	1	0.266	3.75	0.086	1	0.426	0.150	0.013
Stromateidae								
Peprilus snyderi	2	0.532	37.49	0.863	2	0.851	1.187	0.103
Orden Pleuronectiformes								
Paralichthyidae	3	0.798	12.9	0.297	3	1.277	1.398	0.122
Etropus crossotus	2	0.532	38.57	0.888	2	0.851	1.208	0.105
Bothidae	6	1.596	135.89	3.127	6	2.553	12.058	1.051
Pleuronectidae	4	1.064	34.29	0.789	4	1.702	3.154	0.275
Achiridae								
Achirus mazatlanus	2	0.532	18.84	0.434	2	0.851	0.822	0.072
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	1	0.266	100	2.301	1	0.426	1.092	0.095
Subtotal	**212**		**4152**				**554.781**	**48.361**
TOTAL	**376**	**100**	**4369.62**	**100**	**235**		**1147.157**	**100**

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* hembras expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	20	6.579	0.850	0.031	12	5.742	37.952	3.244
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	1	0.329	0.010	0.000	1	0.478	0.158	0.013
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	65	21.382	18.510	0.677	40	19.139	422.166	36.081
Subtotal	**86**	**28.289**	**19.370**				**460.275**	**39.338**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	2	0.658	7.340	0.268	2	0.957	0.886	0.076
Penaeidae	2	0.658	3.020	0.110	2	0.957	0.735	0.063
Farfantepenaeus californiensis	3	0.987	36.460	1.333	3	1.435	3.329	0.285
Trachypenaeus spp.	2	0.658	23.000	0.841	2	0.957	1.434	0.123
Trachypenaeus pacifica	6	1.974	37.240	1.361	6	2.871	9.574	0.818
Xiphopenaeus riveti	1	0.329	2.170	0.079	1	0.478	0.195	0.017
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	14	4.605	45.840	1.676	14	6.699	42.072	3.596
Subtotal	**30**	**9.868**	**155.070**				**58.227**	**4.976**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	8	2.632	67.610	2.471	8	3.828	19.532	1.669

continuación…

Ophichthidae								
Ophichthus spp.	1	0.329	15.800	0.578	1	0.478	0.434	0.037
Orden Clupeiformes								
Clupeidae	2	0.658	18.900	0.691	2	0.957	1.291	0.110
Sardinops spp.	1	0.329	16.640	0.608	1	0.478	0.448	0.038
Sardinops caeruleus	3	0.987	55.180	2.017	2	0.957	2.874	0.246
Engraulidae	6	1.974	13.080	0.478	5	2.392	5.866	0.501
Anchoa spp.	3	0.987	12.870	0.470	3	1.435	2.092	0.179
Orden Aulopiformes								
Synodontidae								
Synodus spp.	1	0.329	9.740	0.356	1	0.478	0.328	0.028
Synodus scituliceps	7	2.303	56.700	2.072	5	2.392	10.467	0.895
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae								
Lepophidium spp.	1	0.329	10.500	0.384	1	0.478	0.341	0.029
Lepophidium pardale	1	0.329	13.130	0.480	1	0.478	0.387	0.033
Lepophidium prorates	3	0.987	72.550	2.652	3	1.435	5.223	0.446
Orden Beloniformes								
Hemiramphidae								
Hyporhamphus unifasciatus	2	0.658	34.380	1.257	2	0.957	1.832	0.157
Orden Perciformes								
Serranidae	1	0.329	3.600	0.132	1	0.478	0.220	0.019
Diplectrum pacificum	1	0.329	40.660	1.486	1	0.478	0.868	0.074
Hemanthias signifer	2	0.658	35.760	1.307	2	0.957	1.880	0.161
Malacantidae								
Caulolatilus affinis	1	0.329	14.330	0.524	1	0.478	0.408	0.035
Carangidae	35	11.513	259.220	9.475	30	14.354	301.265	25.748
Caranx caballus	1	0.329	8.000	0.292	1	0.478	0.297	0.025
Caranx caninus	1	0.329	24.030	0.878	1	0.478	0.578	0.049
Caranx sexfasciatus	1	0.329	5.040	0.184	1	0.478	0.246	0.021
Chloroscombrus orqueta	4	1.316	57.500	2.102	4	1.914	6.541	0.559
Decapterus spp.	6	1.974	96.690	3.534	6	2.871	15.812	1.351
Selar crumenophtalmus	7	2.303	159.020	5.812	5	2.392	19.414	1.659

continuación…

Selene peruviana	1	0.329	12.830	0.469	1	0.478	0.382	0.033
Gerreidae	11	3.618	100.020	3.656	8	3.828	27.844	2.380
Eucinostomus spp.	4	1.316	49.150	1.797	4	1.914	5.957	0.509
Eucinostomus argenteus	5	1.645	204.270	7.466	4	1.914	17.438	1.490
Eucinostomus gracilis	3	0.987	123.860	4.527	3	1.435	7.915	0.676
Sciaenidae	18	5.921	271.360	9.919	17	8.134	128.840	11.011
Cynoscion spp.	1	0.329	59.970	2.192	1	0.478	1.206	0.103
Cynoscion parvipinis	1	0.329	2.280	0.083	1	0.478	0.197	0.017
Odontoscion xanthops	4	1.316	138.000	5.044	4	1.914	12.172	1.040
Mugilidae								
Mugil spp.	2	0.658	18.260	0.667	2	0.957	1.268	0.108
Mugil curema	1	0.329	19.100	0.698	1	0.478	0.491	0.042
Labridae	3	0.987	44.380	1.622	3	1.435	3.745	0.320
Sphyraenidae								
Sphyraena lucasana	1	0.329	28.160	1.029	1	0.478	0.650	0.056
Scombridae	3	0.987	70.750	2.586	3	1.435	5.129	0.438
Auxis spp.	7	2.303	104.030	3.803	6	2.871	17.527	1.498
Euthynnus lineatus	3	0.987	46.600	1.703	3	1.435	3.861	0.330
Stromateidae								
Peprilus snyderi	1	0.329	7.000	0.256	1	0.478	0.280	0.024
Orden Pleuronectiformes								

continuación…

Paralichthyidae	5	1.645	5.110	0.187	4	1.914	3.505	0.300
Etropus crossotus	1	0.329	12.920	0.472	1	0.478	0.383	0.033
Bothidae	5	1.645	58.270	2.130	5	2.392	9.030	0.772
Pleuronectidae	2	0.658	7.470	0.273	2	0.957	0.891	0.076
Achiridae	4	1.316	14.410	0.527	3	1.435	2.645	0.226
Achirus mazatlanus	1	0.329	2.150	0.079	1	0.478	0.195	0.017
Cynoglossidae								
Symphurus elongatus	1	0.329	25.900	0.947	1	0.478	0.610	0.052
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	1	0.329	34.210	1.250	1	0.478	0.756	0.065
Subtotal	**188**	**61.842**	**2561.390**				**651.563**	**55.686**
TOTAL	**304**		**2735.830**				**1170.065**	**100**

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* para tallas de 40-79 cm expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	1	0.503	0.01	0.000	1	0.592	0.298	0.028
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	25	12.563	2.41	0.088	21	12.426	157.193	14.537
Subtotal	**26**	**13.065**	**2.42**	**0.088**	**22**	**13.018**	**157.491**	**14.56**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	1	0.503	3.5	0.127	1	0.592	0.373	0.034
Penaeidae	4	2.010	7.66	0.278	4	2.367	5.416	0.501
Farfantepenaeus californiensis	3	1.508	41.72	1.515	3	1.775	5.365	0.496
Litopenaeus stylirostris	1	0.503	9.18	0.333	1	0.592	0.495	0.046
Trachypenaeus pacifica	1	0.503	23.26	0.845	1	0.592	0.797	0.074
Xiphopenaeus riveti	1	0.503	2.17	0.079	1	0.592	0.344	0.032
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	5	2.513	6.68	0.243	5	2.959	8.151	0.754
Portunidae								
Callinectes bellicosus	1	0.503	1.76	0.064	1	0.592	0.335	0.031
Subtotal	**17**	**8.543**	**95.930**	**3.483**	**17**	**10.059**	**21.275**	**2**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	4	2.010	14.14	0.513	4	2.367	5.973	0.552
Ophichthidae								
Ophichthus spp.	2	1.005	19.69	0.715	2	1.183	2.035	0.188

continuación…

Orden Clupeiformes								
Clupeidae	3	1.508	32.31	1.173	3	1.775	4.759	0.440
Sardinops spp.	1	0.503	16.64	0.604	1	0.592	0.655	0.061
Sardinops caeruleus	1	0.503	64.14	2.329	1	0.592	1.675	0.155
Opisthonema spp.	1	0.503	7.27	0.264	1	0.592	0.454	0.042
Engraulidae	2	1.005	0.97	0.035	2	1.183	1.231	0.114
Orden Aulopiformes								
Synodontidae	1	0.503	12.42	0.451	1	0.592	0.564	0.052
Synodus scituliceps	1	0.503	37.19	1.350	1	0.592	1.096	0.101
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae								
Lepophidium spp.	1	0.503	10.5	0.381	1	0.592	0.523	0.048
Lepophidium prorates	2	1.005	24.9	0.904	2	1.183	2.259	0.209
Orden Beloniformes								
Hemiramphidae								
Hyporhamphus unifasciatus	2	1.005	34.38	1.248	2	1.183	2.667	0.247
Orden Beryciformes								
Holocentridae								
Myripristis spp.	1	0.503	2.69	0.098	1	0.592	0.355	0.033
Orden Perciformes								
Serranidae	1	0.503	0.1	0.004	1	0.592	0.299	0.028
Diplectrum spp.	1	0.503	13.66	0.496	1	0.592	0.591	0.055
Hemanthias signifer	4	2.010	93.64	3.400	4	2.367	12.804	1.184
Malacantidae								
Caulolatilus affinis	1	0.503	14.33	0.520	1	0.592	0.605	0.056
Carangidae	21	10.553	177.65	6.450	19	11.243	191.156	17.678
Caranx spp.	2	1.005	54.33	1.973	2	1.183	3.524	0.326
Caranx caballus	1	0.503	8	0.290	1	0.592	0.469	0.043
Caranx caninus	1	0.503	24.03	0.872	1	0.592	0.814	0.075
Caranx sexfasciatus	1	0.503	5.04	0.183	1	0.592	0.406	0.038
Chloroscombrus orqueta	7	3.518	128.94	4.681	7	4.142	33.961	3.141

continuación…

Selar crumenophtalmus	3	1.508	70	2.542	2	1.183	4.792	0.443
Gerreidae	18	9.045	258.1	9.371	14	8.284	152.560	14.109
Eucinostomus spp.	8	4.020	123.79	4.495	8	4.734	40.306	3.728
Eucinostomus argenteus	5	2.513	192.7	6.996	5	2.959	28.133	2.602
Eucinostomus currani	1	0.503	37.75	1.371	1	0.592	1.108	0.103
Eucinostomus gracilis	5	2.513	172.93	6.279	5	2.959	26.010	2.405
Sciaenidae	19	9.548	245.63	8.918	18	10.651	196.679	18.189
Bairdiella sp.	1	0.503	22.18	0.805	1	0.592	0.774	0.072
Bairdiella armata	1	0.503	49.73	1.806	1	0.592	1.366	0.126
Cynoscion spp.	1	0.503	59.97	2.177	1	0.592	1.586	0.147
Cynoscion parvipinis	1	0.503	2.28	0.083	1	0.592	0.346	0.032
Cynoscion reticulatus	1	0.503	44.36	1.611	1	0.592	1.250	0.116
Odontoscion spp.	1	0.503	59.97	1.305	1	0.592	1.069	0.099
Odontoscion xanthops	8	3.518	190.050	6.492	6	3.550	35.536	3.286
Mullidae								
Pseudupeneus grandisquamis	2	1.005	74.62	2.709	2	1.183	4.396	0.407
Mugilidae								
Mugil spp.	2	1.005	31.11	1.130	2	1.183	2.526	0.234
Labridae	1	0.503	7.27	0.264	1	0.592	0.454	0.042
i								
Scombridae	1	0.503	1.57	0.057	1	0.592	0.331	0.031
Auxis spp.	2	1.005	2.59	0.094	2	1.183	1.301	0.120
Euthynnus lineatus								
Orden Pleuronectiformes								
Paralichthyidae	3	1.508	13.4	0.487	3	1.775	3.540	0.327
Etropus crossotus	1	0.503	5	0.182	1	0.592	0.405	0.037

continuación…

Bothidae	5	2.513	85.75	3.113	5	2.959	16.645	1.539
Pleuronectidae	2	1.005	3.47	0.126	2	1.183	1.338	0.124
Achiridae	1	0.503	1.89	0.069	1	0.592	0.338	0.031
Achirus mazatlanus	2	1.005	18.84	0.684	2	1.183	1.999	0.185
Subtotal	**157**	**78.39195**	**2571.91**				**793.661**	**73.399**
TOTAL	**200**	**100**	**2670**				**972**	**90**

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* para tallas de 80-100 cm expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de apariencia (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	16	4.494	0.15	0.005	11	5.023	22.597	1.320
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	1	0.281	0.01	0.000	1	0.457	0.128	0.008
Sthenoteuthis oualaniensis	1	0.281	0.01	0.000	1	0.457	0.128	0.008
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	105	29.494	49.92	1.511	65	29.680	920.265	53.775
Argonautidae								
Argonauta spp.	3	0.843	0.03	0.001	1	0.457	0.385	0.023
Subtotal	**126**	**35.393**	**50.120**				**943.505**	**55.133**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	5	1.404	27.5	0.833	5	2.283	5.108	0.298
Sicyoniidae								
Sicyonia disdorsalis	3	0.843	8.67	0.263	3	1.370	1.514	0.088
Penaeidae	5	1.404	9.66	0.292	5	2.283	3.874	0.226
Farfantepenaeus californiensis	3	0.843	18.45	0.559	3	1.370	1.920	0.112
Litopenaeus stylirostris								
Penaeus spp.	1	0.281	35.3	1.069	1	0.457	0.616	0.036
Trachypenaeus spp.	2	0.562	23	0.696	2	0.913	1.149	0.067
Trachypenaeus pacifica	7	1.404	23.5	0.423	5	2.283	4.173	0.244
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	18	5.056	79.67	2.412	18	8.219	61.384	3.587

continuación…

Subtotal	**44**	**11.798**	**225.750**				**79.738**	**4.659**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	8	2.247	95.1	2.879	8	3.653	18.727	1.094
Orden Clupeiformes								
Clupeidae	1	0.281	10.08	0.305	1	0.457	0.268	0.016
Sardinops caeruleus	5	1.404	91.95	2.784	4	1.826	7.650	0.447
Engraulidae	7	1.966	13.58	0.411	5	2.283	5.428	0.317
Anchoa spp.	4	1.124	13.47	0.408	4	1.826	2.797	0.163
Orden Aulopiformes								
Synodontidae	1	0.281	77.58	2.725	1	0.457	1.373	0.080
Synodus spp.	1	0.281	9.74	0.295	1	0.457	0.263	0.015
Synodus scituliceps	4	1.124	25.06	0.759	3	1.370	2.579	0.151
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae	1	0.281	0.5	0.015	1	0.457	0.135	0.008
Lepophidium spp.	1	0.281	10.27	0.311	1	0.457	0.270	0.016
Lepophidium pardale	1	0.281	13.13	0.398	1	0.457	0.310	0.018
Lepophidium prorates	1	0.281	47.65	1.443	1	0.457	0.787	0.046
Orden Perciformes								
Centropomidae	1	0.281	19.04	0.576	1	0.457	0.392	0.023
Serranidae	2	0.562	33.09	1.002	2	0.913	1.428	0.083
Carangidae	31	8.708	282.32	8.548	27	12.329	212.745	12.432
Caranx spp.	4	1.124	42.37	1.283	4	1.826	4.395	0.257
Caranx caballus	1	0.281	104.32	3.159	1	0.457	1.571	0.092
Caranx caninus								
Caranx sexfasciatus	1	0.281	48.43	1.466	1	0.457	0.798	0.047
Chloroscombrus orqueta	5	1.404	74.16	2.245	4	1.826	6.667	0.390
Decapterus spp.	10	2.809	180.86	5.476	10	4.566	37.831	2.211
Selar crumenophtalmus	7	1.966	139.65	4.228	5	2.283	14.143	0.826

continuación…

Selene peruviana	3	0.843	82.5	2.498	3	1.370	4.576	0.267
Gerreidae	17	4.775	118.65	3.593	17	7.763	64.955	3.796
Eucinostomus spp.	3	0.843	39.1	1.184	3	1.370	2.776	0.162
Eucinostomus argenteus	3	0.843	147.88	4.478	3	1.370	7.288	0.426
Sciaenidae	9	2.528	114.04	3.453	9	4.110	24.580	1.436
Mugilidae	1	0.281	13.68	0.414	1	0.457	0.317	0.019
Mugil spp.	3	0.843	41.53	1.257	3	1.370	2.877	0.168
Mugil cephalus	6	1.685	115.95	3.511	6	2.740	14.236	0.832
Mugil curema	5	1.404	172.1	5.211	3	1.370	9.062	0.530
Labridae	3	0.843	39.34	1.191	3	1.370	2.786	0.163
Sphyraenidae								
Sphyraena lucasana	1	0.281	28.16	0.853	1	0.457	0.518	0.030
Scombridae	2	0.562	68.21	2.065	2	0.913	2.399	0.140
Auxis spp.	8	2.247	89.41	2.707	8	3.653	18.098	1.058
Euthynnus lineatus	2	0.562	27.48	0.832	2	0.913	1.273	0.074
Scomber japonicus	2	0.562	37.89	1.147	2	0.913	1.561	0.091
Thunnus spp.	1	0.281	3.75	0.114	1	0.457	0.180	0.011
Stromateidae								
Peprilus snyderi	2	0.562	37.49	1.135	2	0.913	1.550	0.091
Orden Pleuronectiformes								
Paralichthyidae	5	1.404	4.61	0.140	4	1.826	2.820	0.165

continuación…

Etropus crossotus	2	0.562	46.49	1.408	2	0.913	1.799	0.105
Bothidae	4	1.124	72.07	2.182	4	1.826	6.038	0.353
Pleuronectidae	3	0.843	30.35	0.919	3	1.370	2.413	0.141
Achiridae	3	0.843	12.52	0.379	2	0.913	1.116	0.065
Achirus mazatlanus	1	0.281	2.15	0.065	1	0.457	0.158	0.009
Cynoglossidae								
Symphurus elongatus	1	0.281	25.9	0.784	1	0.457	0.486	0.028
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	1	0.281	34.21	1.036	1	0.457	0.601	0.035
Subtotal	**188**	**52.809**	**2737.810**				**495.020**	**28.9**
TOTAL	**358**	**100**	**3014**				**1518**	**89**

Espectro trófico del tiburón *Sphyrna lewini* para tallas de 101–160 cm expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	40	32.520	0.94	0.061	12	21.429	698.176	33.895
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	2	1.626	0.02	0.001	2	3.571	5.812	0.282
Sthenoteuthis oualaniensis	1	0.813	0.01	0.001	1	1.786	1.453	0.071
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	15	12.195	0.15	0.010	8	14.286	174.356	8.465
Subtotal	**58**	**47.154**	**1.120**				**879.796**	**42.712**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	1	0.813	0.76	0.049	1	1.786	1.540	0.075
Processidae								
Processa peruviana	1	0.813	2.07	0.135	1	1.786	1.692	0.082
Penaeidae	2	1.626	3.02	0.197	2	3.571	6.509	0.316
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	5	4.065	11.32	0.737	3	5.357	25.725	1.249
Subtotal	**9**	**7.317**	**17.170**				**35.467**	**1.722**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	2	1.626	7.96	0.518	2	3.571	7.658	0.372
Ophichthidae								

continuación…

Ophichthus spp.								
Ophichthus triserialis	2	1.626	158	10.287	1	1.786	21.273	1.033
Orden Aulopiformes								
Synodus scituliceps	6	4.878	76.2	4.961	5	8.929	87.850	4.265
Orden Perciformes								
Serranidae								
Diplectrum labarum	1	0.813	50.01	3.256	1	1.786	7.266	0.353
Diplectrum pacificum	2	1.626	79.47	5.174	2	3.571	24.286	1.179
Carangidae	16	13.008	217.08	14.133	13	23.214	630.073	30.589
Caranx spp.	1	0.813	3.05	0.199	1	1.786	1.806	0.088
Decapterus spp.	2	1.626	50	3.255	1	1.786	8.717	0.423
Selar crumenophtalmus	1	0.813	38.27	2.492	1	1.786	5.901	0.286
Coryphaenidae								
Coryphaena spp.	2	1.626	99.29	6.464	1	1.786	14.447	0.701
Gerreidae	1	0.813	0	0.000	1	1.786	1.452	0.070
Sciaenidae	2	1.626	28.25	1.839	2	3.571	12.376	0.601
Mugilidae								
Mugil cephalus	3	2.439	137.72	8.967	3	5.357	61.101	2.966
Labridae	2	1.626	24.54	1.598	2	3.571	11.513	0.559
Scombridae	2	1.626	86.26	5.616	2	3.571	25.865	1.256
Auxis spp.	3	2.439	97.17	6.326	2	3.571	31.305	1.520
Euthynnus lineatus	2	1.626	99.12	6.453	2	3.571	28.855	1.401

continuación…

Stromateidae								
Peprilus snyderi	1	0.813	7	0.456	1	1.786	2.266	0.110
Orden Pleuronectiformes								
Bothidae	2	1.626	36.34	2.366	2	3.571	14.257	0.692
Pleuronectidae	1	0.813	7.94	0.517	1	1.786	2.375	0.115
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	1	0.813	100	6.511	1	1.786	13.078	0.635
Subtotal	**55**	**44.715**	**1403.670**				**1013.721**	**49.2**
TOTAL	**122**	**99**	**1422**	**100**	**444**		**1929**	**94**

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* para la temporada 1 expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	5	7.143	0.05	0.005	2	3.333	23.825	1.428
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	3	4.286	0.13	0.012	3	5.000	21.488	1.288
Subtotal	**8**	**11.429**	**0.180**				**45.313**	**2.7**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	1	1.429	3.5	0.323	1	1.667	2.919	0.175
Sicyoniidae								
Sicyonia disdorsalis	2	2.857	2.87	0.264	2	3.333	10.405	0.623
Penaeidae	1	1.429	35.3	3.253	1	1.667	7.803	0.468
Trachypenaeus spp.	2	2.857	23	2.119	2	3.333	16.589	0.994
Trachypenaeus pacifica	2	2.857	6.58	0.606	2	3.333	11.545	0.692
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	11	15.714	41.67	3.840	11	18.333	358.494	21.481
Subtotal	**19**	**27.143**	**112.920**				**407.755**	**24.4**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	3	4.286	39.05	3.599	3	5.000	39.421	2.362
Ophichthidae								
Ophichthus triserialis	2	2.857	158	14.560	1	1.667	29.028	1.739
Orden Clupeiformes								

continuación…

Clupeidae								
Sardinops caeruleus	2	2.857	103.44	9.532	2	3.333	41.298	2.475
Orden Aulopiformes								
Synodontidae								
Synodus scituliceps	8	11.429	65.64	6.049	6	10.000	174.774	10.472
Orden Perciformes								
Carangidae	11	15.714	117.75	10.851	11	18.333	487.027	29.183
Sciaenidae	1	1.429	0.4	0.037	1	1.667	2.442	0.146
Mugilidae								
Mugil cephalus	6	8.571	237.29	21.867	6	10.000	304.380	18.238
Suborden Scombroidei								
Scombridae								
Auxis spp.	3	4.286	97.17	8.954	2	3.333	44.134	2.644
Euthynnus lineatus	2	2.857	92.49	8.523	2	3.333	37.934	2.273
Stromateidae								
Peprilus snyderi	2	2.857	23.4	2.156	2	3.333	16.712	1.001
Orden Pleuronectiformes								
Bothidae	3	4.286	37.44	3.450	3	5.000	38.679	2.318
Subtotal	**43**	**61.429**	**972.070**				**1215.830**	**72.9**
TOTAL	**70**	**100**	**1085.170**				**1668.898**	**100**

Espectro trófico del tiburón *S. lewini* para la temporada II expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	8	3.941	0.080	0.005	8	6.061	23.913	0.960
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	78	38.424	8.580	0.507	45	34.091	1327.197	53.266
Argonautidae								
Argonauta spp.	3	1.478	0.030	0.002	1	0.758	1.121	0.045
Subtotal	**89**	**43.842**	**8.690**				**1352.230**	**54.3**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	2	0.985	4.600	0.272	2	1.515	1.905	0.076
Penaeidae	1	0.493	1.200	0.071	1	0.758	0.427	0.017
Farfantepenaeus californiensis	2	0.985	8.000	0.473	2	1.515	2.210	0.089
Trachypenaeus pacifica	5	2.463	16.470	0.974	4	3.030	10.416	0.418
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	16	7.882	55.190	3.264	16	12.121	135.102	5.422
Subtotal	**26**	**12.808**	**85.460**				**150.059**	**6.0**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	4	1.970	51.580	3.051	4	3.030	15.215	0.611
Orden Clupeiformes								
Clupeidae								
Sardinops caeruleus	4	1.970	52.650	3.114	3	2.273	11.555	0.464
Anchoa spp.	1	0.493	8.400	0.497	1	0.758	0.750	0.030

continuación…

Orden Aulopiformes								
Synodontidae	2	0.985	90.000	5.323	2	1.515	9.558	0.384
Synodus scituliceps	3	1.478	72.810	4.306	3	2.273	13.146	0.528
Orden Perciformes								
Carangidae	24	11.823	343.700	20.328	22	16.667	535.841	21.506
Decapterus spp.	12	5.911	230.860	13.654	11	8.333	163.044	6.544
Selar crumenophtalmus	11	5.419	247.920	14.663	8	6.061	121.707	4.885
Sciaenidae	4	1.970	54.140	3.202	4	3.030	15.674	0.629
Mugilidae								
Mugil cephalus	3	1.478	16.380	0.969	3	2.273	5.560	0.223
Labridae	6	2.956	71.150	4.208	6	4.545	32.563	1.307
Suborden Scombroidei								
Scombridae								
Euthynnus lineatus	2	0.985	34.110	2.017	2	1.515	4.549	0.183
Thunnus spp.	1	0.493	3.750	0.222	1	0.758	0.541	0.022
Suborden Stromateoidei								
Stromateidae								
Peprilus snyderi	1	0.493	21.090	1.247	1	0.758	1.318	0.053
Paralichthyidae								
Etropus crossotus	3	1.478	51.490	3.045	3	2.273	10.280	0.413
Bothidae	5	2.463	112.400	6.648	5	3.788	34.511	1.385
Orden Tetraodontiformes								
Balistidae								
Balistes polylepis	2	0.985	134.210	7.938	2	1.515	13.520	0.543

Subtotal	**88**	**43.350**	**1596.640**	**989.332**	**39.7**
TOTAL	**203**	**100**	**1690.79**	**2491.622**	**100**

Espectro trófico del tiburón *Sphyrna lewini* para la temporada III expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos numérico (N), gravimétrico (G), frecuencia de aparición (FA), índice de importancia relativa (IIR).

Especies Presas	N	%N	G	%G	FA	%FA	IIR	%IIR
MOLLUSCA								
Cephalopoda								
Enoploteuthidae								
Abraliopsis affinis	43	10.565	0.960	0.022	14	5.556	58.818	5.354
Ommastrephidae								
Dosidicus gigas	4	0.983	0.040	0.001	4	1.587	1.561	0.142
Sthenoteuthis oualaniensis	2	0.491	0.020	0.000	2	0.794	0.390	0.036
Loliginidae								
Loliolopsis diomedeae	64	15.725	43.770	1.011	46	18.254	305.495	27.810
Subtotal	**113**	**27.764**	**44.790**				**366.265**	**33.3**
CRUSTACEA								
Decapoda								
Squillidae								
Squilla mantoidea	4	0.983	23.660	0.546	4	1.587	2.427	0.221
Sicyoniidae								
Sicyonia disdorsalis	1	0.246	5.800	0.134	1	0.397	0.151	0.014
Processidae								
Processa peruviana	1	0.246	2.070	0.048	1	0.397	0.116	0.011
Penaeidae	10	2.457	20.140	0.465	10	3.968	11.596	1.056
Farfantepenaeus californiensis	4	0.983	52.170	1.205	4	1.587	3.473	0.316
Litopenaeus stylirostris	1	0.246	9.180	0.212	1	0.397	0.182	0.017
Trachypenaeus pacifica	1	0.246	23.260	0.537	1	0.397	0.311	0.028
Xiphopenaeus riveti	1	0.246	2.170	0.050	1	0.397	0.117	0.011
Galatheidae								
Pleuroncodes planipes	1	0.246	0.810	0.019	1	0.397	0.105	0.010
Portunidae								
Callinectes bellicosus	1	0.246	1.760	0.041	1	0.397	0.114	0.010

continuación…

Subtotal	**25**	**6.143**	**141.020**				**18.592**	**1.7**
OSTEICHTHYES								
Orden Anguilliformes								
Muraenidae	7	1.720	26.570	0.614	7	2.778	6.482	0.590
Ophichthidae								
Ophichthus spp.	2	0.491	19.690	0.455	2	0.794	0.751	0.068
Orden Clupeiformes								
Clupeidae	4	0.983	42.390	0.979	4	1.587	3.114	0.283
Sardinops spp.	1	0.246	16.640	0.384	1	0.397	0.250	0.023
Opisthonema spp.	1	0.246	7.270	0.168	1	0.397	0.164	0.015
Engraulidae	9	2.211	14.550	0.336	8	3.175	8.087	0.736
Anchoa spp.	3	0.737	5.070	0.117	3	1.190	1.017	0.093
Orden Aulopiformes								
Synodontidae								
Synodus spp.	1	0.246	9.740	0.225	1	0.397	0.187	0.017
Orden Ophidiiformes								
Ophidiidae	1	0.246	0.500	0.012	1	0.397	0.102	0.009
Lepophidium spp.	2	0.491	20.770	0.480	2	0.794	0.771	0.070
Lepophidium pardale	1	0.246	13.130	0.303	1	0.397	0.218	0.020
Lepophidium prorates	3	0.737	72.550	1.676	3	1.190	2.872	0.261
Orden Beloniformes								
Hemiramphidae								
Hyporhamphus unifasciatus	2	0.491	34.380	0.794	2	0.794	1.020	0.093
Orden Beryciformes								
Holocentridae								
Myripristis spp.	1	0.246	2.690	0.062	1	0.397	0.122	0.011
Orden Perciformes								
Centropomidae	1	0.246	19.040	0.440	1	0.397	0.272	0.025
Serranidae	3	0.737	33.190	0.767	3	1.190	1.790	0.163

continuación…

Diplectrum spp.	1	0.246	13.660	0.316	1	0.397	0.223	0.020
Diplectrum labarum	1	0.246	50.010	1.155	1	0.397	0.556	0.051
Diplectrum pacificum	2	0.491	79.470	1.836	2	0.794	1.847	0.168
Hemanthias signifer	4	0.983	93.640	2.163	4	1.587	4.993	0.455
Malacantidae								
Caulolatilus affinis	1	0.246	14.330	0.331	1	0.397	0.229	0.021
Carangidae	33	8.108	215.600	4.980	27	10.714	140.228	12.765
Caranx spp.	7	1.720	99.750	2.304	2	0.794	3.194	0.291
Caranx caballus	2	0.491	112.320	2.594	2	0.794	2.449	0.223
Caranx caninus	1	0.246	24.030	0.555	1	0.397	0.318	0.029
Caranx sexfasciatus	2	0.491	53.470	1.235	2	0.794	1.370	0.125
Chloroscombrus orqueta	12	2.948	202.100	4.668	11	4.365	33.246	3.026
Selene peruviana	3	0.737	82.500	1.906	3	1.190	3.146	0.286
Coryphaenidae								
Coryphaena spp.	2	0.491	99.290	2.293	2	0.794	2.210	0.201
Gerreidae	36	8.845	376.750	8.702	30	11.905	208.895	19.016
Eucinostomus spp.	11	2.703	162.890	3.762	11	4.365	28.220	2.569
Eucinostomus argenteus	8	1.966	340.580	7.867	8	3.175	31.213	2.841
Eucinostomus currani	1	0.246	37.750	0.872	1	0.397	0.444	0.040
Eucinostomus gracilis	5	1.229	172.930	3.994	5	1.984	10.363	0.943
Sciaenidae	25	6.143	333.380	7.700	24	9.524	131.835	12.001
Bairdiella sp.	1	0.246	22.180	0.512	1	0.397	0.301	0.027
Bairdiella armata	1	0.246	49.730	1.149	1	0.397	0.553	0.050
Cynoscion spp.	1	0.246	59.970	1.385	1	0.397	0.647	0.059
Cynoscion parvipinis	1	0.246	2.280	0.053	1	0.397	0.118	0.011
Cynoscion reticulatus	1	0.246	44.360	1.025	1	0.397	0.504	0.046
Odontoscion sp.	1	0.246	59.970	1.385	1	0.397	0.647	0.059
Odontoscion xanthops	8	1.966	190.050	4.390	7	2.778	17.654	1.607
Mullidae								
Pseudupenaeus grandisqueani	2	0.491	74.620	1.724	2	0.794	1.758	0.160
Mugilidae	1	0.246	13.680	0.316	1	0.397	0.223	0.020
Mugil spp.	5	1.229	72.640	1.678	5	1.984	5.766	0.525

continuación…

Mugil curema	5	1.229	172.100	3.975	3	1.190	6.195	0.564
Sphyraenidae								
Sphyraena lucasana	1	0.246	28.160	0.650	1	0.397	0.356	0.032
Scombridae	5	1.229	156.040	3.604	5	1.984	9.589	0.873
Auxis spp.	10	2.457	92.000	2.125	10	3.968	18.182	1.655
Scomber japonicus	2	0.491	37.890	0.875	2	0.794	1.085	0.099
Orden Pleuronectiformes								
Paralichthyidae	8	1.966	18.010	0.416	7	2.778	6.616	0.602
Bothidae	3	0.737	44.320	1.024	3	1.190	2.096	0.191
Pleuronectidae	6	1.474	41.760	0.965	6	2.381	5.807	0.529
Achiridae	4	0.983	14.410	0.333	3	1.190	1.566	0.143
Achirus mazatlanus	3	0.737	20.990	0.485	3	1.190	1.455	0.132
Cynoglossidae								
Symphurus elongatus	1	0.246	25.900	0.598	1	0.397	0.335	0.030
Subtotal	**269**	**66.093**	**4143.680**				**713.648**	**65.0**
TOTAL	**407**	**100**	**4329.49**				**1098.505**	**100**

Valores isotópicos de $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ de *S. lewini* músculo e hígado

			MUSCULO		HIGADO	
Fecha	**talla**	**sexo**	**Delta Air ($\delta^{15}N$)**	**Delta PDB ($\delta^{13}C$)**	**Delta Air ($\delta^{15}N$)**	**Delta PDB ($\delta^{13}C$)**
27/12/2000	110	h	19.43	-15.38	*	*
27/12/2000	83	m	20.03	-15.29	*	*
27/12/2000	85	m	18.94	-14.99	*	*
27/12/2000	77	h	18.86	-14.51	*	*
27/12/2000	78	h	18.00	-14.97	*	*
27/12/2000	103	h	19.48	-14.84	*	*
27/12/2000	81	h	18.19	-15.31	*	*
27/12/2000	95	m	19.82	-14.51	*	*
27/12/2000	93	h	18.11	-14.36	*	*
27/12/2000	84	m	17.89	-14.20	*	*
27/12/2000	86	h	19.81	-15.26	*	*
27/12/2000	87	m	18.48	-14.52	*	*
27/12/2000	87	h	20.05	-15.10	*	*
27/12/2000	82	h	20.15	-15.23	*	*
27/12/2000	92	h	18.28	-14.64	*	*
27/12/2000	87	m	20.06	-15.02	*	*
27/12/2000	83	m	18.22	-15.25	*	*
08/12/2001	83	m	19.73	-14.76	*	*
08/12/2001	80	h	17.93	-15.13	*	*
08/12/2001	77	h	18.62	-14.67	*	*
12/12/2001	111	m	19.30	-14.84	*	*
12/12/2001	84	m	18.45	-14.59	*	*
12/12/2001	87	m	19.45	-13.97	*	*
12/12/2001	90	m	18.86	-14.69	*	*
12/12/2001	150	h	18.64	-14.70	*	*
12/12/2001	114	m	18.20	-15.40	*	*
12/12/2001	116	h	20.85	-15.13	*	*
12/12/2001	111	m	20.52	-14.97	*	*
12/12/2001	73.6	m	18.86	-14.64	*	*
19/12/2001	80	h	18.68	-14.03	*	*
19/12/2001	85	h	20.94	-15.07	*	*
19/12/2001	117	m	19.85	-14.75	*	*
19/12/2001	120	h	19.40	-14.97	*	*
19/12/2001	92	m	19.31	-14.45	*	*
19/12/2001	125	h	18.40	-14.81	*	*
19/12/2001	110	m	19.78	-14.34	*	*
19/12/2001	109	h	21.18	-14.91	*	*
19/12/2001	109	h	19.03	-14.55	*	*
03/02/2001	85	h	17.67	-15.12	*	*

03/02/2001	83	h	18.42	-14.44	*	*
03/02/2001	83	h	18.19	-14.80	*	*
17/10/2003	57	m	17.23	-15.24	16.11	-15.09
22/10/2003	68	m	*	*	17.63	-16.99
23/10/2003	82.5	m	17.84	-14.81	16.82	-19.24
31/10/2003	54	m	*	*	15.55	-16.24
06/11/2003	57	h	*	*	16.80	-16.28
06/11/2003	72	h	17.28	-14.71	15.95	-17.45
13/11/2003	72	m	18.60	-14.60	16.88	-18.68
13/11/2003	72	h	17.79	-15.34	17.26	-17.91
26/11/2003	119	m	20.75	-14.72	18.92	-19.55
26/11/2003	84	m	*	*	16.89	-16.87
27/11/2003	115	m	20.67	-14.49	*	*
02/12/2003	81	h	*	*	17.62	-16.22
02/12/2003	84	h	*	*	15.74	-15.13
16/12/2003	100	m	18.87	-16.55	16.25	-17.05
06/01/2004	77	h	18.88	-14.15	17.91	-18.94
06/01/2004	130	m	20.26	-14.79	18.00	-19.30
06/01/2004	82	m	*	*	17.36	-17.30
07/01/2004	76	m	18.09	-15.47	16.68	-19.78
07/01/2004	120	m	20.79	-14.72	18.31	-21.43
07/01/2004	120	h	20.55	-14.99	19.14	-21.88
07/01/2004	110	h	19.38	-15.23	19.18	-16.57
07/01/2004	115	h	20.48	-14.99	18.98	-15.69
07/01/2004	82	m	*	*	17.34	-16.85
14/01/2004	130	h	19.84	-15.41	17.64	-18.76
14/01/2004	79	m	18.22	-14.55	16.90	-16.12
23/01/2004	115	m	17.96	-15.81	16.68	-16.94
26/01/2004	82.6	h	*	*	17.17	-16.16
16/02/2004	84	h	*	*	17.48	-17.03
17/02/2004	85	m	18.01	-15.51	14.96	-15.30
17/02/2004	85	h	18.94	-15.28	17.03	-16.88
18/02/2004	84	h	*	*	17.08	-17.49
01/03/2004	95	m	*	*	17.09	-16.18

Valores isotópicos de diferentes especies presas del espectro del tiburón *S. lewini*.

Especies presas	$\delta^{15}N$	$\delta^{13}C$
Cefalópodos		
Abraliopsis affinis (Pico)	11.73	-17.71
Loliolopsis diomedeae (Manto)	16.30	-16.20
Loliolopsis diomedeae (Picos)	10.91	-17.52
Crustáceos		
Litopenaeus stilirostris	11.98	-13.08
Farfantepenaeus californiensis	15.57	-15.25
Peces		
Achiridae	17.41	-15.45
Achirus mazatlanus	16.46	-14.85
Baerdiella armata	17.15	-14.11
Bothidae	15.63	-15.22
Caranx caballus	14.17	-15.24
Caranx sexfasciatus	16.20	-14.00
Chloroscombrus orqueta	16.04	-16.69
Cinoscion spp.	16.89	-14.47
Diplectrum pacificum	17.71	-15.84
Diplectrum pacificum	16.47	-16.20
Eucinostomus argenteus	16.32	-15.25
Eucinostomus gracilis	16.79	-14.64
Eucinostomus spp.	11.16	-14.00
Hemanthias signifer	17.39	-14.09
Hyporhamphus unifasciatus	16.86	-15.11
Lepophidium spp.	16.47	-16.04
Mugil curema	14.02	-13.59
Mugil curema	15.79	-14.28
Pseudopeneus grandisquamis	15.43	-15.59
Selene peruviana	16.69	-15.31
Synodus spp.	18.75	-13.91
Sphyraena lucasana	18.18	-14.68
Trachinothus paitensis	15.95	-16.51
Trachinotus rhodopus	16.06	-16.31