



Universidad Veracruzana

# UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS  
Campus Tuxpan

---

---

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

**Uso de recursos tróficos por *Rhizoprionodon terraenovae*  
y *Sphyrna tiburo*, en el sureste del Golfo de México.**

**TESIS**

**Que para obtener el título de:**

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y  
COSTEROS.**

**P R E S E N T A:**

**Bióloga Marina Abish Mariana García Álvarez**

**Director**

Dr. Arturo Serrano Solis

**Codirector**

Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

Tuxpan, Veracruz

2014

Tuxpan de Rodríguez Cano Veracruz, a Octubre del 2014

La presente Tesis titulada “**Uso de recursos tróficos por *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*, en el sureste del Golfo de México**” realizada por la C. Biol. Mar. Abish Mariana García Álvarez, bajo la dirección del Dr. Arturo Serrano Solís y la codirección del Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez ha sido revisada y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**



Dr. Arturo Serrano Solís

DIRECTOR

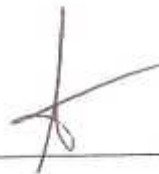


Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez

CODIRECTOR

La presente Tesis titulada “**Uso de recursos tróficos por *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*, en el sureste del Golfo de México**” realizada por la C. Biol. Mar. Abish Mariana García Álvarez, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS**



---

Dr. Felipe Galván Magaña

LECTOR



---

Dr. Eduardo Alfredo Zarza Meza

LECTOR



---

Mtra. Karla Cirila Garcés García

LECTOR

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Veracruzana, a la Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros (MMECM) y al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por su apoyo para la realización de este proyecto de tesis.

Al Laboratorio de ecología pesquera ECOSUR, Campeche “KALAÁN XOK”, por brindarme la oportunidad de elaborar el actual estudio e incrementar mis conocimientos en elasmobranquios.

Al Dr. Arturo Serrano Solis, quien fungió como director, asesor, colega y amigo en todo momento, sin su ayuda trabajar con tiburones no hubiera sido una meta cumplida.

A la Mtra. Celina Naval Ávila por cada palabra de aliento en el momento indicado.

Al Dr. Juan Carlos Pérez Jiménez, por la oportunidad de colaborar en su laboratorio, compartir sus conocimientos e impulsar mis objetivos.

Al Mtro. Iván Mendez Loeza, por cada minuto de paciencia, por guiarme en el estudio de la ecología trófica y por ser más que un asesor un amigo.

Al comité de revisión por sus aportes y críticas constructivas que ayudaron a mejorar y complementar este trabajo. Mtra. Karla Cirila Garcés García, Dr. Felipe Galván Magaña y Dr. Eduardo Alfredo Zarza Meza.

Al Dr. Juan Manuel Pech Canché, por su ayuda, asesoría y momentos amenos en la interpretación de los índices empleados en el actual estudio.

A todos mis colegas que pasaron de ser compañeros a ser amigos; Gaby, Valeria, Arturo, Ana Maria, Marisol, Aldo, Melina, Saw, gracias por estar en todo momento.

A los integrantes del laboratorio “Kalaán xok”; Nicté-ha, Fátima, Iván, gracias por todo lo que me enseñaron, por hacerme sentir parte del laboratorio y sobre todo por brindarme su amistad.

Por último pero no menos importante a mi familia quienes hicieron posible no solo la realización de este trabajo, sino el hecho de haber cumplido una meta más en mi vida, Alicia Álvarez Montejano, Roberto García Luna, Mahonri R. García Álvarez. No existen palabras para expresar cuan agradecida estoy por que han estado conmigo en cada momento, los amo.

## DEDICATORIA

*A la persona que da sentido a mi existencia*

*Yufni G. García Álvarez*

*A la persona que siempre creyó en mí toda su vida*

*Adriana Montejano Gonzales*

## INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	ANTECEDENTES .....	7
III.	OBJETIVOS .....	12
IV.	ÁREA DE ESTUDIO.....	13
V.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	18
	5.1 Trabajo de Campo .....	18
	5.2 Trabajo de Laboratorio.....	19
	5.3 Análisis de los Datos.....	21
	5.3.1 Generalidades .....	21
	5.3.2 Composición cuantitativa de la dieta.....	23
	5.3.3 Diferencias entre sexos y estadios.....	26
	5.3.5. Diferencias entre especies.....	27
	5.3.4 Amplitud del nicho .....	29
VI.	RESULTADOS .....	31
	6.1 Generalidades .....	31
	6.1.1 Estructura de tallas .....	31
	6.1.2 Índices de llenado .....	34
	6.1.3 Curvas acumulativas.....	35
	6.2 Composición cuantitativa de la dieta ( <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> ) .....	39
	6. 2.1. Diferencias entre sexos y estadios .....	41
	6.3 Composición cuantitativa de la dieta ( <i>Sphyrna tiburo</i> ).....	44
	6. 3.1. Diferencias entre sexos y estadios .....	46
	6.4 Diferencias de la dieta entre especies .....	49
	6.6 Amplitud del nicho .....	51
VII.	DISCUSIÓN .....	53

7.1 Composición cuantitativa de la dieta de ( <i>Rhizoprionodon terraenovae</i> ) .....	53
7.1.1 Diferencias entre sexos y estadios .....	54
7.2 Composición cuantitativa de la dieta de ( <i>Sphyrna tiburo</i> ).....	56
7.2.1 Diferencias entre sexos y estadios .....	57
7.3 Diferencias de la dieta entre especies .....	59
VIII. CONCLUSIONES.....	62
IX. APLICACIÓN PRÁCTICA .....	64
X. BIBLIOGRAFÍA .....	69
XI. ANEXOS .....	81



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características para la determinación del sexo, estadio y madurez sexual.....	19
Cuadro 2. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos de <i>R. terraenovae</i> .....	39
Cuadro 3. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y subgrupos entre sexos de <i>R. terraenovae</i> . ....	41
Cuadro 4. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos entre estadios de <i>R. terraenovae</i> . ....	43
Cuadro 5. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos de <i>S. tiburo</i> . ....	45
Cuadro 6. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos entre sexos de <i>S. tiburo</i> .....	47
Cuadro 7. Necesidades de investigación para el desarrollo de una gestión eficaz de conservación de tiburones y rayas. Modificado de Simpfendorfer <i>et al.</i> (2011). ....	65
Cuadro 8. Espectro trófico de <i>R. terraenovae</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). ....	83
Cuadro 9. Espectro trófico de hembras de <i>R. terraenovae</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). ....	85
Cuadro 10. Espectro trófico de machos de <i>R. terraenovae</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). ....	87
Cuadro 11. Espectro trófico de juveniles de <i>R. terraenovae</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y	

%P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	90
Cuadro 12. Espectro trófico de adultos de <i>R. terraenovae</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	92
Cuadro 13. Espectro trófico de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	94
Cuadro 14. Espectro trófico de hembras de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	95
Cuadro 15. Espectro trófico de machos de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	96
Cuadro 16. Espectro trófico de neonatos de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	97
Cuadro 17. Espectro trófico de juveniles de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	98
Cuadro 18. Espectro trófico de adultos de <i>S. tiburo</i> , expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR). .....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Campos pesqueros en los que se obtuvieron las muestras de estómagos del cazón tutzun *Rhizoprionodon terraenovae* y el cazón pech *Sphyrna tiburo*.... 17
- Figura 2. Intervalos de longitud (cm) y porcentaje (%) de frecuencia de hembras y machos: a) *Rhizoprionodon terraenovae*, b) *Sphyrna tiburo*..... 32
- Figura 3. Intervalos de longitud (cm) y porcentaje (%) de frecuencia de neonatos, juveniles y adultos: a) *Rhizoprionodon terraenovae*, b) *Sphyrna tiburo*. .... 34
- Figura 4. Frecuencias del Índice de Llenado (ILL): 0 = 0%; 1 = 25%; 2 = 50%; 3 = 75%; 4 = 100%..... 35
- Figura 5. Curvas acumulativas para *R. terraenovae*: a) por presas; b) por grupos. .... 37
- Figura 6. Curvas de acumulación de *S. tiburo*: a) por presas y b) por grupos. .... 38
- Figura 7. Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %P de *R. terraenovae* por grupos: Te=Teleósteo, Ce=Cefalópodo, Cr=Crustáceo, Ba=Batoideo; por subgrupos: Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos. ... 40
- Figura 8. Proporción de presas consumidas por hembras y machos de *R. terraenovae*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Pde=Peces demersales, Est=Estomatópodo, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya 42
- Figura 9. Proporción de presas consumidas por juveniles y adultos de *R. terraenovae*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Pde=Peces demersales, Est=Estomatópodo, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya 44
- Figura 10. Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %P de *S. tiburo* por grupos: Te=Teleósteo, Ce=Cefalópodo, Cr=Crustáceo; por subgrupos: Jai=Jaiba. Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo. .... 46
- Figura 11. Proporción de presas consumidas por hembras y machos de *S. tiburo*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos y Pul=Pulpo..... 48
- Figura 12. Proporción de presas consumidas por neonatos/juveniles y adultos de *S. tiburo*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos y Pul=Pulpo. .... 49

Figura 13. Proporción de presas consumidas por <i>S. tiburo</i> y <i>R. terraenovae</i> ; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya.....	50
Figura 14. Número de especies presa compartidas entre <i>R. terraenovae</i> y <i>S. tiburo</i> . .....	51
Figura 15. Modelo gráfico que representa la estrategia de alimentación; a) <i>R. terraenovae</i> (generalista), b) <i>S. tiburo</i> (especialista).....	52
Figura 16. Diagrama conceptual delineando la pérdida de depredadores superiores y la respuesta del sistema en un área marina protegida (ANP). Modificado de Heupel <i>et al.</i> , (2014).....	64

## RESUMEN

El interés sobre los tiburones recae en su importancia como recurso pesquero, sin embargo la sobrepesca en el Golfo de México y mar Caribe, ha ocasionado la disminución en sus poblaciones, siendo *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo* los más capturados en el sur del golfo. Dada su importancia socio-económica, conocer sus hábitos alimentarios y establecer el nivel trófico al que pertenecen estas especies con base en su dieta, contribuirá junto con la demás información de su historia de vida para su manejo y conservación. Por lo cual, se realizaron colectas de estómagos para ambos tiburones en seis localidades del sur del Golfo de México durante 2008-2011. Para describir la dieta se cuantificaron las especies presa con base en métodos numéricos, gravimétricos y frecuencias de ocurrencias, y para determinar las presas principales se aplicó el índice de importancia relativa. Se obtuvo el contenido estomacal de 321 estómagos: 170 fueron de *R. terraenovae* y 151 de *S. tiburo*. La composición de la dieta para *R. terraenovae* se integró por 65 especies, siendo la familia Clupeidae la de mayor importancia, mientras que para *S. tiburo* se compuso por 33 presas, representada principalmente por *Callinectes similis*. Al comparar la composición alimentaria entre especies, el índice de similitud de Sorensen señaló una baja compartición de presas, reforzado por el índice de Morisita-Horn que indicó una sobreposición mínima en su dieta. El índice de Levin's mostró que la amplitud del nicho para *S. tiburo* y *R. terraenovae* es relativamente bajo, aun cuando esta última es considerada como un mesodepredador generalista. Ambas especies son mesodepredadores que comparten un nicho, sin competir por recursos tróficos. A pesar de ser dos especies importantes en la pesquería de pequeños tiburones en el sur del Golfo de México no pueden tomarse como base para el establecimiento de estrategias de manejo, por la función ecológica que desempeñan.

**Palabras clave:** Pesquería de tiburón, Ecología trófica, Dieta, *R. terraenovae*, *S. tiburo* y mesodepredadores.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cambios en la diversidad y abundancia de depredadores ápice pueden afectar los niveles tróficos de las redes alimentarias y provocar alteraciones ecológicas en la función de un ecosistema o comunidad (Duffy, 2002; Bascompte *et al.*, 2005; Otto *et al.*, 2008; Salomon *et al.*, 2008; Prugh *et al.*, 2009). Una de las alteraciones es el cambio en la abundancia relativa de múltiples especies, tanto presas como mesodepredadores a diferentes escalas (Heithaus *et al.*, 2008) lo cual es conocido como “efecto cascada” (Baum y Myers, 2004; Bascompte *et al.*, 2005; Myers, 2007; Salomon *et al.*, 2008; Heithaus *et al.*, 2010).

La relación, depredador-presa es una de las interacciones de mayor estudio en el efecto cascada, ya que regula las poblaciones de los organismos que conforman las redes alimentarias y contribuye en la distribución y abundancia de las poblaciones de presas (Krebs, 1985; Heithaus *et al.*, 2008; Heithaus *et al.*, 2010). Sin embargo, es muy común no considerar las interacciones entre depredador-mesodepredador-presa, lo cual ha ocasionado que algunos esfuerzos de conservación sean contraproducentes (Courchamp *et al.*, 1999; Rayner *et al.*, 2007; Myers *et al.*, 2007).

Un mesodepredador es cualquier depredador que se ubique en los niveles tróficos intermedios, independientemente de su tamaño o taxonomía. Estas especies

transmiten los efectos de los niveles tróficos superiores a los inferiores, mediante un flujo de energía y están en riesgo solo por parte de los depredadores ápice (Heithaus *et al.*, 2008; Vaudo y Heithaus, 2009; Roemer *et al.*, 2009).

En el medio marino, los tiburones son uno de los grupos más abundantes de depredadores que habitan en la mayoría de los ecosistemas (Gruber y Myrberg, 1977; Motta y Wilga, 2001; Baum y Myers, 2004; Priede *et al.*, 2006; Heithaus *et al.*, 2010). De acuerdo a su clasificación taxonómica este grupo pertenece a la clase Chondrichthyes conocidos también como peces cartilaginosos; a la subclase Elasmobranchii (tiburones y rayas), a la división Neoselachii, subdivisión Selachii (tiburones modernos), catalogados en ocho órdenes, 34 familias y 107 géneros (Hamlett, 1999; Compagno, *et al.*, 2005; Nelson, 2006).

Debido a su amplia distribución, los tiburones son considerados especies cosmopolitas, presentando movimientos horizontales y verticales en la columna de agua (Carrier *et al.*, 2004; Priede *et al.*, 2006). Por consiguiente, los tiburones son organismos que cumplen con una función importante dentro de la estructura de los ecosistemas marinos y costeros (Stevens *et al.*, 2000; Carrier *et al.*, 2010); ya que forman parte de una generalizada y diversa clase de depredadores (Heupel *et al.*, 2014) y por lo tanto son receptores finales de energía (García, 2008; Moreno *et al.*, 2008; Myers *et al.*, 2007; Heithaus *et al.*, 2010). Los tiburones consumen una diversidad de presas, que varían desde pequeños crustáceos hasta grandes mamíferos marinos (Wetherbee y Cortés, 2004). Esto implica, que mantienen un

equilibrio en el flujo energético de toda la red trófica e indican la productividad biológica de un ecosistema (Shepherd y Myers, 2005; Myers, 2007; Heithaus *et al.*, 2008).

El interés por el papel ecológico de los elasmobranquios, ha incrementado en la última década, principalmente por la disminución de las poblaciones de los grandes tiburones, que en su mayoría es causada por efecto de pesquerías intensas (Castillo-Géniz, 1992; Jennings y Kaiser, 1998; Fowler *et al.*, 2005; Bizzarro *et al.*, 2007; Camhi *et al.*, 2009; Heithaus *et al.*, 2010).

En la actualidad hay trabajos de investigación que muestran la importancia ecológica de los grandes tiburones (Heithaus, 2008; Shepherd y Myers, 2005; Myers *et al.*, 2007). Pero existe menor información acerca de los mesodepredadores (pequeños tiburones) (Cortes, 2002; Myers *et al.*, 2007). Cabe destacar que con el conocimiento actual en la dieta de tiburones, más especies y juveniles de grandes especies, son categorizadas como mesodepredadores (Heupel, *et al.*, 2014), como lo es el caso de *Sphyrna tiburo* y *Rhizoprionodon terraenovae*, ambas especies entran dentro de la categoría de “pequeños tiburones” o cazones (tiburones menores a 150 cm), calificativo que se utiliza en costas mexicanas (Castillo-Géniz *et al.*, 1998).

*Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson 1836) es una especie conocida comúnmente como tiburón picudo del Atlántico, cazón ley, tripa o tutzun. Este



cazón se distribuye de manera abundante en el Atlántico noroccidental, de Carolina del norte y Carolina del sur a Florida; y en el sur, en el Golfo de México, incluyendo la península de Yucatán. De manera similar *S. tiburo* (Linnaeus 1758) se distribuye en mares tropicales en el este del Pacífico y el Atlántico oeste, comúnmente desde las Carolinas y Georgia a Florida, y en el Golfo de México, se le conoce por sus nombres comunes, tales como; cornuda de corona, tiburón cabeza de pala, cornuda cabeza de pala (McEachran y Fechhelm, 1998; Compagno *et al.*, 2005; Castro 2011) o pech, nombre maya usado en el sur del Golfo de México.

En las costas norteamericanas y mexicanas del Océano Atlántico y Golfo de México *R. terraenovae* y *S. tiburo* son abundantes. La presión que se ejerce sobre las poblaciones de ambas especies de mesodepredadores en el litoral de México, está enfocada principalmente por la actividad pesquera, ambos cazonos son los que más se capturan (Catillo-Géniz *et al.*, 1998). El estado de Tamaulipas obtiene los volúmenes más altos en cuanto a pesca de cazón, seguido de Veracruz y Campeche (SAGARPA, 2013). Sin embargo, en el Estado de Campeche, *R. terraenovae* se sitúa en el primer lugar en cuanto a captura pesquera, seguida de *S. tiburo* (Castillo-Géniz *et al.*, 1998; Pérez-Jiménez *et al.*, 2012).

De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), en la Lista Roja se clasifican ambas especies de cazón, en el tercer nivel de los nueve existentes: con “preocupación menor”, por ser especies abundantes

(IUCN, 2012), En cambio, la veda para tiburón en el litoral del Atlántico Mexicano, fue establecida considerando los registros de captura de hembras grávidas principalmente de ambas especies de cazones (DOF, 2012 y 2014).

Considerando que ambas especies de mesodepredadores son prioritarias para la toma de decisiones respecto a estrategias de manejo, debido a su importancia pesquera, es necesario conocer los aspectos, económicos, biológicos y ecológicos de su historia de vida (FAO, 2005).

La ecología alimentaria es un aspecto importante de la historia de vida para la estrategia de las especies y puede ser expresada a través de la composición de la dieta y posición trófica en las redes alimentarias, con el análisis de contenidos estomacales (Wetherbee y Cortes, 2004).

El conocimiento de la dieta y ecología trófica de tiburones (cambios ontogénicos, variación geográfica en la dieta, efecto del sexo, amplitud y sobreposición trófica, estructura gremial, etc) tiene un papel relevante en el desarrollo de modelos predictivos del impacto de la pesca sobre las relaciones depredador, mesodepredador, presa en ambientes marinos (Schindler *et al.*, 2002)

Por lo antes expuesto el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la dieta de *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*, a través del análisis estomacal de

ambas especies de mesodepredadores, capturadas en la pesca artesanal de manera estacional en el Banco de Campeche, sur del Golfo de México. La finalidad es conocer si existen diferencias intraespecíficas, estimar de forma indirecta la posición trófica y aportar información que sirva como herramienta adicional para la revisión de las regulaciones actuales.

## II. ANTECEDENTES

El estudio de contenido estomacal en peces ha sido establecido como método de aproximación a la dieta (conjunto de presas) y hábitos alimentarios (frecuencia, cantidad y peso de cada presa), y a través del tiempo se ha ido estandarizando (Hyslop, 1980; Cortés, 1997; Chipps y Garvey, 2006). En elasmobranchios, los primeros estudios se limitaron a una sencilla lista de las presas identificadas en los estómagos, consumidas por diversas especies (Coles, 1919; Gudger, 1949; Dalhberg and Heard, 1969). En las últimas décadas la interpretación cualitativa o cuantitativa de las presas ha sido el enfoque principal (Cliff, 1995; Navia *et al.*, 2007; Acuña, 2010; Rogers, 2010;), sin embargo temas como patrones alimentarios, relaciones tróficas y tasas de consumo entre otros permanecen poco estudiados (Wetherbee y Cortés, 2004).

Con base en la recopilación de literatura de composición de la dieta y hábitos alimentarios de tiburones, Wetherbee y Cortés (2004), concluyen que el espectro trófico de las especies es muy amplio, aunque la mayor parte de la dieta es superada en un 90% por teleósteos, particularmente en especies del género *Carcharhinus*, que está estrechamente relacionado con los cazones del género *Rhizoprionodon* (Gelsleichter *et al.*, 1999). Sin embargo los invertebrados marinos también pueden ser el componente alimentario más importante, como en el caso

de algunas especies de tiburones cabeza de martillo del género *Sphyrna* (Cortes *et al.*, 1996).

En el caso particular de *Rhizoprionodon terraenovae*, gran parte de los estudios han sido realizados al noroeste del Océano Atlántico, dentro de los cuales destaca el trabajo de Gelsleichter *et al.* (1999), quienes describen la dieta de la especie como heterogénea, compuesta en su mayoría por crustáceos y teleósteos, en niveles de importancia similar.

Para el Golfo de México, limitándose a la región Norte. Barry (2002). Hoffmayer y Parsons (2003) describen la dieta de *R. terraenovae* a partir del análisis estomacal de organismos capturados en las costas de Louisiana y Mississippi respectivamente. Ambos estudios le dan a la especie la categoría de generalista, y coinciden en que la principal fuente de alimentación son los teleósteos, sin embargo Barry (2002), destaca que la especie *Brevoortia patronus*, es la de mayor consumo. Por su parte Hoffmayer y Parsons (2003), sugirieron un cambio ontogénico en la dieta, con una mayor proporción de crustáceos en los individuos más pequeños (30-45 cm LT), y de teleósteos en los organismos juveniles (inmaduros) y adultos (maduros). De manera similar Bethea *et al.* (2004) observaron las mismas preferencias en la dieta de las distintas etapas de vida de *R. terraenovae* en la Bahía Apalachicola en Florida; aunque registran una tendencia en organismos juveniles y adultos por el consumo de especies de la familia Sciaenidae y Clupeidae respectivamente.

Por la controversia en estudios previos Bethea *et al.* (2006) hacen un esfuerzo por evaluar la dieta de *R. terraenovae* en cada etapa de desarrollo, utilizando seis índices cuantitativos para el análisis, donde los resultados obtenidos indican la preferencia de los individuos pequeños por capturar diversas presas de teleósteos (en su mayoría de la familia Clupeidae) e invertebrados. Los organismos juveniles consumen un mayor porcentaje de las familias Sciaenidae y Clupeidae, y los adultos una mayor proporción de especies de la familia Sciaenidae. Este último estudio es el más descriptivo en la dieta de *R. terraenovae*.

Para el suroeste del Golfo de México, específicamente en el sistema arrecifal veracruzano, Avendaño-Álvarez *et al.* (2013) describen la dieta de *R. terraenovae*, compuesta por una variedad de presas bentónicas, como crustáceos y cefalópodos, pero con una clara tendencia por teleósteos, especialmente *Haemulon aurolineatum*, coincidiendo con autores previos en cuanto al hábito generalista de la especie.

En lo que respecta a *S. tiburo*, Gunter (1945) reporta a la jaiba *Callinectes sapidus* en los estómagos de seis especímenes capturados en Aransas Pass, Texas. Bigelow y Schroeder (1948) describen la alimentación de *S. tiburo* al norte del Atlántico occidental, donde observan preferencias en el consumo de cangrejos, camarones, isópodos, moluscos, cefalópodos, peces pequeños y algas marinas, sin embargo no proporcionan datos cuantitativos.

Para el Norte del Golfo de México, Clark y Von Schmidt (1965) reportan nuevamente a la jaiba *Callinectes sapidus* en los estómagos de varios organismos capturados en la costa central del Golfo de Florida.

En la misma área, Parsons (1987), por primera vez compara la dieta en dos zonas de captura, donde reporta diferencias significativas en el contenido estomacal de *S. tiburo*; siendo los cefalópodos el grupo dominante en la bahía de Florida, y la jaiba *C. sapidus* en la bahía de Tampa. De manera similar Cortes *et al.* (1996), realizan una comparación entre dos zonas, la bahía de Tampa y Charlotte Harbor, estuarios del suroeste de Florida, sin embargo la dieta fue muy homogénea en ambas zonas, dominada por crustáceos (principalmente la jaiba *C. sapidus*), seguido de pastos marinos, restos de moluscos, teleósteos, y otros materiales. En dicho estudio, los autores categorizan a *S. tiburo* como especialista cuya dieta depende estrechamente de la temporada y el hábitat.

El único estudio que utiliza índices cuantitativos es, Bethea *et al.* (2007), quienes evalúan en tres zonas, al noroeste de Florida, la Bahía de Florida, y la Bahía de Tampa, la variación geográfica y ontogénica en la dieta de *S. tiburo*, donde determinan que las dietas al noroeste de Florida y la Bahía de Tampa fueron similares, además reportan que la dieta en la Bahía de Florida consiste en mayor proporción el consumo de cefalópodos y langostas, y un menor número de cangrejos, por lo que difiere de las otras dos áreas.

La descripción de la dieta de estas especies en la costa de Campeche, tiene especial relevancia porque son las especies que mayor contribuyen a los volúmenes de captura en la pesquería de tiburón, durante los meses de abril-junio, y porque la dieta permite inferir sobre la distribución de las especies y estadios ontogénicos.



### III. OBJETIVOS

#### Objetivo General

- Caracterizar los hábitos alimentarios de *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*, y la competencia entre estas dos especies por recursos en el sur este del Golfo de México, basado en el análisis de contenidos estomacales.

#### Objetivos Particulares

- Analizar para cada especie la composición cuantitativa de la dieta y determinar si existen diferencias en función del sexo (hembras y machos), y estadio (neonatos, juveniles y adultos).
- Analizar si existen diferencias de la dieta entre especies o determinar si existen similitudes y por lo tanto si compiten por recursos.
- Determinar la amplitud del nicho trófico por especie

#### IV. ÁREA DE ESTUDIO

En la zona subtropical, las aguas del Océano Atlántico y mar Caribe resguardan una cuenca semicerrada con una extensión aproximada de 568 585 km<sup>2</sup> de plataforma continental, denominada Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004). La cuenca del Golfo se divide en tres ecorregiones; Golfo de México Norte, Golfo de México Sur y Mar Caribe (Wilkinson *et al.*, 2009).

La extensión de la plataforma continental del Golfo de México Sur, está formada por costas de estados mexicanos, ubicados de norte a sur; Veracruz, Tabasco, Campeche y parte de Yucatán, hasta Puerto Progreso (Wilkinson *et al.*, 2009). Si se le aumenta la plataforma que corresponde al estado de Tamaulipas, la superficie de dicha extensión es de 267,000 km<sup>2</sup>, con una longitud aproximada de 50 – 2,500 km (Zavala *et al.*, 2003).

Se reconocen dos áreas en el Golfo Sur de acuerdo a sus características geomorfológicas; 1) la Planicie Occidental Costera del Golfo, que se extiende hacia el sur desde Tampico hasta Veracruz y el Istmo de Tehuantepec, 2) la Plataforma de Yucatán, la cual sobresale por ser muy extensa (250 km), tener un fondo con una pendiente poco pronunciada, y un talud pronunciado y uniforme (Monreal-Gómez *et al.*, 2004), incluye a la Península de Yucatán (exposición subaérea) y el Banco de Campeche (plataforma sumergida); éste último definido

desde la parte oriental de la Laguna de Términos hasta Isla Mujeres, ubicado a los 22° 00' N y 90° 00' W (Figura 1) (Liddell *et al.*, 2010).

Las características físicas y oceanográficas del Banco de Campeche, son el resultado de la circulación a gran escala, de la corriente del Lazo y los giros anticiclónicos asociados. Al igual que los fenómenos de mesoescala que interactúan en el talud y la plataforma, como los giros ciclónicos, anticiclónicos, ciclones tropicales y nortes; sin dejar atrás, la temperatura superficial del mar TSM y la salinidad, estos últimos influenciados por surgencias y descargas fluviales (Behringer, 1997; Zavala *et al.*, 2006).

La Bahía de Campeche presenta una circulación ciclónica estacional, formada de un giro ciclónico desprendido de la corriente del Lazo (Monreal *et al.*, 1992; Zavala *et al.*, 2003; Vázquez de la Cerda *et al.*, 2005). Además, al noroeste del Banco se identifican ocho remolinos ciclónicos que colapsan a lo largo de la plataforma continental, que siempre se generan en la misma región. Sin embargo no muestran periodicidad, pero se sincronizan con la formación de giros anticiclónicos desprendidos de la corriente del Lazo (Dubranna *et al.*, 2011).

Mientras que la circulación de la plataforma externa (>200 m) está influenciada por los giros, la parte interna y somera responde a cambios en la corriente por el esfuerzo del viento. En el Banco de Campeche, está presente una corriente que

se desplaza costa arriba a lo largo del año, con transportes máximos en julio y mínimos en septiembre; por lo que la circulación de la plataforma interna es de sur a norte (Zavala *et al.*, 2003).

Las surgencias están siempre presentes en el Banco de Campeche, debido a los vientos favorables durante todo el año, favoreciendo una alta productividad. Se observan masas de agua fría que se reflejan en la temperatura superficial del mar (TSM) y grandes concentraciones de clorofila-a, a lo largo de la plataforma interna (<200m) de mayo a septiembre, donde el pico en la TSM en el mes de junio se presenta a lo largo de la costa del estado de Tabasco y una franja paralela a la costa del estado de Campeche. Este cambio, sin duda, es debido a una surgencia, que influye en el Banco de Campeche durante julio y agosto (Zavala-Hidalgo *et al.*, 2006). Las aguas con alto contenido de nutrientes en el Banco de Campeche provienen del este, a lo largo del borde de la plataforma, donde la TSM es relativamente baja y rica en nutrientes, debido a la Corriente de Yucatán (Merino, 1997).

Otro factor es la influencia continental, la cual está regida por la descarga de ríos. En el Banco de Campeche, destaca únicamente el sistema fluvial Grijalva-Usumacinta, lo que refleja valores altos en la salinidad, con un promedio mayor a 36.35 ups (Merino, 1997; Liddell *et al.*, 2010).

De manera general, se distinguen tres temporadas; la época de lluvias, en el verano; secas, en la primavera, y nortes en el invierno.

De acuerdo al conjunto de características específicas, el Banco de Campeche, es una zona que tiene una alta diversidad de especies permanentes o temporales. Las interacciones de las características del banco afectan la abundancia de las especies asociadas (Wilkinson *et al.*, 2009); de manera que el desarrollo de la pesca varía estacionalmente, como es el caso de la pesca del tiburón y cazón en la región (Castillo-Géniz *et al.*, 1998).

El área donde se ubican los campos pesqueros en los que fueron obtenidas las muestras: En el estado de Campeche, Isla Aguada, localizada a 18°49'60" N y 91°25'0" W; Isla Arena, localizada a 20°37'0"N y 90°27'0" W; Champotón, localizado a 19°21'0" N y 90°43'0" W; Emiliano Zapata, localizado a 19°19'60" N y 90°9'30" E; Campeche, localizado a 18°3'0" N y 90°49'0" W; y en el Estado de Tabasco, San Pedro, localizado a 17°31'0" N y 91°7'30" W (Figura 1).

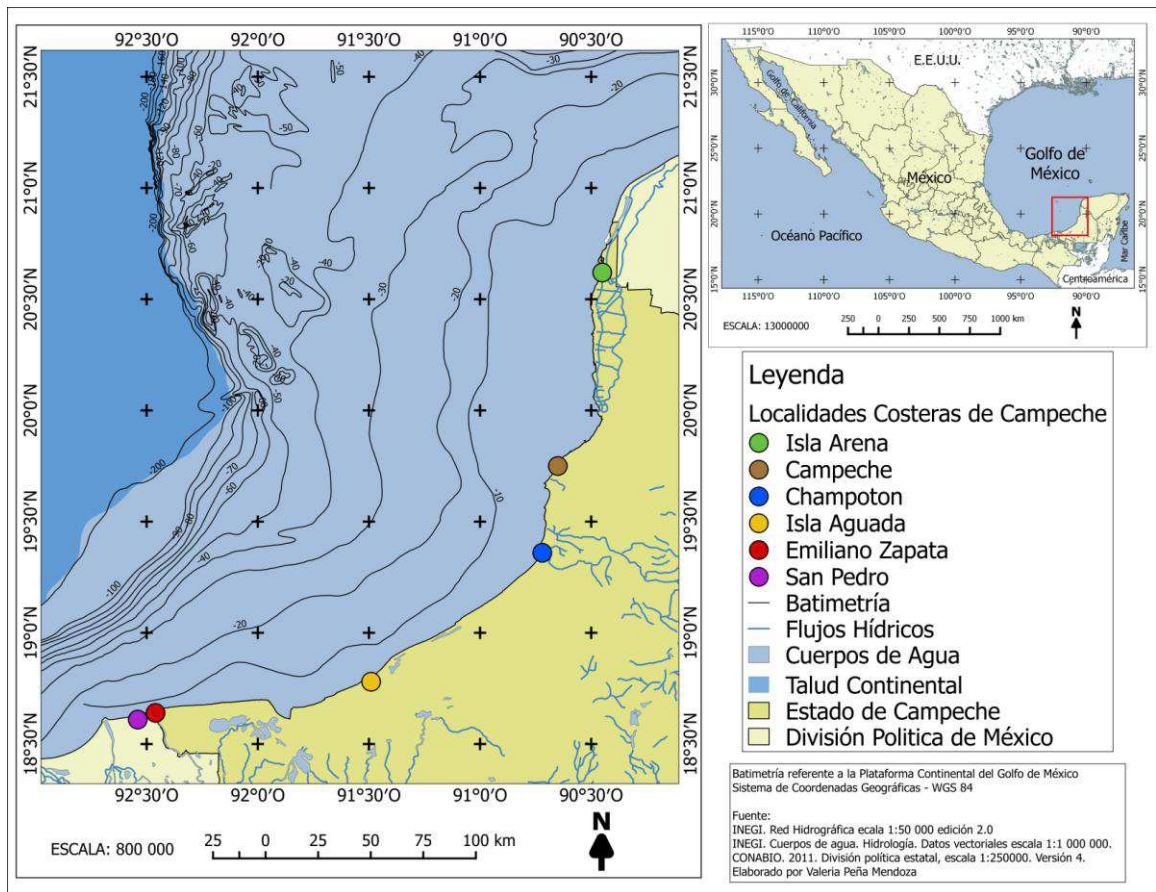


Figura 1. Campos pesqueros en los que se obtuvieron las muestras de estómagos del cazón tutzun *Rhizoprionodon terraenovae* y el cazón pech *Sphyrna tiburo*.

## V. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1 Trabajo de Campo

Los individuos de *Rhizoprionodon terranova* y *Sphyrna tiburo* fueron obtenidos de la pesca artesanal dirigida e incidental. Al momento de desembarque del recurso, cada organismo fue disectado (*in situ*) con un corte ventral longitudinal, desde la cloaca hasta la base de las aletas pectorales para localizar el tracto digestivo. Posteriormente se extrajo el estómago, el cual fue almacenado en bolsas de plástico, para su traslado al laboratorio de ecología pesquera ECOSUR, Campeche . Los estómagos almacenados fueron congelados para preservar el contenido.

La colecta de estómagos se realizó de manera mensual, en los años, 2008, 2009, 2010 y 2011 en los campos pesqueros de Champotón, Emiliano Zapata, Isla Aguada, Isla Arena, Campeche y San Pedro, localizados en los estados de Campeche y Tabasco (Figura 1).

Para cada embarcación dedicada a la pesca de ambas especies, se anotaron en una bitácora de campo los siguientes datos: fecha de captura, localidad, zona de pesca, equipo, distancia y dirección desde el puerto (Anexo 1). Los datos capturados para cada individuo fueron: especie, longitud total (LT), sexo (hembras

y machos), estadio (neonato, juvenil, adulto) y madurez sexual (hembras inmaduras, grávidas, posparto; machos: maduros e inmaduros) (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Características para la determinación del sexo, estadio y madurez sexual.**

	Sexo	Neonato	Juvenil	Adulto	Criterio de madurez sexual
<b>Machos</b>	Gonopterigios	Cicatriz umbilical abierta	No calcificados	Calcificados y puede rotar hacia adelante sin doblarse	Calcificación de gonopterigios
<b>Hembras</b>	Ausencia de gonopterigios	Cicatriz umbilical abierta	Órganos sexuales internos poco desarrollados	Embriones o huevos en los úteros, úteros ensanchados y ovocitos vitelogénicos	Examen macroscópico del aparato reproductivo

## **5.2 Trabajo de Laboratorio**

Para su análisis, los estómagos fueron descongelados y posteriormente se calculó la proporción de llenado tomando valores de 0 a 4 con base a Stilwell y Kohler (1982), donde; 0 = indica un estómago vacío 0%, 1 = 25% de llenado, 2 = 50% de llenado, 3 = 75% de llenado, y 4 = estómago lleno 100%.

Las presas fueron identificadas hasta el mínimo taxón posible, dependiendo del estado de digestión de las mismas, el cual se estimó de la siguiente manera: 1 = fresco, las presas se podían identificar, porque su estado de digestión no estaba



avanzado y en su mayoría estaban completas, con la piel visible, y las características morfológicas externas intactas; 2 = intermedio, los organismos carecían de sus características morfológicas externas (piel y aletas), pero había presencia de músculo en el esqueleto completo; 3 = avanzado, presente solo el esqueleto o los exoesqueletos de crustáceos; 4 = digerido, partes aisladas tanto de los esqueletos como de los exoesqueletos, incluyendo picos de calamares, restos de crustáceos y material no identificado (MONI) (Chávez-Costa, 2003).

Para la identificación de los peces, se utilizó la morfología externa (piel, aletas y escamas), e interna (otolitos); con ayuda de las claves, trabajos y guías de identificación de García-Godos (2001), Carpenter (2002), Campana (2004), Dye y Longenecker (2004), Martínez-Pérez *et al.* (2007), Svetochева *et al.* (2007) Durán-Parra (2011), y la colección de otolitos del laboratorio de pesquerías ECOSUR-Campeche. Los crustáceos se identificaron por medio de sus exoesqueletos utilizando las claves de Lawrence y Won (1986) y Tavares (2002). Con respecto a los cefalópodos, al ser presas de rápida digestión, debido a la musculatura blanda de su cuerpo, la única estructura que sirve para la identificación es el aparato mandibular comúnmente conocido como pico de acuerdo con Wolff (1984) y Clarke (1986).

Para observar con precisión las estructuras duras de las presas, se utilizó un microscopio estereoscópico marca (ZEISS, modelo Stemi 2000-C). La mayoría de los otolitos fueron fotografiados mediante un adaptador de 52 mm para cámara

digital (Canon 12.1 MP). Todas las presas (organismos completos o estructuras duras) fueron pesadas en una báscula (OHAUS, modelo Scout Pro, max = 200g, d = .01g), contadas y en algunos casos colectadas, anotando la información requerida en un formato por contenido estomacal para cada especie (Anexo 2).

### **5.3 Análisis de los Datos**

#### **5.3.1 Generalidades**

Para cada especie de cazón se realizaron histogramas con las longitudes de los organismos con respecto al porcentaje de frecuencia, agrupando sexos (hembras y machos), y estadios (juveniles y adultos), con el fin de observar la distribución de tallas que se obtuvo en el muestreo. Las longitudes de cada especie se dividieron en intervalos; donde, el mínimo y el máximo se determinaron por medio de la literatura revisada. Para comprobar si las longitudes de los organismos mostraban diferencias significativas entre sexos se utilizó el contraste de Kolmogorov Smirnov (K-S), utilizando el programa Statistica v7.0.61.0 (StatSoft, 2001).

Para comprobar la intensidad con la que comían los organismos de cada especie, se graficó el Índice de llenado (ILL). Además, se construyeron curvas de acumulación del número de presas determinadas, con respecto al número de estómagos analizados de cada especie de cazón, con el fin de determinar si el

número de estómagos fue suficiente para la descripción de la dieta (Cailliet *et al.*, 1986).

Por medio de la función de Clech (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003), se estimo el número mínimo de presas requerido para el análisis del espectro trófico, al ajustar una línea continua para cada curva de acumulación. La expresión de la función es:

$$S_n = a \cdot n / (1 + b \cdot n)$$

Donde:

$S_n$  = número de presas.

$n$  = número de estómagos.

$a$  = tasa de incremento de nuevas presas al comenzar el análisis.

$b$  = parámetro relacionado con la forma de la curva.

El obtener un valor de  $R^2$  cercano a 1 indica un buen ajuste de los datos al modelo. Los parámetros  $a$  y  $b$  permiten calcular la pendiente al final de la curva para poder evaluar la calidad del muestreo, además al dividir ( $a/b$ ) se obtiene el número mínimo requerido de presas, para la descripción del espectro trófico de ambas especies de cazón (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003).

### 5.3.2 Composición cuantitativa de la dieta.

La composición cuantitativa de la dieta fue analizada mediante los siguientes métodos o índices: de Frecuencia de Ocurrencia (%FO), Numérico (%N) y Gravimétrico (%P) (Hyslop, 1980), que fueron incorporados en el Índice de Importancia Relativa (Pinkas *et al.*, 1971). Cada método de análisis en el estudio, muestra las categorías importantes en la dieta, de acuerdo a los atributos que este posea (Hyslop, 1980).

El porcentaje de Frecuencia de Ocurrencia, registra la frecuencia de cada presa identificada en el número total de estómagos, y se expresa como el porcentaje del total de los estómagos analizados; es decir, provee de un análisis cualitativo y da una idea general del espectro alimentario (Hyslop, 1980), mediante la siguiente fórmula:

$$\%FO = N / NE * 100$$

Donde:

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

NE = número total de estómagos.

El porcentaje Numérico, registra el número de individuos de cada especie de presa, y se expresa como el porcentaje del número total de presas presentes en todos los estómagos (Hyslop, 1980). Las presas que se encontraron en un estado de digestión avanzado, se registraron con base a sus restos. Para los peces se

tomo en cuenta el número pareado de ojos y otolitos; para los crustáceos se basó en el número pareado de ojos, quelas o tórax (impar) (Talent, 1976); y para los cefalópodos se contaron el número pareado de picos superiores e inferiores. La fórmula empleada es la siguiente:

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

Donde:

n = número total de cada presa determinada.

NT = número total de presas de todas las especies.

El porcentaje Gravimétrico, se aplicó para conocer la importancia (en peso) de las presas, el actual estudio utilizó el peso húmedo. El peso total de una presa se expresa como el porcentaje del peso total de los contenidos estomacales (Hyslop, 1980), expresión de la fórmula es la siguiente:

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

Donde:

P = peso (en gramos) de cada presa determinada.

PT= peso total de todas las especies presas.

Debido a que los tres índices antes mencionados dan como resultado diferentes apreciaciones de los hábitos alimentarios, se elaboraron gráficas tridimensionales propuestas por Cortés (1997), para obtener una mejor interpretación de los datos y

observar el grado de dominancia que presenta una presa específica en cada uno de los índices cuantificados (Olson y Galván, 2002).

Para unificar en una sola medición, se utilizó el Índice de Importancia Relativa. Este índice describe la importancia de cada una de las presas en la dieta de cada cazón, ya que incorpora la biomasa, cantidad y aparición de cada presa (Pinkas *et al.*, 1971), se calculó por la siguiente fórmula:

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

Dónde:

% N = % de número

% P = % de peso

% FO = % de frecuencia de ocurrencia.

Posteriormente esta fórmula se transformó siguiendo a Cortés (1997), para obtener los valores en porcentajes y así facilitar las comparaciones:

$$\% IIR_i = 100 \frac{IIR_i}{\sum_{i=1}^n IIR_i}$$

Generalmente los estudios que incluyen análisis de dietas, aplican índices como los ya antes mencionados. Sin embargo algunos trabajos no reportan el IIR ni la

frecuencia de ocurrencia de cada presa ya que se necesita llegar a niveles taxonómicos muy bajos, lo que complica e impide comparaciones entre diferentes especies (Cortés, 1997).

### 5.3.3 Diferencias entre sexos y estadios.

Para calcular si existen diferencias intraespecíficas (entre sexos y tallas) en el número de presas, éstas fueron agrupadas en cuatro grupos y nueve subgrupos: cefalópodos (calamares y pulpos), crustáceos (estomatópodos, camarones, cangrejos, jaibas), Batoideos (Rayas) y Teleósteos (peces demersales y peces pelágicos).

Las diferencias entre sexos y entre tallas (ontogénicas) para ambas especies de cazones, se probaron mediante el cálculo del estadístico G por medio de tablas de contingencia RxC (Crow, 1982):

$$G = 2x \sum_{ij} X_{ij} \ln(X_{ij} / (X_{i0} X_{0j} / N))$$

Donde:

$X_{ij}$  = número de presas de la categoría i ingeridas por la categoría j de cazón

$X_i$  = número de presas de la i-ésima categoría por todos los cazones.

$X_j$  = número total de presas ingeridas por la j-ésima categoría del cazón.

N = número de presas totales ingeridas por todos los cazones.

Este análisis estadístico presenta una distribución Chi cuadrada ( $X^2$ ) con (R-1) x (C-1) grados de libertad. Con el fin de conocer que presas son las que aportan las diferencias en dichas pruebas, del cálculo general que incluye a los cinco grupos de presas, se eliminó la presa con mayor valor del estadístico G y se volvió a correr el análisis; si todavía las diferencias fueron significativas se excluyó la siguiente presa con mayor valor de G y así sucesivamente hasta no obtener diferencias significativas (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003). De esta manera, las presas excluidas fueron las que contribuyeron con las diferencias y las que permanecieron en el análisis las que no aportaron diferencias entre las diferentes tallas o entre sexos.

### **5.3.5. Diferencias entre especies.**

Para evaluar las diferencias en la dieta entre *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo* se calculó el estadístico G por medio de tablas de contingencia RxC (Crow, 1982), siguiendo los pasos empleados para la comprobación de diferencias entre sexos y entre tallas. Asimismo, se calculó el Índice de similitud de Sorensen (Barbour *et al.*, 1973 en Cailliet, 1986) para comprobar en qué porcentaje son compartidas las presas, en la dieta de ambas especies, calculado por la siguiente fórmula:



$$ISS = \frac{2c}{a + b}$$

Donde:

c = número de presas compartidas,

a = número de presas de *R. terraenovae*,

b = número de presas de *S. tiburo*.

Para analizar el traslapamiento trófico entre sexos y tallas, se utilizó el índice de Morisita - Horn (Horn 1966; Smith y Zaret 1982), calculado por la siguiente fórmula:

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

Donde:

$C\lambda$  = Índice de Morisita-Horn entre sexos o tallas de x, y entre sexo o talla de y

$P_{xi}$  = Proporción de cada una de las presas que conforman la dieta del depredador y que son usados por los sexos (hembras) o tallas (juveniles).

$P_{yi}$  = Proporción de cada una de las presas que conforman la dieta usados entre sexos (machos) o tallas (adultos).

$n$  = Número total de presas.

Los valores de  $C\lambda$ , van de 0 a 1. Se utilizó la escala propuesta por Langton (1982) en Wetherbee *et al.* (1996), en donde define que valores de 0 – 0.29 indican traslapamiento bajo, de 0.30 – 0.59 medio y valores mayores a 0.60 indican traslapamiento alto. Cuando los valores llegan a 1 todos los elementos se encuentran en igual abundancia en la dieta de ambos depredadores, por lo tanto, hay un traslapamiento total.

#### 5.3.4 Amplitud del nicho

La amplitud del nicho trófico se calculó utilizando el índice de Levin's (Krebs, 1985), el cual se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

$B_i$  = Índice de Levin's para el depredador

$P_{ij}$  = Proporción de cada una de las presas que conforman la dieta del depredador

$n$  = Número total de presas

Los valores de este índice, están comprendidos de 0 a 1. Valores menores a 0.6 indican que la dieta está dominada por pocas presas; por lo tanto sería un

depredador especialista, y valores mayores a 0.6 indican dietas de depredadores generalistas (Labropoulou y Eleftheriou, 1997).

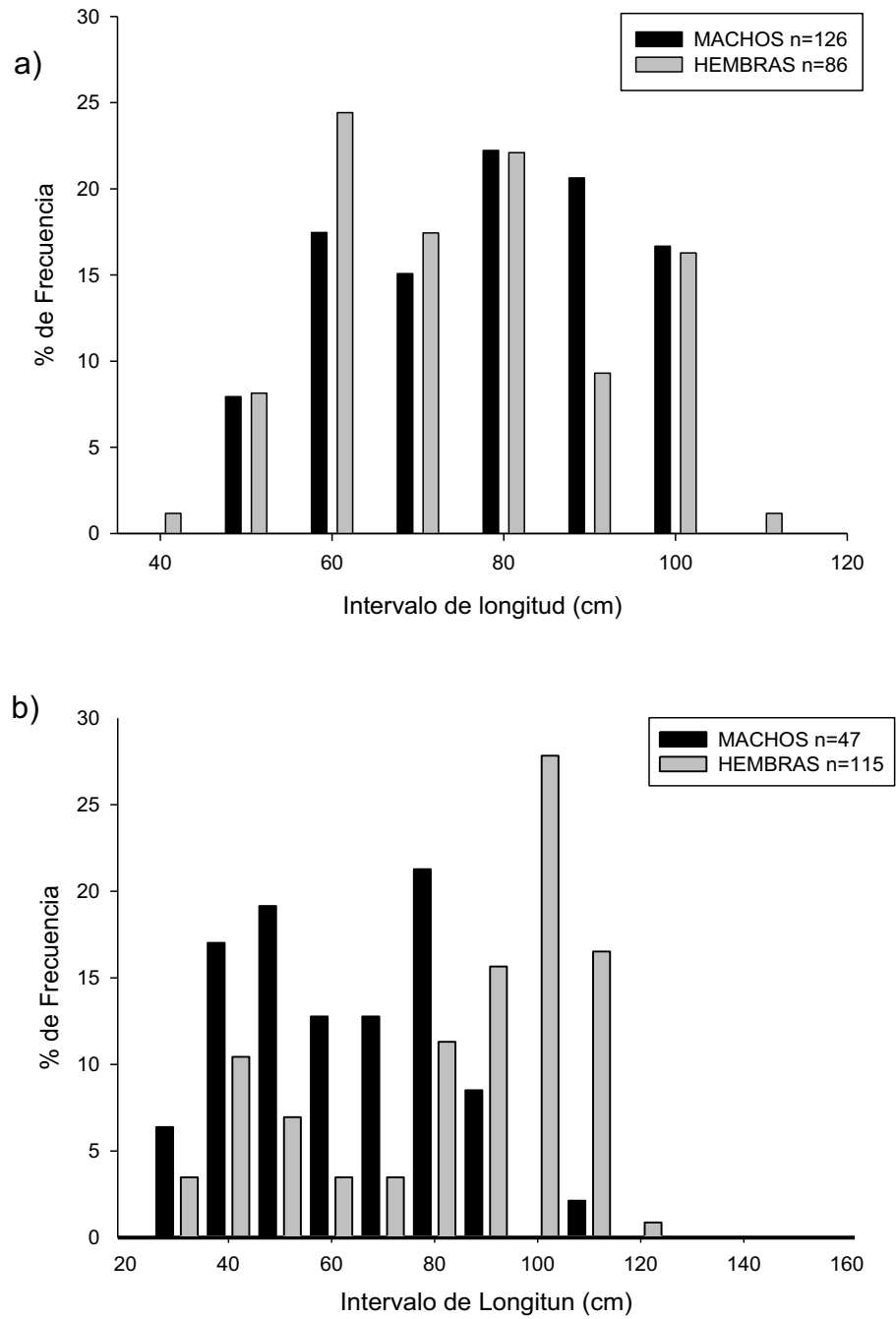
## VI. RESULTADOS

### 6.1 Generalidades

Se colectó un total de 378 estómagos, de los cuales 212 fueron de *Rhizoprionodon terraenovae* y 164 de *Sphyrna tiburo*. De los 212 organismos de *R. terraenovae* 86 (41%) corresponden a hembras y 126 (59%) a machos (Figura 2a). Por su parte, de los 164 organismos de *S. tiburo* 114 (70%) corresponde a hembras y 47 (29%) a machos (Figura 2b), los dos restantes no fueron determinados (el 1%).

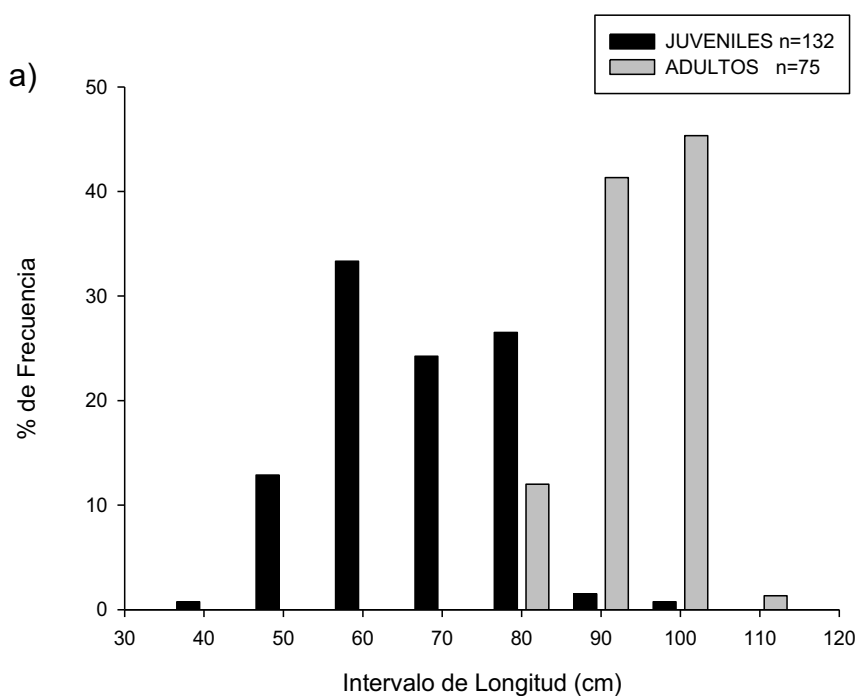
#### 6.1.1 Estructura de tallas

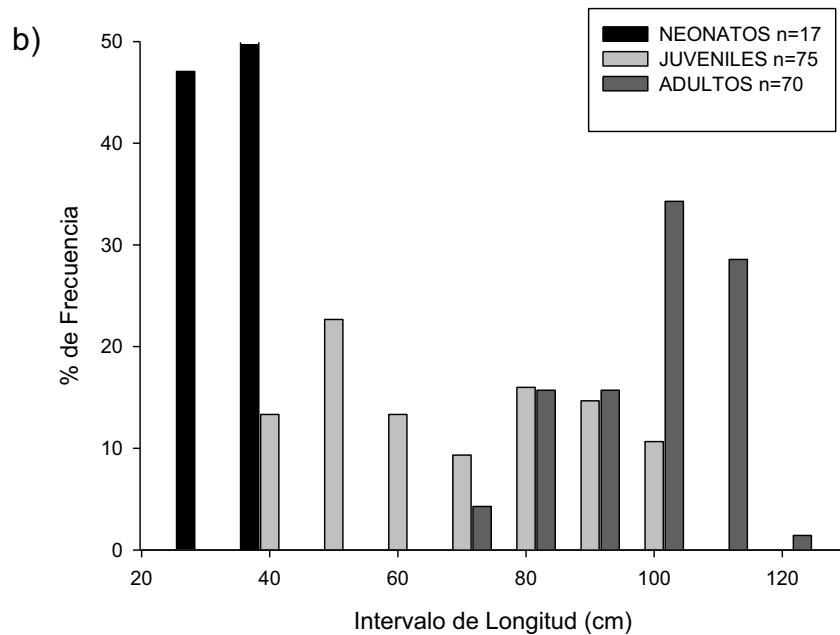
Para organismos de *R. terraenovae* la estructura de tallas de las hembras presento un intervalo de longitud de 37-102 cm con una longitud promedio de 70.9 cm; mientras que los machos tuvieron un intervalo de 41-100 cm con una longitud promedio de 73.3 cm, no existiendo diferencia significativas entre ambos grupos ( $P > 0.10$ ) (Figura 2b). Por su parte las tallas para hembras de *S. tiburo* oscilaron entre 28.5-113 cm con una longitud promedio de 78.7, mientras que el intervalo de machos se ubicó entre los 28-105 cm con una longitud promedio de 57.98, observándose diferencias significativas entre ambos grupos ( $P < 0.001$ ) (Figura 2b).



**Figura 2. Intervalos de longitud (cm) y porcentaje (%) de frecuencia de hembras y machos: a) *Rhizoprionodon terraenovae*, b) *Sphyrna tiburo*.**

En cuanto a cambios ontogénicos, de los 212 organismos de *R. terraenovae*, 132 (62%), fueron juveniles y 75 (35%) adultos, los cinco restantes (2%) no fueron determinados. El intervalo de longitud para los juveniles osciló entre los 37-93 cm, con un promedio de 62.37 cm. Mientras que los adultos fluctuaron entre 76-102 cm, con un promedio de 89.33 cm (Figura 3a). Para *S. tiburo* de los 164 organismos, 17 (10%) fueron neonatos, 75 (46%) juveniles y 70 (42%) adultos, los dos (2%) restantes no fueron determinados. El intervalo de longitud para neonatos fue de 28-37.8 cm, con un promedio de 32.41cm, juveniles de 36-94 cm, con un promedio de 63.28 cm, y adultos de 67-113 cm, con un promedio de 92.45 cm (Figura 3b).

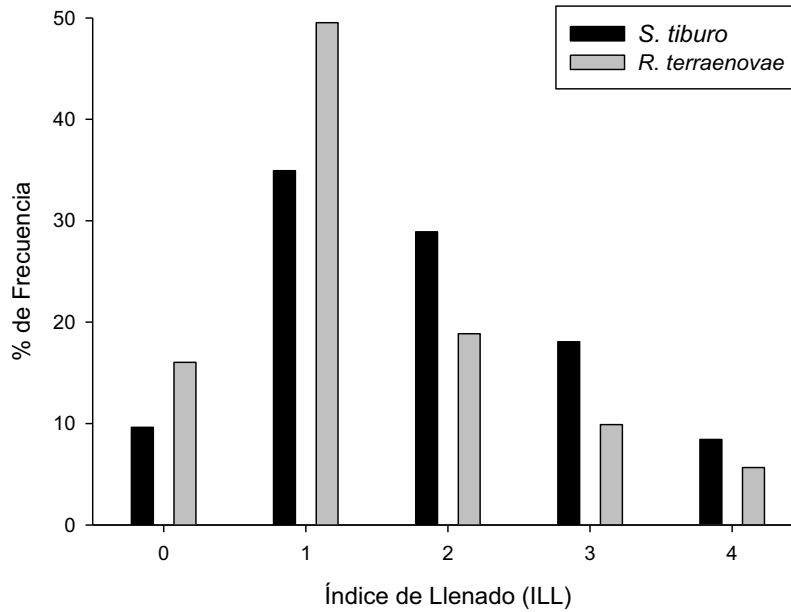




**Figura 3. Intervalos de longitud (cm) y porcentaje (%) de frecuencia de neonatos, juveniles y adultos: a) *Rhizoprionodon terraenovae*, b) *Sphyrna tiburo*.**

### 6.1.2 Índices de llenado

Del total de estómagos colectados para *R. terraenovae*, 34 (16%) estuvieron vacíos y 178 (84%) presentaron contenido estomacal; de los cuales, 105 (52%) obtuvieron un valor de índice de llenado (ILL) igual a 1, el resto varió entre 2 y 4. Para *S. tiburo*, solo a 83 (51%) del total de estómagos colectados, se les asignó valores de ILL, entre ellos, ocho (9%) estuvieron vacíos y 53 (64%) obtuvieron valores entre 1 y 2, el resto varió entre 3 y 4 (Figura 4).



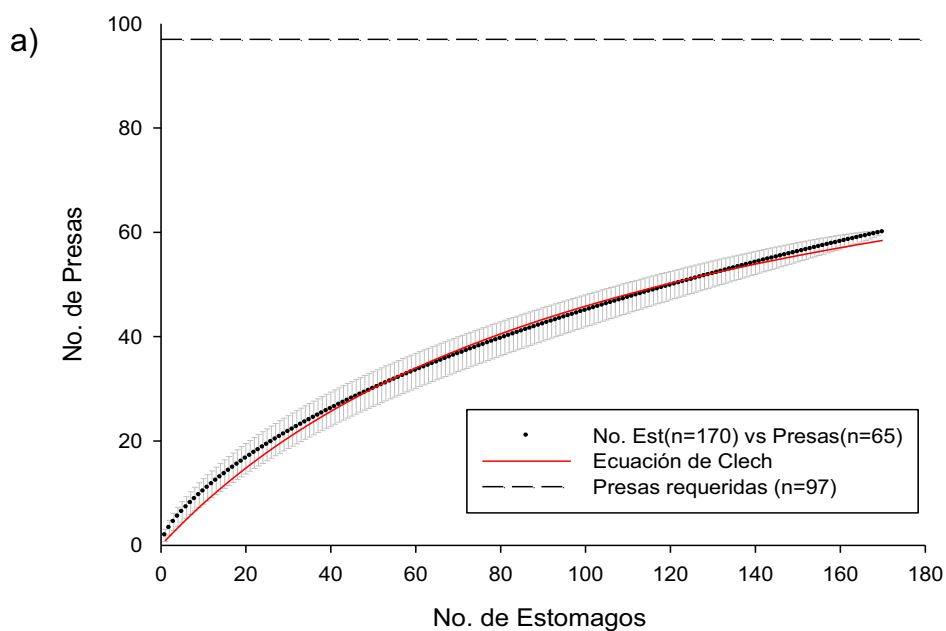
**Figura 4. Frecuencias del Índice de Llenado (ILL): 0 = 0%; 1 = 25%; 2 = 50%; 3 = 75%; 4 = 100%.**

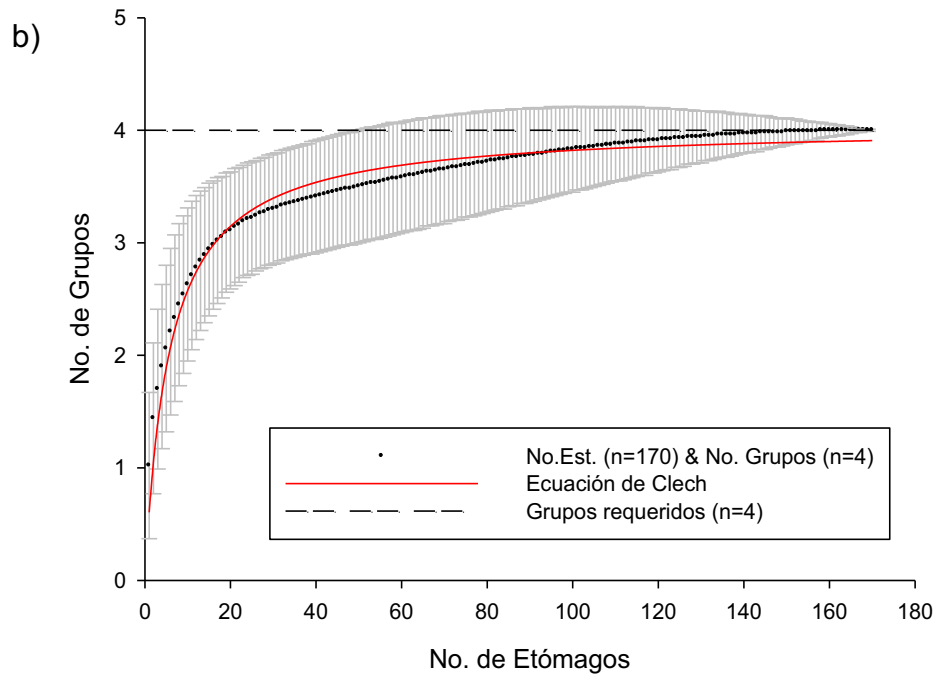
### 6.1.3 Curvas acumulativas

Para determinar la dieta de ambas especies, se descartaron aquellos estómagos que contenían únicamente carnada o no presentaban contenido; por lo tanto de los 212 estómagos colectados para *R. terraenovae*, solo 170 fueron analizados, ya que ocho (4%) contenían carnada y 34 (20%) estaban vacíos. De manera similar, de los 164 colectados para *S. tiburo*, solo 151 se analizaron, ya que 13 (8%) no presentaron contenido estomacal.



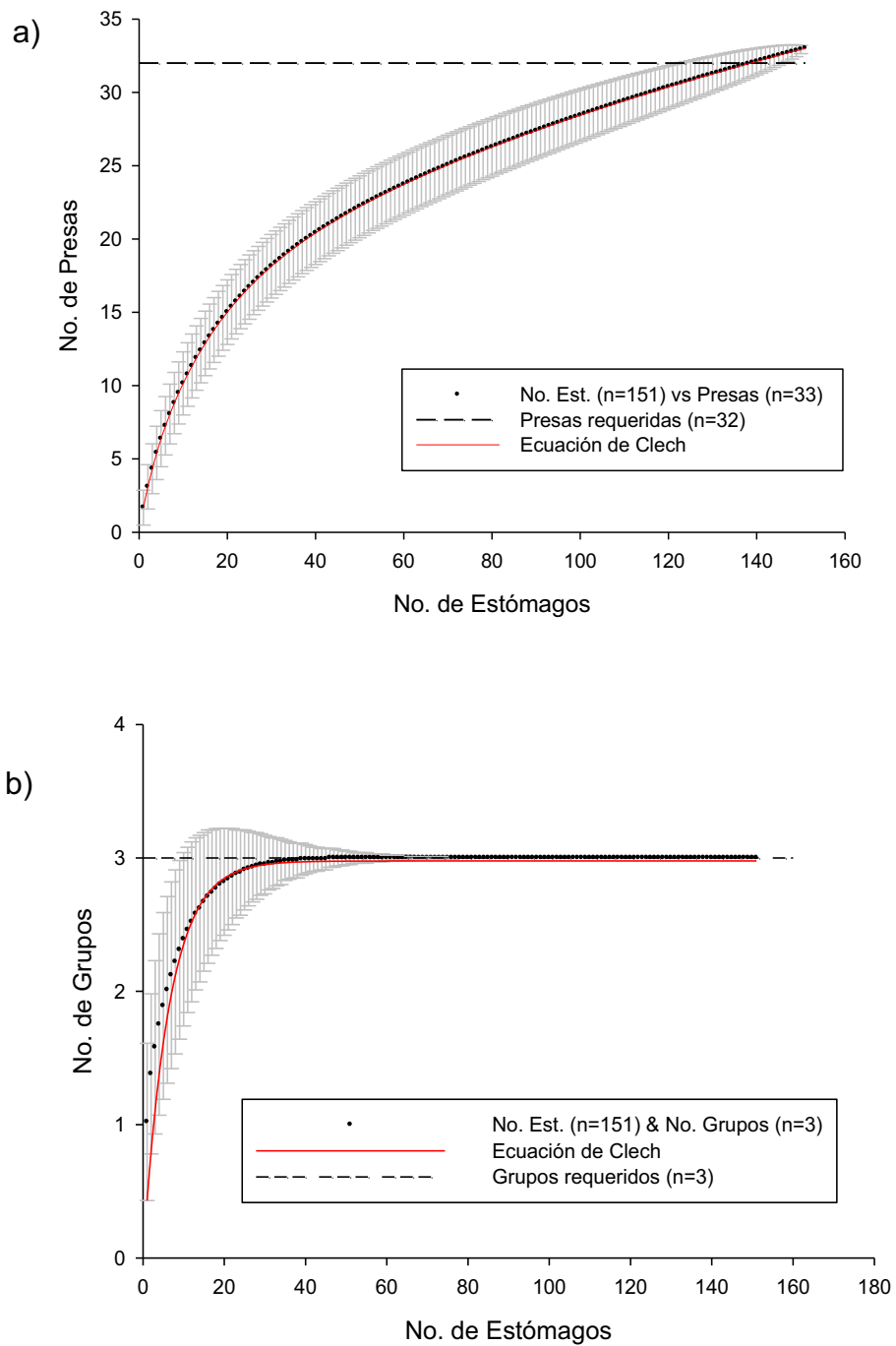
El número total de presas registrado para *R. terraenovae* fue de 65, las cuales fueron clasificadas en cuatro grupos: cefalópodos, crustáceos, batoideos y teleósteos. En la curva acumulativa de especies presa no se aprecia la asíntota. Mediante la ecuación de Clech para especies de distribución amplia ( $S_n = a*n/(1+(b*n))$ ), se determinó que el número mínimo de presas requerido es de 97 ( $R=0.9977$ ;  $a/b=96.6$ ) (Figura 5a). Sin embargo, con los estimadores de abundancia (ICE, Chao 2 y Jack 1), el número de presas es suficiente para describir el espectro trófico de la especie, por lo tanto se realizó el cálculo de la curva acumulativa por grupos, en donde se aprecia la asíntota. El ajuste con la ecuación de Clech determinó que el mínimo de grupos requerido es de cuatro ( $R=0.9788$ ;  $a/b=4.17$ ) (Figura 5b).





**Figura 5. Curvas acumulativas para *R. terraenovae*: a) por presas; b) por grupos.**

Para *S. tiburo* el número de estômagos analizados fue suficiente, la curva de acumulación por presas y por grupos alcanza la asíntota (Figura 6a, b). Se registró un total de 33 especies de presas divididas en tres grupos: cefalópodos, crustáceos y teleósteos. La ecuación de Clech para especies de distribución restringida ( $S_n = a * [1 - \exp(-b * n)] / b$ ) determinó que el número mínimo de presas es de 32 ( $R=0.9817$ ;  $a/b=31.9$ ) y el número de grupos, es tres ( $R=.9530$ ;  $a/b=3.06$ ).



**Figura 6. Curvas de acumulación de *S. tiburo*: a) por presas y b) por grupos.**

## **6.2 Composición cuantitativa de la dieta (*Rhizoprionodon terraenovae*)**

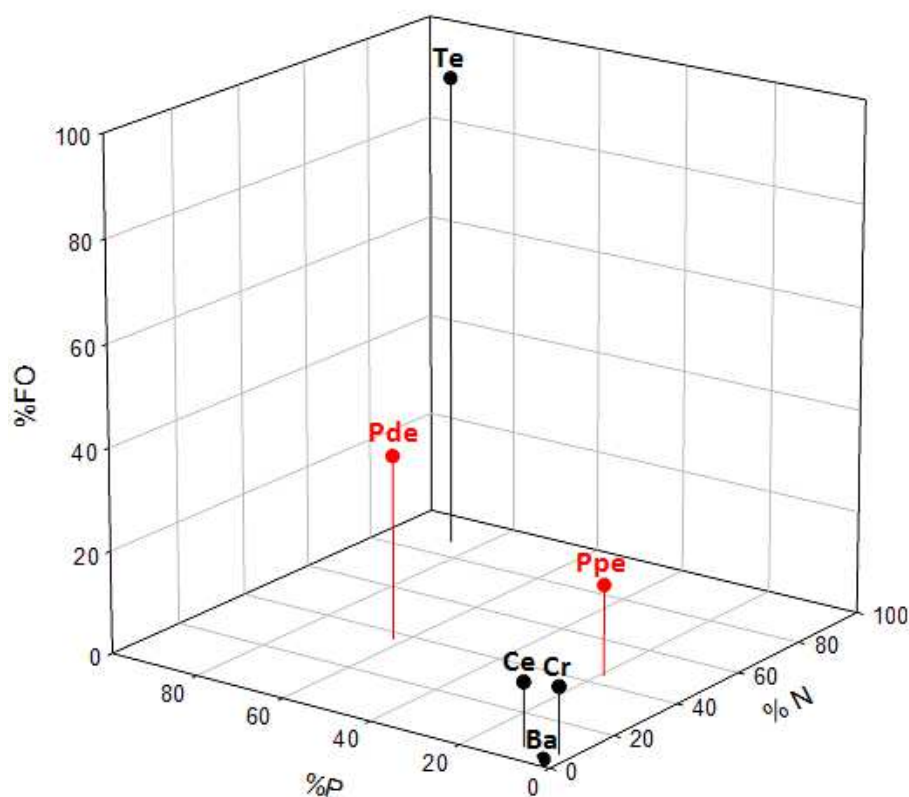
Para *R. terraenovae* se identificaron un total de 65 presas; categorizadas en cuatro grupos y ocho subgrupos: cefalópodos (calamares y pulpos), crustáceos (estomatópodos, camarones y cangrejos), batoideos (rayas) y teleósteos (peces demersales y peces pelágicos) (Cuadro 2).

De acuerdo al índice de importancia relativa (%IIR), los registros más bajos fueron para los grupos de; batoideos, crustáceos y cefalópodos con 0.02%, 0.70% y 1.19% respectivamente. El grupo de teleósteos fue el que más aportó a la dieta de la especie con 98.09%, dentro del cual el subgrupo de peces demersales es el de mayor importancia con 72.99% (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos de *R. terraenovae*.**

<b>Grupos</b>	<b>%FO</b>	<b>%N</b>	<b>%P</b>	<b>%IIR</b>
CEFALÓPODOS	12.35	5.85	9.92	1.19
CRUSTÁCEOS	12.94	6.36	2.51	0.70
BATOIDEOS	1.18	0.51	1.79	0.02
TELEÓSTEOS	92.94	87.28	85.78	98.09
<b>Subgrupos</b>				
Calamares	7.06	4.76	8.26	1.89
Pulpos	5.29	3.97	4.74	0.95
Rayas	1.18	0.79	2.34	0.08
Estomatópodos	3.53	2.38	0.69	0.22
Camarones	6.47	4.37	0.49	0.65
Cangrejos	3.53	2.78	2.08	0.35
Peces demersales	35.88	36.90	62.25	72.99
Peces pelágicos	17.65	44.05	19.15	22.88

En cuanto a los porcentajes de frecuencia de ocurrencia (%FO) y peso (%P), el subgrupo con mayor aporte, fueron los peces demersales con un 35.88% y 62.25% respectivamente (Figura 7), siendo la especie *Nicholsina usta* la más sobresaliente (Anexo C). Sin embargo para el porcentaje numérico (%N), los peces pelágicos fueron el subgrupo de mayor aporte con 44.05%, siendo la familia Clupeidae la más sobresaliente (Cuadro 2).



**Figura 7.** Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %P de *R. terraenovae* por grupos: Te=Teleosteo, Ce=Cefalópodo, Cr=Crustáceo, Ba=Batoideo; por subgrupos: Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos.

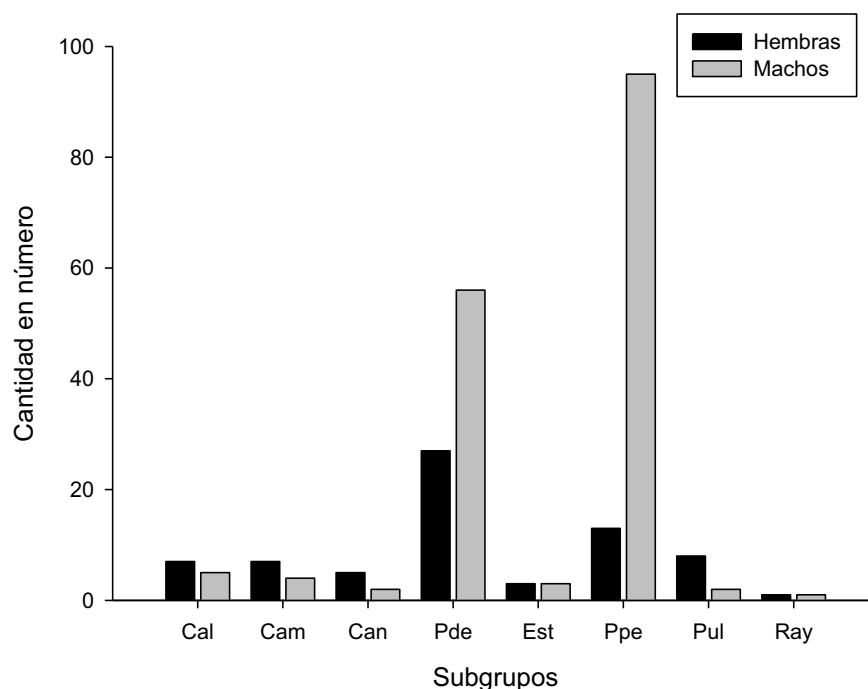
## 6. 2.1. Diferencias entre sexos y estadios

Entre hembras y machos el grupo con mayor %IIR fueron los teleósteos con 95.55% y 99.11% respectivamente (Cuadro 3). Sin embargo la composición de la dieta fue significativamente diferente entre sexos ( $G=135.29$ ,  $gl=7$ ,  $P<0.05$ ). Las diferencias se deben a que los machos consumen mayor cantidad de peces demersales y pelágicos con respecto a las hembras (Figura 8). Al eliminar los subgrupos del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta entre sexos ( $G=5.60$ ,  $gl=5$ ,  $P>0.05$ ).

**Cuadro 3. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y subgrupos entre sexos de *R. terraenovae*.**

Grupos	Hembras				Machos			
	%FO	%N	%P	%IIR	%FO	%N	%P	%IIR
CEFALÓPODOS	21.54	11.81	4.64	2.31	6.67	3.01	12.64	0.61
CRUSTÁCEOS	18.46	11.81	5.45	2.08	9.52	3.76	1.00	0.27
BATOIDEOS	1.54	0.79	4.31	0.05	0.95	0.38	0.48	<0.01
TELEÓSTEOS	90.77	75.59	85.60	95.55	94.29	92.86	85.87	99.11
<b>Subgrupos</b>								
Calamares	10.77	9.46	2.15	2.85	4.76	2.81	11.12	1.26
Pulpos	10.77	10.81	4.33	3.72	1.90	1.12	4.94	0.22
Rayas	1.54	1.35	6.02	0.26	0.95	0.56	0.61	0.02
Estomatópodos	4.62	4.05	0.95	0.53	2.86	1.69	0.57	0.12
Camarones	10.77	9.46	0.62	2.48	3.81	2.25	0.44	0.19
Cangrejos	6.15	6.76	6.04	1.80	1.90	1.12	0.22	0.05
Peces demersales	32.31	39.19	67.18	78.38	38.10	35.96	59.92	69.12
Peces pelágicos	13.85	18.92	12.71	9.99	20.00	54.49	22.18	29.02

La composición de %FO, %N, %P y %IIR para hembras y machos fue representada por el subgrupo de peces demersales con los niveles porcentuales más altos, siendo la especie *Nicholsina ustala* la más sobresaliente (Anexo D). Sin embargo el %N en machos fue representado por el subgrupo de peces pelágicos, con la familia Clupeidae (Anexo E) (Cuadro 3).



**Figura 8. Proporción de presas consumidas por hembras y machos de *R. terraenovae*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Pde=Peces demersales, Est=Estomatópodo, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya**

En los estadios nuevamente el grupo de los teleósteos es el de mayor importancia para el %IIR (Cuadro 4). Sin embargo la composición de la dieta fue significativamente diferente entre juveniles y adultos ( $G=151.24$ ,  $gl=7$ ,  $p<0.05$ ). La

diferencia se debe a la mayor cantidad de peces pelágicos que consumen los juveniles con respecto a los adultos (Figura 9). Al eliminar el subgrupo peces pelágicos del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta entre estadios ( $G=7.38$ ,  $gl=6$ ,  $p>0.05$ ).

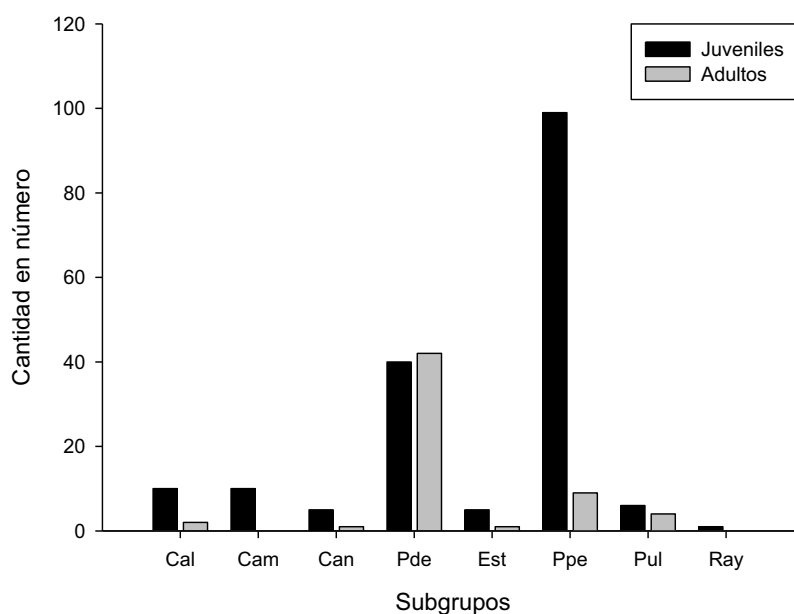
**Cuadro 4. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos entre estadios de *R. terraenovae*.**

Grupos	Juveniles				Adultos			
	%FO	%N	%P	%IIR	%FO	%N	%P	%IIR
CEFALÓPODOS	15.84	6.18	3.94	0.95	7.69	5.41	14.04	0.89
CRUSTÁCEOS	17.82	7.27	3.02	1.08	4.62	2.70	0.36	0.06
BATOIDEOS	0.99	0.36	0.87	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
TELEÓSTEOS	93.07	86.18	92.16	97.96	93.85	91.89	85.61	99.03
<b>Subgrupos</b>								
Calamares	9.90	5.41	5.45	2.46	3.08	3.17	10.00	0.44
Pulpos	4.95	3.24	0.93	0.47	6.15	6.35	6.72	0.88
Rayas	0.99	0.54	1.41	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Estomatópodos	4.95	2.70	1.49	0.47	1.54	1.59	0.38	0.03
Camarones	9.90	5.41	1.65	1.60	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cangrejos	3.96	2.70	1.76	0.40	1.54	1.59	<0.01	0.03
Peces demersales	28.71	25.41	57.94	54.67	61.54	71.43	67.15	93.29
Peces pelágicos	20.79	54.59	29.37	39.88	15.38	15.87	15.75	5.32

Con respecto al %FO, %N, %P y %IIR, la dieta de ambos estadios estuvo compuesta en su mayoría por el subgrupo de peces demersales, a excepción del %N para juveniles, donde los peces pelágicos obtienen un mayor porcentaje (Cuadro 4), siendo la familia Clupeidae la que sobresale (Anexo F).



Por su parte el subgrupo de peces demersales estuvo representado por las familias Anguiliforme y Sciaenidae en juveniles, en cambio los adultos consumieron en mayor proporción las familias Haemulidae y Scaridae, representadas por las especie *Haemulon plumierii* y *Nicholsina usta* respectivamente (Anexo G).



**Figura 9. Proporción de presas consumidas por juveniles y adultos de *R. terraenovae*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Pde=Peces demersales, Est=Estomatópodo, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya**

### **6.3 Composición cuantitativa de la dieta (*Sphyrna tiburo*)**

Para *S. tiburo* se identificaron un total de 33 presas; categorizadas en tres grupos y ocho subgrupos: cefalópodos (calamares y pulpos), crustáceos (estomatópodos,

camarones, cangrejos y jaibas), y teleósteos (peces demersales y peces pelágicos) (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos de *S. tiburo*.**

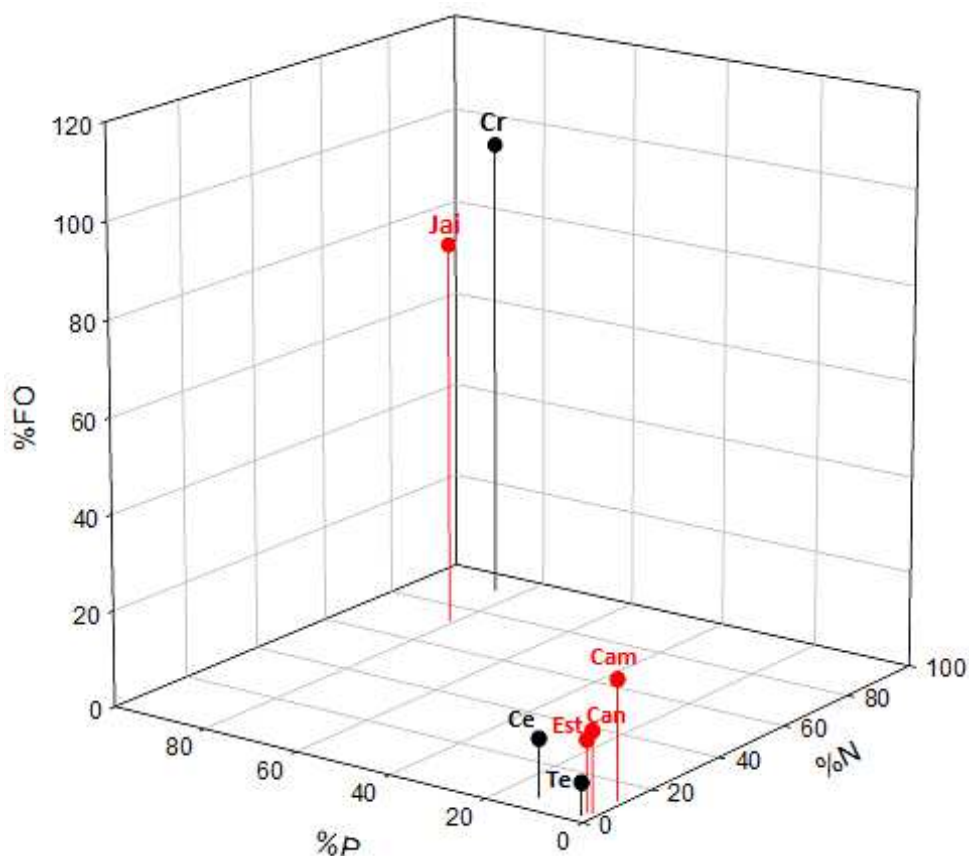
<b>Grupos</b>	<b>%FO</b>	<b>%N</b>	<b>%P</b>	<b>%IIR</b>
CEFALÓPODOS	11.92	5.66	12.98	1.28
CRUSTÁCEOS	96.69	91.67	84.89	98.53
TELEÓSTEOS	6.62	2.67	2.12	0.18

<b>Subgrupos</b>				
Calamares	3.31	2.13	0.01	0.05
Pulpos	9.93	3.77	13.49	1.31
Estomatópodos	16.56	4.59	1.31	0.75
Camarones	24.50	11.97	1.43	2.51
Cangrejos	14.57	4.43	2.31	0.75
Jaibas	80.79	72.30	81.02	94.62
Peces demersales	0.66	0.16	<0.01	<0.01
Peces pelágicos	1.99	0.66	0.44	0.02

De acuerdo al %IIR, los registros más bajos fueron para los grupos de; cefalópodos y teleósteos con un 1.28% y 0.18% respectivamente. El grupo de crustáceos fue el que más aportó a la dieta de la especie con 98.53% (Cuadro 5), dentro del cual el subgrupo de jaibas es el de mayor importancia con 94.62%, siendo el género *Callinectes* y la especie *Callinectes similis* la más sobresalientes (Anexo H).

Al igual que el %IIR, la composición de %FO, %N, %P fue representada en su mayoría por el subgrupo de jaibas con los niveles porcentuales más altos (Figura 10),



**Figura 10. Representación gráfica de los índices de %FO, %N y %P de *S. tiburo* por grupos: Te=Teleósteo, Ce=Cefalópodo, Cr=Crustáceo; por subgrupos: Jai=Jaiba. Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo.**

### 6. 3.1. Diferencias entre sexos y estadios

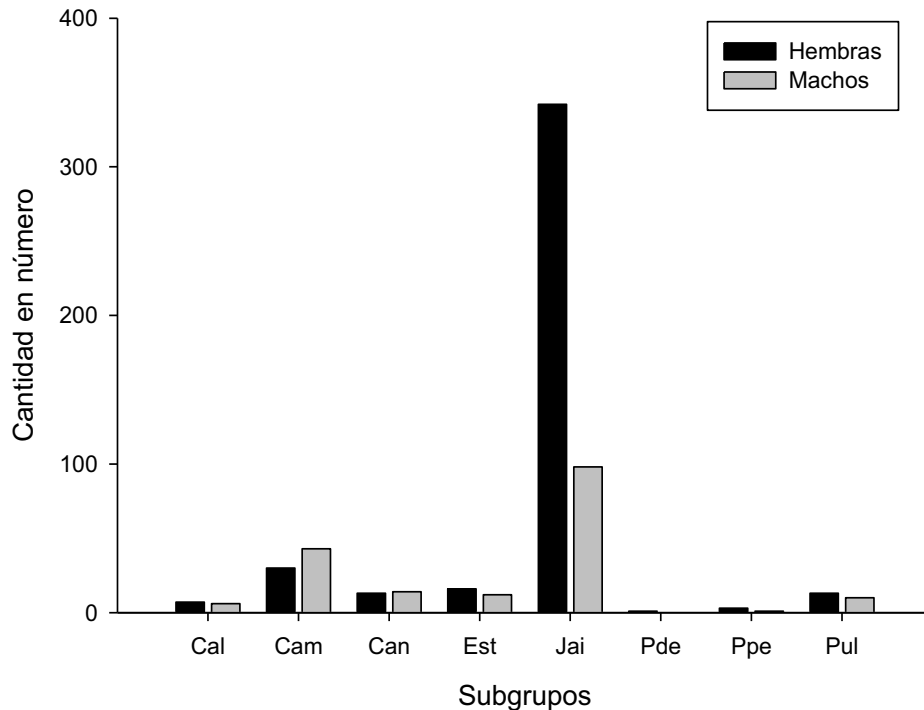
Para ambos sexos el %IIR estuvo representado por el grupo de crustáceos con más del 95%, siendo el subgrupo de jaibas el que obtuvo los valores más altos en

el %FO, %N y %P (Cuadro 6). El género *Callinectes* y la especie *Callinectes similis* fueron los más sobresalientes (Anexo I, J).

**Cuadro 6 .Índices de %FO, %N, %P y %IIR por grupos y Subgrupos entre sexos de *S. tiburo***

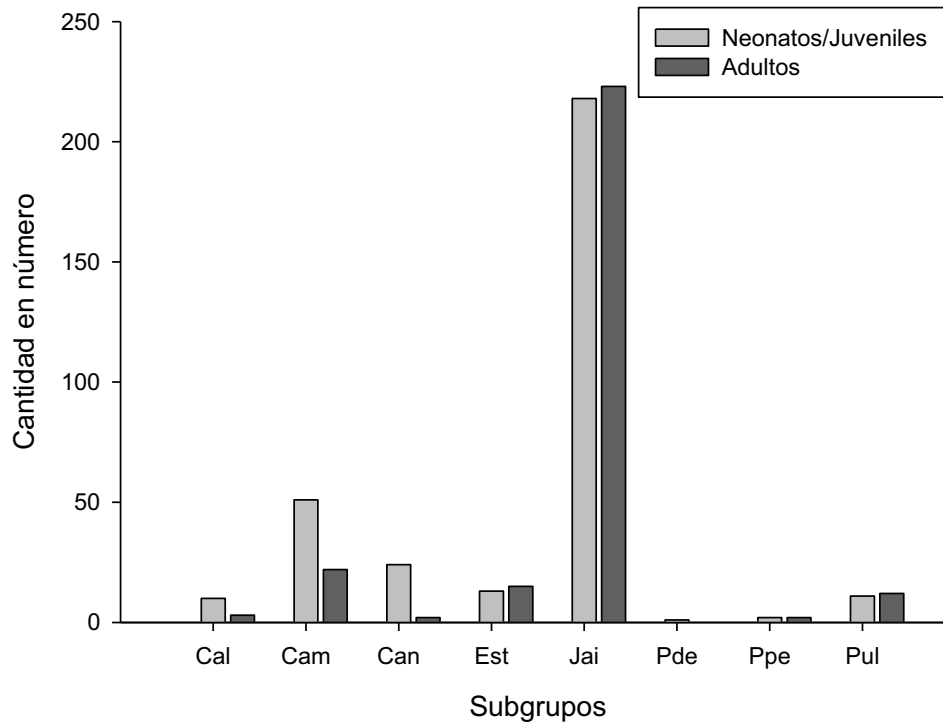
Grupos	Hembras				Machos			
	%FO	%N	%P	%IIR	%FO	%N	%P	%IIR
CEFALÓPODOS	12.38	4.51	14.41	0.92	9.43	8.33	0.05	0.32
CRUSTÁCEOS	95.24	92.55	83.45	98.86	84.91	89.58	98.01	99.60
TELEÓSTEOS	6.67	2.93	2.14	0.21	5.66	2.08	1.93	0.08
<b>Subgrupos</b>								
Calamares	2.86	1.65	0.01	0.03	2.47	3.26	<0.01	0.12
Pulpos	10.48	3.06	14.95	1.35	4.94	5.43	0.05	0.42
Estomatópodos	14.29	3.76	0.74	0.46	12.35	6.52	6.61	2.51
Camarones	16.19	7.06	0.66	0.89	24.69	23.37	8.58	12.21
Cangrejos	10.48	3.06	1.57	0.35	13.58	7.61	9.13	3.52
Jaibas	83.81	80.47	81.59	96.91	40.74	53.26	75.54	81.21
Peces demersales	0.95	0.24	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Peces pelágicos	1.90	0.71	0.47	0.02	1.16	0.54	0.08	0.01

La composición de la dieta fue significativamente diferente entre sexos ( $G=141.47$ ,  $gl=7$ ,  $P<0.05$ ). La diferencia se debe a la mayor cantidad de jaibas que consumen las hembras con respecto a los machos (Figura 11). Al eliminar el subgrupo del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta ( $G=7.65$ ,  $gl=6$ ,  $P>0.05$ ).



**Figura 11. Proporción de presas consumidas por hembras y machos de *S. tiburo*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos y Pul=Polvo.**

Al igual que en la comparación entre sexos, los estadios (neonatos, juveniles y adultos) presentaron una preferencia por el género *Callinectes* y la especie *Callinectes similis*, por lo tanto el subgrupo más representativo fue jaibas y el grupo crustáceos (Anexo K, L, M). Al realizar el análisis de similitud, neonato y juveniles se agruparon. La comparación fue significativamente diferente entre neonatos/juveniles y adultos ( $G=90.13$ ,  $gl=7$ ,  $P<0.05$ ). La diferencia se debe a la mayor cantidad de cangrejos y camarones que consumen los neonatos/juveniles con respecto a los adultos (Figura 12). Al eliminar los subgrupos del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta entre estadios ( $G=8.00$ ,  $gl=5$ ,  $P>0.05$ ).

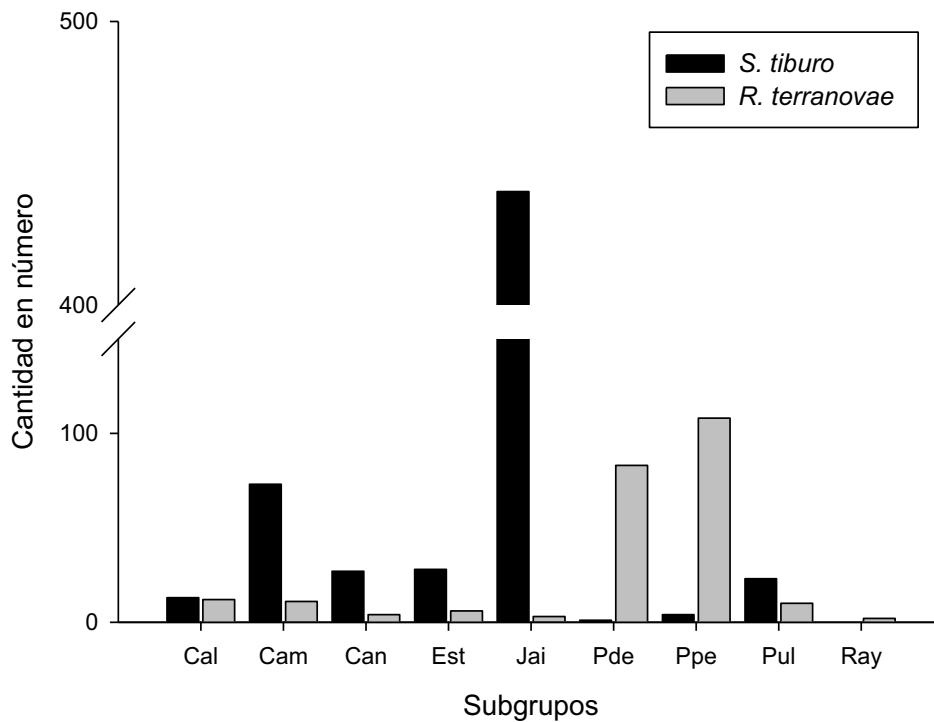


**Figura 12. Proporción de presas consumidas por neonatos/juveniles y adultos de *S. tiburo*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos y Pul=Pulpo.**

#### **6.4 Diferencias de la dieta entre especies**

La composición de la dieta fue significativamente diferente entre *S. tiburo* y *R. terraenovae* ( $G=2014.15$ ,  $gl=8$ ,  $P<0.05$ ). La diferencia se debe a la mayor cantidad de jaibas, cangrejos, estomatópodos y camarones que consume *S. tiburo* con respecto a *R. terraenovae*, y la mayor cantidad de peces demersales y peces pelágicos que consume *R. terraenovae* con respecto a *S. tiburo* (Figura 13). Al

eliminar los subgrupo del análisis, desaparecen las diferencias en la dieta entre especies ( $G=1.40$ ,  $gl=2$ ,  $p>0.05$ ).



**Figura 13. Proporción de presas consumidas por *S. tiburo* y *R. terraenovae*; Cal=Calamar, Cam=Camarón, Can=Cangrejo, Est=Estomatópodo, Jai=Jaiba, Pde=Peces demersales, Ppe=Peces pelágicos, Pul=Pulpo y Ray=Raya.**

Es notable la preferencia del consumo de crustáceos por *S. tiburo* y teleósteos por *R. terraenovae* (Anexo C, F). Entre ambas especies el número de presas compartidas es de 14, por lo que el índice de Sorensen muestra un bajo grado de similitud ( $ISS = 0.29$ ) (Figura 14). Así mismo el índice de Morisita-Horn, represento una sobreposición de la dieta entre especies tan solo del 6.52% ( $C\lambda=0.06$ ).

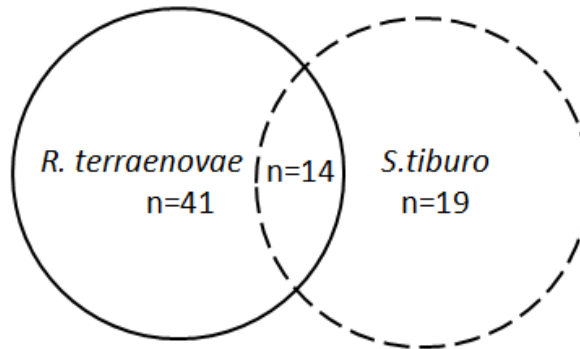
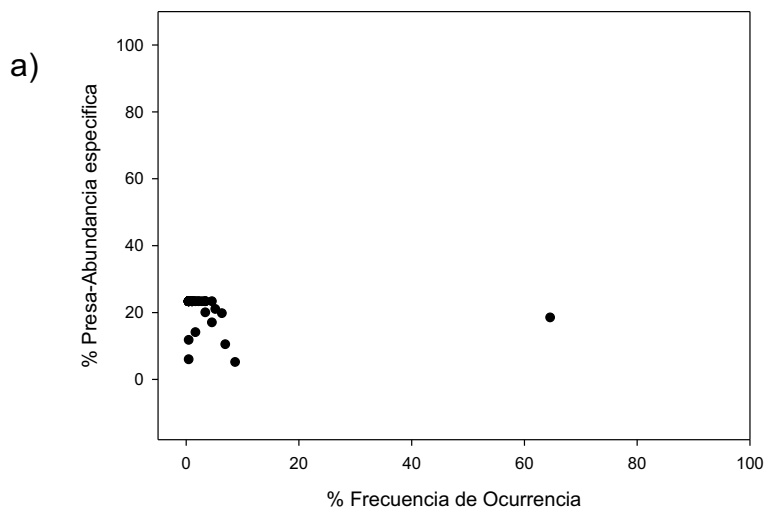


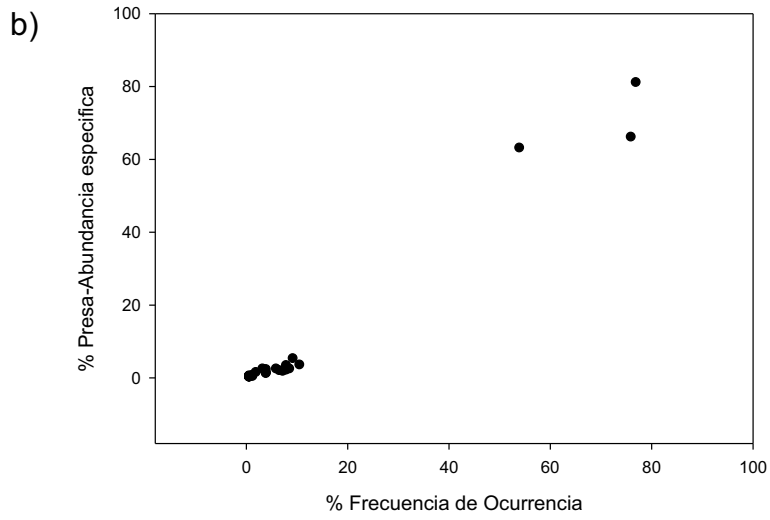
Figura 14. Número de especies presa compartidas entre *R. terraenovae* y *S. tiburo*.

### 6.6 Amplitud del nicho

La amplitud del nicho para *R. terraenovae* demuestra que la especie consume mayor número de especies presas (Levin's,  $Bi = 0.36$ ), mientras que *Sphyrna tiburo* es especialista (Levin's,  $Bi = 0.14$ ) (Figura 14a, b).







**Figura 15. Modelo gráfico que representa la estrategia de alimentación; a) *R. terraenovae* (generalista), b) *S. tiburo* (especialista).**

## VII. DISCUSIÓN

### 7.1 Composición cuantitativa de la dieta de (*Rhizoprionodon terraenovae*)

Está documentado que las especies del género *Rhizoprionodon* se alimentan principalmente de teleósteos, aunque los crustáceos y los cefalópodos en ocasiones son parte importante de su dieta (Gelsleichter *et al.*, 1999; Barry, 2002; Hoffmayer y Parson, 2003; Wetherbee y Cortés, 2004; Bethea *et al.*, 2006; Drymon *et al.*, 2011; Avendaño-Álvarez *et al.*, 2013). En particular, en el presente estudio la dieta del cazón *R. terraenovae* estuvo compuesta principalmente por teleósteos, lo que concuerda con lo descrito por Gelsleichter *et al.* (1999) en la cuenca marina del Atlántico Medio, Barry (2002) en la bahía de Terrebonne, Louisiana, y Avendaño-Álvarez *et al.* (2013) en el Sistema Arrecifal Veracruzano, México, estas similitudes se deben al área de distribución de la especie y su desplazamiento en la columna de agua (Ward-Paige *et al.*, 2014).

En el sur del Golfo de México la familia con mayor porcentaje en número (%N) de esta especie fue Clupeidae, igual a lo reportado por Hoffmayer y Parsons (2003) y Barry (2002). En su mayoría las especies de la familia Clupeidae son pelágicas; sin embargo el subgrupo de peces demersales fue el más representativo para la dieta de *R. terraenovae*, siendo la especie *Nicholsina usta* de la familia Scaridae la más sobresaliente. La diversidad de peces demersales superó el número de

presas de la familia Clupeidae, por lo tanto el índice de importancia relativa (IIR) fue menor, lo anterior aunado al hábitat bento-pelágico de ésta especie de cazón (Parsons y Hoffmayer, 2005) y considerando su comportamiento generalista (Hoffmayer y Parsons, 2003; Drymon, 2011), explicaría por qué los peces demersales y pelágicos forman parte importante de su dieta.

### **7.1.1 Diferencias entre sexos y estadios**

En *Rhizoprionodon terraenovae* se comprobó que existen diferencias significativas en la dieta entre hembras y machos para el grupo de teleósteos, donde las hembras consumieron peces demersales, en su mayoría *Nicholsina usta*, y los machos peces pelágicos de la familia Clupeidae. En tiburones las diferencias en la dieta entre sexos han sido reportadas por varios autores (Cortés y Gruber 1990; Ellis 2003; Bethea *et al.*, 2006). Estas diferencias pueden deberse a la segregación sexual, se tiene conocimiento que *R. terraenovae* es una especie expuesta a segregaciones geográficas extremas entre sexos (Parsons y Hoffmayer, 2005), por lo que hembras y machos tienen acceso a diferentes hábitats, así como a diferentes presas (Springer, 1967; Wetherbee y Cortés, 2004).

Por otro lado, se comprobó que existen cambios ontogénicos en la dieta de *R. terraenovae*, debido a la proporción de peces pelágicos que consumen los

juveniles con respecto a los adultos, contrario a lo reportado por Bethea *et al.* (2004), donde los organismos juveniles consumen en mayor cantidad peces demersales y los adultos pelágicos. La agregación costera de organismos juveniles por protección (Heithaus, 2004), sugieren que la tendencia alimentaria en esta etapa de vida de la especie, debe estar asociada al consumo de peces demersales, como lo señalado por Bethea *et al.* (2004 y 2006); sin embargo el número de estómagos analizados, tanto juveniles como adultos, restringe un análisis equitativo en cuanto al número de individuos de cada especie presa (%N); sin embargo, el subgrupo de peces demersales fue el de mayor %IIR para ambos estadios, resultado que respalda la tendencia de la especie por hábitats costeros y aguas poco profundas (Hoffmayer y Parsons, 2003).

Es importante señalar que existe una restricción en el actual estudio. La dieta de *R. terraenovae* fue descrita únicamente con presas identificadas (subgrupos). El %IIR para peces podría estar subestimado, debido a la cantidad de peces no identificados (PezNI), efecto del grado de digestión de los estómagos analizados. El índice de digestión para esta especie fue de 1 en más de la mitad de estómagos, por lo tanto solo fue posible encontrar las estructuras duras tales como los otolitos. El elevado grado de digestión en los estómagos, se debe en gran medida al alto consumo de peces. Por ejemplo, Berens (2005) determinó que el proceso de digestión y la evacuación gástrica en *Mycteroperca microlepis*, es mucho más rápida al consumir peces en lugar de crustáceos.

## **7.2 Composición cuantitativa de la dieta de (*Sphyrna tiburo*)**

Los crustáceos fueron el grupo principal en la dieta de *S. tiburo*. Es común observar que especies del género *Sphyrna* tengan preferencias por presas asociadas al bentos (Lessa y Almeida, 1998; Bush, 2003; Avendaño-Álvarez *et al.*, 2013). A pesar de las diferencias geográficas, hay tiburones de esta especie en costas norteamericanas del Golfo de México tienen la misma tendencia por los crustáceos (Cortes *et al.*, 1996; Bethea *et al.*, 2007). Sin embargo, Parsons (1987) determinó que el grupo de cefalópodos forma parte importante de la dieta, contrario a lo observado en este estudio, ya que el mismo grupo obtuvo el 1.28% de IIR. Dicha variación puede deberse a la disponibilidad de alimento y la asociación de las presas a la región geográfica (Elis *et al.*, 1996).

La especie *Callinectes similis* fue la de mayor importancia en la dieta de *S. tiburo*, debido a que esta especie de jaiba es uno de los crustáceos epibentónicos de mayor densidad poblacional en la Sonda de Campeche (García-Montes *et al.*, 1987; Ruiz *et al.*, 2013). La preferencia de alimentación de *S. tiburo* por el género *Callinectes*, coincide con lo reportado por Lessa y Almeida (1998) al noreste de Brasil, Cortés *et al.* (1996) en Florida, y Bethea *et al.* (2007) en la bahía de Tampa, Florida. La preferencia por un número determinado de especies presas es característica de un depredador especialista (Lessa y Almeida, 1998).

### 7.2.1 Diferencias entre sexos y estadios

A pesar de que la segregación entre sexos es común en tiburones, debido a que reduce la competencia intraespecífica mediante patrones de utilización del espacio (Wourms, 1977), en este estudio se demostró que las hembras y los machos de *Sphyrna tiburo* tienen preferencia por el consumo de jaibas, lo que resulta en altos valores de %IIR (96.96 y 81.20, respectivamente). Tomando en consideración lo mencionado por Pittenger (1984) de la elección de áreas de alimentación, las hembras y los machos podrían compartir el espacio, encontrando sitios donde el alimento es abundante y disponible, como lo es el caso de portunidos en el sur del Golfo de México (García-Montes *et al.*, 1987; Ruiz *et al.*, 2013).

El consumo de jaibas por ambos sexos, sugiere que *S. tiburo* es una especie oportunista hacia presas abundantes, y de esta manera maximizan su consumo con un gasto mínimo de energía (Wetherbee *et al.*, 1990), lo que concuerda con Avendaño-Álvarez *et al.* (2013) quienes observan el mismo comportamiento para *S. lewini* en el Sistema Arrecifal Veracruzano, México; debido a la disponibilidad de recursos tróficos y al efecto del sistema arrecifal, la dieta de la especie se baso en presas abundantes en la zona.

Aunque hembras y machos se alimentan de las mismas presas que en su mayoría fueron de la especie *Callinectes similis*, seguida de *C. sapidus*, las proporciones en la cantidad que consumen las hembras con respecto a los machos

establecieron las diferencias, probablemente esto se deba al número de estómagos analizados para machos (45), que corresponde a un 30% del total.

En el análisis de similitud, que se realizó por tallas, el número de estómagos analizados para neonatos fue representado con el 10% del total, y su dieta fue similar a los organismos juveniles, por lo tanto y tomando en cuenta el límite en el número de muestras, y la ausencia de una significativa cantidad de valores para algunas presas, se agruparon ambos estadios (Crow, 1982; Zar, 2010), argumento que se respalda con el comportamiento social en tiburones; organismos en etapas tempranas como los neonatos, y hasta cierta edad los juveniles, permanecen mezclados en una misma zona, por abundancia de alimento y protección a los depredadores (Springer 1967).

Las diferencias resultantes en cuanto a la proporción de cangrejos y camarones que consumen los neonatos/juveniles con respecto a los adultos, es efecto del patrón de alimentación que se modifica conforme aumenta la talla de la especie (Cortés y Gruber, 1990), lo que concuerda con lo reportado por Betha *et al.* (2007), quienes determinaron que las presas de mayor tamaño en la dieta de *S. tiburo* fueron encontradas en organismos adultos y presas de menor tamaño en neonatos y juveniles.

A pesar de la variación ontogénica en la dieta de *S. tiburo*, la preferencia por el consumo de jaibas, principalmente del género *Callinectes*, es evidente en cada

etapa de crecimiento, lo que respalda el comportamiento especialista de la especie (Cortes *et al.*, 1996; Lessa y Almeida, 1998; Bethea *et al.*, 2007).

### **7.3 Diferencias de la dieta entre especies**

Existieron diferencias significativas entre la dieta de *R. terraenovae* y *S. tiburo* para todos los grupos de presa. La dieta de *R. terraenovae* estuvo compuesta, en su mayoría, por peces demersales y peces pelágicos, sin embargo el %IIR para cada uno fue bajo, efecto de la diversidad de peces que consume, por lo tanto la especie es generalista, misma categoría propuesta por Hoffmayer y Parsons (2003) y Drymon (2011). A pesar de haber obtenido un valor bajo en la amplitud del nicho (Levin's,  $Bi = 0.36$ ), efecto de la mayor proporción de pezNI, es evidente que la especie cuenta con un espectro trófico amplio (65 especies presa), por lo que no puede considerarse un depredador especialista.

Caso contrario al de *S. tiburo*, donde la dieta estuvo constituida principalmente por jaibas. Dicha preferencia indica que es un depredador especialista; argumento que respalda el valor bajo de la amplitud de nicho (Levin's,  $Bi = 0.14$ ). Aunque el espectro trófico fue representado por 33 presas, la selectividad por el género *Callinectes* fue evidente, lo que concordó con lo observado por Lessa y Almeida (1998), quienes categorizan a *S. tiburo* como especialista.



El índice de similitud de Sorensen demostró que las especies comparten únicamente el 18.91% del total de presas, representado por 14 ( $ISS = 0.29$ ). Las diferencias interespecíficas en la dieta son controladas por factores como la talla, estructura de la boca y dentición, y la distribución de las especies en relación a sus presas potenciales (Elis *et al.*, 1996).

Dado que la estructura de tallas en este estudio para ambas especies fue similar, las diferencias resultantes pueden ser efecto del comportamiento oportunista de *S. tiburo*, causa de la disponibilidad de jaibas que consume como presas potenciales, y los mecanismos de alimentación de la especie. De acuerdo a Wilga y Mota (2000), *S. tiburo* hace uso de un recurso que no es disponible para la mayoría de los tiburones, ya que cuenta con una mandíbula modificada que aún después de estar cerrada sigue triturando; esta característica distingue a esta especie del resto de elasmobranquios.

Las características morfológicas y de comportamiento permiten que *S. tiburo* se especialice en el consumo de crustáceos (que constituyen el 98.53% del IIR), lo que respalda el porcentaje bajo en la sobreposición de la dieta, según el índice de Morisita-Horn representado por el 6.52% ( $C\lambda=0.06$ ).

Además, la diferencia en los hábitos alimentarios de ambas especies, sugiere que existe una repartición de recursos. Algunos autores mencionan que el análisis de hábitos alimentarios de especies que cohabitan, indica que por lo menos una parte

de las presas disponibles se comparten. Así, la división de recursos se ve indicada si las dos especies se alimentan de diferentes presas o en diferentes proporciones de las mismas presas (McEachran *et al.*, 1976).

## VIII. CONCLUSIONES

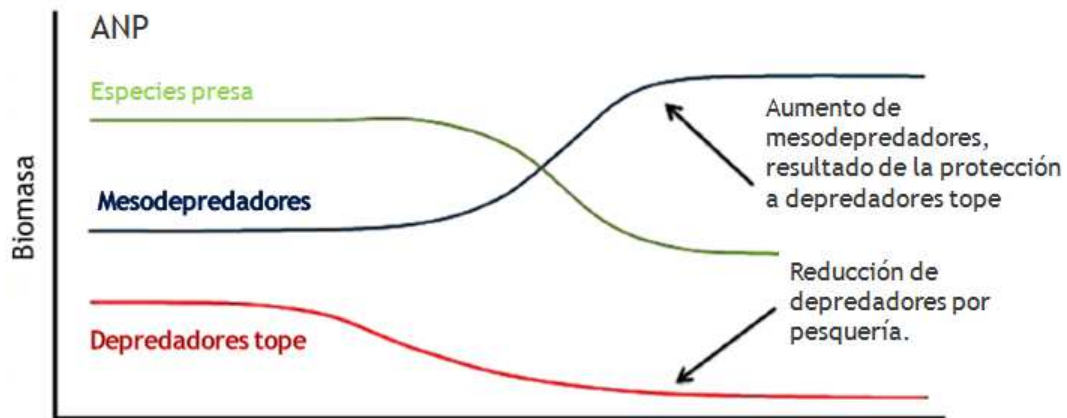
- La dieta de *Rhizoprionodon terraenovae* se basa principalmente en el consumo de teleósteos (incluyendo en menor proporción cefalópodos, crustáceos y batoideos), los peces demersales fueron los de mayor importancia, la especie *Nicholsina usta* fue la más sobresaliente.
- La diferencia en la dieta entre sexos y estadios de *R. terraenovae* fue por la cantidad de peces pelágicos que consumieron los machos con respecto a las hembras, y los juveniles con respecto a los adultos.
- La amplitud del nicho, según el índice de Levin's fue relativamente baja para *R. terraenovae* dado que la especie tiene preferencia por el consumo de teleósteos, sin embargo la variedad de peces demostró que es un mesodepredador generalista.
- La dieta de *Sphyrna tiburo* se basa principalmente en el grupo crustáceos, específicamente jaibas, siendo la presa principal *Callinectes similis*. Cefalópodos y teleósteos también formaron parte de la dieta en menor proporción.
- La diferencia de la dieta para *S. tiburo* entre sexos fue la proporción de jaibas que consumieron las hembras con respecto a los machos, la especie *C. similis* fue la de mayor importancia. Para estadios, los adultos

consumieron mayor cantidad de cangrejos y camarones que los juveniles y neonatos.

- La amplitud del nicho, según el índice de Levin's fue baja para *S. tiburo*, su dieta se basó presentando una marcada preferencia por la especie *Callinectes similis*, por lo que se considera como un mesodepredador especialista.
- La dieta de *R. terraenovae* y *S. tiburo* fue significativamente diferente para los grupos principales de presas: peces y jaibas. El índice de similitud de Sorensen reveló que solo el 18.91% de las presas consumidas por los cazones son compartidas
- La sobreposición de la dieta es mínima, representada con tan solo un 6.52%, según el índice de Morisita-Horn.

## IX. APLICACIÓN PRÁCTICA

Las interacciones entre mesodepredador-presa, no son consideradas cuando se pretende explicar la importancia, y las consecuencias de la pérdida de depredadores superiores como los tiburones en los ecosistemas (Rayner *et al.*, 2007; Myers *et al.*, 2007; Heupel *et al.*, 2014). Un aumento en la población de mesodepredadores y una disminución en las especies presas es el resultado de la pérdida de depredadores tope (Figura 18). Desconocer dichas interacciones dan como resultado deficientes estrategias de conservación (Prugh *et al.*, 2009).



**Figura 16. Diagrama conceptual delineando la pérdida de depredadores superiores y la respuesta del sistema en un área marina protegida (ANP). Modificado de Heupel *et al.*, (2014).**

Un claro ejemplo de ello se observó en el Océano Atlántico, la sobreexplotación de tiburones, trajo como consecuencia un incremento poblacional de la raya gavián (*Rhinoptera bonasus*), quien a su vez provocó la reducción en las poblaciones de

la almeja (*Argopecten irradians*), por lo que la pesca dirigida a ésta última especie tuvo que ser cerrada (Myers *et al.*, 2007).

La problemática ha impulsado la creciente necesidad de la investigación adecuada para la conservación y gestión de los tiburones. Existe como prioridad, la necesidad de abordar el tema del papel de los ecosistemas que hace referencia al estudio del uso de los recursos, es decir, la descripción de la dieta (Simpfendorfer *et al.*, 2011) (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Necesidades de investigación para el desarrollo de una gestión eficaz de conservación de tiburones y rayas. Modificado de Simpfendorfer *et al.* (2011).**

Tema	Investigación necesaria	Preguntas de Investigación
Papel de los ecosistemas	Dieta y estructura trófica	¿Cuál es la dieta?
		¿Cuáles son los cambios de la dieta entre sexos y estadios?
		¿Cuál es el mejor método para analizar la dieta y los vínculos con el ecosistema?
	Respuesta del ecosistema ante la eliminación de tiburones	¿Qué ocurre en el ecosistema cuando las poblaciones de tiburones o rayas disminuyen?
	Modelos ecosistémicos	¿Cuáles son los mejores modelos para examinar los efectos del ecosistema?
		¿Podemos predecir la función de tiburones y rayas en función del ecosistema?
		¿Cuáles son las mejores herramientas de soporte para la adecuada gestión de los ecosistemas?

México es un país que cuenta con regulaciones para la pesca de tiburones (depredadores tope) y cazonas (mesodepredadores), por ser un recurso importante para los habitantes de zonas costeras (Castillo-Géniz, 1998).

En un principio la pesquería del recurso se reguló con la NOM-029-PESC-2006, sin embargo el uso de ésta medida no fue suficiente. En junio del 2012 entra en vigor la actual veda para tiburón en México, la cual señala la prohibición de la pesca de tiburón en el Golfo de México y Mar Caribe del 1º. de mayo al 30 de junio de cada año, adicionando al Banco de Campeche un mes más que comprende del 1º. al 31 de agosto (DOF, 2012); sin embargo, en junio del 2014 se modificó el periodo de veda para el sur del golfo, el cual se establece del 15 de mayo al 15 de junio, y del 1º al 29 agosto (DOF, 2014).

A pesar de conocer que existen 33 especies de tiburones presentes en las costas del Golfo de México y mar el Caribe (Applegate *et al.* 1979), de las cuales 15 son las más importantes en las pesquerías (Bonfil 1997), la estrategia de manejo se basa únicamente en el registro de captura de hembras grávidas de *Rhizoprionodon terraenovae* y *Sphyrna tiburo*; especies con la mayor frecuencia de capturas en el sur del Golfo de México (DOF, 2014).

Debido a la explotación de más de 40 años de *R. terraenovae* en el Golfo de México, y *S. tiburo* en la zona sur (Castillo-Géniz *et al.*, 1998; Cortes, 2002; Parson y Hoffmayer, 2005; Pérez-Jiménez *et al.*, 2012), existen registros de trabajos

desde la década de los 80,s relacionados a la taxonomía, historia de vida, ecología espacial y estatus pesquero de ambas especies (Branstetter 1987; Parsons 1987; Álvarez 1988), por lo que podría suponerse que se cuenta con la información suficiente para utilizar ambas especies de cazón como base para la toma de decisiones con respecto a la conservación de tiburones. Sin embargo, se carece de una parte fundamental como lo es la ecología trófica y las diferencias geográficas en la dieta.

La disminución de poblaciones de tiburones, no es un problema de índole nacional, si no internacional, por lo que más de un país ha implementado un plan de acción nacional (PAN) para su conservación y manejo; sin embargo, al evaluar dichas estrategias, se reconoce como una limitación generalizada la escasa información en ecología trófica, y el número escaso de muestras de las especies estudiadas en los espacios marítimos; lo que impide realizar comparaciones relacionadas a cambios en la dieta entre sexos, espaciales, estacionales y ontogénicos. Se recomienda alentar el desarrollo de trabajos dentro de la disciplina, que generan índices que permiten clarificar el papel de los tiburones dentro del ecosistema, tales como el índice de nivel trófico, cuya comparación en el tiempo es indicativa también de la salud del ecosistema.

Determinar adecuadamente el papel que desempeñan *R. terraenovae* y *S. tiburo*, es esencial y requiere una cuidadosa consideración, teniendo en cuenta las consecuencias ecológicas y socioeconómicas.



Mediante la evaluación realizada en el actual estudio para ambas especies, indica que las estrategias de manejo para tiburones en el Golfo de México, tienen como base capturas de hembras grávidas de dos especies de mesodepredadores. Las especies de depredadores superiores como las especies de tiburones grandes con las que cuenta el Golfo de México y Mar Caribe no deberían estar protegidas con una veda que fue establecida con base en *R. terraenovae* y *S. tiburo*. Se recomienda generar medidas de manejo diferentes para tiburones grandes (depredadores ápice) y para pequeños tiburones (mesodepredadores) ya que tienen diferentes grados de vulnerabilidad y tienen distinta función en el ecosistema.

Es prioridad evitar una inadecuada gestión que repercuta de manera drástica en función del ecosistema y la pesquería. El actual trabajo es una herramienta indispensable que en conjunto con los conocimientos biológicos y pesqueros de las especies de tiburones que se capturan en el litoral mexicano, contribuye para la toma de decisiones en cuestión de conservación y manejo del recurso.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Applegate, S. P., Espinoza L.B., Menchaca L. B; y Sotelo, F.1979. Tiburones mexicanos. Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológica, Dirección General de Ciencia y Tecnología del Mar. México. 147 p

Acuña, E. y Villarroel, J. C. 2010. Feeding habits of two deep-sea sharks from central northern Chile: hooktooth dogfish *Aculeola nigra* (Etmopteridae) and dusky catshark *Bythaelurus canescens* (Scyliorhinidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. **45 (51)**: 737-743

Álvarez, H. 1988. Análisis de la pesquería de cazón de la Península de Yucatán. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Inst. Pol. Nal. Unidad Mérida, Yucatán, México.

Avendaño-Álvarez, J. O., Pérez-España, H., Salas-Monreal, D. y García-Rodríguez, E. 2013. Captures and Diet of Three Sharks Species in the Veracruz Reef System. *Open Journal of Marine Science*. **3**: 66-73

Barbour, M.G., R.B. Craig, F.R. Drysdale y M.T. Ghiselen. 1973. Coastal ecology of Bodega Head. Berkeley, University of California Press. 338 pp

Barry, K. P. 2002. Feeding habits of blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, and Atlantic sharpnose sharks, *Rhizoprionodon terraenovae*, in Louisiana coastal waters. MS thesis, Louisiana State University, Baton Rouge, LA.

Bascompte, J., Mellan, C. J. y Sala, E. 2005. Interaction strength combinations and the overfishing of marine food web. *PNAS.*, **102 (15)**: 5443-5447

Baum, J. K. y Myers, A. 2004. Shifting baselines and the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecology Letters.*, **7**: 135-145

Behringer, D. W., Molinari, R.L. y Festa, J.R. 1997. The variability of anticyclonic current patterns in the Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research* 825469-76

Bethea, D. M., Buckel, J. A. y Carlson, J. K. 2004. Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. *Marine Ecology Progress Series*. **268**: 245-264

Bethea, D. M., Carlson, J. K., Buckel, J. A. y Satterwhite, M. 2006. Ontogenetic and site-related trends in the diet of the Atlantic Sharpnose Shark *Rhizoprionodon terraenovae* from the Northeast Gul of Mexico. *Bulletin of Marine Science.*, **78 (2)**: 287-307

Bethea, D. M., Hale, L., Carlson, J. K., Cortés, E., Manire, C. A. y Gelsleichter. 2007. Geographic and ontogenetic variation in the diet and daily ration of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from eastern Gulf of Mexico. *Mar Biol.*, **152**: 1009-1020

Berens, E. J. 2005. Gastric evacuation and digestion state indices for gag *Mycteroperca microlepis* consuming fish and crustacean prey. Tesis de maestría, The University of Florida, Gainesville

Berthiaume, E. 2011. Párametros reproductivos del cazón pech *Sphyrna tiburo*, en el sureste del Golfo de México y su estado de conservación en México. Tesis maestría. Faculté des sciences Universté de Sherbrooke. Sherbrooke, Québec, Canada. 32pp

Bigelow, H. B. and W. C. Schroeder. 1948. Sharks. Fishes of the Western North Atlantic. Mem. Sears Fnd. Mar. Res. **1 (1)**: 59-546

Bizzarro, J. J., Smith, W. D., Hueterm R. E., Tyminski, J., Márquez-Farías, F., Castillo-Géniz, L., Cailliet, G. M. y Villavicencio-Garayzar, C. J. 2007. El estado actual de los Tiburones y Rayas sujetos a explotación comercial en el Golfo de California: una investigación aplicada al mejoramiento de su manejo pesquero y conservación. 231pp

Bonfil, R. 1997. Status of shark resource in the southern Gulf of Mexico and Caribbean: implications for management. *Fish.Res.*, 29: 101-117

Branstetter, S. 1987. Age and growth validation of newborn sharks held in laboratory aquaria, with comments on the life history of the Atlantic Sharpnose Shark *Rhizoprionodon terraenovae*. *Copeia* **2**: 291-300

Bush, A. 2003. Diet and Diel Feeding Periodicity of Juvenile Scalloped Hammerhead Sharks, *Sphyrna lewini*, in Kane' ohe Bay, O'ahu, Hawaii. *Environmental Biology of Fishes*, **67 (1)**: 1-11

Cailliet, G. M., M.S. Love y A.W. Ebeling. 1986. FISHES. A Field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification, and Natural History. Wadsworth, Inc. Belmont, California. 194 pp.

Cales, R. J. 1919 The large sharks off Cape Lookout, North Carolina. The white sharks or maneater, tiger shark and hammerhead. *Copeia* **69**:34-43

Camhi, M. D., Valenti, S. V., Fordham, S. V., Fowler, S. L. and Gibson, C. 2009. The Conservation Status of Pelagic Sharks and Rays: Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group. Newbury, UK. 78pp

Campana, S. E., 2004. Photographic Atlas of Fish Otoliths of the Northwest Atlantic Ocean. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science* 133. Ottawa, Canada. 282

Carpenter, K. E. 2002. Bony fish. 601-2014. *En: The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2-3: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication.* Rome.

Carrier, J. C., Musick, J. A. y Heithause, M. R. 2004. Biology of Sharks and Their Relatives. CRC Press., 805pp

Carrier, J. C., Musick, J. A. y Heithause, M. R. 2010. Sharks and Their Relatives II, Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation. CRC Press., 681pp

Castillo, J. L. 1992. Diagnóstico de la Pesquería de Tiburón en México, Instituto Nacional de la Pesca, Secretaría de Pesca. 76 pp

Castillo-Géniz, J.L., J.F. Márquez, C. Rodríguez de la Cruz, E. Cortes y A. Cid del Prado. 1998. The Mexican artisanal shark fishery in the Gulf of Mexico: towards a regulated fishery. *Mar. Freshwater Res.*, **49**: 611-620

Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo Sistemático de los Peces Marinos que Penetran a las Aguas Continentales de México con Aspecto Zoogeográficos y Ecológicos. Dir. Gral. del Inst. Nal. Pesca. Serie Científica **19**: 298

Chávez-Costa, A. 2003. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. Instituto Politecnico Nacional, Centro de Interdisciplinario de ciencias marinas. La Paz, Baja California Sur, México.

Chipps, S. R. y Gatvey, J. E. 2006. Assessment of Food Habits and Feeding Patterns. *American Fisheries Society*. 1-41

Clark, E. y Von Schmidt, K. 1965. Sharks of the central gulf coast of Florida. *Bull. Mar. Sci.* **15**: 15-83

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

Cliff, G. 1995. Sharks caught in the protective gill nets off Kwazulu-Natal, South Africa. 8 The great hammerhead shark (*Sphyrna mokarran*) (Ruppell). *S. Afr. J. Mar. Sci.* **15**:105-114

Compagno, L., Dando, M. y Fowler, S. 2005 Sharks of the world. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 368 pp

Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **54**: 726 – 738

Cortes, E. 2002. Stock assessment of small coastal sharks in the U.S. Atlantic and Gulf of Mexico. NMFS Southeast Fisheries Science Center, Sustainable Fisheries Division Contribution, Panama City, FL, 133 pp

Cortés y Gruber, S. H. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia*. 204–218

Cortés, E., Manire, C. A. y Hueter, E. 1996. Diet, Feeding Habits, and Diel Feeding chronology of the Bonnethead Shark, *Sphyrna tiburo*, in Southwest Florida. *Bulletin of Marine Science*, **58(2)**: 353-367

Courchamp, F., Langlais, M. y Sugihara. 1999. Control of rabbits to protect island birds from cat predation. *Biological Conservation.*, **89**: 219-225

Crow, M.E. 1982. Some statistical techniques for analyzing the stomach contents of fish. *En: Cailliet, G.M. y C.A. Simenstad (Eds). Gutshop '81, Fish Food habits studies. Proceedings of the Third Pacific Workshop, Pacific Grove, CA, 8-15*

Dahlberg, M. D. And Heard, R. W. 1969. Observations on elasmobranchs from Georgia. *Quarterly Journal Florida Academy Sciences. 32:21-25*

Drymon, J. M. Powers, S. P. Y Carmichael, R. H. 2011. Trophic plasticity in the Atlantic sharpnose shark (*Rhizoprionodon terraenovae*) from the north central Gulf of Mexico. *Environmental Biology of Fishes. 1-15*

Dubranna, J. Pérez-Brunis, P., López, M. y Candela, J. 2011. Circulation over the continental shelf of the western and southwestern Gulf of Mexico. *Journal of Geophysical Research., 116: 17*

Duffy, J. E. 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *OIKOS. 99: 201-219*

Durán-Parra, M. T. 2011. Estimación de las dimensiones corporales de peces Beloniformes a partir de los otolitos capturados en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Boca del Rio, Boca del Rio, Veracruz, México.

Dye, T. S. y Longenecker, K. 2004. Manual of Hawaiian Fish Remains Identification Based on the Skeletal Reference Collection of Alan C, Ziegler and Includins Otoliths. *Society for Hawaiian Archaeology. 50pp*

Ellis, J. K. 2003. Diet of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*, in Chesapeake Bay and adjacent waters. Tesis. The College of William and Mary, Williamsburg. 90p

Ellis, J.R., Pawson, M. G. y Eshackley, S. 1996. The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of ray (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Ass. U. K., 76: 89-106.*

Fowler, S. L., Cavanagh, R. D., Camhi, M., Burgess, G. H., Cailliet, G. M., Fordham, S. V., Simpfendorfer, C. A. y Musick, J. A. 2005. Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. IUCN/SSC Shark Specialist Group. 454pp

García, N. N. E. 2008. Tiburones: conservación, pesca y comercio internacional. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 117 pp

García-Godos, N. I. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagita de algunos peces óseos del mar peruano. Instituto del mar de Perú. Callao, Perú.

García-Montes, J.F. Soto, L. A. y García, A. 1987. Cangrejos portúnidos del suroeste del Golfo de México: aspectos pesqueros y ecológicos. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, México.

Gelsleichter, J., Musick, J. A. y Nichols, S. 1999. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes* **54**: 205-217

Gruber, S.H. and A.A. Myrberg, Jr. 1977. Approaches to the study of the behavior of sharks. *Am. Zool.* **17**: 471-486

Gudger, E.W. 1949. Natural history notes on tiger sharks *Galeocerdo tigrinus*, caught at Key West, Florida, with emphasis on food and feeding habits. *Copeia* **1949**:39-47

Gunter, G. 1945. Studies of marine fishes of Texas. *Publ. Inst. Mar. Sci.* **1**: 1-190

Hamlett, C. W. 1999. Sharks, Skates, and Rays. The biology of elasmobranch fishes. The Hopkins University Press. 515 pp.

Heithaus, M, 2004. Predator Prey Interactions. En: Carrier, J. C. Musick, J. y Heithaus, M. *Biology of Sharks and Their Relatives*, CRC Press, Washington. 487-521p

Heithaus, M. R., Frid, A., Vaudo, J., Worm, B. y Wirsing, A. J. 2010. Unraveling the Ecological Importance of Elasmobranchs. En: Carrier, J. C., Musick, J. A. y Heithaus, M. R. *Sharks and Their relatives II, Biodiversity, Adaptive Physiology, and Conservation*. CRC Press., 611-637pp

Heithaus, M. R., Frid, A., Wirsing, A. J. y Worm, B. 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends in Ecology and Evolution.*, **23 (4)**: 202-210

Hernández, S., César, A. y Romay, S. 1977. Palangre tiburonero. Secretaría de Pesca. Instituto Nacional de Pesca. Folleto Especial. 46pp

Hernández-Carballo, A. 1971. Pesquerías de los Tiburones de México. Tesis Profesional. Instituto Politécnico Nacional. Esc. Nal. Cienc. Biol., México.

Hoffmayer, E. R. y Parson, G. R. 2003. Food habits of three shark species from the Mississippi Sound in the Northern Gulf of Mexico. *Southeastern Naturalist*. **2(2)**: 271-280

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

Hyslop, E. 1980. Stomach Content Analysis-a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.*, **17**: 411-429.

Jennings, S. y Kaiser, M. J. 1998. The Effects of Fishing on Marine Ecosystems. *Advance in Marine Biology*. **34**: 201-212

Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, **8**: 151-161

Krebs, C. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México. 753 pp

Labropoulou, M. y A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish. Biol.* **50**: 324 – 340

Lawrence, G. A. y Won, K. 1986. An Illustrated Guide to the Marine Decapod Crustaceans of Florida. *Technical Series*, **8 (1)**: 760

Lessa, R. P. y Almeida, Z. 1998. Feeding habits of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*, from Northern Brazil. *Cybium*. **22(4)**: 383-384

Liddell, D. W. 2010. Origen y Geología. En: Tunnell Jr, W. J. Chávez, E. A. Withers, K. 2010. Arrecifes coralinos del Sur del Golfo de México. Centro de Investigaciones Marinas, Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México. 293pp



- Martínez-Pérez, J. A., Chávez-Arteaga, M. M., Tello-Musi, J. L. y Morales-Aranda, A. A. 2007. Utilización de otolitos como herramienta en la determinación de especies. *Revista de zoología*, Universidad Nacional Autónoma de México, Tlalnepantla, México. **018**:13-18
- McEachran, J.D., Boesch, D. F. y Musick, J.A. 1976. Food division within two Sympatric species-pairs of skates (Pisces: Rajidae). *Marine Biology*, **35**: 301-317
- McEachran, J. D. y Fechhelm, J. D. 1998. Fishes of the Gulf of Mexico. Volumen I: Myxiniformes to Gasterosteiformes. University of Texas Press, Austin. 1103pp
- Méndez-Loeza, I., Cu-Salazar, N. y Angulo-Oliva, O. A. 2009. Hábitos alimentarios del cazón pech, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus, 1758), en el Sureste del Golfo de México. En: Memorias del Primer Simposium para el conocimiento de los recursos del Sureste de México y Primera reunión mesoamericana para el conocimiento de los recursos costeros, Ciudad del Carmen, Campeche, México. 43-44
- Merino, M. S. 1997. Upwelling on the Yucatan Shelf: Hydrographic evidence. *Journal of Marine Research* **13**: 101-21
- Monreal, M. A., Salas, D. A., Padilla, A. R. y Alatorre, M. A. 1992. Hydrography and estimation of density currents in the southern part of the Bay of Campeche, Mexico, *Ciencias. Marinas.*, **18**: 115– 133
- Monreal-Gómez, A. M., Salas-de-León, D. A. y Velasco-Mendoza, H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. En: Caso, M., Pisanty, I., Ezcurra E. Diagnóstico ambiental del Golfo de México. INE-SEMARNAT. 47-68
- Moreno-Rodríguez, F. Acevedo-Urzola, K. Paramo, J. 2008. Aportes de la Biología de tiburones y rayas demersales en la región norte del Caribe Colombiano. *Acta Biologica.*, **13 (3)**: 121-130
- Motta, P. J. y Wilga, C. D. 2001. Advance in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks. *Environmental Biology of Fishes* **60**: 131-156
- Myers, A. R., Baum, J. K., Shepherd, T. D., Powers, S, P. y Peterson, C, H. 2007. *Science, New Series.* **315 (5820)**: 1846-1850

- Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A. y Giraldo, A. 2007. Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. *BMC Ecology*. **7**:8
- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc. New York. 4<sup>th</sup> edition. 601 pp
- Olson, R. J. y F. Galván. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 279 – 298
- Otto, B. S., Berlow, L.E., Rank, E. N., Smiley, J. y Ulrich. 2008. Predator diversity and Identity Drive Interaction Strength and Trophic Cascades in a Food Web. . *Ecological Society of America Stable.*, **89 (1)**: 134-144
- Parson, G. R. 1987. Life history and bioenergetics of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo* (Linnaeus): a comparison of two populations. Ph. D. dissertation, University of South Florida, Tampa.
- Parsons, G. R. y Hoffmayer, E. R. 2005. Seasonal Changes in the Distribution and Relative Abundance of the Atlantic Sharpnose Shark *Rhizoprionodon terraenovae* in the North Central Gulf of Mexico. *Copeia.*, **4**: 914-920
- Pérez-Jiménez, J. C., I. Mendez-Loeza, N. Cu-Salazar. 2013. Current status of the shark fisheries in the southern Gulf of Mexico and the exploration of management strategies for their sustainable use. Technical Report No. 2. for Environmental Defense Fund. 31 pp
- Pinkas, L., M.S. Oliphant y I.L.K. Iverson, 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Calif. Fish Game*, **152**: 105
- Pittenger, G. G. 1984. Movements, distributions, feeding, and growth of the pacific angel sharks, *Squatina californica* off Santa Barbara, California. *Copeia*. 987-994
- Polis GA, Strong DR. 1996. Food web complexity and community dynamics. *American Naturalist.*, **147**: 813–846
- Priede, I. G., Froese, R., Bailey, D. M., Bergstad, O. A., Collins, M. A., Dyb, J. E., Henriques, C., Jones, E. G. y King, N. 2006. The absence of sharks from abyssal regions of the world's oceans. *Proc. R. Soc B.* **273**: 1435-1441

Prugh, L. R., Stoner, C. J., Epps, C. W., Bean, W. T., Ripple, W. J., Laliberte, A. S. y Brashares, J. S. 2009. The Rise of the Mesopredator. *Bio Science.*, **59 (9)**: 779-791

Rayner, M. J., Hauber, M. E., Imber, M. J., Stamp, R. K. y Clout, M. N. 2007. Spatial heterogeneity of mesopredator release within an oceanic island system. *PNAS.* **104 (52)**: 20862-20865

Roemer, G. W., Gompper, M. E. y Valkenburgh, B. V. 2009. The Ecological Role of the Mammalian Mesocarnivore. *Bio Science.*, **59 (2)**: 165-173

Rogers, P. J., Huveneers, C., Page, B., Hamer, D. J., Goldsworthy, S. D., Mitchell, J. G., and Seuront, L. 2012. A quantitative comparison of the diets of sympatric pelagic sharks in gulf and shelf ecosystems off southern Australia. *ICES Journal of Marine Science*, 69: 1382–1393.

Ruiz, T., Bazquez-Bader, A. R. y García, A. 2013. Asociaciones de megacrustáceos epibentónicos en la Sonda de Campeche, Golfo de México. *Revista mexicana de biodiversidad.* 84(1): 11

SAGARPA. 2013. Anuario estadístico de pesca. Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Salomon, K. A., Shears, T. N., Langlois, S. T. y Babcock, C. R. 2008. Cascading Effects of Fishing Can Alter Carbon Flow through a Temperate Coastal Ecosystem Ecological Applications. *Ecological Society of America Stable.*, **8**: 1874-1887

Shepherd, T.D. and Myers, R. A. 2005. Direct and indirect fishery effects on small coastal elasmobranchs in the northern Gulf of Mexico. *Ecol. Lett.*, **8**: 1095-1104

Schindler, D. E., Essington, T. E., Kitchell, J. F., Boggs, C, y Hilborn, R. 2002 Sharks and tunas: fisheries impacts on predators with contrasting life histories. *Ecol Appl.* **12**:735–748

Smith, P. E. y M. T. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology.* **63**: 1248 – 1253

Springer, 1967. Social organization of shark populations P.W. Gilbert, R.F. Mathewson, D.P. Rall (Eds.), *Sharks, Skates and Rays*, Johns Hopkins University Press, Baltimore. 149–174pp

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)

Stevens, J.D., Bonfil, R., Duvly N. K., and Walker, P. A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystem. *J. Mar. Sci.*, **57**: 476-494

Stillwell, C. E. y N. E. Kohler. 1982. Food, Feeding habits and Estimates of Daily Ration of the Shortfin Mako (*Isurus oxyrinchus*) in the Northwest Atlantic. *Can. Fish. Aquat. Sci.*, **39**: 407-414

Svetocheva, O., Stasenkova, N. y Fooks, G. 2007. Guide to bony fishes otoliths of the White Sea. *Joint Report Series*, **3**: 46

Tavares, M. 2002. Crustáceos. pp: 245-343 *En*: The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes, and chimaeras. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication*. Rome.

Talent, L.G. 1976. Food habits of the leopard shark, *Triakis semifasciata*, in Elkhorn Slough, Monterey Bay, California. *Cal. Fish Game*, **62**: 286-298

UICN 2012. Lista Roja de Especies Amenazadas. Versión 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).

Vaudo, J. J. y Heithause, M. R. 2009. Spatiotemporal variability in sandflat elasmobranch fauna in Shark Bay, Australia. *Mar. Biol.*, **156**: 2579-2590

Vázquez de la Cerda, A. M., Reid, R. O., DiMarco, S. F. y Jochens, A. E. 2005. Bay of Campeche Circulation: an Update. pp: 279-294 *En*: Sturdes, W. y Lugo-Fernandez. Circulation in the Gulf of Mexico: Observations and Models. American Geophysical Union.

Ward-Paige, C. A., Britten, G. L., Bethea, D. M. Y Carlson, J. K. 2014. Characterizing and predicting essential habitat features for juvenile coastal sharks. *Marine ecology*. 1-13

Wetherbee, B. M. y Cortés, E. 2004. Food Consumption and Feeding Habits. pp: 225-246 *En*: Carrier, J. C., Musick, J. A. y Heithause, M. R. *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC Press.

Wetherbee, B. M., Crow, G. L. y Lowe, C. 1996. Biology of the galapagos shark, *Carcharhinus galapagensis*, in Hawai'i. *Environm. Biol. Fish.* **45**: 299 – 310

Wetherbee, B.M., Gruber, S. H. y Cortés, E. 1990. Diet Feeding Habits, Digestion, and Consumption in sharks, with Special Reference to the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*. *In*: Pratt Jr., H.L., Gruber, S. H. Y Taniuchi, T. (eds). *Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the Biology. Ecology, Systematics, and the Status of the Fisheries*. NOAA Technical Report 90. 29-47 pp

Wilkinson T., Wiken, E., Creel, J. B., Hourigan, T. F., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan L. y Padilla, M. 2009. Ecorregiones marinas de América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 75-78

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

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

Zar, J. H. 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ. 944 pp

Zavala,-Hidalgo, J., Gallegos-García, A., Martínez-López, B., Morey, S. L. y O'Brien, J. 2006. Seasonal upwelling on the Western and Southern Shelves of the Gulf of Mexico. *Ocean Dynamics*., **56**: 333-338

Zavala-Hidalgo, J., Morey, S. L. y O'Brien, J. J. 2003. Seasonal circulation on the western shelf of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *Journal of Geophysical Ressearch*., **108 (C12)**: 19



## Anexo B

Fecha:

Formato No.\_\_\_\_

Especie:

No.	Fecha	LT	Sexo	Peso	Peso cont.	No. Presas	ILL	ID	Fotos

Presa	Cantidad	Peso	Observaciones

Especie:

No.	Fecha	LT	Sexo	Peso	Peso cont.	No. Presas	ILL	ID	Fotos

Presa	Cantidad	Peso	Observaciones

## Anexo C

Cuadro 8. Espectro trófico de *R. terraenovae*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Teuthida:								
Loliginidae:	6	3.53	6	1.53	9.36	0.4	6.8	0.2
<i>Loligo sp.</i>	2	1.18	2	0.51	122.26	5.1	6.6	0.2
<i>Lolliguncula brevis</i>	2	1.18	2	0.51	4.35	0.2	0.8	<0.01
CalamarNI	2	1.18	2	0.51	15.92	0.7	1.4	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopoda:								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	9	5.29	10	2.54	87.29	3.6	32.6	0.8
CefalópodoNI	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.1	<0.01
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Estomatopoda:								
Squillidae:								
<i>Squilla empusa</i>	6	3.53	6	1.53	12.67	0.5	7.2	0.2
Decapoda:								
<b>Camarones</b>								
Penaeidae:	2	1.18	2	0.51	1.11	<0.01	0.7	<0.01
<i>Farfantepenaeus sp.</i>	1	0.59	1	0.25	3.88	0.2	0.2	<0.01
CamarónNI	8	4.71	8	2.04	4.1	0.2	10.4	0.2
<b>Cangrejos</b>								
Portunidae:								
<i>Callinectes sp.</i>	3	1.76	3	0.76	31.4	1.3	3.6	<0.01
Paguroidea:	2	1.18	2	0.51	1.02	<0.01	0.6	<0.01
CangrejoNI	2	1.18	2	0.51	5.83	0.2	0.9	<0.01
CrustáceoNI	1	0.59	1	0.25	0.61	<0.01	0.2	<0.01
<b>BATOIDEOS</b>								
<b>Rayas</b>								
Rhinobatidae:	1	0.59	1	0.25	35.37	1.5	1.0	<0.01
RayaNI	1	0.59	1	0.25	7.69	0.3	0.3	<0.01
<b>TELEOSTEOS</b>								



**Peces Demersales**

Anguiliforme:	5	2.94	5	1.27	14.88	0.6	5.6	0.1
Muraenidae:								
<i>Gymnothorax nigromarginatus</i>	1	0.59	1	0.25	58.94	2.4	1.6	<0.01
Ophichthidae:	2	1.18	2	0.51	4.45	0.2	0.8	<0.01
Perciformes:								
Gerreidae:	2	1.18	2	0.51	6.72	0.3	0.9	<0.01
<i>Eucinostomus gula</i>	1	0.59	1	0.25	<0.013	<0.01	0.2	<0.01
Haemulidae:	1	0.59	1	0.25	5.12	0.2	0.3	<0.01
<i>Haemulon bonariense</i>	1	0.59	1	0.25	36.01	1.5	1.0	<0.01
<i>Haemulon plumierii</i>	8	4.71	11	2.80	217.56	9.0	55.6	1.3
Labridae:	1	0.59	1	0.25	36.45	1.5	1.0	<0.01
Lutjanidae:	1	0.59	1	0.25	52.36	2.2	1.4	<0.01
<i>Lutjanus sp.</i>	1	0.59	1	0.25	1.21	<0.01	0.2	<0.01
<i>Lutjanus campechanus</i>	1	0.59	1	0.25	83.4	3.5	2.2	<0.01
<i>Lutjanus synagris</i>	2	1.18	2	0.51	18.07	0.7	1.5	<0.01
Scaridae:								
<i>Nicholsina usta</i>	11	6.47	13	3.31	144.78	6.0	60.3	1.4
Sciaenidae:	6	3.53	7	1.78	47.4	2.0	13.2	0.3
<i>Stellifer lanceolatus</i>	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.1	<0.01
<i>Cynoscion nothus</i>	1	0.59	2	0.51	0.23	<0.01	0.3	<0.01
Sparidae:	2	1.18	2	0.51	18.99	0.8	1.5	<0.01
<i>Calamus sp.</i>	1	0.59	1	0.25	28.84	1.2	0.9	<0.01
<i>Lagodon rhomboides</i>	4	2.35	4	1.02	82.16	3.4	10.4	0.2
Pleuronectiforme:	3	1.76	3	0.76	4.13	0.2	1.6	<0.01
Achiridae:	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.1	<0.01
<i>Achirus sp.</i>	2	1.18	2	0.51	60.1	2.5	3.5	0.1
Bothidae:	6	3.53	6	1.53	1.01	<0.01	5.5	0.1
Cynoglossidae:	1	0.59	1	0.25	8.82	0.4	0.4	<0.01
<i>Symphurus sp.</i>	1	0.59	4	1.02	5	0.2	0.7	<0.01
Scorpaeniformes:								
Triglidae:								
<i>Prionotus longispinosus</i>	1	0.59	1	0.25	0.6	<0.01	0.2	<0.01
Siluriformes:								
Ariidae:	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.2	<0.01
Tetraodontiformes:								
Diodontidae:	1	0.59	1	0.25	4.59	0.2	0.3	<0.01
Monacanthidae:	4	2.35	4	1.02	55.58	2.3	7.8	0.2
Tetraodontidae	1	0.59	1	0.25	11.55	0.5	0.4	<0.01
Batrachoidiformes:								
Batrachoididae:								

<i>Batrachoides sp.</i>	1	0.59	1	0.25	0.12	<0.01	0.2	<0.01
<i>Porichthys sp.</i>	1	0.59	1	0.25	44.91	1.9	1.2	<0.01
Lophiiformes:								
Antennariidae:								
<i>Antennarius ocellatus</i>	1	0.59	1	0.25	56.73	2.4	1.5	<0.01
Aulopiformes:								
Synadontidae:	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.2	<0.01
<i>Synodus foetens</i>	1	0.59	1	0.25	2.94	0.1	0.2	<0.01
Syngnathiformes:								
Syngnathidae:								
<i>Hippocampus sp.</i>	1	0.59	1	0.25	13.69	0.6	0.5	<0.01
Ophidiiformes:								
Ophidiidae:	2	1.18	2	0.51	17.82	0.7	1.5	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Clupeiformes:								
Clupeidae:	15	8.82	70	17.81	66.08	2.7	181.3	4.2
<i>Harengula clupeola</i>	2	1.18	2	0.51	<0.01	<0.01	0.6	<0.01
<i>Opisthonema oglinum</i>	2	1.18	2	0.51	35.92	1.5	2.4	<0.01
Engraulidae:	12	7.06	27	6.87	36.17	1.5	59.1	1.4
<i>Centegraulis edentulus</i>	3	1.76	5	1.27	80.97	3.4	8.2	0.2
Perciformes:								
Carangidae:	1	0.59	1	0.25	70.25	2.9	1.9	<0.01
Serranidae:	1	0.59	1	0.25	3.14	0.1	0.2	<0.01
Beloniformes:								
Belonidae:	1	0.59	1	0.25	<0.01	<0.01	0.2	<0.01
Hemiramphidae:	1	0.59	1	0.25	1.47	<0.01	0.2	<0.01
Paraxocoetus:								
<i>Paraxocoetus hillianus</i>	1	0.59	1	0.25	58.32	2.4	1.6	<0.01
PezNI	110	64.71	139	35.37	570.96	23.7	3820.6	88.1

## Anexo D

Cuadro 9. Espectro trófico de hembras de *R. terraenovae*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
Calamares								
Teuthida:								

Loliginidae:	5	7.69	5	3.94	9.35	1.14	39.04	0.74
<i>Lolliguncula brevis</i>	1	1.54	1	0.79	3.26	0.40	1.82	<0.01
CalamarNI	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopoda:								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	7	10.77	8	6.30	25.47	3.10	101.24	1.92
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Estomatopoda:								
Squillidae:								
<i>Squilla empusa</i>	3	4.62	3	2.36	5.56	0.68	14.03	0.27
Decapoda:								
<b>Camarones</b>								
Penaeidae:	2	3.08	2	1.57	1.11	0.14	5.26	0.10
CamarónNI	5	7.69	5	3.94	2.53	0.31	32.65	0.62
<b>Cangrejos</b>								
Portunidae:								
<i>Callinectes sp.</i>	1	1.54	1	0.79	28.68	3.49	6.58	0.12
Paguroidea:	2	3.08	2	1.57	1.02	0.12	5.23	0.10
CangrejoNI	2	3.08	2	1.57	5.83	0.71	7.03	0.13
<b>BATOIDEOS</b>								
<b>Rayas</b>								
Rhinobatidae:	1	1.54	1	0.79	35.37	4.31	7.84	0.15
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Demersales</b>								
Anguiliforme:	1	1.54	1	0.79	0.74	<0.01	1.35	<0.01
Ophichthidae:	1	1.54	1	0.79	0.35	<0.01	1.28	<0.01
Perciformes:								
Gerreidae:	2	3.08	2	1.57	6.72	0.82	7.36	0.14
<i>Eucinostomus gula</i>	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
Haemulidae:								
<i>Haemulon plumierii</i>	2	3.08	2	1.57	92.04	11.21	39.33	0.75
Lutjanidae:								
<i>Lutjanus campechanus</i>	1	1.54	1	0.79	83.4	10.16	16.84	0.32
<i>Lutjanus synagris</i>	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
Scaridae:								
<i>Nicholsina usta</i>	4	6.15	4	3.15	32.27	3.93	43.57	0.83
Sciaenidae:	3	4.62	3	2.36	<0.01	<0.01	10.95	0.21
Sparidae:								
<i>Calamus sp.</i>	1	1.54	1	0.79	28.84	3.51	6.61	0.13

Pleuronectiformes:								
Achiridae:								
<i>Achirus sp.</i>	1	1.54	1	0.79	7.38	0.90	2.59	0.0
Bothidae:	4	6.15	4	3.15	<0.01	<0.01	19.42	0.37
Cynoglossidae:	1	1.54	1	0.79	8.82	1.07	2.86	0.1
Tetraodontiformes:								
Diodontidae:	1	1.54	1	0.79	4.59	0.56	2.07	<0.01
Monacanthidae:	2	3.08	2	1.57	28.12	3.42	15.38	0.29
Batrachoidiformes:								
Batrachoididae:								
<i>Porichthys sp.</i>	1	1.54	1	0.79	44.91	5.47	9.63	0.18
Lophiiformes:								
Antennariidae:								
<i>Antennarius ocellatus</i>	1	1.54	1	0.79	56.73	6.91	11.84	0.22
Ophidiiformes:								
Ophidiidae:	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Clupeiformes:								
Clupeidae:	6	9.23	7	5.51	31.09	3.79	85.83	1.63
<i>Harengula clupeola</i>	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
Engraulidae:	2	3.08	4	3.15	3.47	0.42	10.99	0.21
<i>Centengraulis edentulus</i>	1	1.54	1	0.79	40.17	4.89	8.74	0.17
Beloniformes:								
Belonidae:	1	1.54	1	0.79	<0.01	<0.01	1.22	<0.01
PezNI	44	67.69	53	41.73	233.1	28.38	4746.16	90.05

## Anexo E

Cuadro 10. Espectro trófico de machos de *R. terraenovae*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Teuthida:								
Loliginidae:	1	0.95	1	0.38	<0.01	<0.01	0.4	<0.01
<i>Loligo sp.</i>	2	1.90	2	0.75	122.26	7.7	16.1	0.4
<i>Lolliguncula brevis</i>	1	0.95	1	0.38	1.09	<0.01	0.4	<0.01
CalamarNI	1	0.95	1	0.38	15.89	1.0	1.3	<0.01

**Pulpos**

Octopoda:

Octopodidae:

*Octopus sp.* 2 1.90 2 0.75 61.82 3.9 8.8 0.2

CefalópodoNI 1 0.95 1 0.38 &lt;0.01 &lt;0.01 0.4 &lt;0.01

**CRUSTACEOS****Estomatópodos**

Estomatopoda:

Squillidae:

*Squilla empusa* 3 2.86 3 1.13 7.11 0.4 4.5 0.1

Decapoda:

**Camarones**

Penaeidae:

*Farfantepenaeus sp.* 1 0.95 1 0.38 3.88 0.2 0.6 <0.01

CamarónNI 3 2.86 3 1.13 1.57 &lt;0.01 3.5 &lt;0.01

**Cangrejos**

Portunidae:

*Callinectes sp.* 2 1.90 2 0.75 2.72 0.2 1.8 <0.01

CrustáceoNI 1 0.95 1 0.38 0.61 &lt;0.01 0.4 &lt;0.01

**BATOIDEOS****Rayas**

RayaNI 1 0.95 1 0.38 7.69 0.5 0.8 &lt;0.01

**TELEOSTEOS****Peces Demersales**

Anguiliforme: 4 3.81 4 1.50 14.14 0.9 9.1 0.2

Muraenidae:

*Gymnothorax nigromarginatus* 1 0.95 1 0.38 58.94 3.7 3.9 <0.01

Ophichthidae: 1 0.95 1 0.38 4.1 0.3 0.6 &lt;0.01

Perciformes:

Haemulidae: 1 0.95 1 0.38 5.12 0.3 0.7 &lt;0.01

*Haemulon bonariense* 1 0.95 1 0.38 36.01 2.3 2.5 <0.01*Haemulon plumierii* 6 5.71 9 3.38 125.52 7.9 64.4 1.6

Labridae: 1 0.95 1 0.38 36.45 2.3 2.5 &lt;0.01

Lutjanidae: 1 0.95 1 0.38 52.36 3.3 3.5 &lt;0.01

*Lutjanus sp.* 1 0.95 1 0.38 1.21 <0.01 0.4 <0.01*Lutjanus synagris* 1 0.95 1 0.38 18.04 1.1 1.4 <0.01

Scaridae:

*Nicholsina usta* 7 6.67 9 3.38 112.51 7.1 69.7 1.8

Sciaenidae: 3 2.86 4 1.50 47.31 3.0 12.8 0.3

*Stellifer lanceolatus* 1 0.95 1 0.38 <0.011 <0.01 0.4 <0.01*Cynoscion nothus* 1 0.95 2 0.75 0.23 <0.01 0.7 <0.01

Sparidae:	2	1.90	2	0.75	18.99	1.2	3.7	<0.01
<i>Calamus sp.</i>								
<i>Lagodon rhomboides</i>	4	3.81	4	1.50	82.16	5.2	25.4	0.6
Pleuronectiformes:	3	2.86	3	1.13	4.13	0.3	4.0	<0.01
Achiridae:	1	0.95	1	0.38	<0.01	<0.01	0.4	<0.01
<i>Achirus sp.</i>	1	0.95	1	0.38	52.71	3.3	3.5	0.1
Bothidae:	2	1.90	2	0.75	0.96	<0.01	1.5	<0.01
Cynoglossidae:								
<i>Symphurus sp.</i>	1	0.95	4	1.50	5	0.3	1.7	<0.01
Scorpaeniformes:								
Triglidae:								
<i>Prionotus longispinosus</i>	1	0.95	1	0.38	0.6	<0.01	0.4	<0.01
Siluriformes:								
Ariidae:	1	0.95	1	0.38	<0.01	<0.01	0.4	<0.01
Tetraodontiformes:								
Monacanthidae:	2	1.90	2	0.75	27.46	1.7	4.7	0.1
Tetraodontidae	1	0.95	1	0.38	11.55	0.7	1.0	<0.01
Batrachoidiformes:								
Batrachoididae:								
<i>Batrachoides sp.</i>	1	0.95	1	0.38	0.12	<0.01	0.4	<0.01
Aulopiformes:								
Synadontidae:	1	0.95	1	0.38	<0.01	<0.01	0.4	<0.01
<i>Synodus foetens</i>	1	0.95	1	0.38	2.94	0.2	0.5	<0.01
Syngnathiformes:								
Syngnathidae:								
<i>Hippocampus sp.</i>	1	0.95	1	0.38	13.69	0.9	1.2	<0.01
Ophidiformes:								
Ophidiidae:	1	0.95	1	0.38	17.8	1.1	1.4	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Clupeiformes:								
Clupeidae:	9	8.57	63	23.68	34.99	2.2	221.9	5.6
<i>Harengula clupeola</i>	1	0.95	1	0.38	<0.01	<0.01	0.4	<0.01
<i>Opisthonema oglinum</i>	2	1.90	2	0.75	35.92	2.3	5.7	0.1
Engraulidae:	10	9.52	23	8.65	32.7	2.1	101.9	2.6
<i>Centegraulis edentulus</i>	2	1.90	4	1.50	40.8	2.6	7.8	0.2
Perciformes:								
Carangidae:	1	0.95	1	0.38	70.25	4.4	4.6	0.1
Serranidae:	1	0.95	1	0.38	3.14	0.2	0.5	<0.01
Beloniformes:								
Hemiramphidae:	1	0.95	1	0.38	1.47	<0.01	0.4	<0.01
Paraxocoetus:								

Parexocoetus hillianus	1	0.95	1	0.38	58.32	3.7	3.9	<0.01
PezNI	66	62.86	86	32.33	337.9	21.2	3367.8	84.7

## Anexo F

Cuadro 11. Espectro trófico de juveniles de *R. terraenovae*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Teuthida:								
Loliginidae:	6	5.94	6	2.18	9.36	1.06	19.28	0.33
<i>Lolliguncula brevis</i>	2	1.98	2	0.73	4.35	0.49	2.42	<0.01
CalamarNI	2	1.98	2	0.73	15.92	1.81	5.02	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopoda:								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	5	4.95	6	2.18	5.05	0.57	13.64	0.23
CefalópodoNI	1	0.99	1	0.36	<0.011	<0.01	0.36	<0.01
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Estomatopoda:								
Squillidae:								
<i>Squilla empusa</i>	5	4.95	5	1.82	8.08	0.92	13.55	0.23
Decapoda:								
<b>Camarones</b>								
Penaeidae:	2	1.98	2	0.73	1.11	0.13	1.69	<0.01
<i>Farfantepenaeus sp.</i>	1	0.99	1	0.36	3.88	0.44	0.80	<0.01
CamarónNI	7	6.93	7	2.55	3.96	0.45	20.76	0.35
<b>Cangrejos</b>								
Portunidae:								
<i>Callinectes sp.</i>	2	1.98	2	0.73	2.72	0.31	2.05	<0.01
Paguroidea:	1	0.99	1	0.36	1.01	0.11	0.47	<0.01
CangrejoNI	2	1.98	2	0.73	5.83	0.66	2.75	<0.01
<b>BATOIDEOS</b>								
<b>Rayas</b>								
RayaNI	1	0.99	1	0.36	7.69	0.87	1.23	<0.01
<b>TELEOSTEOS</b>								

**Peces Demersales**

Anguiliforme:	5	4.95	5	1.82	14.88	1.69	17.37	0.30
Muraenidae:								
<i>Gymnothorax nigromarginatus</i>	1	0.99	1	0.36	58.94	6.70	6.99	0.12
Ophichthidae:	2	1.98	2	0.73	4.45	0.51	2.44	<0.01
Perciformes:								
Gerreidae:	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
<i>Eucinostomus gula</i>	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
Haemulidae:								
<i>Haemulon plumierii</i>	2	1.98	2	0.73	35.58	4.04	9.45	0.16
Lutjanidae:								
<i>Lutjanus sp.</i>	1	0.99	1	0.36	1.21	0.14	0.50	<0.01
<i>Lutjanus synagris</i>	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
Scaridae:								
<i>Nicholsina usta</i>	3	2.97	3	1.09	29.37	3.34	13.16	0.22
Sciaenidae:	4	3.96	5	1.82	47.32	5.38	28.50	0.49
<i>Stellifer lanceolatus</i>	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
<i>Cynoscion nothus</i>	1	0.99	2	0.73	0.23	<0.01	0.75	<0.01
Sparidae:	2	1.98	2	0.73	18.99	2.16	5.71	<0.01
<i>Lagodon rhomboides</i>	1	0.99	1	0.36	26.36	3.00	3.33	<0.01
Pleuronectiforme:	2	1.98	2	0.73	2.1	0.24	1.91	<0.01
Achiridae:	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
Bothidae:	4	3.96	4	1.45	<0.01	<0.01	5.78	<0.01
Cynoglossidae:								
<i>Symphurus sp.</i>	1	0.99	4	1.45	5	0.57	2.00	<0.01
Scorpaeniformes:								
Triglidae:								
<i>Prionotus longispinosus</i>	1	0.99	1	0.36	0.6	<0.01	0.43	<0.01
Tetraodontiformes:								
Diodontidae:	1	0.99	1	0.36	4.59	0.52	0.88	<0.01
Monacanthidae:	1	0.99	1	0.36	2.5	0.28	0.64	<0.01
Batrachoidiformes:								
Batrachoididae:								
<i>Batrachoides sp.</i>	1	0.99	1	0.36	0.12	<0.01	0.37	<0.01
<i>Porichthys sp.</i>	1	0.99	1	0.36	44.91	5.11	5.41	<0.01
Aulopiformes:								
Synadontidae:	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
Ophidiiformes:								
Ophidiidae:	2	1.98	2	0.73	17.82	2.03	5.45	<0.01

**Peces Pelágicos**

Clupeiformes:



Clupeidae:	12	11.88	67	24.36	39.13	4.45	342.32	5.84
<i>Harengula clupeola</i>	2	1.98	2	0.73	<0.01	<0.01	1.45	<0.01
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	0.99	1	0.36	14.42	1.64	1.98	<0.01
Engraulidae:	10	9.90	25	9.09	34.48	3.92	128.82	2.20
<i>Centengraulis edentulus</i>	2	1.98	4	1.45	70.17	7.98	18.68	0.32
Beloniformes:								
Belonidae:	1	0.99	1	0.36	<0.01	<0.01	0.36	<0.01
Hemiramphidae:	1	0.99	1	0.36	1.47	0.17	0.53	<0.01
PezNI	74	73.27	89	32.36	335.8	38.18	5168.39	88.20

## Anexo G

Cuadro 12. Espectro trófico de adultos de *R. terraenovae*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Teuthida:								
Loliginidae:								
<i>Loligo sp.</i>	2	3.08	2	1.80	122	8.39	31.36	0.84
<b>Pulpos</b>								
Octopoda:								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	4	6.15	4	3.60	82.2	5.64	56.91	1.52
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Estomatopoda:								
Squillidae:								
<i>Squilla empusa</i>	1	1.54	1	0.90	4.59	0.32	1.87	<0.01
Decapoda:								
<b>Cangrejos</b>								
Paguroidea:	1	1.54	1	0.90	<0.01	<0.01	1.39	<0.01
CrustáceoNI	1	1.54	1	0.90	0.61	<0.01	1.45	<0.01
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Demersales</b>								
Perciformes:								
Gerreidae:	1	1.54	1	0.90	6.71	0.46	2.09	<0.01
Haemulidae:	1	1.54	1	0.90	5.12	0.35	1.93	<0.01

<i>Haemulon bonariense</i>	1	1.54	1	0.90	36	2.47	5.19	0.14
<i>Haemulon plumierii</i>	6	9.23	9	8.11	182	12.49	190.13	5.08
Labridae:	1	1.54	1	0.90	36.5	2.50	5.23	0.14
Lutjanidae:	1	1.54	1	0.90	52.4	3.59	6.91	0.18
<i>Lutjanus campechanus</i>	1	1.54	1	0.90	83.4	5.72	10.19	0.27
<i>Lutjanus synagris</i>	1	1.54	1	0.90	18	1.24	3.29	<0.01
Scaridae:								
<i>Nicholsina usta</i>	8	12.31	10	9.01	115	7.92	208.36	5.57
Sciaenidae:	2	3.08	2	1.80	<0.01	<0.01	5.56	0.15
Sparidae:								
<i>Calamus sp.</i>	1	1.54	1	0.90	28.8	1.98	4.43	0.12
<i>Lagodon rhomboides</i>	3	4.62	3	2.70	55.8	3.83	30.15	0.81
Pleuronectiformes:	1	1.54	1	0.90	2.03	0.14	1.60	<0.01
Achiridae:								
<i>Achirus sp.</i>	2	3.08	2	1.80	60.1	4.12	18.23	0.49
Bothidae:	2	3.08	2	1.80	0.96	<0.01	5.75	0.15
Siluriformes:								
Ariidae:	1	1.54	1	0.90	<0.01	<0.01	1.39	<0.01
Tetraodontiformes:								
Monacanthidae:	3	4.62	3	2.70	53.1	3.64	29.29	0.78
Tetraodontidae:	1	1.54	1	0.90	11.6	0.79	2.61	<0.01
Lophiiformes:								
Antennariidae:								
<i>Antennarius ocellatus</i>	1	1.54	1	0.90	56.7	3.89	7.38	0.20
Aulopiformes:								
Synodontidae:								
<i>Synodus foetens</i>	1	1.54	1	0.90	2.94	0.20	1.70	<0.01
Syngnathiformes:								
Syngnathidae:								
<i>Hippocampus sp.</i>	1	1.54	1	0.90	13.7	0.94	2.83	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Clupeiformes:								
Clupeidae:	3	4.62	3	2.70	27	1.85	21.01	0.56
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	1.54	1	0.90	21.5	1.48	3.66	<0.01
Engraulidae:	2	3.08	2	1.80	1.69	0.12	5.90	0.16
<i>Centegraulis edentulus</i>	1	1.54	1	0.90	10.8	0.74	2.53	<0.01
Perciformes:								
Carangidae:	1	1.54	1	0.90	70.3	4.82	8.80	0.24
Serranidae:	1	1.54	1	0.90	3.14	0.22	1.72	<0.01
Beloniformes:								
Paraxocoetus:								

Parexocoetus hillianus	1	1.54	1	0.90	58.3	4.00	7.54	0.20
PezNI	34	52.31	47	42.34	233	16.02	3052.73	81.60

## Anexo H

Cuadro 13. Espectro trófico de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Loliginidae:	2	1.32	4	0.63	0.5	<0.01	0.85	<0.01
<i>Lolliguncula sp.</i>	3	1.99	9	1.42	<0.01	<0.01	2.81	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	6	3.97	8	1.26	0.15	<0.01	5.01	<0.01
<i>Octopus maya</i>	9	5.96	15	2.36	562.65	12.97	91.35	1.65
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Squillidae:								
<i>Squilla sp.</i>	12	7.95	13	2.04	24.69	0.57	20.77	0.37
<i>Squilla empusa</i>	13	8.61	15	2.36	29.88	0.69	26.23	0.47
<b>Camarones</b>								
Aristidae:	1	0.66	2	0.31	1.1	<0.01	0.23	<0.01
Palaemonidae:	1	0.66	1	0.16	1.82	<0.01	0.13	<0.01
Penaidae:	12	7.95	21	3.30	16.55	0.38	29.27	0.53
Solenoceridae:	1	0.66	2	0.31	0.88	<0.01	0.22	<0.01
Sicyonidae:								
<i>Sicyonia sp.</i>	6	3.97	7	1.10	14.62	0.34	5.71	0.10
<i>Sicyonia stimpsoni</i>	1	0.66	3	0.47	2.12	<0.01	0.34	<0.01
CamarónNI	17	11.26	37	5.82	22.65	0.52	71.37	1.29
<b>Cangrejos</b>								
Aethridae:								
<i>Hepatus epheliticus</i>	6	3.97	8	1.26	41	0.95	8.75	0.16
Calappidae:								
<i>Calappa sp.</i>	2	1.32	3	0.47	3.97	<0.01	0.75	<0.01
Majidae:	1	0.66	2	0.31	3.73	<0.01	0.27	<0.01
<i>Pitho sp.</i>	1	0.66	1	0.16	0.71	<0.01	0.11	<0.01
Paguroidea:	2	1.32	2	0.31	29.12	0.67	1.31	<0.01
CangrejoNI	11	7.28	11	1.73	17.85	0.41	15.60	0.28
<b>Jaibas</b>								
Portunidae:	16	10.60	22	3.46	69.71	1.61	53.68	0.97
<i>Portunus sp.</i>	5	3.31	15	2.36	53.43	1.23	11.89	0.21

<i>Portunus sayi</i>	1	0.66	1	0.16	5.06	0.12	0.18	<0.01
<i>Portunus spinimanus</i>	1	0.66	2	0.31	9.04	0.21	0.35	<0.01
<i>Callinectes sp.</i>	46	30.46	166	26.10	717.11	16.53	1298.65	23.39
<i>Callinectes sapidus</i>	14	9.27	33	5.19	350.85	8.09	123.09	2.22
<i>Callinectes similis</i>	69	45.70	202	31.76	2175.4	50.14	3742.59	67.39
CrustáceoNI	6	3.97	14	2.20	91.78	2.12	17.15	0.31
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Demersales</b>								
Arridae:								
<i>Bagre marinus</i>	1	0.66	1	0.16	<0.01	<0.01	0.10	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Carrangidae:	1	0.66	1	0.16	17.84	0.41	0.38	<0.01
Clupeidae:	1	0.66	1	0.16	<0.01	<0.01	0.10	<0.01
Engraulidae:	1	0.66	1	0.16	<0.01	<0.01	0.10	<0.01
Hemiramphidae:	1	0.66	1	0.16	0.32	<0.01	0.11	<0.01
PezNI	10	6.62	12	1.89	73.87	1.70	23.77	0.43

## Anexo I

Cuadro 14. Espectro trófico de hembras de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Loliginidae:	2	1.90	4	0.90	0.5	<0.01	1.74	<0.01
<i>Lolliguncula sp.</i>	1	0.95	3	0.68	<0.01	<0.01	0.65	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	5	4.76	7	1.58	0.14	<0.01	7.54	0.12
<i>Octopus maya</i>	6	5.71	6	1.35	562.43	14.39	89.99	1.43
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Squillidae:								
<i>Squilla sp.</i>	9	8.57	10	2.26	16.34	0.42	22.93	0.36
<i>Squilla empusa</i>	6	5.71	6	1.35	11.33	0.29	9.40	0.15
<b>Camarones</b>								
Aristidae:	1	0.95	2	0.45	1.1	<0.01	0.46	<0.01
Penaidae:	5	4.76	5	1.13	3.25	<0.01	5.77	<0.01
Solenoceridae:	1	0.95	2	0.45	0.88	<0.01	0.45	<0.01
Sicyonidae:								
<i>Sicyonia sp.</i>	3	2.86	4	0.90	7.33	0.19	3.12	<0.01
CamarónNI	7	6.67	17	3.84	12.23	0.31	27.67	0.44

<b>Cangrejos</b>								
Aethridae:								
<i>Hepatus epheliticus</i>	3	2.86	3	0.68	17.93	0.46	3.25	<0.01
Calappidae:								
<i>Calappa sp.</i>	2	1.90	3	0.68	3.97	0.10	1.48	<0.01
Paguroidea:								
CangrejoNI	6	5.71	6	1.35	9.37	0.24	9.11	0.14
<b>Jaibas</b>								
Portunidae:								
<i>Portunus sp.</i>	4	3.81	11	2.48	40.79	1.04	13.44	0.21
<i>Portunus spinimanus</i>	1	0.95	2	0.45	9.04	0.23	0.65	<0.01
<i>Callinectes sp.</i>	35	33.33	129	29.12	678.85	17.37	1549.75	24.62
<i>Callinectes sapidus</i>	13	12.38	29	6.55	342.14	8.76	189.46	3.01
<i>Callinectes similis</i>	52	49.52	161	36.34	1963.6	50.25	4288.46	68.14
CrustáceoNI								
	2	1.90	9	2.03	78.79	2.02	7.71	0.12
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Demersales</b>								
Arridae:								
<i>Bagre marinus</i>	1	0.95	1	0.23	<0.01	<0.01	0.22	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Carrangidae:								
	1	0.95	1	0.23	17.84	0.46	0.65	<0.01
Clupeidae:								
	1	0.95	1	0.23	<0.01	<0.01	0.22	<0.01
Engraulidae:								
	1	0.95	1	0.23	<0.01	<0.01	0.22	<0.01
PezNI								
	8	7.62	9	2.03	65.91	1.69	28.33	0.45

## Anexo J

Cuadro 15. Espectro trófico de machos de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Loliginidae:								
<i>Lolliguncula sp.</i>	2	4.44	6	3.13	<0.01	<0.01	13.93	0.32
<b>Pulpos</b>								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	1	2.22	1	0.52	<0.01	<0.01	1.16	<0.01
<i>Octopus maya</i>	3	6.67	9	4.69	0.22	<0.01	31.59	0.72
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Squillidae:								
<i>Squilla sp.</i>	3	6.67	3	1.56	8.35	1.95	23.42	0.54

<i>Squilla empusa</i>	7	15.56	9	4.69	18.55	4.33	140.32	3.21
<b>Camarones</b>								
Palaemonidae:	1	2.22	1	0.52	1.82	0.43	2.10	<0.01
Penaidae:	7	15.56	16	8.33	13.3	3.11	177.95	4.07
Sicyonidae:								
<i>Sicyonia sp.</i>	3	6.67	3	1.56	7.29	1.70	21.77	0.50
<i>Sicyonia stimpsoni</i>	1	2.22	3	1.56	2.12	0.50	4.57	0.10
CamarónNI	10	22.22	20	10.42	10.42	2.43	285.57	6.53
<b>Cangrejos</b>								
Aethridae:								
<i>Hepatus epheliticus</i>	3	6.67	5	2.60	23.07	5.39	53.28	1.22
Majidae:	1	2.22	2	1.04	3.73	0.87	4.25	<0.01
<i>Pitho sp.</i>	1	2.22	1	0.52	0.71	0.17	1.53	<0.01
Paguroidea:	1	2.22	1	0.52	1.19	0.28	1.78	<0.01
CangrejoNI	5	11.11	5	2.60	8.48	1.98	50.94	1.17
<b>Jaibas</b>								
Portunidae:								
<i>Portunus sp.</i>	1	2.22	4	2.08	12.64	2.95	11.19	0.26
<i>Portunus sayi</i>	1	2.22	1	0.52	5.06	1.18	3.78	<0.01
<i>Callinectes sp.</i>	10	22.22	36	18.75	35.41	8.27	600.46	13.74
<i>Callinectes sapidus</i>	1	2.22	4	2.08	8.71	2.03	9.15	0.21
<i>Callinectes similis</i>	17	37.78	41	21.35	211.85	49.48	2676.06	61.23
CrustáceoNI	4	8.89	5	2.60	12.99	3.03	50.12	1.15
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Pelágicos</b>								
Hemiramphidae:	1	2.22	1	0.52	0.32	<0.01	1.32	<0.01
PezNI	2	4.44	3	1.56	7.96	1.86	15.21	0.35

## Anexo K

Cuadro 16. Espectro trófico de neonatos de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Camarones</b>								
Aristidae:	1	6.25	2	8	1.1	2.07	62.91	1.26
Palaemonidae:	1	6.25	1	4	1.82	3.42	46.37	0.93
Penaidae:	2	12.5	2	8	1.57	2.95	136.86	2.74
CamarónNI	2	12.5	2	8	0.27	0.51	106.34	2.13
<b>Cangrejos</b>								
CangrejoNI	4	25	4	16	9.48	17.81	845.15	16.94
<b>Jaibas</b>								

Portunidae:	3	18.75	3	12	10.63	19.97	599.37	12.01
<i>Callinectes sp.</i>	2	12.5	2	8	5.43	10.20	227.49	4.56
<i>Callinectes similis</i>	6	37.5	9	36	22.94	43.09	2965.80	59.43

## Anexo L

Cuadro 17. Espectro trófico de juveniles de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Loliginidae:	2	2.99	4	1.27	0.5	<0.01	3.90	<0.01
<i>Lolliguncula sp.</i>	2	2.99	6	1.90	<0.01	<0.01	5.69	0.14
<b>Pulpos</b>								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	3	4.48	4	1.27	0.12	<0.01	5.73	0.14
<i>Octopus maya</i>	6	8.96	7	2.22	358.86	26.81	260.03	6.51
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Squillidae:								
<i>Squilla sp.</i>	5	7.46	6	1.90	11.29	0.84	20.51	0.51
<i>Squilla empusa</i>	7	10.45	7	2.22	11.56	0.86	32.24	0.81
<b>Camarones</b>								
Penaidae:	6	8.96	6	1.90	2.23	0.17	18.55	0.46
Solenoceridae:	1	1.49	2	0.63	0.88	<0.01	1.05	<0.01
Sicyonidae:								
<i>Sicyonia sp.</i>	3	4.48	4	1.27	7.33	0.55	8.14	0.20
<i>Sicyonia stimpsoni</i>	1	1.49	3	0.95	2.12	0.16	1.66	<0.01
CamarónNI	13	19.40	29	9.21	17.62	1.32	204.18	5.11
<b>Cangrejos</b>								
Aethridae:								
<i>Hepatus epheliticus</i>	6	8.96	8	2.54	41	3.06	50.18	1.26
Calappidae:								
<i>Calappa sp.</i>	2	2.99	3	0.95	3.97	0.30	3.73	<0.01
Majidae:	1	1.49	2	0.63	3.73	0.28	1.36	<0.01
<i>Pitho sp.</i>	1	1.49	1	0.32	0.71	<0.01	0.55	<0.01
Paguroidea:	1	1.49	1	0.32	1.19	<0.01	0.61	<0.01
CangrejoNI	5	7.46	5	1.59	6.18	0.46	15.29	0.38
<b>Jaibas</b>								
Portunidae:	12	17.91	18	5.71	51.96	3.88	171.88	4.30

<i>Portunus sp.</i>	4	5.97	11	3.49	40.79	3.05	39.04	0.98
<i>Portunus sayi</i>	1	1.49	1	0.32	5.06	0.38	1.04	<0.01
<i>Portunus spinimanus</i>	1	1.49	2	0.63	9.04	0.68	1.96	<0.01
<i>Callinectes sp.</i>	17	25.37	89	28.25	238.18	17.80	1168.46	29.25
<i>Callinectes sapidus</i>	6	8.96	15	4.76	59.46	4.44	82.43	2.06
<i>Callinectes similis</i>	23	34.33	68	21.59	444.13	33.19	1880.28	47.06
CrustáceoNI	3	4.48	7	2.22	1.82	0.14	10.56	0.26
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Demersales</b>								
Arridae:								
<i>Bagre marinus</i>	1	1.49	1	0.32	<0.01	<0.01	0.47	<0.01
<b>Peces Pelágicos</b>								
Carrangidae:	1	1.49	1	0.32	17.84	1.33	2.46	<0.01
Hemiramphidae:	1	1.49	1	0.32	0.32	<0.01	0.51	<0.01
PezNI	2	2.99	3	0.95	0.36	<0.01	2.92	<0.01

## Anexo M

Cuadro 18. Espectro trófico de adultos de *S. tiburo*, expresado en valores absolutos y porcentuales de los métodos Numérico (N y %N), Gravimétrico (P y %P), Frecuencia de Ocurrencia (FO y %FO) e Índice de Importancia Relativa (IIR y %IIR).

PRESAS	FO	%FO	N	%N	P	%P	IIR	%IIR
<b>CEFALÓPODOS</b>								
<b>Calamares</b>								
Loliginidae:								
<i>Lolliguncula sp.</i>	1	1.49	3	1.02	<0.01	<0.01	1.52	<0.01
<b>Pulpos</b>								
Octopodidae:								
<i>Octopus sp.</i>	3	4.48	4	1.36	<0.01	<0.01	6.08	<0.01
<i>Octopus maya</i>	3	4.48	8	2.71	203.79	6.92	43.12	0.53
<b>CRUSTACEOS</b>								
<b>Estomatópodos</b>								
Squillidae:								
<i>Squilla sp.</i>	7	10.45	7	2.37	13.4	0.45	29.54	0.36
<i>Squilla empusa</i>	6	8.96	8	2.71	18.32	0.62	29.85	0.37
<b>Camarones</b>								
Penaidae:	4	5.97	13	4.41	12.75	0.43	28.89	0.36
Sicyonidae:								
<i>Sicyonia sp.</i>	3	4.48	3	1.02	7.29	0.25	5.66	<0.01
CamarónNI	2	2.99	6	2.03	4.76	0.16	6.55	<0.01
<b>Cangrejos</b>								
Paguroidea:	1	1.49	1	0.34	27.93	0.95	1.92	<0.01



CangrejoNI	1	1.49	1	0.34	0.89	<0.01	0.55	<0.01
<b>Jaibas</b>								
Portunidae:	1	1.49	1	0.34	7.12	0.24	0.87	<0.01
<i>Portunus sp.</i>	1	1.49	4	1.36	12.64	0.43	2.66	<0.01
<i>Callinectes sp.</i>	27	40.30	75	25.42	473.5	16.07	1672.32	20.64
<i>Callinectes sapidus</i>	8	11.94	18	6.10	291.39	9.89	190.97	2.36
<i>Callinectes similis</i>	40	59.70	125	42.37	1708.3	58.00	5992.12	73.94
CrustáceoNI	3	4.48	7	2.37	89.96	3.05	24.30	0.30
<b>TELEOSTEOS</b>								
<b>Peces Pelágicos</b>								
Clupeidae:	1	1.49	1	0.34	<0.01	<0.01	0.51	<0.01
Engraulidae:	1	1.49	1	0.34	<0.01	<0.01	0.51	<0.01
PezNI	8	11.94	9	3.05	73.51	2.50	66.23	0.82