



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ECOLOGÍA TRÓFICA
DEL TIBURÓN PILOTO**
Carcharhinus falciformis (Müller & Henle, 1839)
EN LA COSTA SUR DE JALISCO, MÉXICO.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA

ALMA VIANNEY BARAJAS CALDERON

LA PAZ, B.C.S., JULIO DEL 2018



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

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 23 del mes de Mayo del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

"ECOLOGÍA TRÓFICA DEL TIBURÓN PILOTO *Carcharhinus falciformis*
(Müller & Henle, 1839) EN LA COSTA SUR DE JALISCO, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

BARAJAS

Apellido paterno

CALDERÓN

materno

ALMA VIANNEY

nombre(s)

Con registro:

B	1	6	0	6	3	3
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de:

MAESTRIA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

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

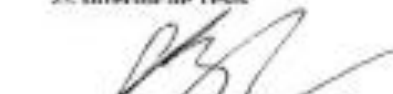
LA COMISION REVISORA

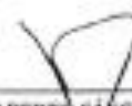
Directores de Tesis


DR. ARTURO TRIPP VALDEZ
Director de Tesis


M en C. BERNABÉ AGUILAR PALOMINO
2º. Director de Tesis


DR. FELIPE GALVÁN MAGAÑA


DR. MANUEL JESÚS ZETINA REJÓN


DR. ALBERTO SÁNCHEZ GONZÁLEZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES


DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO



IPN.
CICIMAR
DIRECCIÓN



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 04 del mes de Junio del año 2018

El (la) que suscribe BM. ALMA VIANNEY BARAJAS CALDERÓN Alumno (a) del Programa

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B160633 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. ARTURO TRIPP VALDEZ Y M en C. BERNABÉ AGUILAR PALOMINO

y cede los derechos del trabajo titulado:

"ECOLOGÍA TRÓFICA DEL TIBURÓN PILOTO *Carcharhinus falciformis*

(Müller & Henle, 1839) EN LA COSTA SUR DE JALISCO, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la

siguiente dirección: vianney.barajasc@gmail.com - atrippv@gmail.mx - baguilar007@gmail.com

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

BM. ALMA VIANNEY BARAJAS CALDERÓN

Nombre y firma del alumno

A mi madre,
Ariel,
Eduardo,
Camila,
Vini y
Kathara...

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, agradecer a CONACYT y BEIFI, por la beca brindada, porque sin ella, no hubiera llegado hasta hoy.

A CICIMAR y sus profesores, por todo el conocimiento adquirido.

Al Dr. Arturo Tripp, gracias por toda la paciencia, la accesibilidad, la enseñanza y el tiempo que me brindó. Para mí, uno de los mejores. Mis respetos.

Al Dr. Felipe, por abrirme las puertas a este mundo de la ciencia, por su confianza y apoyo en la realización de esta tesis.

A mi comité, M. en C. Bernabé Palomino, Dr. Alberto Sánchez y Dr. Manuel Zetina, por sus buenas y acertadas correcciones.

A Humberto Ceseña, César Casas y Magda Mendoza por la amabilidad y todo el apoyo administrativo.

A mi Madre, por su amor, su apoyo moral y económico.

A mi Ariel, por todo su amor y comprensión, por ser la mejor compañera de viajes, por disfrutar conmigo esta etapa de nuestra vida.

A Eduardo, por acompañarme en esta aventura en La Paz. Gracias por el mapa de estudio y ayudarme con la redacción de la tesis.

A Isaac, Julio y Rubén por sus acertadas correcciones en cada seminario y presentación, las reuniones con ustedes eran muy buenas.

A mi equipo de futbol "Claspers", Majo, Salwa, Karen, Andrea, Juan, Pablo, Chato, Nico, Adria y Julio, por hacer felices y amenas mis tardes.

A mis amigos, Matus, Checo, Diego, Ale e Isaac. Por las tardes de ocio, por las buenas charlas, por la ayuda con redacción y seminarios, por el apoyo y cariño.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	5
2.1.- NORTE DEL PACIFICO MEXICANO.....	5
2.2.- CENTRO DEL PACIFICO MEXICANO	5
2.3.- SUR DEL PACIFICO MEXICANO.....	5
2.4.- OCÉANO PACIFICO ORIENTAL.....	6
2.5.- GOLFO DE MÉXICO	6
2.6.- SUR DEL PACIFICO	6
2.7.- OCÉANO ATLÁNTICO	6
2.8.- OCÉANO ÍNDICO	7
2.9.- NIVEL TRÓFICO E ISÓTOPOS ESTABLES	7
3.-OBJETIVOS.....	8
3.1.- OBJETIVO GENERAL	8
3.2.- OBJETIVOS PARTICULARES	8
4.- ÁREA DE ESTUDIO	9
5.-DESCRIPCION METODOLÓGICA	11
5.1 Trabajo en campo.	11
5.2 Análisis de contenido estomacal	11
5.2.1 Trabajo en Laboratorio	11
5.2.2 Trabajo en Gabinete.....	12
5.2.3 Composición cuantitativa de la dieta	13
5.3 Análisis de isótopos estables.....	14
5.3.1 Trabajo en Laboratorio	14
5.3.2 Trabajo de gabinete	14
6.-RESULTADOS.....	17
6.1 Información general del muestreo	17
6.2 Análisis general	18
6.2.1 Análisis de contenidos estomacales.....	18
6.2.2. Análisis isotópico.....	22
6.3 Análisis por sexo	25
6.3.1 Análisis de contenidos estomacales	25
6.3.2 Análisis isotópicos	27
6.4 Análisis por estadio.....	29
6.4.1 Análisis de contenidos estomacales.....	29

6.4.2 Análisis isotópicos	31
6.5 Análisis por temporada	31
6.5.1 Análisis de contenidos estomacales.....	31
6.5.2. Análisis isotópicos	33
7.-DISCUSIÓN	35
7.1 Tamaño de muestra	35
7.2. Espectro trófico general.....	36
7.3 Isótopos estables generales.....	38
7.4 Modelo de mezcla	40
7.5 Nivel trófico	41
7.6 Espectro trófico por sexos e isótopos estables	42
7.7 Espectro trófico por estadio e isótopos estables	43
7.8 Espectro trófico por temporada e isótopos estables	44
8.-CONCLUSIONES	46
2.-BIBLIOGRAFÍA CITADA	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Carcharhinus falciformis</i> (Fahmi y Dharmadi, 2013).....	1
Figura 2. Área de estudio localizada en la costa sur de Jalisco, México. La línea discontinua indica el área de pesca desde la costa hasta las 17 millas para juveniles y la línea punteada marca la zona de captura de adultos.	10
Figura 3. Histograma de distribución de tallas de <i>C. falciformis</i> con contenidos estomacales. La línea negra marca la talla que divide juveniles de adultos, 180 cm para la especie.	17
Figura 4. Tamaño de muestra para <i>C. falciformis</i> por temporada y año.....	18
Figura 5. Curva acumulada de especies del espectro trófico general de <i>C. falciformis</i> . En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.	19
Figura 6. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica ($\%PSIRI$) para las presas más importantes de la dieta de <i>C. falciformis</i>	22
Figura 7. Histograma de distribución de tallas y número de muestras de músculo de <i>C. falciformis</i> utilizadas para el análisis de isótopos estables, dividida en categorías (sexo y estadio).....	23
Figura 8. Boxplot del modelo de Mezcla.....	25
Figura 9. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por sexos de <i>C. falciformis</i> . a) Hembras, b) Machos. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.	26
Figura 10. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica ($\%PSIRI$) por sexos.	27
Figura 11. Análisis de nicho isotópico SIBER entre sexos de <i>C. falciformis</i> . H=HEMBRAS, M=MACHOS	28
Figura 12. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por estadios de <i>C. falciformis</i> . a) Adultos, b) Juveniles. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo	

efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.	29
Figura 13. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica ($\%PSIRI$) por estadios. ..	30
Figura 14. Nicho isotópico entre estadios de <i>C. falciformis</i> . J=Juveniles, A=Adultos. 31	
Figura 15. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por temporada de <i>C. falciformis</i> . a) Lluvias, b) Secas. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.	32
Figura 16. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica ($\%PSIRI$) por temporadas climáticas.....	33
Figura 17. Nicho isotópico entre temporadas de <i>C. falciformis</i> . L=Lluvias, S=Secas. 34	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Retrocálculos utilizados para estimar el peso de los cefalópodos a partir de los picos. Peso del Manto (P.M g), Longitud rostral del pico inferior (lr mm).	12
Tabla 2. Valores del modelo de Clench (a, b), Total de estómagos analizados (N), Total de presas encontradas por categoría (n_{presas}), Número de presas teórico (n_{pt}), Valor de la pendiente ($Pendiente$), esfuerzo (E) necesario para cubrir el 95% de la fauna existente en el área y riqueza registrada de cada categoría ($Repr. \%$)	19
Tabla 3. Espectro trófico de <i>Carcharhinus falciformis</i> en la costa sur de Jalisco, México, expresado en frecuencia de ocurrencia ($\%FO$), porcentaje de la abundancia ($\%N, \%W$), abundancia por presa específica ($\%PN, \%PW$), Índice de importancia por presa específica ($\%PSIRI$) y nivel trófico (NT) de cada presa.	20
Tabla 4. Niveles tróficos por categoría, calculados con base en las presas de contenido estomacal de <i>C. falciformis</i>	22
Tabla 5. Niveles tróficos por categoría, calculados con base en los valores isotópicos ($\delta^{15}N$) del depredador, la MOP y las presas.....	23

Tabla 6. Valores isotópicos ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$), media ($\bar{x}$), relación Carbono:Nitrógeno y DE (Desviación estándar) por categoría.	24
Tabla 7. Valores isotópicos de las presas (media $\bar{x}$ y DE) utilizados para el modelo de mezcla.	24
Tabla 8. Proporción de aporte a la dieta de <i>C. falciformis</i> de acuerdo al modelo de mezcla, dónde N es la cantidad de organismos utilizados por presa, media y desviación estándar ($\bar{x} \pm \text{DE}$) y percentiles de la distribución de la proporción de la dieta de cada fuente alimenticia al depredador.	25
Tabla 9. Valores de la prueba de U Mann-Whitney por categoría.	28
Tabla 10. Traslapo trófico entre categorías. SEA = área estándar de la elipse, SEAc = área corregida de la elipse.	29

GLOSARIO

Dispositivos de agregación de peces (FADs) Dispositivos que están hechos por objetos flotantes y redes, que se encuentran verticales en la columna de agua para atraer bancos de peces (Rigby *et al.*, 2017).

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

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

Isótopo estable: Muchos elementos de la Tabla Periódica y entre ellos, el H, C, N, O y S, poseen dos o más isótopos (núcleos de diferente masa, pero idéntica configuración electrónica) “estables” que no participan en ningún proceso de desintegración nuclear, de ahí su nombre. Estos elementos (y sus isótopos) se encuentran ampliamente distribuidos por la litosfera, hidrosfera, biosfera y atmósfera en forma de diferentes moléculas, constituyendo unos excelentes trazadores naturales de los procesos fisicoquímicos que ocurren en la naturaleza (Ehleringer *et al.*, 1989; Fry, 2006).

Nivel trófico: Posición o categoría en la que se clasifica un determinado organismo dentro de la cadena trófica; dicha posición está dada de acuerdo a la manera en la cual obtiene su materia y energía (Gerking, 1994).

Relación carbono/ nitrógeno (C/N): La cantidad de carbono dividido por la cantidad de nitrógeno presente en una muestra, generalmente en miligramos (Rau *et al.*, 1990).

Traslapo trófico: Utilización del mismo recurso alimenticio (presas) por dos o más especies como parte de su dieta (Odum, 1972).

RESUMEN

Se ha visto un creciente interés mundial por el enfoque ecológico para la gestión de la pesca por lo que es importante comprender la dinámica de las redes tróficas. En este estudio se describe la ecología trófica del tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) a partir del análisis de contenido estomacal y de isótopos estables de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) y carbono ($\delta^{13}\text{C}$). Las muestras de tiburón piloto se obtuvieron en los años 2012-2016 de la pesca artesanal de la costa sur de Jalisco. Las tallas de captura oscilaron entre los 60 y 229 cm de longitud total. Se analizaron un total de 584 estómagos de los cuales 168 tuvieron contenido estomacal. De acuerdo a las curvas de acumulación de especies, el espectro trófico general se encuentra bien representado (83%). El espectro trófico incluyó un total de 33 presas, de las cuales, de acuerdo al índice de importancia por presa específica, las más importantes fueron la sardina crinuda *Opisthonema* spp. (13.5%), el cangrejo nadador *Portunus xantusii affinis* (12.7%) y el calamar *Ancistrocheirus lesueurii* (8.8%). No se encontraron diferencias significativas entre sexos y por temporada. Los análisis de isótopos estables se determinaron en 63 muestras de músculo de *C. falciformis* y en 17 músculos de las presas más importantes. Se encontraron valores promedio para $\delta^{15}\text{N}$ de 16.37 y para $\delta^{13}\text{C}$ de -17.05 con una relación C:N de 3.4. Tampoco se encontraron diferencias entre sexo y por temporada; sin embargo, por estadio se encontraron diferencias significativas en ambos isótopos. Los nichos isotópicos resultaron similares entre sexo y temporadas, mientras que este fue diferente por estadio, lo que indica áreas de alimentación diferentes y presas de distintos niveles tróficos. El modelo de mezcla isotópico indicó que el calamar *A.lesueurii* es la presa más importante. El nivel trófico calculado con ambas metodologías resultó ser muy similar, 4.4 con contenidos estomacales y 4.1 con isótopos estables.

ABSTRACT

There has been growing global interest in the ecological approach to fisheries management, so it is important to understand the dynamics of trophic networks. In this study the trophic ecology of the silky shark (*Carcharhinus falciformis*) inferred from stable isotope of nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) and carbon ($\delta^{13}\text{C}$), and stomach content analysis. The silky shark samples were obtained during 2012-2016 from the artisanal fishing fleet in Costa Sur de Jalisco. Silky sharks analyzed presented sizes from 60 to 229 cm of total length. 584 stomachs were analyzed, of which 168 contained food. According to the species accumulation curves, the general trophic spectrum is well represented (83%). 33 prey taxa were identified of which according to the prey-specific index of relative importance, the Pacific thread herring *Opisthonema* spp. (13.5%), the swimming crab *Portunus xantusii affinis* (12.7%), and the sharpear enope squid *Ancistrocheirus lesueurii* (8.8%), where the most important preys species in the diet. There were no significant differences between sex and season. The stable isotopes were determined in 63 muscle samples from silky shark and 17 samples from the most important prey species. $\delta^{15}\text{N}$ mean values were 16.37, while mean values for $\delta^{13}\text{C}$ were -17.05 with the relationship C:N of 3.4. Neither differences were found between sex and season, however, significant differences were found in both isotopes by stage. The isotopic niches turned out to be similar between sex and seasons, while for stage it was different, which indicates different feeding areas and preys of different trophic levels. The mixing model isotopic indicated that the sharpear enope squid *A. lesueurii* is the most important.

The trophic level calculated with both methodologies turned out very similar, 4.4 with stomach contents and 4.1 with stable isotopes.

1.- INTRODUCCIÓN

El tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) (Fig. 1) es un organismo con distribución en aguas tropicales y subtropicales de todos los mares (Last y Stevens, 2009) considerado como un tiburón en movimiento activo y rápido (Maguire *et al.*, 2006). Se observa con mayor frecuencia cerca del borde de plataformas continentales e insulares a profundidades desde 18 m hasta 200 m, y en mar adentro se encuentra desde la superficie hasta los 500 m aproximadamente, prefiriendo las aguas cálidas (23°C) (Compagno, 1984; Last y Stevens, 2009; Varghese *et al.*, 2016). Se ha registrado una longitud total (LT) de 350 cm (Compagno y Niem, 1998; Del Rosario, 1998), una LT de nacimiento de 56-87 cm (White *et al.*, 2017) y un período de gestación de 9-12 meses, alcanzando la madurez alrededor de los 160-230 cm, tanto en hembras como para machos, aunque esta puede variar espacialmente (Cadena-Cárdenas, 2001; Carrera-Fernández, 2011; Hoyos-Padilla *et al.*, 2012; Clarke *et al.*, 2015a; Alejo-Plata *et al.*, 2016).



Figura 1. *Carcharhinus falciformis* (Fahmi y Dharmadi, 2013).

C. falciformis es la segunda especie de elasmobranquio más capturada incidentalmente a nivel global después del tiburón azul (Williams, 1999; Oliver *et al.*, 2015) por la flota atunera en los océanos Pacífico, Atlántico e Índico (Compagno, 1984; Bailey *et al.*, 1996; Hiroaki y Hideki, 1999; Stevens, 2000; Oshitani *et al.*, 2003; Román-Verdesoto y Orozco-Zöllner, 2005; Amandè *et al.*, 2008b), especialmente en aquellos barcos que utilizan dispositivos de agregación de peces (FADs por sus siglas en inglés), ya que se sabe que es una especie altamente asociada a estos (Román-Verdesoto y Orozco-Zöllner, 2005; Hutchinson *et al.*, 2015; Filmlalter *et al.*, 2011, 2016; Rigby *et al.*,

2017). Además *C. falciformis* es explotado severamente de manera artesanal mediante palangre y redes de enmalle (Bonfil, 2008; Rabehagasoa *et al.* 2012).

Algunas de las características de historia de vida del tiburón piloto, como crecimiento lento, madurez tardía, baja fecundidad y una relación directa entre el tamaño del stock y el reclutamiento (Branstetter, 1987; Bonfil, *et al.*, 1993; Joung *et al.*, 2008; Cruz *et al.*, 2011; Hoyos-Padilla *et al.*, 2012; Hermosillo-Corona, 2016; Grant *et al.*, 2018), pueden limitar seriamente su capacidad de soportar la presión de pesca o recuperarse de una sobrepesca (Holden, 1974, 1977; Watson *et al.*, 2009; Rigby *et al.*, 2017).

Distintos trabajos han registrado una disminución en las capturas de *C. falciformis* y un declive en sus poblaciones (Baum y Myers, 2004; Sánchez de Ita *et al.*, 2011 y Ramírez-Amaro, 2011). Rigby *et al.* (2017) mencionan que la población ha disminuido en un 47-54% en las últimas tres generaciones en los océanos Pacífico y Atlántico. En las aguas del Océano Índico las toneladas de *C. falciformis* en desembarque han disminuido de 13,000 (en 1980) a 4,600 desde el año 2000 (Bonfil, 2008; FAO, 2009; Camhi *et al.*, 2009). Como consecuencia de la disminución de sus capturas, en el año 2017, *C. falciformis* entró a la categoría de Vulnerable en la Lista Roja de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (IUCN- Red List, por sus siglas en inglés) (Rigby *et al.*, 2017).

Generalmente los tiburones son capturados cuando aún no son adultos, los análisis demográficos han demostrado que la alta mortalidad en la etapa de vida juvenil de los elasmobranquios tiene el efecto más profundo sobre el crecimiento y la disminución de la población de *C. falciformis* (Cortés, 2002; Beerkircher *et al.*, 2003; Román-Verdesoto, 2014). Ronquillo-Benítez (1999), Cadena-Cárdenas (2001), Beerkircher *et al.* (2003), Oshitani *et al.* (2003), Pérez-Jiménez *et al.* (2005), Román-Verdesoto y Orozco-Zöller (2005), Chong-Robles (2006), Alejo-Plata *et al.* (2007), González *et al.* 2007, Amandè *et al.* (2008b), Bonfil (2008), Watson *et al.* (2009), Cruz *et al.* (2011), Sánchez de Ita *et al.* (2011), Rodríguez-Matus *et al.* (2014), Hutchinson *et al.* (2015), Benaya (2016), Flores-Martínez *et al.* (2016) y Grant *et al.* (2018), registran tallas de captura para *C. falciformis* desde 65 cm hasta 250 cm, principalmente entre los 65-130 cm, lo cual corresponde a organismos inmaduros.

Tomando en cuenta los registros de talla de captura y el efecto en el tamaño de las poblaciones del tiburón piloto, se considera necesaria una política de gestión que regule el tamaño de la captura (Fahmi y Dharmadi, 2013).

Los tiburones son uno de los grupos más abundantes de depredadores marinos (Gruber, 1977; Gruber y Myberg, 1977) y su actividad de depredación juega un rol importante en el mantenimiento y estabilidad en las redes tróficas (Cortés, 1999; Stevens *et al.*, 2000). Se ha visto un creciente interés mundial por el enfoque ecosistémico para la gestión de la pesca (Pikitch *et al.*, 2005; Marasco *et al.*, 2007), por lo que es importante comprender la dinámica de las redes tróficas (Medved *et al.*, 1988; Duffy *et al.*, 2015). Un enfoque aproximado para conocer las relaciones tróficas es utilizar el método de análisis de contenidos estomacales. Al conocer las presas de las cuales se alimentan los tiburones se puede: estimar el consumo de alimento y biomasa de diferentes presas y cuantificar las relaciones depredador-presa (Christensen y Pauly, 1993; Walters *et al.*, 1997; Pauly *et al.*, 1998, 2000); comprender la organización de los ecosistemas y su respuesta a perturbaciones (Montoya *et al.*, 2001). Además, se pueden fortalecer los diseños y análisis de efectos directos e indirectos en comunidades marinas ya que este tipo de información es la base para desarrollar modelos de ecosistemas (Kitchell *et al.*, 2002; Carlson, 2007; Duffy *et al.*, 2015) y análisis de redes tróficas (Goldwasser y Roughgarden, 1993; Menge, 1995; Pimm, 2002) y facilitando la determinación topológica de especies clave (Jordán *et al.*, 2006).

Recientemente, nuestro entendimiento de la variación espacial y temporal en los roles tróficos y las dinámicas de alimentación han mejorado con la aplicación de los isótopos estables de carbono y nitrógeno (Fisk *et al.*, 2002; Estrada *et al.*, 2003, 2006; Domi *et al.*, 2005; MacNeil *et al.*, 2005; Kerr *et al.*, 2006; Hussey *et al.*, 2011a; Borrell *et al.*, 2011; Matich *et al.*, 2010, 2011; Kim *et al.*, 2012a). La composición de $\delta^{13}\text{C}$ en los tejidos de un consumidor refleja la constitución del alimento asimilado, esta señal es utilizada para distinguir las fuentes primarias de nutrición al nivel de los productores, permitiendo deducir la fuente original de carbono en la cadena alimenticia (DeNiro y Epstein, 1978; Das *et al.*, 2003), por lo que permite determinar las relaciones alimenticias del tipo acuáticas contra terrestres, costeras contra oceánicas o bentónicas contra pelágicas (Das *et al.*, 2003) y nos brinda información de cambios de hábitat (movimientos y migración) (Post, 2002; Herzka, 2003; Syvovanta *et al.*, 2013). La

medida de ^{15}N en organismos marinos es un enfoque alternativo para estimar el nivel trófico (NT) y se basa en la abundancia relativa de ^{15}N a ^{14}N ($\delta^{15}\text{N}$) en el tejido animal, que muestra un enriquecimiento de ^{15}N en consumidores sobre sus presas, por lo tanto el $\delta^{15}\text{N}$ de cada animal se convierte en un índice de posición trófica relativo de $\delta^{15}\text{N}$ de la posición trófica conocida de un consumidor primario (Cabana y Rasmussen, 1996; Fry, 2006, Li *et al.*, 2016a). El enriquecimiento es un proceso conocido como fraccionamiento, en el cual el depredador tendrá una proporción del isótopo más pesado de la presa que está ingiriendo (Minagawa y Wada, 1984; Peterson y Fry, 1987; Post, 2002; Olive *et al.*, 2003). Estas diferencias se reflejan entre cada paso de la cadena trófica y se calcula de 1.8 a 3.7‰ para $\delta^{15}\text{N}$ y de 0 a 1.5‰ para el $\delta^{13}\text{C}$ en cada sucesivo incremento en el nivel trófico (Post, 2002; Hussey *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2012a)

2.- ANTECEDENTES

La información de los hábitos alimentarios de *Carcharhinus falciformis* se enfoca principalmente en México, sin embargo, se necesita conocer más de su biología básica por ser una de las especies más abundantes de los océanos en la zona tropical y subtropical (Castro, 2011) y más comunes en la pesca con cerco (Williams, 1999; Oliver *et al.*, 2015; Duffy *et al.*, 2015). Los trabajos de alimentación complementarios con isótopos estables son relativamente escasos para esta especie.

2.1.- NORTE DEL PACIFICO MEXICANO

En la costa oriental de Baja California Sur, Galván-Magaña *et al.* (1989) y Cabrera Chávez-Costa *et al.* (2010) encontraron que la presa principal para *C. falciformis* de acuerdo al Índice de importancia relativa (%IIR) fue *Pleuroncodes planipes* y en la costa occidental, Cabrera Chávez-Costa *et al.* (2010) registro que el mayor porcentaje lo presentó el calamar gigante *Dosidicus gigas* (IIR%= 43) seguido de *Scomber japonicus* (%IIR=32) y concluyeron que *C. falciformis* es un organismo selectivo de presas oceánicas, considerado la disponibilidad de estas en el área. Galván-Magaña *et al.* (2013) encontró que se alimenta principalmente de cefalópodos (*D. gigas*, *Onychoteuthis banksii*, *Ancistrocheirus lesueurii* y *Argonauta cornutus*) y que realiza migraciones verticales por la noche de hasta 700 m para alimentarse.

2.2.- CENTRO DEL PACIFICO MEXICANO

Barajas-Calderón (2015) encontró que las presas principales de juveniles de *C.falciformis* de acuerdo al %IIR, fueron *D. gigas*, restos de peces y *A. lesueurii*. Encontró que hay segregación sexual y cambios en la alimentación durante el crecimiento, señalando que es un depredador especialista.

2.3.- SUR DEL PACIFICO MEXICANO

En el Golfo de Tehuantepec, Cabrera Chávez-Costa (2000) y Barranco-Servin (2008) encontraron que la presa principal fue *Portunus xantusii affinis* de acuerdo al %IIR y Flores-Martínez *et al.* (2016) encontró que el calamar gigante *D. gigas*

(%IIR=34), seguida por *Diodon hystrix* (%IIR=21.7) y *Euthynnus lineatus* (%IIR=17.6) fueron las principales presas.

2.4.- GOLFO DE MÉXICO

Marín (1992) en Tamaulipas y Veracruz encontró que se alimenta principalmente de peces de los que se identificó únicamente a *Sphyraena barracuda*.

2.5.- OCÉANO PACIFICO ORIENTAL

Galván-Magaña (1999), Andrade-González (2005) y Duffy *et al.* (2015), encontraron que las presas principales de *C. falciformis* son peces pertenecientes a la familia Scombridae (*Thunnus albacares*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis* spp. y *Thunnus* spp.). Andrade-González (2005) lo clasifica como un organismo que tiende a seleccionar más a sus presas mientras que Duffy *et al.* (2015) lo clasifica como oportunista.

2.6.- SUR DEL PACIFICO

Acevedo (1996) en su estudio realizado en la Ensenada de Panamá, Estupiñán y Cedeño (2005) y Estupiñán-Montaña *et al.* (2017a) en aguas ecuatorianas encontraron que las presas más importantes de *C. falciformis* pertenecen a la familia Scombridae (*Auxis* spp., *Thunnus* spp., *T. albacares* y *A.thazard*) y Acevedo (1996) menciona que también se alimenta de cefalópodos como *Loligo* sp. y en un menor porcentaje del cangrejo nadador *Euphylax robustus* y la tortuga *Chelonia mydas*. Lo consideran en el área como un depredador especialista.

2.7.- OCÉANO ATLÁNTICO

Bowman *et al.* (2000) analizaron la alimentación de *C. falciformis* en el Atlántico noroeste y encontraron que se alimenta mayormente de peces óseos y del sábalo del atlántico (*Brevoortia tyrannus*), así como de cefalópodos, principalmente del calamar de Boston (*Illex illecebrosus*).

2.8.- OCÉANO ÍNDICO

Varghese *et al.* (2014; 2016), Filmalter *et al.* (2016) y Benaya (2016) encontraron que *C. falciformis* es mayormente piscívoro (*K.pelamis*, *Decapterus macarellus*, *Euthynnus affinis*, *Priacanthus tayenus*, *Trichiurus lepturus*, *Sardinella lemuru* y el Mero), después prefiere crustáceos (*Charybdis smithii*) y finalmente cefalópodos (*Sthenoteuthis oualaniensis* y *A. lesueurii*). Es clasificado en la zona tanto especialista como generalista.

2.9.- NIVEL TRÓFICO E ISÓTOPOS ESTABLES

Rau *et al.* (1983), Cortés (1999) y Varghese *et al.* (2014) registran un nivel trófico (NT) para *C. falciformis* calculado con contenidos estomacales (CE) de 4.5, 4.18 y 4.8 respectivamente, mientras que con isótopos estables Méndez-Da Silvera (2015) lo determinó en 2.9, siendo éste el más bajo registrado, Galindo-Rosado (2014) de 3.7 y Li *et al.* (2014) de 4.07 ± 0.29 , posicionándolo como consumidor terciario.

Cabrera Chávez-Costa (2003) y Li *et al.* (2014) confirman que el tiburón piloto consume presas de origen oceánico, en tanto que Li *et al.* (2016b) analizando isótopos en músculo y dermis, encontraron valores más bajos, al igual que Barranco-Servin (2008), Revill *et al.*, (2009), Rabehagasoa *et al.*, (2012), Galindo-Rosado (2014) y Méndez-Da Silvera (2015), indicando una posible alimentación en zonas más costeras y de presas de nivel trófico inferior.

3.-OBJETIVOS

3.1.- OBJETIVO GENERAL

Conocer la ecología trófica del tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) en la costa sur de Jalisco, México, basado en el análisis de contenidos estomacales e isótopos estables de carbono y nitrógeno.

3.2.- OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar las especies presa que componen el espectro trófico de *C. falciformis*.
- Analizar las variaciones de la dieta entre grupos de talla, sexo y temporada.
- Determinar la posición trófica tanto con contenidos estomacales como con isótopos estables.
- Analizar las variaciones en los valores isotópicos entre grupos de talla, sexo, temporada y comparar su relación con respecto a la dieta.

4.- ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió la zona marina desde Bahía de Chamela ($19^{\circ}34'34''\text{N}$ y $105^{\circ}07'52''\text{O}$) hasta Bahía de Navidad ($19^{\circ}10'46''\text{N}$ y $104^{\circ}42'07''\text{O}$) en la costa sur del estado de Jalisco (Fig.2)

La plataforma continental en esta zona es estrecha, mide de siete a 10 km aproximadamente (González-Sansón *et al.*, 2010). El talud continental es muy abrupto y su cercanía con la línea litoral representa un punto de convergencias con influencias neríticas y oceánicas múltiples (Calderón-Riveroll y Ness 1987; Filonov *et al.*, 2000).

Las masas de agua en el área de estudio se encuentran regidas por aguas del Golfo de California, aguas tropicales superficiales y aguas transicionales. Durante el invierno (enero-marzo) hay presencia de aguas transicionales y aguas tropicales superficiales, alcanzando la temperatura más baja. En Primavera (abril-junio) hay presencia de las tres masas de agua y en verano y otoño (julio-diciembre) existe una mayor presencia de aguas tropicales superficiales (Portela *et al.*, 2016).

La región costera de la zona de estudio se ve favorecida con gran productividad en verano y otoño por la intensa precipitación y la desembocadura de ríos (Filonov *et al.*, 2000). El clima que se presenta en la región es tropical sub-húmedo de tipo (Aw) con temperatura promedio del aire de 26.4°C . El mes más frío es febrero con 20.2°C y el más cálido es julio con 31.6°C (García, 1980). La temperatura del mar oscila entre los 23.2°C en la temporada fría y los 29.3°C en temporada cálida (Filonov *et al.*, 2000)

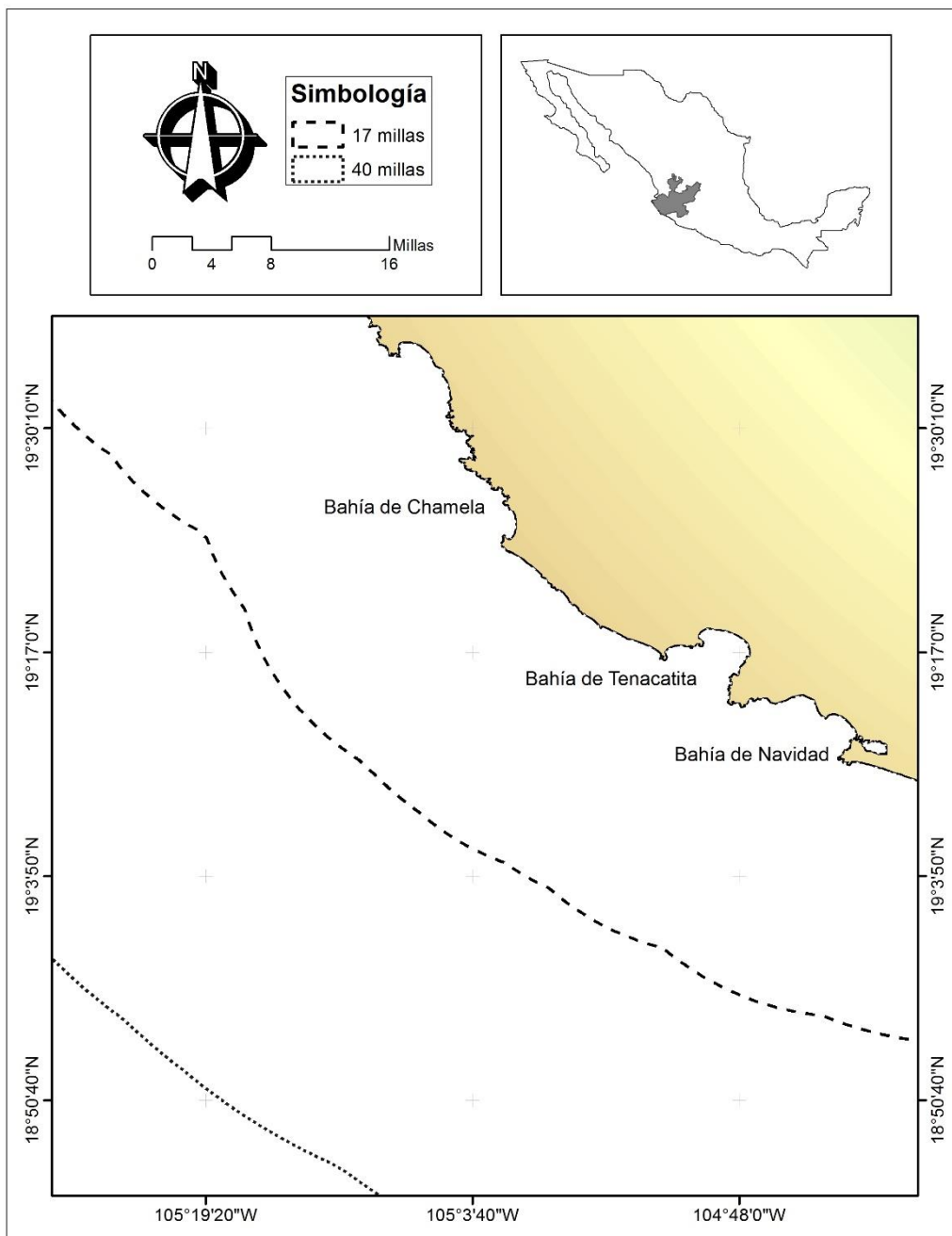


Figura 2. Área de estudio localizada en la costa sur de Jalisco, México. La línea discontinua indica el área de pesca desde la costa hasta las 17 millas para juveniles y la línea punteada marca la zona de captura de adultos.

5.- MÉTODOS

5.1 TRABAJO EN CAMPO.

Los organismos se obtuvieron de las capturas incidentales de la pesca artesanal de la cooperativa Puerto Viejo en Barra de Navidad, Jalisco. El arte de pesca utilizado fue un palangre construido de poliamida monofilamento con una longitud de cinco km y entre 100 y 400 anzuelos (tipo J, N°5). El área de captura de neonatos y juveniles osciló entre la costa y las 17 millas mar adentro, mientras que los adultos se capturaron aproximadamente a las 40 millas de la línea de costa en el periodo de marzo del 2012 a diciembre del 2016, con muestreos mensuales, siempre que las condiciones ambientales lo permitieran y respetando la veda establecida. De cada ejemplar se registró la longitud total (LT cm), peso (kg), sexo, ubicación geográfica y fecha de captura. Se separaron los organismos según las tallas, tomando en cuenta la LT, si eran mayores a 180 cm se les considera adultos; si la talla era menor a 180 cm se les consideraba juveniles (Hoyos-Padilla *et al.*, 2012). Posteriormente los tiburones se diseccionaron por la cavidad abdominal y se extrajo el estómago, se tomó una muestra de músculo de la región dorsal, cerca de la cabeza del organismo. Las muestras se almacenaron en bolsas y fueron congeladas a -20°C para su posterior análisis en laboratorio.

5.2 ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL

5.2.1 TRABAJO EN LABORATORIO

Después de descongelar los estómagos se procedió a su lavado pasando el contenido estomacal (tomando en cuenta los pliegues del tejido) a través de un tamiz de luz de malla de 0.1 mm, con la finalidad de separar las presas, cada presa se identificó hasta el taxón más bajo posible, dependiendo del estado de digestión en el que se encontraba, se pesaron en una balanza marca OHAUS con precisión de ± 0.1 g.

Para la identificación de los peces se utilizó su morfología externa, esqueleto axial y/o apendicular, utilizando las claves y trabajos específicos. Clothier (1950) y Sánchez-Cota (2013) se utilizaron para el conteo de vértebras y restos de esqueletos. Fischer *et al.* (1995b; c) para los peces semidigeridos, aún identificables.

Asimismo, se utilizó la colección de esqueletos de peces del Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) para corroborar las especies de peces registradas.

Los crustáceos fueron identificados por medio de sus exoesqueletos o por restos de estos utilizando las claves de Fischer *et al.* (1995a). Los cefalópodos se identificaron por medio de sus mandíbulas comúnmente conocidas como “pico” utilizando las claves de Wolff (1982;1984) y Clarke (1986) así como la colección de picos del Laboratorio de Ecología de Peces del CICIMAR-IPN. Debido a la rápida tasa de digestión que tienen los cefalópodos y considerando el aporte en peso que estos organismos representan, se utilizaron una serie de retrocálculos para conocer el peso húmedo de estos organismos e incluirlos en los análisis (Tabla 1).

Tabla 1. Retrocálculos utilizados para estimar el peso de los cefalópodos a partir de los picos. Peso del Manto (*P.M* g), Longitud rostral del pico inferior (*lr* mm).

Especie	Retrocálculo
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	$P.M = \exp(-0.194 + 3.56 \ln lr)$ (Clarke, 1986)
<i>Dosidicus gigas</i>	$P.M = 4.631 * lr^{2.6886}$ (Wolff, 1984)
<i>Gonatus</i> sp.	$P.M = -0.655 + 3.33 * \ln lr$ (Clarke, 1986)
<i>Sthenotheutis oualaniensis</i>	$P.M = \exp(0.892 + 3 \ln lr)$ (Wolff, 1984)
<i>Argonauta</i> spp.	$P.M = 0.0366 * lr^{2.6045}$ (Wolff, 1984)

5.2.2 TRABAJO EN GABINETE

Los valores de la riqueza observada y estimada se obtuvieron con el programa EstimateS Win 8.2.0. (Colwell, 2006) y se construyeron las curvas acumulativas de especies observadas y estimadas. Asimismo, se utilizó como medidor asintótico el modelo de Clench (Moreno y Halffter, 2000) para predecir el número de especies existentes, calculando la asíntota como la relación a/b , donde a es la tasa de incremento de nuevas especies al comienzo del muestreo y b es la pendiente de la curva. Se evaluó la calidad del inventario calculando la pendiente al final de la curva $a/(1+b*n)^2$, cuando el valor de la pendiente $\approx <0.1$ indica que el inventario es aceptable (Hortal y Lobo, 2005). Se realizó una prueba preliminar para determinar que el modelo

se ajustó a las comunidades del taxón estudiado y la unidad de esfuerzo de muestreo utilizada mediante la comparación de coeficientes de determinación (R^2), que es una medida descriptiva de la proporción de varianza explicada por la función; sus valores van de 0 a 1, más próximos a este último es cuando mejor se ajusta la función a los datos. Se evaluó la proporción de la riqueza registrada, $S_{obs}/(a/b)$ y se estimó el esfuerzo de muestreo para alcanzar el 95% de la proporción de la fauna, $n_q=q/[b(1-q)]$; se considera que a partir de proporciones superiores al 70% las estimaciones se hacen estables (Hortal y Lobo, 2005), todo este proceso se realizó con base en el trabajo de Jiménez-Valverde y Hortal, (2003), y las curvas de especies esperadas se graficaron junto con los estimadores no paramétricos para fines comparativos utilizando el programa Statistica 7 (StatSoft, 2004).

5.2.3 COMPOSICIÓN CUANTITATIVA DE LA DIETA

Para determinar las presas más importantes en la dieta de *C. falciformis*, fue usado el Índice de importancia por presa específica en porcentaje (%PSIRI, por sus siglas en inglés) propuesto por Brown *et al.* (2012). Se calcularon la frecuencia de ocurrencia (FO) y la abundancia por presa específica (%PN_i%PW_i) con las siguientes ecuaciones.

Abundancia por presa específica (%PN_i%PW_i)

$$\%PN_i, \%PW_i = \sum_{j=1}^n \%A_{ij}/n_i$$

Frecuencia de Ocurrencia (FO):

$$FO_i = \frac{ni}{n}$$

Dónde %A_{ij} es la abundancia (por número o peso) de las categorías de presas *i* en las muestras de estómagos *j*, *n_i* es el número de estómagos que contienen esa presa *i*, *n* es el número total de estómagos y %PN_i, %PW_i son la abundancia por presa específica en número (%PN_i) y peso (%PW_i).

El %PSIRI se calculó de la siguiente manera:

$$\%PSIRI = \frac{\%FO_i * (\%PN_i + \%PW_i)}{2}$$

Para calcular el NT de *C. falciformis* con base en los contenidos estomacales se utilizó la ecuación propuesta por Christensen y Pauly (1992):

$$NT = 1 + \left(\sum_{j=1}^n DC_{ij} \right) (NT_j)$$

Dónde DC_{ij} es referida como la composición de la dieta, es la proporción j en la dieta del depredador i , NT es el nivel trófico de las presas j y n el número de grupos en el sistema.

Los niveles tróficos de los peces se obtuvieron de la base disponible en línea FishBase (Froese y Pauly, 2003), para los crustáceos y cefalópodos se tomaron de Cortés (1999) (Tabla 2).

Se compararon las categorías de sexo, talla y temporada con un análisis de similitud (ANOSIM), en el programa PRIMER 6 v6.1.6 (Clarke y Warwick, 2001).

5.3 ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES

5.3.1 TRABAJO EN LABORATORIO

El músculo tanto de presas como de *C. falciformis* una vez descongelados fueron puestos en tubos de Eppendorf de 2 ml. Se liofilizaron para extraer la humedad de los tejidos en una liofilizadora LABCONCO a una temperatura de -45°C a una presión de 0.120 mbar por 24 hrs. Las muestras se maceraron en un mortero de ágata y se colocaron entre 5 y 9 mg del polvo de la muestra en cápsulas de estaño de 4 x 6 mm, pesadas en un microbalanza. Las muestras se analizaron en dos laboratorios mediante un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas Thermoelectron delta V plus, analizador elemental modelo costech 4010 con una precisión $<0.02\%$ en el Laboratorio de Isótopos Estables del CICIMAR-IPN y un espectrómetro de masas de razones isotópicas TermoQuest Delta Plus XL y un analizador elemental modelo 1500 NC (Carlo Erba) con una precisión $<0.02\%$ en el Laboratorio de Isótopos Estables del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Granada España.

5.3.2 TRABAJO DE GABINETE

Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ se obtuvieron por la ecuación propuesta por Park y Epstein (1961):

$$\delta^{15}N \text{ ó } \delta^{13}C (\text{‰}) = \left[\left(\frac{R \text{ muestra}}{R \text{ estándar}} \right) \right] * 1000$$

Dónde *R muestras* es la proporción entre los isótopos $^{15}N/^{14}N$ o $^{13}C/^{12}C$, *R estándar* para $\delta^{15}N$ es el nitrógeno atmosférico y para $\delta^{13}C$ una calcita fósil llamada Pee Dee Belemnita (VPDB).

El factor de discriminación para el análisis de isótopos (2.2‰) se obtuvo del trabajo de Hussey *et al.* (2010).

Para saber si había diferencias significativas entre los valores de los isótopos estables $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$, se realizó una prueba no paramétrica de U-Mann Whitney, utilizando el programa R.

Para establecer la posición trófica se utilizó la ecuación propuesta por Post (2002):

$$NT = \lambda + \frac{(\delta^{15}N_{depredador} - \delta^{15}N_{línea base})}{\Delta_n}$$

Dónde λ es la posición trófica de la materia orgánica particulada (MOP) para la zona, y $\delta^{15}N_{línea base}$ es el valor de $\delta^{15}N$ de la MOP, valores tomados de Kozak *et al.* (2014), $\delta^{15}N_{depredador}$ representa la composición isotópica de $\delta^{15}N$ de cada depredador en la zona de estudio y Δ_n representa el factor de discriminación trófica promedio para el $\delta^{15}N$.

La contribución de las presas a la dieta de *C. falciformis* se estimó mediante un modelo de mezcla que utiliza probabilidad bayesiana con el paquete MixSIAR en el software R (Stock y Semmens, 2016a). Este modelo relaciona los valores medios y la desviación estándar de las señales isotópicas del depredador y de las presas más importantes obtenidas con él %PSIRI, así como el fraccionamiento que se representa entre ambos, la información proporcionada es la presa asimilada que se encuentra en mayor proporción en el músculo del depredador (Stock y Semmens, 2016a)

Para conocer el traslapo de nicho isotópico, se utilizó el método de ELIPSES bayesianas del paquete SIBER (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) este método determina el nicho en un espacio bidimensional definido por los valores $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$, la elipse que contiene el 95% de los valores esperados de ambos isótopos. El grado de

traslapo de las elipses determina el grado de traslapo trófico, los valores cercanos a 1 son considerados como un alto traslapo (Jackson *et al.*, 2011).

6.-RESULTADOS

6.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL MUESTREO

Se colectaron un total de 584 estómagos de *Carcharhinus falciformis*, con una distribución de tallas entre los 60 cm y los 229 cm, de las cuales 341 son hembras y 243 son machos, de estos se tienen 540 juveniles y 44 adultos. Solamente 168 estómagos contuvieron alimento (28.8% del total de los estómagos), que comprenden organismos con tallas entre los 62-229 cm, donde 80 estómagos son hembras con una LT entre 67-219 cm y 88 estómagos de machos con una LT entre 62-229 cm, se tienen 149 juveniles con una LT promedio de 102 ± 15.9 cm (media, desviación estándar (DE)) y 19 adultos con una LT promedio de 206.3 ± 23.3 cm, la mayor concentración de datos se encuentra entre los 65-100 cm (Fig. 3).

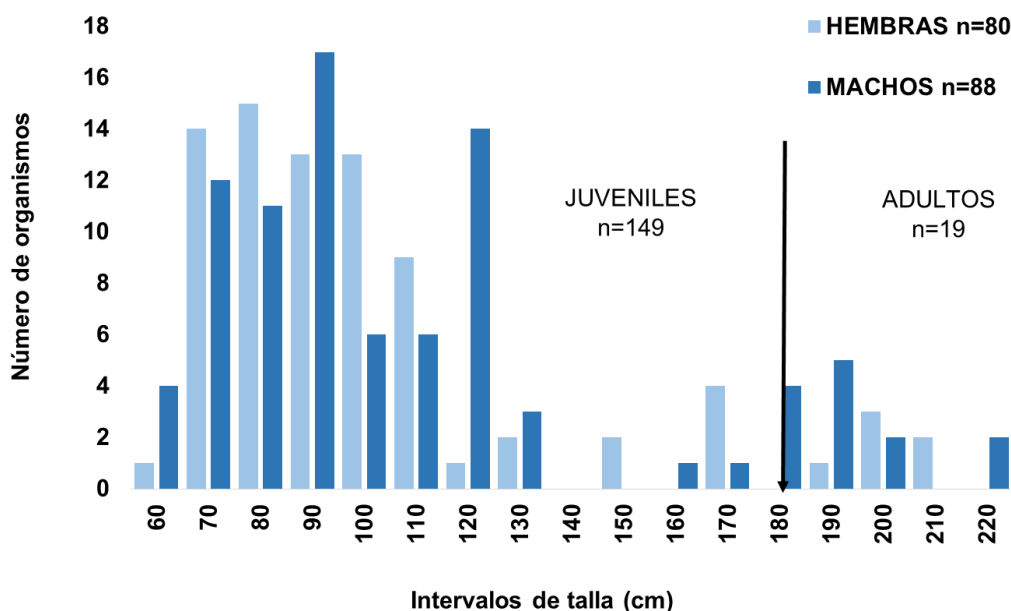


Figura 3. Histograma de distribución de tallas de *C. falciformis* con contenidos estomacales. La línea negra marca la talla que divide juveniles de adultos, 180 cm para la especie.

Para la temporada de lluvias se contaron con un total de 108 muestras con LT promedio de 113.1 ± 36.8 cm y en temporada de secas se tienen 60 muestras con una LT promedio de 128.2 ± 53.4 cm, para el año 2013 se tiene la mayor cantidad de muestras (83) y para el año 2016 la menor cantidad de muestras (15), en el año 2015

no se encontraron muestras en temporada de secas y en el año 2016 en lluvias, el análisis anual no se llevó a cabo debido a la falta de suficientes muestras para hacer una comparación estadística (Fig. 4). Para los análisis solo se utilizaron los estómagos con contenido estomacal.

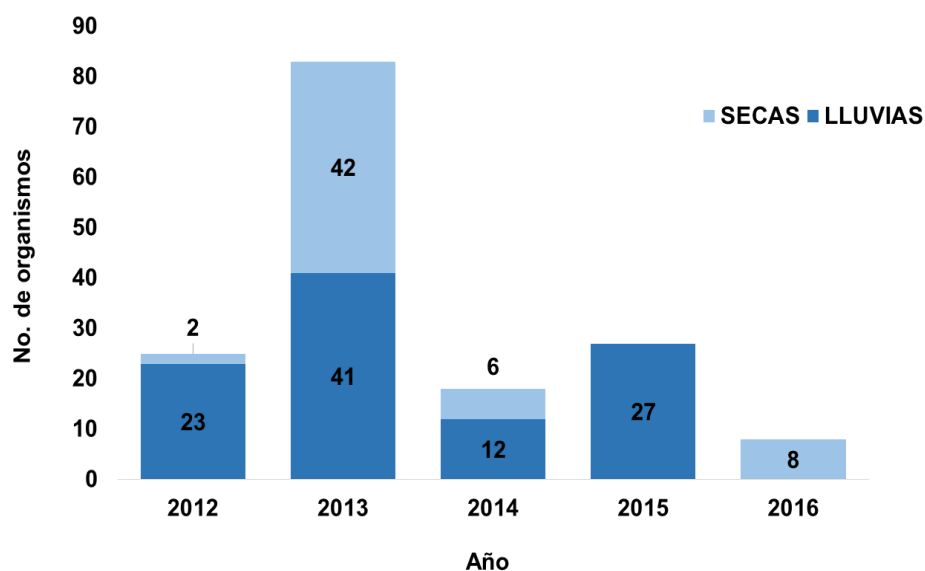


Figura 4. Tamaño de muestra para *C. falciformis* por temporada y año.

6.2 ANÁLISIS GENERAL

6.2.1 ANÁLISIS DE CONTENIDOS ESTOMACALES

El modelo de Clench estimó una representatividad del 83% y un valor de la pendiente de la curva de 0.04, por lo que se asume que el espectro trófico se encuentra bien representado. Sin embargo, para poder cubrir el 95% de las presas de *C. falciformis* es necesario coleccionar 785 estómagos (Fig. 5) (Tabla 2).

Tabla 2. Valores del modelo de Clench (a,b), Total de estómagos analizados (N), Total de presas encontradas por categoría (n_{presas}), Número de presas teórico (n_{pt}), Valor de la pendiente (Pendiente), esfuerzo (E) necesario para cubrir el 95% de la fauna existente en el área y riqueza registrada de cada categoría (Repr. %)

Categorías	Modelo de Clench		N	n_{presas}	n_{pt}	R	Pendiente	E. 95%	Repr. %
	a	b							
GENERAL	1.09	0.02	168	38	45	0.99	0.04	785	83
ADULTOS	1.43	0.03	19	18	47	0.99	0.6	647.9	38
JUVENILES	1.07	0.03	149	35	41	0.99	0.05	733	84
HEMBRAS	1.21	0.03	80	28	36	0.99	0.09	622	76
MACHOS	1.30	0.03	88	33	42	0.99	0.1	569.6	77
LLUVIAS	1.23	0.03	110	35	44	0.99	0.07	683.8	79
SECAS	1.52	0.06	58	21	25	0.99	0.08	316.5	82

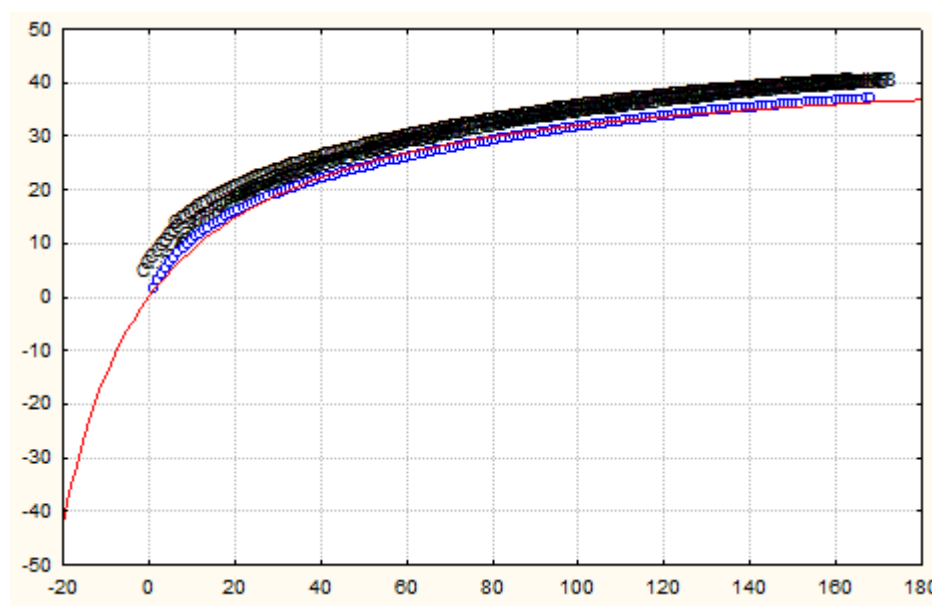


Figura 5. Curva acumulada de especies del espectro trófico general de *C. falciformis*. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.

Se identificaron un total de 33 especies de presa, divididos en 17 familias y 28 géneros, de los cuales 26 son peces, 7 cefalópodos y 1 crustáceo. La materia que no se

pudo clasificar, se dividió en cinco grupos, restos de peces, restos de cefalópodos, restos de crustáceos, restos de tortuga y MONI (Materia orgánica no identificada) (Tabla 3).

Tabla 3. Espectro trófico de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje de la abundancia (%N, %W), abundancia por presa específica (%PN, %PW), Índice de importancia por presa específica ((%PSIRI) y nivel trófico (NT) de cada presa.

TAXÓN	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI	NT
CEPHALOPODA							
Oegopsida							
Ancistrocheiridae							
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	8.75	54.44	16.07	8.98	55.88	8.86	3.2
Mastigoteuthidae							
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.48	26.98	1.79	0.15	8.4	0.32	3.2
Ommastrephidae							
<i>Dosidicus gigas</i>	4.17	63.64	6.55	5.12	78.25	4.64	3.2
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	0.25	20.83	1.19	0.5	42.08	0.37	3.2
Gonatidae							
<i>Gonatus</i> sp.	0.69	38.89	1.79	0.1	8.18	0.4	3.2
Octopoda							
Octopodidae							
<i>Octopus</i> sp.	0.01	2.38	0.6	0	0.05	0.01	3.2
Argonautidae							
<i>Argonauta</i> spp.	2.54	47.33	2.36	2.37	44.22	2.45	3.2
Restos de cefalópodos	4.77	47.11	10.12	3.64	35.93	4.2	3.2
MALACOSTRADA							
Decapoda							
Portunidae							
<i>Portunus xantusii affinis</i>	13.65	81.91	16.67	11.76	70.54	12.7	2.52
Restos de crustáceos	2.38	80	2.98	2.39	80.27	2.38	2.52
ACTINOPTERYGII							
Cupleiformes							
Engraulidae							
<i>Anchoa</i> sp.	0.3	50	0.6	0.57	95.35	0.43	3.24
Cupleidae							
<i>Opisthonema</i> spp.	13.14	78.86	16.67	13.99	83.92	13.57	2.9
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i>	0.99	83.33	1.19	1.06	89.44	1.03	3.5
Perciformes							
Scianidae							
<i>Bairdiella</i> sp.	0.3	50	0.6	0.32	53.91	0.31	3.3

Haemulidae	0.6	100	0.6	0.6	100	0.6	3.7
<i>Xenichthys xanti</i>	0.3	50	0.6	0.58	97.7	0.44	3.4
<i>Conodon serrifer</i>	1.19	100	1.19	1.19	100	1.19	3.5
<i>Haemulon maculicauda</i>	0.64	35.88	1.19	0.64	35.68	0.64	4.2
Scombridae	0.6	100	0.6	0.6	100	0.6	4.4
<i>Auxis</i> sp.	0.74	62.5	1.19	0.77	64.77	0.76	4.4
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1.19	100	1.19	1.19	100	1.19	4.4
<i>Thunnus</i> sp.	0.94	52.78	1.79	0.82	45.66	0.88	4.4
Carangidae	1.19	100	1.19	1.19	100	1.19	3.5
<i>Caranx caballus</i>	7.83	77.38	10.12	8.05	79.53	7.94	4.1
<i>Caranx caninus</i>	5.26	80.3	6.55	4.95	75.59	5.1	3.9
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	2.84	59.66	4.76	3.63	76.26	3.24	2.5
<i>Selene peruviana</i>	5.91	82.71	7.14	5.73	80.16	5.82	4.3
Coryphaenidae							
<i>Coryphaena</i> spp.	0.23	19.64	1.19	0.77	64.44	0.5	4.4
Gerreidae							
<i>Eugerres brevimanus</i>	0.42	35	1.19	0.6	50.05	0.51	3.4
Tetraodontiformes							
Balistidae							
<i>Balistes polylepis</i>	3.39	63.24	5.36	2.65	49.83	3.02	3.3
<i>Diodon histrix</i>	0.89	75	1.19	0.91	76.03	0.9	3.7
<i>Diodon</i> spp.	0.79	66.67	1.19	0.81	67.88	0.8	3.8
<i>Canthidermis maculata</i>	0.3	50	0.6	0.05	8.37	0.17	3.5
Beloniformes							
Hemiramphidae							
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.15	25	0.6	0.33	55.55	0.24	4
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.31	26.19	1.19	0.27	23.02	0.29	3.1
Restos de peces	8.36	73.96	11.31	8.87	78.44	8.62	3.24
Restos de tortuga	0.6	100	0.6	0.6	100	0.6	-
MONI	2.91	69.9	4.17	3.29	79.01	3.1	-

De acuerdo al %PSIRI, las tres especies presa más importantes fueron la sardina crinuda *Opisthonema* spp. (13.5%), el cangrejo nadador *Portunus xantusii affinis* (12.7%) y el calamar *Ancistrocheirus lesueurii* (8.8%) (Fig.6)

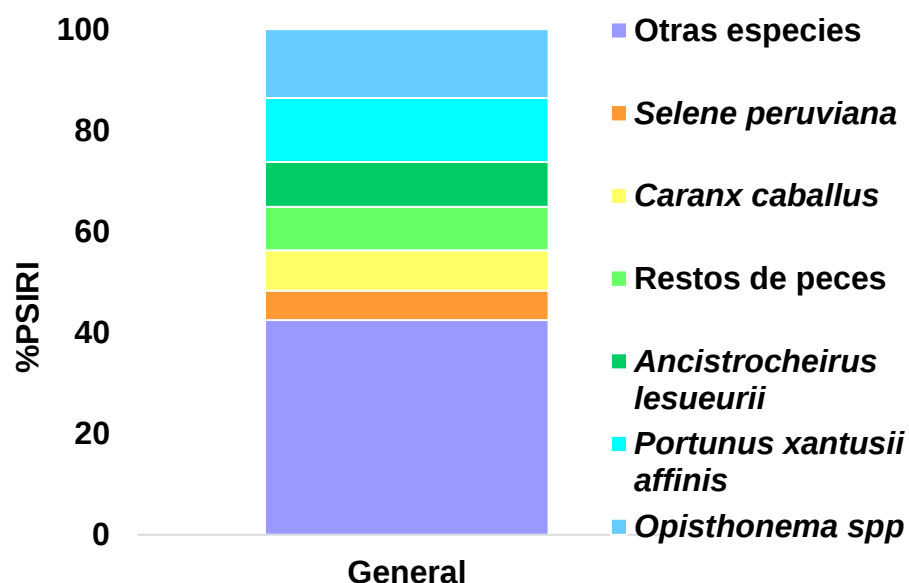


Figura 6. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica (*%PSIRI*) para las presas más importantes de la dieta de *C. falciformis*

El NT para *C. falciformis* calculado con el contenido estomacal es de 4.4, lo que lo hace un consumidor terciario de acuerdo a Cortés (1999) (Tabla 4).

Tabla 4. Niveles tróficos por categoría, calculados con base en las presas de contenido estomacal de *C. falciformis*.

Categoría	NT
	Contenido estomacal
GENERAL	4.4
ADULTOS	4.4
JUVENILES	4.4
HEMBRAS	4.4
MACHOS	4.4
LLUVIAS	4.6
SECAS	4.2

6.2.2. ANÁLISIS ISOTÓPICO.

Se analizaron un total de 63 muestras de músculo de *C. falciformis* con una LT que va desde los 65 cm hasta los 229 cm (Fig. 7). El valor promedio de $\delta^{15}\text{N}$ es

16.37±0.9‰ con un mínimo de 14.32‰ y un máximo de 18.79‰ y el valor promedio de $\delta^{13}\text{C}$ es -17.05±0.8‰ con un mínimo de -15.84‰ y un máximo de -18.83‰, la relación carbono-nitrógeno (C:N), tiene un valor promedio de 3.4±0.1‰ (Tabla 6). El NT calculado con $\delta^{15}\text{N}$ fue de 4.1 (Tabla 5).

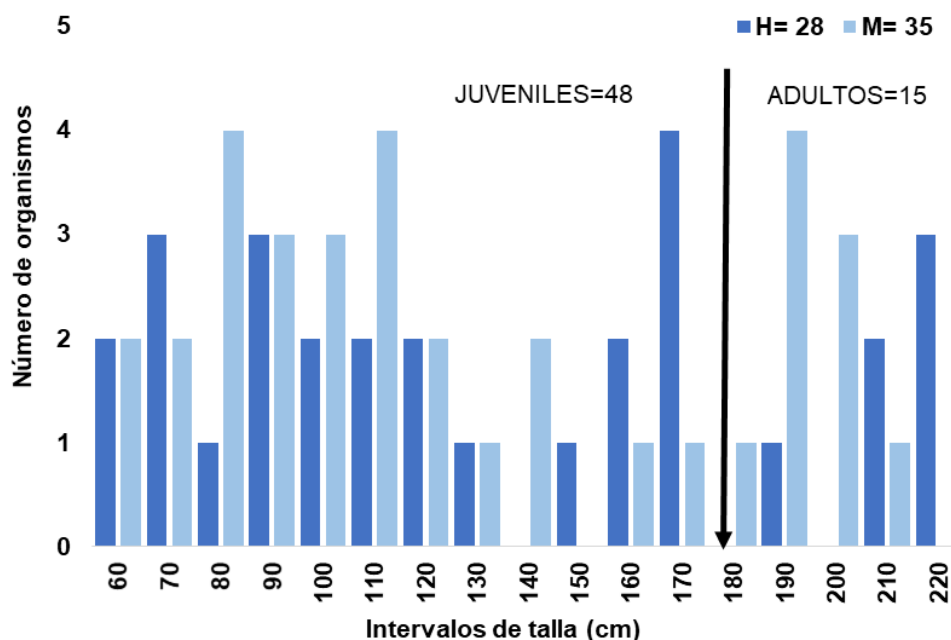


Figura 7. Histograma de distribución de tallas y número de muestras de músculo de *C. falciformis* utilizadas para el análisis de isótopos estables, dividida en categorías (sexo y estadio).

Tabla 5. Niveles tróficos por categoría, calculados con base en los valores isotópicos ($\delta^{15}\text{N}$) del depredador, la MOP y las presas.

Categoría	NT
	$\delta^{15}\text{N}$
General	4.1
Adultos	3.9
Juveniles	4.2
Hembras	4.1
Machos	4.2
Lluvias	4.3
Secas	4.1

Tabla 6. Valores isotópicos ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$), media ($\bar{x}$), relación Carbono:Nitrógeno y DE (Desviación estándar) por categoría.

Categoría	N	$\delta^{15}\text{N } \bar{x} + \text{DE}$	$\delta^{13}\text{C } \bar{x} + \text{DE}$	C:N + DE
GENERAL	63	16.37 $\pm$ 0.9	-17.05 $\pm$ 0.8	3.4 $\pm$ 0.1
ADULTOS	15	15.8 $\pm$ 0.9	-17.9 $\pm$ 0.5	3.4 $\pm$ 0.1
JUVENILES	48	16.5 $\pm$ 0.8	-16.7 $\pm$ 0.6	3.5 $\pm$ 0.1
HEMBRAS	29	16.3 $\pm$ 1	-17.11 $\pm$ 0.7	3.5 $\pm$ 0.1
MACHOS	34	16.4 $\pm$ 0.8	-16.9 $\pm$ 0.8	3.4 $\pm$ 0.1
LLUVIAS	46	16.2 $\pm$ 0.9	-16.9 $\pm$ 0.8	3.4 $\pm$ 0.1
SECAS	17	16.6 $\pm$ 0.9	-17.2 $\pm$ 0.5	3.5 $\pm$ 0.1

Debido a que no se observaron diferencias significativas en la alimentación entre categorías de acuerdo a la prueba de ANOSIM ($p>0.05$) se optó solo por realizar el modelo de mezcla general. Se utilizaron 5 presas (Tabla 7) donde se observó que el calamar *A. lesueurii* contribuyó con 59% a la dieta de *C. falciformis*, seguido de *P. x. affinis* con 19% y finalmente *O. libertate* con 11% (Tabla 8) (Fig. 8). El factor trófico de discriminación que se usó fue de 2.2 (Hussey *et al.*, 2010)

Tabla 7. Valores isotópicos de las presas (media $\bar{x}$ y DE) utilizados para el modelo de mezcla.

Presas	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$
	$\bar{x} \pm \text{DE}$	$\bar{x} \pm \text{DE}$
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	13.3 $\pm$ 0.1	-17.08 $\pm$ 0.5
<i>Selene peruviana</i>	17.6 $\pm$ 0.1	-16.6 $\pm$ 0.06
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	16.9 $\pm$ 0.5	-16.4 $\pm$ 0.1
<i>Opistonema</i> spp.	15.4 $\pm$ 0.2	-17.1 $\pm$ 0.5
<i>Portunus xantusii affinis</i>	15.4 $\pm$ 0.8	-18.2 $\pm$ 0.7

Tabla 8. Proporción de aporte a la dieta de *C. falciformis* de acuerdo al modelo de mezcla, dónde N es la cantidad de organismos utilizados por presa, media y desviación estándar ($\bar{x} \pm DE$) y percentiles de la distribución de la proporción de la dieta de cada fuente alimenticia al depredador.

PRESA	N	$\bar{x} \pm DE$	25%	50%	75%	95%
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	2	0.59 $\pm$ 0.08	0.54	0.55	0.65	0.71
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	4	0.05 $\pm$ 0.04	0.19	0.04	0.07	0.14
<i>Opisthonema</i> spp.	3	0.11 $\pm$ 0.09	0.03	0.08	0.16	0.29
<i>Portunus xantusii affinis</i>	5	0.19 $\pm$ 0.11	0.1	0.18	0.27	0.39
<i>Selene peruviana</i>	3	0.05 $\pm$ 0.04	0.01	0.03	0.07	0.13

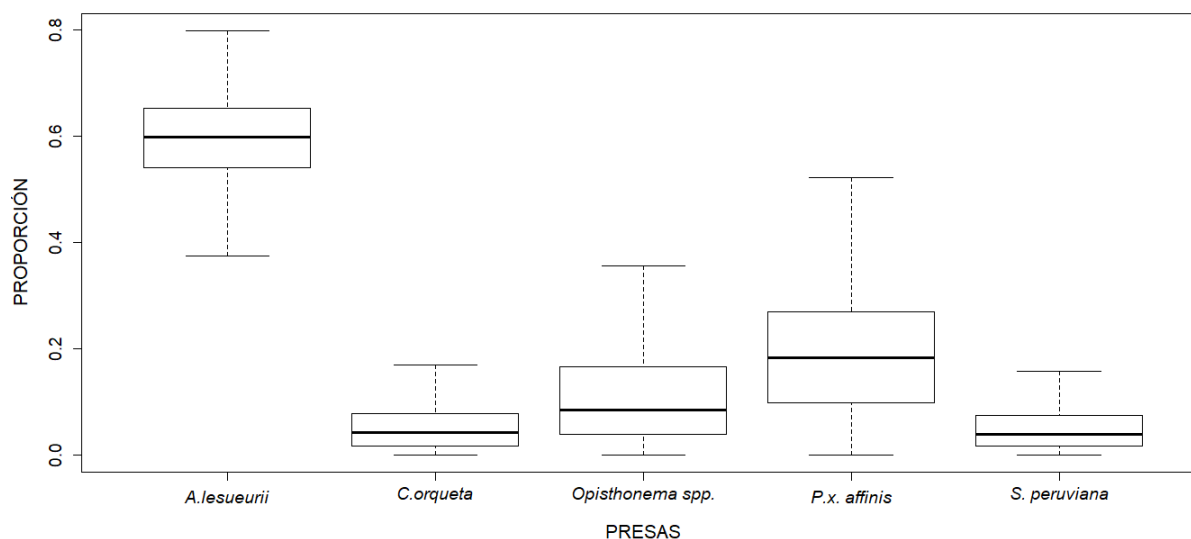


Figura 8. Boxplot del modelo de Mezcla.

6.3 ANÁLISIS POR SEXO

6.3.1 ANÁLISIS DE CONTENIDOS ESTOMACALES

Para hembras y machos, se estimó una buena representatividad de la dieta y un valor de la curva de la pendiente <0.1 , por lo que el espectro trófico se encuentra bien representado para ambos (Fig.9) (Tabla 3).

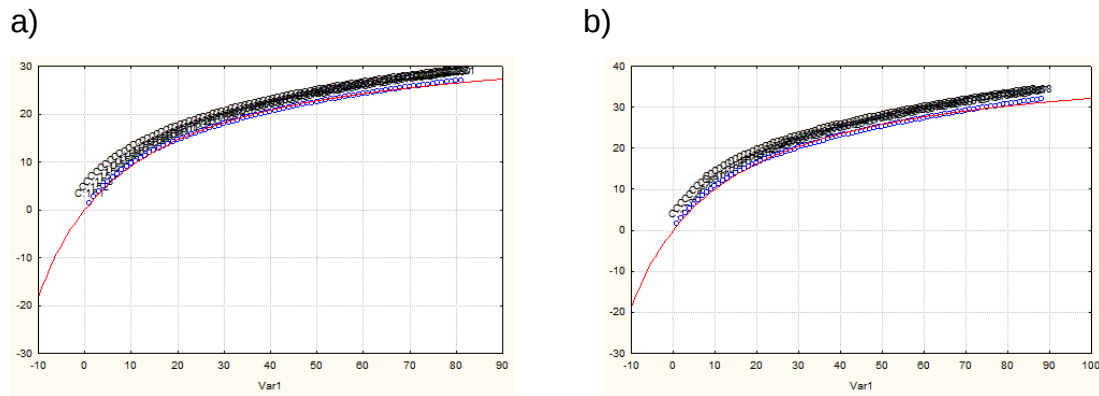


Figura 9. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por sexos de *C. falciformis*. a) Hembras, b) Machos. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.

Para las hembras se identificaron un total de 24 especies presa, divididos en 13 familias y 22 géneros, de los cuales 17 son peces, 6 cefalópodos, 1 crustáceo y restos de peces, restos de cefalópodos, restos de crustáceos y MONI (Anexo 1)

Para los machos se identificaron un total de 28 especies presa, divididos en 14 familias y 24 géneros, de los cuales 20 son peces, 7 cefalópodos, 1 crustáceo y restos de peces, restos de tortuga, restos de cefalópodos, restos de crustáceos y MONI (Anexo 1)

Para hembras las tres presas más importantes de acuerdo al %PSIRI, fueron la sardina crinuda *Opisthonema* spp. (%PSIRI=21.6), *Caranx caballus* (%PSIRI=12.4) y el calamar *A. lesueurii* (%PSIRI= 10.3) (Fig.10)

De acuerdo al %PSIRI, para los machos las tres presas más importantes fueron el cangrejo nadador *P. x. affinis* (14.6%), restos de peces (11.1%) y el calamar *A. lesueurii* (7.3%) (Fig.11)

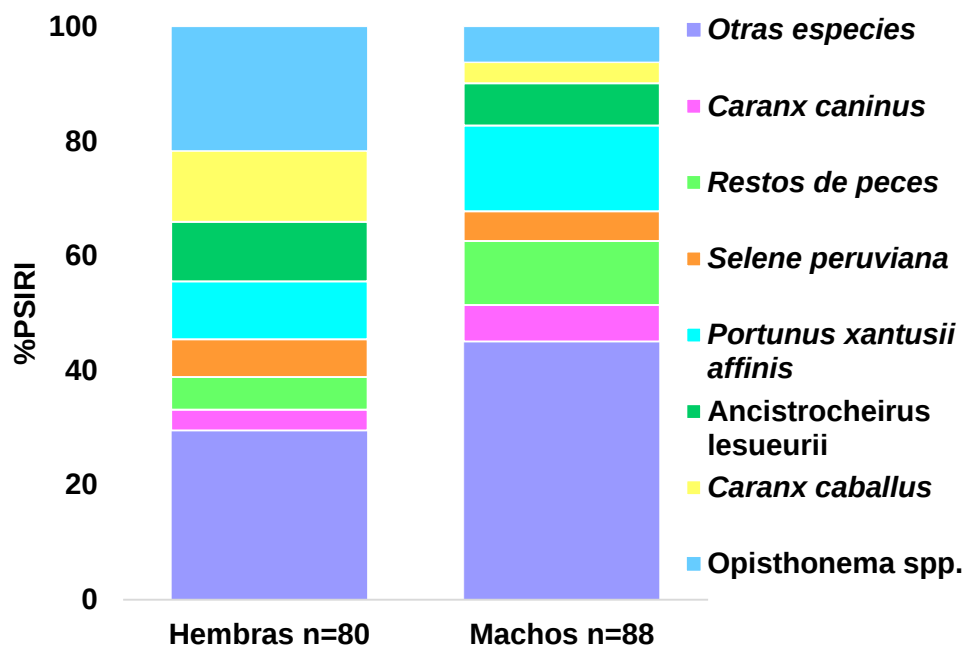


Figura 10. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica (*%PSIRI*) por sexos.

El nivel trófico para *C. falciformis* calculado con el contenido estomacal para hembras y machos es de 4.4 (Tabla 4)

El análisis de similitud ANOSIM ($R_{ANOSIM}=0.018$ $p>0.05$) indica que no existen diferencias significativas en la alimentación entre hembras y machos, por lo que se están alimentando de las mismas presas.

6.3.2 ANÁLISIS ISOTÓPICOS

No se encontraron diferencias significativas entre los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ ($U=442$, $p>0.05$) y $\delta^{13}\text{C}$ ($U=434$, $p>0.05$) entre machos y hembras (Tabla 9), sugiriendo que ambos sexos tienen la misma zona de alimentación y la misma dieta.

Tabla 9. Valores de la prueba de U Mann-Whitney por categoría.

Categoría	$\delta^{15}\text{N}$		$\delta^{13}\text{C}$	
	U	<i>p</i>	U	<i>P</i>
Sexo	442	>0.05	434	>0.05
Estadio	1176	<0.05	646	<0.05
Temporada	289	>0.05	312	>0.05

El nivel trófico calculado para hembras y machos fue muy parecido (4.1, 4.2) (Tabla 5). La prueba SIBER indicó que existe un traslapo de 66% entre hembras y machos presentando un nicho isotópico similar, en las hembras el área corregida de la elipse (SEAc) fue de 2.1, mientras que para los machos de 2.5 (Fig. 11) (Tabla 10).

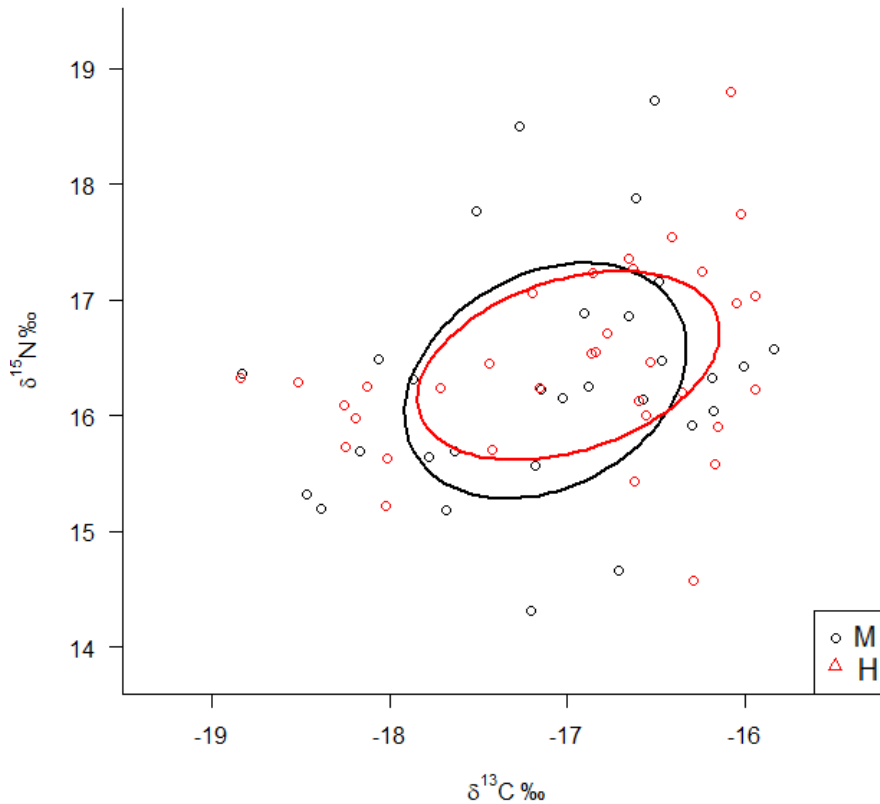


Figura 11. Análisis de nicho isotópico SIBER entre sexos de *C. falciformis*. H=HEMBRAS, M=MACHOS

Tabla 10. Traslapo trófico entre categorías. SEA = área estándar de la elipse, SEAc = área corregida de la elipse.

Categoría	SEA	SEAc	Traslapo
HEMBRAS	2	2.1	0.66
MACHOS	2.4	2.5	
JUVENILES	1.7	1.8	
ADULTOS	1.8	1.8	0.05
LLUVIAS	2	2.1	
SECAS	2.2	2.2	

6.4 ANÁLISIS POR ESTADIO

6.4.1 ANÁLISIS DE CONTENIDOS ESTOMACALES

Para juveniles se estimó una buena representatividad de la dieta (84%) y un valor de la pendiente <0.1 , por lo que el espectro trófico se encuentra bien representado, sin embargo, para la categoría de adultos la cantidad de muestras no fue suficiente (19) ya que el valor de la pendiente es >0.01 y tiene una representatividad de tan solo 38% (Fig.12) (Tabla 3).

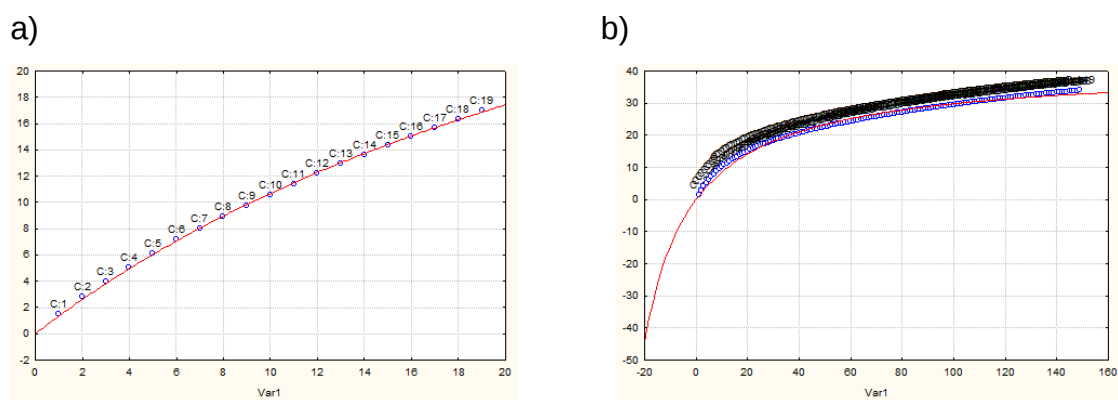


Figura 12. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por estadios de *C. falciformis*. a) Adultos, b) Juveniles. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.

La alimentación de juveniles está conformada principalmente en 30 presas, donde predominan los peces (23), seguida de calamares (6), crustáceos (1), restos de

peces, restos de cefalópodos, restos de tortuga, restos de crustáceos y MONI, divididos en 15 familias y 25 géneros (Anexo 2).

Para los adultos se identificaron un total de 17 presas, divididos en 12 familias y 17 géneros, de los cuales 12 son peces, 4 cefalópodos, 1 crustáceo y restos de peces (Anexo 2).

De acuerdo al %PSIRI, las tres presas más importantes para los juveniles son *Opisthonema* spp. (15.2%), seguida del cangrejo nadador *P. x. affinis* (10.5%) y el calamar *A. lesueurii* (9.6%). Para los adultos las tres presas más importantes son *P. x. affinis* (29.6%), *Argonauta* spp. (10.05%) y *C. caninus* (9.1%) (Fig. 13)

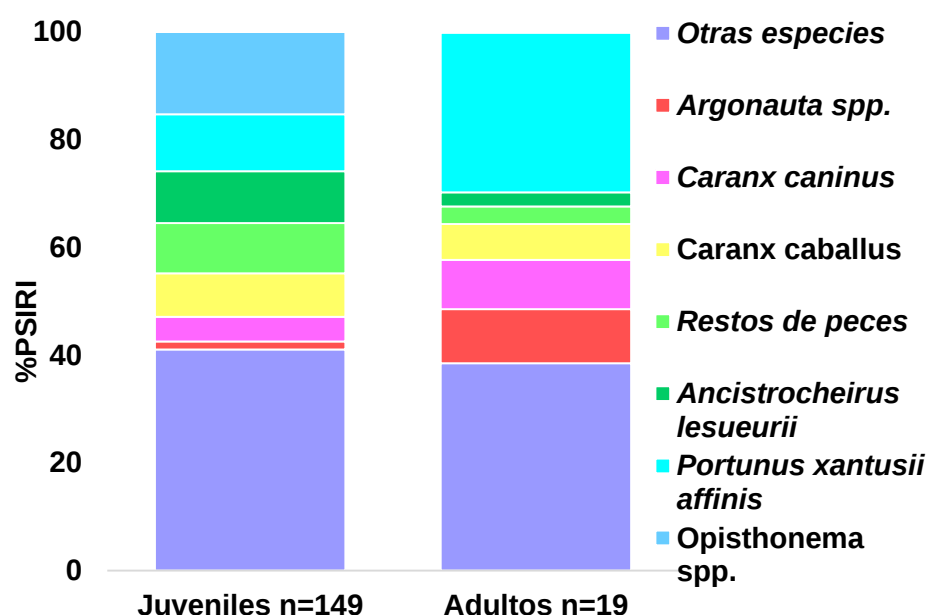


Figura 13. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica (%PSIRI) por estadios.

El NT para juveniles y adultos de *C. falciformis* calculado con el contenido estomacal fue de 4.4 (Tabla 4)

En esta categoría se omitió la comparación con el análisis de similitud ANOSIM debido al bajo tamaño de muestra de los adultos (19), ya que es probable que el resultado obtenido no sea una representación real de las diferencias en la alimentación.

6.4.2 ANÁLISIS ISOTÓPICOS

De acuerdo a la prueba de U-Mann Whitney, los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ muestran diferencias significativas entre estadios (Tabla 9) y un traslape casi nulo (0.05) (Fig. 14) (Tabla 10). En los juveniles el área corregida de la elipse (SEAc) fue de 1.79, mientras que para los adultos de 1.83 (Tabla 10). El nivel trófico calculado para juveniles fue de 4.2 y para adultos de 3.9 (Tabla 5).

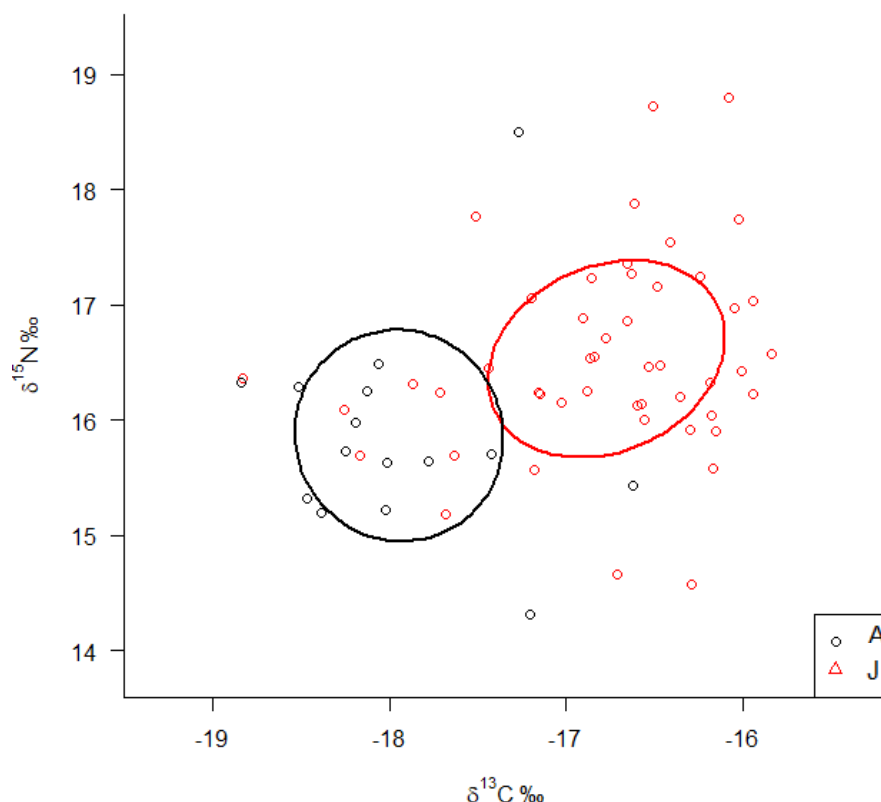


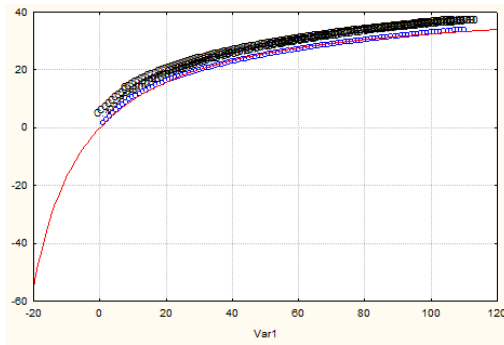
Figura 14. Nicho isotópico entre estadios de *C. falciformis*. J=Juveniles, A=Adultos.

6.5 ANÁLISIS POR TEMPORADA

6.5.1 ANÁLISIS DE CONTENIDOS ESTOMACALES

Se estimó una buena representatividad de la dieta para ambas temporadas (Lluvias=79%, Secas=82%) y un valor de la curva de la pendiente <0.1 (Fig.15) (Tabla 3).

a)



b)

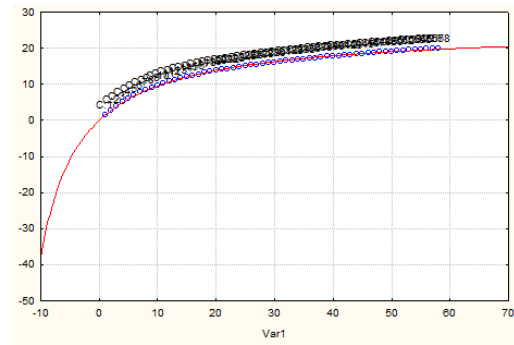


Figura 15. Curvas acumuladas de especies del espectro trófico por temporada de *C. falciformis*. a) Lluvias, b) Secas. En el eje X se muestra el esfuerzo del muestreo efectuado (n ; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (S_n). Círculos: son la curva aleatorizada. La línea roja continua indica la función del Clench ajustada a la curva. En negro, las etiquetas de cada círculo azul.

En la temporada de lluvias se identificaron un total de 31 presas, divididos en 17 familias y 28 géneros, de los cuales 21 son peces, 7 cefalópodos, 1 crustáceo y restos de peces, restos de cefalópodos, restos de crustáceos y MONI (Anexo 3)

En temporada de secas se identificaron un total de 16 presas, divididos en 11 familias y 15 géneros, de los cuales 11 son peces, 4 cefalópodos, 1 crustáceo, restos de tortuga, restos de peces, restos de cefalópodos, restos de crustáceos y MONI (Anexo 3)

En temporada de lluvias las tres presas que más consumió *C. falciformis* fueron *Opisthonema* spp. (%PSIRI=17.7), *P. x. affinis* (%PSIRI) y *A. lesueurii* (%PSIRI=8.3) y en temporada de secas las tres presas más importantes fueron el cangrejo nadador *P. x. affinis* (%PSIRI=15.3), *C. caballus* (%PSIRI=14.9) y restos de peces (%PSIRI=11.8) (Fig. 16).

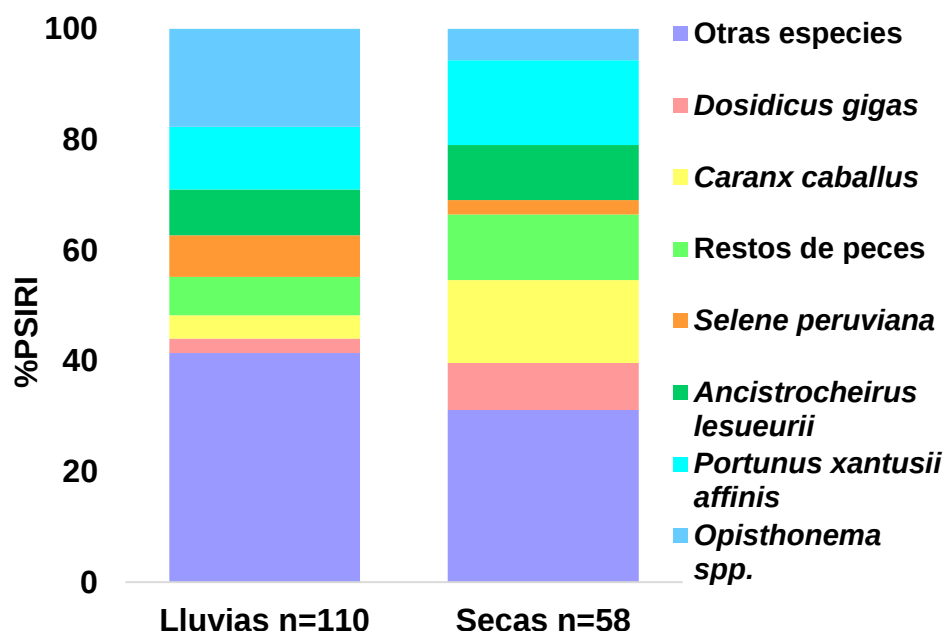


Figura 16. Índice de Importancia Relativa Presa-Específica (%PSIRI) por temporadas climáticas.

El NT de *C. falciformis* calculado con el contenido estomacal fue de 4.6 (Lluvias) y 4.2 (Secas) (Tabla 4).

De acuerdo a la prueba ANOSIM ($R_{ANOSIM}=0.002$ $p=0.36$) no existen diferencias significativas entre las temporadas, lo que significa que se están alimentando de las mismas presas en ambas temporadas.

6.5.2. ANÁLISIS ISOTÓPICOS

De acuerdo a la prueba de U-Mann Whitney, los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ no muestran diferencias significativas entre temporadas (Tabla 9) y se traslapan en un 61% (Fig. 17) (Tabla 10), en lluvias el valor de SEAc fue de 2.1, mientras que en secas fue de 2.2 (Tabla 10) presentando un nicho isotópico similar en ambas temporadas, esto quiere decir que la zona de alimentación para las dos temporadas es similar así como las presas que están consumiendo en cada una.

El nivel trófico calculado para la temporada de lluvias fue de 4.3 y para la temporada de secas de 4.1 (Tabla 5).

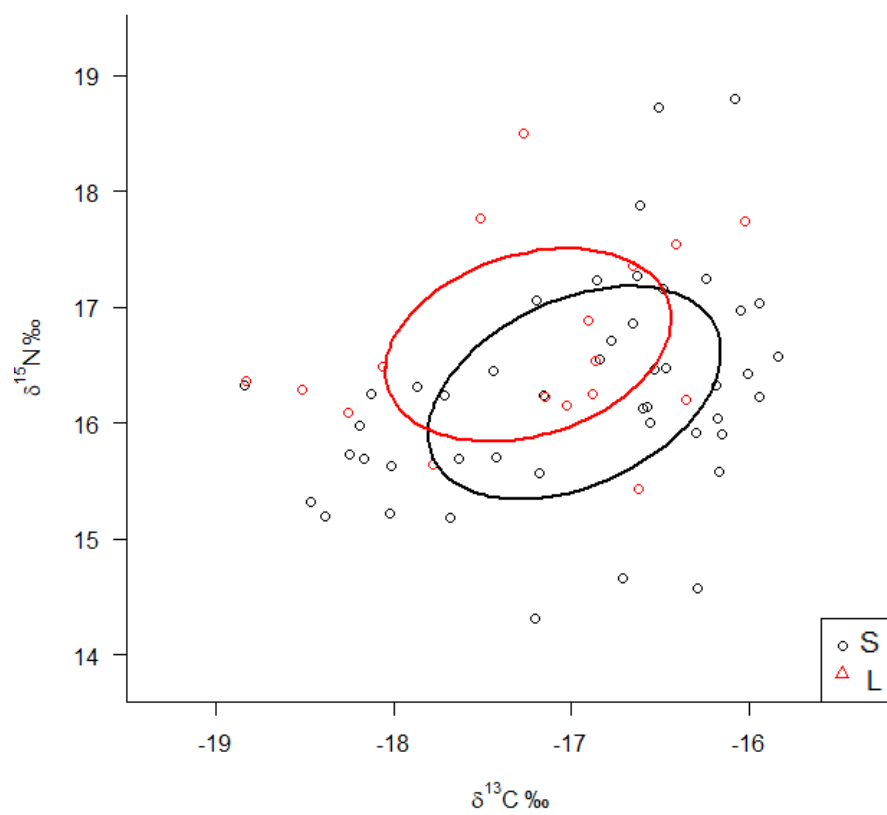


Figura 17. Nicho isotópico entre temporadas de *C. falciformis*. L=Lluvias, S=Secas.

7.-DISCUSIÓN

7.1 TAMAÑO DE MUESTRA

El porcentaje de estómagos con contenido estomacal resultó ser bajo (28.8%), de los 584 estómagos que se analizaron, muchos de los tiburones capturados lo habían expulsado del organismo, proceso que es llamado regurgitación y es causado porque el tiburón experimenta estrés por un dispositivo de captura (Elliot y Hemingway, 2002); Cortés (1997) menciona que los tiburones están en constante búsqueda de alimento y la carnada en los palangres atrae tiburones con el estómago vacío por lo que el mejor arte de pesca para capturar organismos con estómagos con alimento son las redes, aunque Parrack *et al.* (1993) y Trent *et al.* (1997) mencionan que en redes de enmalle los organismos son raramente capturados. En Jalisco, el arte de pesca utilizado para la captura de este tiburón es el palangre. El tiburón capturado puede pasar entre 12 y 18 h en el palangre, tiempo suficiente en el cual los jugos gástricos del estómago actúan de manera efectiva sobre las presas (Cabrera Chavez-Costa, 2003) ya que se sabe que aun muerto el organismo el estómago continúa con el proceso de digestión (Bowen, 1996), evidenciando la pérdida de presas.

Durante el muestreo se capturaron organismos neonatos (7.5%, <80 cm. Hoyos-Padilla *et al.*, 2012), juveniles (85%) y adultos (6.5%), los neonatos se encuentran presentes de julio a febrero aproximadamente, y los juveniles y adultos todo el año. Beck *et al.* (2001) define área de crianza como aquel sitio donde ocurren altas densidades de organismos juveniles, la costa sur de Jalisco se podría asignar como un área de crianza para *Carcharhinus falciformis*. Sin embargo, también es necesario conocer el tiempo de residencia y uso inter-anual del sitio (filopatría) para definir apropiadamente una zona de crianza (Heupel *et al.*, 2007). Por lo que es necesario realizar estudios de las relaciones genéticas y filopatría entre neonatos, juveniles y hembras adultas de *C. falciformis* (Rodríguez-Matus, com. pers).

Beerkircher *et al.* (2003) y Barajas-Calderon (2015) mencionan que el material con el que está construido el palangre podría influir en la captura de un mayor porcentaje de juveniles ya que estos no son capaces de romper los reinales de poliamida monofilamento (que utilizan los pescadores en la zona de estudio) a diferencia de un adulto que lo haría fácilmente.

La ausencia de adultos en el área de estudio es que la zona de pesca comprende desde la costa hasta las 17 millas, zona donde generalmente se encuentran neonatos y juveniles formando agregaciones (Compagno, 2001), rara vez los pescadores incursionan en aguas exteriores, aunque la oportunidad de capturar adultos incrementa entre las 17 y las 40 millas aproximadamente, ya que subadultos y adultos prefieren aguas oceánicas (Branstetter, 1987; Bonfil, 1997; Compagno, 2001).

7.2. ESPECTRO TRÓFICO GENERAL

El espectro trófico general para *C. falciformis* estuvo bien representado (83%) con base en la curva de acumulación. La composición de la dieta de *C. falciformis* revela estrategias de alimentación especialista (Cabrera Chávez-Costa, 2000; Andrade-González, 2005; Estupiñan y Cedeño, 2005; Cabrera Chávez-Costa *et al.*, 2010; Barajas-Calderon, 2015; Méndez-Da Silvera, 2015; Filmlalter *et al.*, 2016 y Estupiñan-Montaña *et al.*, 2017a), generalista y oportunista (Barranco-Servin, 2008; Duffy *et al.*, 2015; Flores-Martínez *et al.*, 2016 y Varghese *et al.*, 2014; 2016). Colwell y Futuyma (1971) y Amundsen *et al.* (1996) mencionan que un depredador se considera especialista cuando todos los individuos de una población se encuentran alimentándose de una o de pocas presas con abundancia específica alta, pero con una ocurrencia en los estómagos baja. Gese y Bekoff (2004) definen a un organismo oportunista como aquel que su alimentación está en función de la disponibilidad y abundancia de las presas. Las presas más importantes de *C. falciformis* fueron *Opisthonema* spp, *Ancistrocheirus lesueurii* y *Portunus xantusii affinis*, con presencia y abundancia todo el año. Wetherbee *et al.* (1990) explica que los depredadores seleccionan a aquellas presas abundantes en particular para maximizar su consumo y aprovechamiento de energía y cuando la comida es escasa no pueden escoger el alimento, así que se alimentan de las presas que se encuentre disponible, por lo que el tiburón piloto se podría considerar un organismo oportunista.

El complejo *Opisthonema* está compuesto por tres especies (*O. libertate*, *O. bulleri*, *O. medirastre*), que tienen temporadas de desove diferentes pero durante todo el año y son muy abundantes (Peterson, 1956; Rodríguez *et al.*, 1989; Acal y Corro-Espinosa, 1993; Hinojosa-Medina, 2004; Funes-Rodríguez *et al.*, 2004, Franco-Gordo *et al.*, 2010; Ruíz-Domínguez, 2015). Esto concuerda con la presencia de

Opisthonema spp. en los estómagos de *C. falciformis* capturados durante todo el año. Aunque *Opisthonema* spp. es un grupo abundante y tiene una distribución desde el sur de California hasta Perú (Cotto *et al.*, 2010), solo se encuentra presente como presa del tiburón piloto en este estudio.

Así mismo, la subespecie *P. x. affinis* se distribuye formando agregaciones en la columna de agua y cercana a la costa entre los 65 m y 104 m aproximadamente (Gómez-Galindo, 1994), es un organismo común y altamente abundante todo el año en la zona (Godínez-Domínguez y González Sansón, 1999; Landa-Jaime *et al.*, 2001; Michel-Morfín *et al.*, 2006; Arciniega-Flores *et al.*, 2008 y Godínez-Domínguez *et al.*, 2010). Flores-Martínez *et al.* (2016) registran a *Portunus* spp. en los estómagos de *C. falciformis* en el Golfo de Tehuantepec pero en un bajo porcentaje (%IIR=2.80), *P.x. affinis* es registrada por Cabrera Chávez-Costa (2000) y Barranco-Servin (2008) en la misma zona como la presa principal, sin embargo en estómagos analizados en las costas de Baja California Sur para *C. falciformis* y otras especies la presa más abundante es la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Galván, 1988; Abitia *et al.*, 1997;1998; Curiel-Godoy, 2017), debido a que se encuentra en todos sus estadios larvarios y en sus fases (bentónica y pelágica) todo el año (Alvariño, 1976), de manera similar, la presa *Charybdis smithii* es un crustáceo que presenta grandes densidades en el Océano Índico (Matthijs *et al.*, 1997) y es de las principales presas en la dieta del tiburón piloto (Varghese *et al.*, 2014, 2016) así como de otros tiburones (*Alopias superciliosus*, *A. vulpinus*, *Isurus oxyrinchus*, *Galeocerdo cuvier*), dorados (*Coryphaena hippurus*), atunes (*Thunnus albacares*) y picudos (*Istiophorus platypterus*, *Xiphias gladius* e *Istiompax indica*) (Romanov *et al.*, 2009).

Respecto al calamar *A. lesueurii* se sabe que es una especie común en aguas tropicales, subtropicales y templadas de los océanos (Roper *et al.*, 1984) y se encuentra frente a las costas de Jalisco en estadios larvarios todo el año a excepción de verano (De Silva-Dávila *et al.*, 2015), es un organismo oceánico mesopelágico (200-1000 m) (Allcock y Barratt, 2014) con migraciones verticales de 125 m de profundidad por la noche (Roper y Young, 1975; D'Onguia *et al.*, 1997), aunque se han capturado adultos a profundidades de 70 m (Bello *et al.*, 1994) y es alimento de otros tiburones como *Sphyrna zygaena*, *S. lewini*, *Prionace glauca*, *C. longimanus* (Dunning *et al.*, 1993), atunes (Karakulak *et al.*, 2009) y cetáceos (Clarke y MacLeod, 1974; Clarke, 1977,

1980; Martin y Clarke, 1986; Blanco *et al.*, 2006). A diferencia de lo que registra De Silva-Dávila *et al.* (2015), *A. lesueurii* estuvo presente en 28 estómagos de *C. falciformis* entre julio y agosto del 2013 y del 2015, confirmando la presencia de *A. lesueurii* en verano frente a las costas de Jalisco. *C. falciformis* realiza migraciones verticales por la noche de hasta 100 m cuando son juveniles (Hutchinson *et al.*, 2015) y 500 m cuando son adultos (Compagno, 1984; Last y Stevens, 2009) encontrándose en el mismo hábitat con éste y otros cefalópodos tales como *Octopus* sp. (Salman *et al.*, 2003), *Dosidicus gigas* (Markaida y Sosa-Nishizaki, 2003; Polo-Silva *et al.*, 2007, 2009), *Sthenoteuthis oualaniensis* (Zuev y Nesis, 1971) y *Gonatus* sp. (Roper y Young, 1975; Nesis, 2002). *Argonauta* sp. es normalmente encontrado en aguas superficiales en el día (Imber, 1973; Salman *et al.*, 2003), por lo que *C. falciformis* se puede alimentar tanto en la noche como en el día. Cabrera Chávez-Costa (2003), Andrade-González (2005), Barranco-Servin (2008), Filmlalter *et al.* (2016), Flores-Martínez *et al.* (2016) y Varghese *et al.* (2016) también registran distintas especies del género *Argonauta* como presas de *C. falciformis*.

En general, la alimentación de *C. falciformis* está basada en tres grupos principales (peces, cefalópodos y crustáceos), pero varía por zonas en cuanto a las presas más importantes. En la costa de México por ambos litorales, la costa de Panamá y Ecuador y en el Océano Pacífico Oriental (OPO), donde analizaron la dieta del tiburón piloto, los peces de la familia Scombridae son la dieta principal (Marín, 1992; Acevedo, 1996; Galván-Magaña, 1999; Andrade-González, 2005; Estupiñan y Cedeño, 2005; Duffy *et al.*, 2015; Estupiñan-Montaña *et al.*, 2017a). En el presente estudio, la frecuencia con la que se alimenta de escómbridos es baja (%PSIRI<2), esto se debe a que la mayoría de los organismos de esta familia son oceánicos (Eslava *et al.*, 2003) y en general las muestras con las que se cuenta son de organismos juveniles, por lo que no coinciden en hábitat.

7.3 RELACIÓN C:N E ISÓTOPOS ESTABLES GENERALES.

Al examinar las proporciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno, los lípidos y la urea en los tejidos son una fuente de incertidumbre (DeNiro y Epstein, 1977; Fisk *et al.*, 2002; Kim y Koch, 2012; Churchill *et al.*, 2015), por lo que se recomienda la eliminación o corrección de los lípidos y la urea antes de los análisis de los isótopos

estables (Kim y Koch, 2012; Li *et al.*, 2016a). Para saber si las extracciones fueron exhaustivas y correctas se realiza una relación C:N, donde valores por debajo de 3.5 indicaron que los músculos se encontraban libres de lípidos (Post *et al.*, 2007) y si se encontraban por encima de 2.5 significa que los músculos están libres de urea (Kim y Koch, 2012). A pesar de la importancia de la eliminación de lípidos y urea, en el presente estudio no se realizaron dichas extracciones. Sin embargo, el valor promedio de la relación C:N fue de $3.4 \pm 0.1\%$, lo que significa que se cuenta con valores de proteínas puras y por ende, las variaciones de los valores isotópicos son indicadores de la actividad del depredador (Torres-Rojas *et al.*, 2013; Galindo-Rosado, 2014). Valores similares también son registrados por Galindo-Rosado (2014), que varían entre 2.5 y 3.5, con un promedio de $2.8 \pm 0.2\%$ en músculo y un promedio de $3.2 \pm 0.045\%$ en vértebra, Li *et al.* (2014) encontraron valores promedios de $2.82 \pm 0.08\%$ en músculo, Méndez Da-Silveira (2015) encontró valores promedio en tejido sanguíneo de $2.69 \pm 0.25\%$ y en músculo de $2.96 \pm 0.19\%$, Estupiñan-Montaña *et al.* (2017) registraron valores que oscilan entre 2.8 y 3.1% que aunque en este último hicieron extracción de lípidos, decidieron utilizar los valores sin extracción, Li *et al.* (2016a) sometieron a 3 tratamientos de eliminación de urea y lípidos el tejido muscular de *C. falciformis* y los comparó contra una muestra control y encontró variaciones de C:N entre 2.5 y 3.2% , Barranco-Servin (2008) registra valores isotópicos en músculo entre 2.7 y 3.1% realizando ambas extracciones. Rabehagasoa *et al.* (2012) encontraron valores promedios de $2.66 \pm 0.01\%$ realizando solo extracción de lípidos y Rau *et al.* (1983) mencionaron que encontraron valores bajos de lípidos en el músculo (0.79 y 0.87, % en peso húmedo), analizando lo anterior se podría considerar que al músculo de tiburón piloto no es necesario realizarle dichas extracciones, pues los valores de la relación C:N se encuentran dentro de los rangos de proteína pura. Esto ha sido previamente observado en otras especies de tiburones como *I. oxyrinchus*, *P. glauca* y *Squalus acanthias* (Logan y Lutcavage, 2010; Maya-Meneses, 2012).

El valor promedio para $\delta^{13}\text{C}$ es -17.05% en *C. falciformis*, Li *et al.* (2014; 2016b) y Cabrera Chávez-Costa (2003) encontraron valores para $\delta^{13}\text{C}$ similares, característicos de la zona oceánica (Niño-Torres *et al.*, 2016). Rau *et al.* (1983), Barranco-Servin (2008), Revill *et al.* (2009), Rabehagasoa *et al.* (2012) y Estupiñan-Montaña *et al.* (2017b) encontraron valores para $\delta^{13}\text{C}$ de -15.8% , $-15.63 \pm 0.39\%$, -14 ,

16.3 $\pm$ 0.06‰, 16.5 $\pm$ 0.4‰ sugiriendo una zona de alimentación cercana a la zona costera. Considerando el intervalo de los valores de $\delta^{13}\text{C}$, *C. falciformis* se alimenta tanto en la costa como en la zona oceánica, dependiendo del estadio en el que se encuentre en la costa sur de Jalisco. Este mismo comportamiento fue descrito por Galindo-Rosado (2014) en el Océano Pacífico Oriental Tropical y por Cabrera Chávez-Costa (2003) y Barranco-Servin (2008) en las costas de Baja California Sur y el Golfo de Tehuantepec, respectivamente. Compagno (1984), Branstetter (1987) y Joung *et al.* (2008), mencionan que la alimentación de *C. falciformis* no se encuentra restringida a la zona oceánica, e incluye zonas costeras cerca del borde de la plataforma continental y por encima de arrecifes de aguas profundas (Bonfil *et al.*, 1993). Trabajos de marcaje en *C. falciformis* indican que se mueven en un amplio rango, no solo en regiones norte y sur, si no entre océano abierto y zonas costeras, aunque no se han registrado movimientos transocéánicos (Mejuto *et al.*, 2005; Kohin *et al.*, 2006)

El valor promedio de $\delta^{15}\text{N}$ es 16.37 $\pm$ 0.9‰, con un mínimo de 14.32‰ y un máximo de 18.7‰, valores de 16 $\pm$ 0.7‰ fueron registrados por Li *et al.* (2016b). Barranco-Servin (2008), Rabehagaso *et al.* (2012), Li *et al.* (2014), Galindo-Rosado (2014) y Estupiñan-Montaña *et al.* (2017b) registraron valores de $\delta^{15}\text{N}$ de 15.53 $\pm$ 0.71‰, 11.9 $\pm$ 0.4‰, 14.93 $\pm$ 0.84‰, 14.4‰, 15.3 $\pm$ 0.09‰. La variación en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ entre áreas y años podría ser provocado por los cambios estacionales de temperatura, reflejo de carácter migratorio, las variables ambientales de cada zona, la segregación espacial de sus presas o la ontogenia del tiburón (Morato *et al.*, 2003; Rinewalt *et al.*, 2007; Abrantes y Barnett, 2011; Li *et al.*, 2016b).

7.4 MODELO DE MEZCLA

Las principales presas en los contenidos estomacales fueron la sardina crinuda *Opisthonema* spp., el cangrejo nadador *P.x.affinis* y el calamar *A.lesueurii*, se esperaría que la sardina crinuda al almacenar lípidos en el músculo y tener un alto contenido energético (Cummins y Wuychech, 1971) aportara más a la formación de tejido muscular y sus valores isotópicos se vieran reflejados en el músculo del tiburón piloto, y en menor medida el cangrejo nadador y el calamar *A. lesueurii*, el primero por tener presencia de carbonato de calcio y de fosfato en su exoesqueleto, lo que implica un bajo valor calórico (Paine, 1994) y el calamar por su gran cantidad de agua en el tejido

y su rápida digestión (Schaefer 1984; Olson y Boggs 1986), sin embargo, no sucedió eso, ya que las presas mayormente reflejadas en el músculo de *C. falciformis* son precisamente estas dos últimas. Como anteriormente se menciona *P.x.affinis* estuvo presente en 238 estómagos, su incidencia puede ser producto de las grandes agregaciones que forma, por lo que su búsqueda y captura implica bajo costo energético para el tiburón piloto. La presencia de *A.lesueurii* podría estar siendo subestimada en los contenidos estomacales debido a su rápida digestión o al proceso de regurgitación del tiburón piloto expulsando los picos. Tomando en cuenta que, aunque no aportan mucho energéticamente, el hecho de ser consumidas con frecuencia hace que exista un reflejo de sus valores isotópicos en el músculo de *C. falciformis*. Cabrera Chávez-Costa (2003) menciona que el calamar gigante *D. gigas* aporta mayor contenido energético al tiburón piloto ya que son organismos que poseen una mayor cantidad de tejido muscular en sus cuerpos, lo cual provee mayor alimento al depredador.

Estupiñan-Montaña *et al.* (2017b) reportan a partir del modelo de mezcla, que las presas que más aportan a la dieta son los calamares *S.oulaniensis*, *D. gigas* y *Ommastrephes bartramii* y de acuerdo al índice de importancia relativa se alimenta de *T.albacares* y *Auxis thazard* (Estupiñan-Montaña *et al.*, 2017a), explican los calamares no son las presas principales, pero su alimentación constante se ve reflejada en los valores isotópicos en el músculo del depredador. Méndez-Da Silveira (2015) menciona que las presas que más contribuyen a la dieta de *C. falciformis* en el modelo de mezcla son los cefalópodos *D. gigas* y *Argonauta sp.* y no el escómbrido *Scomber japonicus*. Acevedo (1996), Bowman *et al.* (2000), Cabrera Chávez-Costa *et al.* (2010), Galván-Magaña *et al.* (2013), Varghese *et al.* (2014; 2016), Barajas-Calderón (2015), Flores-Martínez *et al.* (2016), Filmlalter *et al.* (2016), Benaya (2016) y Estupiñan-Montaña *et al.* (2017) registran calamares en el espectro trófico de *C. falciformis*, pero no siempre como las presas principales, las tasas de digestión y subestimación de los calamares es un tema al que se le tiene que dar mayor peso en investigaciones futuras.

7.5 NIVEL TRÓFICO

Comprender el papel o la posición trófica de los tiburones como depredadores tope de importancia ecológica y de conservación (Myers *et al.*, 2007; Baum y Worm,

2009; Hussey *et al.*, 2012), sin embargo se cuenta con poca información cuantitativa (Cortés, 1999). En las últimas décadas, el nivel trófico (NT) puede ser calculado a partir de los contenidos estomacales (CE) e isótopos estables (IE). Rau *et al.* (1983), Cortés (1999), Barranco-Servin (2008) y Varghese *et al.* (2014) registran un NT para *C. falciformis* calculado con CE de 4.5, 4.18, 4.3 y 4.8 y Barranco-Servin (2008), Galindo-Rosado (2014) y Li *et al.* (2014) registran un NT de 4.3, 3.7 y 4.07 con IE, NT similar a lo encontrado por CE =4.4 e IE=4.1. Méndez-Da Silveira (2015) encuentra un NT bajo de 2.9 con IE sugiriendo una dieta muy estable y a base de presas de cadenas tróficas cortas, el cual representa un nicho trófico reducido y especializado (Román-Reyes, 2005). Revill *et al.* (2009) y Rabehagasoa *et al.* (2012) mencionan que los valores de $\delta^{15}\text{N}$ de 12.6‰ y $11.9 \pm 0.5\text{‰}$ respectivamente, significan un valor de NT bajo. Por otro lado, Estupiñán-Montaña *et al.* (2017b) encuentra los valores más altos de NT para la especie calculado con isótopos estables, con un rango entre 5.1 y 5.8, sugiriendo que *C. falciformis* ocupa un lugar muy alto en la cadena trófica en la costa de Colombia. El nivel trófico medio de los tiburones es idéntico al calculado para mamíferos marinos (NT=4) (Cortés, 1999).

7.6 ESPECTRO TRÓFICO POR SEXOS E ISÓTOPOS ESTABLES

La segregación sexual en elasmobranquios es muy común, tienden a separarse cuando son adultos, a excepción de la época reproductiva (Wourms, 1977; Downton-Hoffman, 2007), para el tiburón piloto esta segregación encuentra registrada en el OPO, las costas de Baja California Sur, Jalisco y el Golfo de Tehuantepec (Andrade-González, 2005; Cabrera Chávez-Costa *et al.*, 2010; Barajas-Calderon, 2015). Si bien las presas principales entre hembras y machos no son las mismas, se registró un traslape alto tanto con contenidos estomacales como con isótopos estables, esto indica que la amplitud del nicho alimenticio e isotópico es muy similar, esto podría deberse a que las presas son muy abundantes y no existe competencia intraespecífica en la costa de Jalisco siendo similar a lo reportado por Méndez-Da Silveira (2015) y Barranco-Servin (2008).

7.7 ESPECTRO TRÓFICO POR ESTADIO E ISÓTOPOS ESTABLES

El espectro trófico para adultos no se encontró bien representado, debido al pequeño número de organismos obtenidos en el presente estudio, sin embargo, se aprecian cambios en la cantidad de presas en los estómagos de adultos y juveniles. En juveniles se registraron 31 especies-presa y para adultos 17 especies-presa. Los juveniles tienen presas principales a *Opisthonema* spp., *P. x. affinis* y *A. lesueurii*, mientras que los adultos tienen a *P. x. affinis*, *Argonauta* sp., y *Caranx. caninus*. La única presa que podría marcar un cambio en la alimentación es *Argonauta* sp. Se sabe que los organismos del género *Argonauta* viven cerca de la superficie, con migraciones verticales (Roper *et al.*, 1984), por lo que coinciden en espacio con los adultos de *C. falciformis*. Organismos del género *Argonauta* también forman parte de la alimentación de dorados capturados en Jalisco (Amezcu-Gómez, 2007; Briones-Hernández, 2017), Briones-Hernández (2017) menciona que son organismos de fácil captura y abundantes en la zona, por lo que también implica un gasto energético menor para el tiburón piloto.

Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre juveniles y adultos mostraron diferencias significativas, por lo que se sugiere la segregación por estadio, alimentándose los diferentes estadios en zonas distintas y haciendo uso diferencial de los recursos, esto ya se ha reportado para la especie (Cabrera Chávez-Costa *et al.*, 2010; Galindo-Rosado *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2016b), este comportamiento también ha sido registrado para otros tiburones como *I. oxyrinchus* y *Carcharodon carcharias* (Malpica-Cruz *et al.*, 2013 y Jennings *et al.*, 2002) en organismos del Mar del norte. Rabehagaso *et al.* (2012) encontraron que no existen diferencias significativas en los valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ conforme va creciendo el tiburón piloto; Barranco-Servin (2008) encuentra diferencias en $\delta^{13}\text{C}$, pero no en $\delta^{15}\text{N}$, esto quiere decir que las presas consumidas son de niveles tróficos similares, pero se están alimentando en diferentes zonas.

Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ para juveniles son más positivos, mientras que para los adultos son más negativos, esto quiere decir que la zona de alimentación para juveniles es cercana a la costa, comportamiento típico en elasmobranquios (Compagno, 2001; Torres-Rojas, 2006), ya que suelen usar las zonas costeras como áreas de crianza, brindándoles alimentación y protección contra la depredación (Beck *et al.*, 2001; Alejo-Plata *et al.*, 2007; Heupel *et al.*, 2007). También se sabe que los ecosistemas costeros presentan valores de $\delta^{13}\text{C}$ enriquecidos en comparación con los ecosistemas

oceánicos, teniendo como resultado valores isotópicos más enriquecidos en $\delta^{13}\text{C}$ en los consumidores (Díaz-Gamboa 2009; Jardine *et al.*, 2003; Cherel y Hobson, 2007; Graham *et al.*, 2010).

Los valores de $\delta^{15}\text{N}$ son mayores en los juveniles con respecto a los adultos. Sin embargo, era de esperarse que los juveniles se alimentan de organismos de niveles tróficos menores en comparación con los adultos. Las diferencias isotópicas no se pueden justificar con el cambio entre temporadas en la zona, ya que no se encontraron diferencias entre temporadas, con contenidos estomacales e isótopos. Cabrera Chávez-Costa *et al.* (2010), Galindo-Rosado *et al.* (2014) y Li *et al.* (2016b) mencionan que conforme la talla del tiburón aumenta los valores de $\delta^{15}\text{N}$ se hacen más positivos, ya que empiezan a consumir presas de niveles tróficos más altos, si bien no es algo que se vea reflejado en los datos del presente estudio. Una pérdida acumulativa más veloz de ^{14}N en comparación con la de ^{15}N durante la descomposición del nitrógeno particulado, resulta del incremento de ^{15}N de 5-10‰ con el incremento de la profundidad (Peterson y Fry 1987; Karl *et al.*, 2002). Sin embargo, la capacidad de los juveniles queda a los 100 m de profundidad contra los 500 m que migran los adultos (Compagno, 1984; Last y Stevens, 2009). Una posible respuesta es que las redes y cadenas alimenticias en la zona costera son más largas y complejas que en la zona oceánica, resultando en valores altos de $\delta^{15}\text{N}$ en los depredadores tope (Link, 2002; Estrada *et al.*, 2003).

7.8 ESPECTRO TRÓFICO POR TEMPORADA E ISÓTOPOS ESTABLES

Se esperaba que existieran diferencias significativas entre temporadas, debido a que la región costera es favorecida con gran productividad en verano y otoño, debido a la intensa precipitación y descarga de los ríos que desembocan en la costa de Jalisco, ocasionando un cambio en la estructura de las redes, como ha sido registrado para otras regiones (Stillwell y Kohler, 1982; Cortés, 1996). Rabehagaso *et al.* (2012) encontró diferencias de 0.5 a 1‰ en los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ en músculo de *C. falciformis* entre las temporadas de monzones en las costas de Madagascar mencionando que esto podría resultar de la alimentación en diferentes hábitats, ya que se capturaron en distintas masas de agua. Flores-Martínez (2017) asocia los cambios de presas de *C. falciformis* por temporada a las estrategias reproductivas de las mismas

ocasionando cambios en sus abundancias. Joyce *et al.* (2002) atribuyen cambios en la distribución de la especie (*Lamna nasus*), no de las presas. En el presente estudio es probable que la intensa precipitación y los aportes terrígenos tengan impacto en zonas puntuales y no lleguen a tener efecto en la zona de alimentación de los tiburones, por lo tanto, no hay cambios en la estructura de las redes y por ende no hay diferencias en las presas consumidas por *C. falciformis* en ambas temporadas. Del total de presas registradas (33), solo comparten 13 presas, dentro de esas se encuentran las presas que de acuerdo al %PSIRI tienen los valores más altos (Anexo 3) y son abundantes en la zona. Las presas que no comparten y que podrían marcar diferencias en la alimentación entre temporadas tienen valores <1.5 %PSIRI, lo que las lleva a ser presas incidentales, se están alimentando de las mismas presas, pero en distinta cantidad, esto quiere decir que el área de alimentación y el uso de recursos son similares.

8.-CONCLUSIONES

1. De acuerdo al espectro trófico general, las presas de las cuales se alimenta *Carcharhinus falciformis* son la sardina crinuda *Opisthonema* spp., el cangrejo nadador *Portunus xantusii affinis* y el calamar *Ancistrocheirus lesueurii*, presas altamente abundantes y presentes durante todo el año, lo que hace al tiburón piloto un depredador oportunista.
2. Con respecto a contenidos estomacales no se encontraron diferencias significativas en las categorías de sexo y temporada, mientras que para estadio no se realizaron por el número reducido de muestras en los adultos.
3. El nivel trófico calculado con contenidos estomacales e isótopos estables fue similar, indicando estos valores que *C. falciformis* es consumidor terciario.
4. No se encontraron diferencias significativas en los valores isotópicos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ entre las categorías de sexo y temporada indicando que utilizan la zona y los recursos de manera similar. Para la categoría de estadio hubo diferencias significativas en ambos isótopos, lo que significa que se están alimentando en zonas diferentes y de presas de NT diferente.

2.-BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abitia-Cárdenas L.A., Galván-Magaña F. y Rodríguez J. 1997. Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tetrapturus audax*, off the coast of Mexico. *Fishery Bulletin*. 95:360-368.
- Abitia-Cárdenas L.A., Galván-Magaña F. y Muhlia A. 1998. Espectro trófico del marlín rayado *Tetrapterus audax* (Philippi, 1887) en el área de Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 33(2):277-290.
- Abrantes K.G. y Barnett A. 2011. Intrapopulation variations in diet and habitat use in a marine apex predator, the broad nose sevengill shark *Notorynchus cepedianus*. *Marine Ecology Progress series*. 442:133-148.
- Acal D.E. y Corro-Espinosa D. 1993. Reproducción y distribución de peces clupeidos en el sur del Golfo de California y Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Tropical*. 42(1/2): 239-261.
- Acevedo G. 1996. Contribución al estudio de la biología reproductiva y la dinámica poblacional de los tiburones de la familia Carcharhinidae (Chondrichthyes: Lamniformes en la ensenada de Panamá. Tesis. Facultad de Ciencias, Universidad del Valle, Cali. 213.
- Alejo-Plata M.C., Ahumada-Sempoal M.A., Gómez-Márquez J.L., González-Acosta A. 2016. Estructura poblacional y aspectos reproductivos del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) (Carcharhiniformes Carcharhinidae) en la costa de Oaxaca, México. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 44(3): 513-524.
- Alejo-Plata C., Gómez-Márquez J.L., Ramos S. y Herrera E. 2007. Presencia de neonatos y juveniles del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1834) y del tiburón sedoso *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle 1839) en la costa de Oaxaca, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 42(3): 403-413.
- Allcock L. y Barratt I. 2014. *Ancistrocheirus lesueurii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014. e.T163050A966613.
- Alvariño A. 1976. Distribución batimétrica de *Pleuroncodes planipes* Stimpson (Crustáceo: Galatheidæ). Memorias sobre la Biología Marina y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora, México. 266-285.
- Amandè M.J., Chassot E., Chavance P., Pianet R. 2008b. Silky Shark (*Carcharhinus falciformis*) bycatch in the French tuna purse-seine fishery of the Indian Ocean. IOTC Technical Report. IOTC WPEB- 2008/016.

- Amezcu-Gómez C.A. 2007. Relaciones tróficas entre el pez vela (*Istiophorus platypterus*) y el dorado (*Coryphaena hippurus*) en la costa de los estados de Jalisco y Colima, México. Tesis. CICIMAR-IPN. 93.
- Amundsen P.A., Gabler H.M. y Staldvik F.J. 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*. 48:607-614.
- Andrade-González Z.S. 2005. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en el Océano Pacífico Oriental. Tesis de Maestría. CICIMAR. 121.
- Arciniega-Flores J., Michel-Morfín J.E. y Landa-Jaime V. 2008. Estructura poblacional de *Portunus xantusii affinis* (Faxon, 1983) (Brachyura: Portunidae) en fondos blandos de las costas de Jalisco y Colima, México. *Contribución al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este*. 5(1).
- Bailey K., Williams P.G. e Itano D. 1996. By-catch and discards in Western Pacific tuna fisheries: A review of SPC data holdings and literature. Technical Report 34. Oceanic Fisheries Programme, South Pacific Commission, Noumea, New Caledonia. 174.
- Barajas-Calderón A.V. 2015. Hábitos alimentarios de juveniles del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México. Tesis. Universidad de Guadalajara. 87.
- Barranco-Servin L.M. 2008. Hábitos alimenticios y nivel trófico del tiburón *Carcharhinus falciformis*, Muller & Henle 1841 (Elasmobranchii: Carcharhinidae) en el Golfo de Tehuantepec, México por medio del análisis del contenido estomacal e isótopos estables de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$. Tesis de Maestría. Universidad del Mar, Puerto Ángel, Oaxaca.
- Baum J.K y Myers R.A. 2004. Shifting baselines ant the decline of pelagic sharks in the Gulf of Mexico. *Ecology Letters*. 7:135-145.
- Baum J.K. y Worm B. 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predators abundances. *Journal of Animal Ecology*. 78-699-714.
- Beck M.W. Heck K.L., Able K.W., Childers D.L., Eggleston D.B., Gillanders B.M., Halpern B., Hays C-G-. Hoshino K., Minello T.J., Orth R.J., Sheridan P.F. y Weinstein M.P. 2001. The identification, conservation and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. *BIOSCIENCE*. 51:633-641
- Bello G., Potoschi A. y Berdar A. 1994. Adult of *Ancistrocheirus lesueurii* caught in the Straits of Messina (Cephalopoda: Ancistrochairidae). *Bolletino Malacologico*. 29:259-266.

- Benaya Meitasari S. 2016. Kondisi Dan Dampak Penangkapan Hiu Kejen (*Carcharhinus falciformis*) Terhadap Ekosistem: Kasus Perikanan Hiu Di Muncar. Tesis. Institute Pertanian Bogor. 62
- Beerkircher L. R., Shivji M. S., Cortés E. 2003. A Monte Carlo Demographic Analysis of the Silky Shark (*Carcharhinus falciformis*): Implications of Gear Selectivity. *Fishery Bulletin*. 1:168-174.
- Blanco C., Raduán M.A. y Raga J.A. 2006. Diet of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) in the western Mediterranean Sea. *Scientia Marina*. 70(3):407-411.
- Bonfil R. 1997. Status of shark resources in the southern Gulf of Mexico and Caribbean. Implications for management. *Fisheries Research*. 29(2): 101-117.
- Bonfil R. 2008. The Biology and Ecology of the Silky Sharks, *Carcharhinus falciformis*. In: Sharks of the Opean Ocean: Biology, Fisheries and Cnoservation (eds. Camhi M.D., Pikitch E.K., y Babcock E.A.). Blackwell Publishing, Oxford, UK. 115-127.
- Bonfil R., Mena R. y De Anda D. 1993. Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, from the Campeche Bank, México. In: Branstetter, ed. Conservation biology elasmobranchs. NOAA. Technical Report. NMFS. (115):73-86.
- Borrell A., Cardona L., Ramanathan P.K. y Aguilar A. 2011. Trophic ecology of elasmobranchs caught off Gujarat, India, as inferred from stable isotopes. *ICES Journal of Marine Science*. 68(3):547-554.
- Bowen S.H. 1996. Cuantitative description of the diet. 513-522. En: Murphy B.R. y Willis D.W. (Eds.) Fisheries techniques. *American Fisheries Society*. Bethesda, Maryland.
- Bowman E.R., Stillwell C.E., Michaels W.L., Grosslein M.D. 2000. Food of Northwest Atlantic Fishes and two common species of squid. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-155. U.S. Department of Commerce. 137.
- Branstetter S. 1987. Age, growth and reproductive biology of the silky shark *Carcharhinus falciformis*, and the scalloped hammerhead *Sphyrna lewini*, from the northwestern Gulf of México. *Enviromental Biology Fishes*. 19(3):161-173.
- Briones-Hernández S.A. 2017. Ecología trófica del dorado (*Coryphaena hippurus*) de la costa de Jalisco, México, a partir del análisis de isótopos estables y contenido estomacal. Tesis. CICIMAR-IPN. 66.
- Brown S.C., Bizarro J.J., Cailliet G.M. y Eber D.A. 2012. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case of study of the Aleautian

- skate *Bathyrhaja aleutica* (Gilbert, 1986). *Environmental Biology of fishes*. 95:3-20.
- Cabana G. y Rasmussen J.B. 1996. Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 93:10844-10847.
- Cabrera Chávez-Costa A. A. 2000. Determinación de los hábitos alimenticios durante las estaciones primavera y verano de *Carcharhinus falciformis*, *Sphyrna lewini* y *Nasolamia velox* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) a partir del análisis de su contenido estomacal en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. México.
- Cabrera Chávez-Costa A.A. 2003. Hábitos Alimentarios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR. 110.
- Cabrera Chávez-Costa A., Galván-Magaña F., y Escobar-Sánchez, O. 2010. Food habits of the silky shark *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle, 1839) off the western coast of Baja California Sur, México. *Journal of Applied Ichthyology*. 26: 499-503.
- Calderón-Riveroll G. y Ness E. 1987. Atlas/Memoria del levantamiento Geofísico de la Zona Exclusiva y Margen Continental Oeste de México. Gravedad, Magnetismo y Batimetría. Secretaría de Marina. Dirección General de Oceanografía Naval. IX-65.
- Cadena- Cárdenas L. 2001. Biología reproductiva de *Carcharhinus falciformis* (Bibron 1839) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 95.
- Camhi M.D., Valenti S.V., Fordham S.V., Fowler S.L., y 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. 78.
- Carlson J.K. 2007. Modeling the role of sharks in the trophic dynamics of Apalachicola Bay, Florida, 281-300. In: McCandless C.T., Kohler N.E. y Pratt H.L. (Eds.) *Shark nursery grounds of the Gulf of Mexico and the east coast waters of the United States*. American Fisheries Society, Symposium 50, Bethesda, 390.
- Carrera-Fernández M. 2011. Parámetros reproductivos de los tiburones piloto (*Carcharhinus falciformis*), martillo (*Sphyrna lewini*) y azul (*Prionace Glauca*) en el Pacífico Mexicano. Tesis. CICIMAR. 100.
- Castro J.I. 2011. *The sharks of North America*. Oxford University Press. New York. 613.

- Cherel Y. y Hobson K.A. 2007. Geographical variation in carbon stable isotope signatures of marine predators: a tool to investigate their foraging areas in the southern ocean. *Marine Ecology Progress Series*. 329:281-287.
- Chong-Robles J. 2006. Seasonal changes in the size distribution of *Carcharhinus falciformis*, in the artisanal fishery of Puerto Angel, Oaxaca during 2001-2002. BSci. Thesis. Universidad del Mar, México. 66.
- Christensen V. y Pauly D. 1992 ECOPATH II –a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*. 61:169-185.
- Christensen V. y Pauly D. 1993 Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM. *Conference Proceeding*. 26:390.
- Churchill D.A., Heithaus M.R. y Grubbs R.D. 2015. Effects of lipid and urea extraction on ^{15}N values of deep-sea sharks and hagfish: Can mathematical correction factors be generated?. *Deep-sea Research II*. 115:103.
- Clarke C.R., Karl S.A., Horn R.L., Bernard A.M., Lea J.S., Hazin F.H., Prodöhl P.A y Shivji M.S. 2015a. Global mitochondrial DNA phylogeography and population structure of the silky shark *Carcharhinus falciformis*. *Marine Biology*. 162:945-955.
- Clarke K.R. y Warwick R.M. 2001. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. PRIMER-E, Plymouth, UK.
- Clarke M.R. y MacLeod N. 1974. Vertical distribution of cephalopods at 30° N 23° W in the north Atlantic. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom*. 54:969-984.
- Clarke M.R. 1977. Beaks, net and numbers. In *The Biology of Cephalopods* (Nixon M. y Messenger J.B. eds), *Academic Press London*. 89-126.
- Clarke M.R. 1980. Cephalopods in the diet of sperm whales of the southern hemisphere and their bearing on sperm whale biology. *Discovery Reports*. 37:1-24.
- Clarke M.R. 1986. *A handbook for the Identification of cephalopod beaks*. Marine Biological Association of the United Kingdom Plymouth. UK. 249
- Clothier C.R. 1959. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. California Department of Fish and Game. *Fishery Bulletin*. 79:1-83.
- Colwell R.K. y Futuyma D.J. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*. 52(4):567-576.

- Colwell R.K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 8. Persistent URL. <purl.oclc.org/estimates>.
- Compagno L.J.V. 1984. FAO Species Catalogue. Vol.4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carcharhiniformes. FAO Fisheries Synopsis. 125(4/2):251-655.
- Compagno L.J.V. y Niem V.H. 1998. Carcharhinidae. Requiem sharks. 1312-1360. Vol.2. En: Carpenter K.E. y Niem V.H. (eds.) FAO Identification guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of the western Central Pacific. FAO, Rome.
- Compagno L.J.V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Vol.2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes y Orectolobiformes). FAO 1(2):269. Rome.
- Cortés E., Manire C. y Hueter R.E. 1996. Diet, feeding and fiel feeding chronology of the Bonnethead shark, *Sphyrna tiburo* in southwest Florida. *Bulletin of Marine Science*. 58:353-367.
- Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54: 726-738.
- Cortés E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES. Journal of Marine Science*. 56:707-717.
- Cortés E. 2002. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Conservation Biology*. 16(4):1048-1062.
- Cotto A., Medina E. y Bernal O. 2010. *Opisthonema libertate*. The IUCN Red List of Threatened Species. e: T183662A8154151.
- Cruz A., Soriano S., Santana H., Ramírez C., y Valdez J. 2011. La pesquería de tiburones oceánicos-costeros en los litorales de Colima, Jalisco y Michoacán. *Revista Biología Tropical*. 2:655-667.
- Cummings K.W y Wuycheck J.C. 1971. Caloric equivalents for investigations in ecological energetics. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Lomnologie*. 18:1-158
- Curiel-Godoy P. 2017. Ecología trófica de La raya guitarra *Pseudobatos productus* (Ayres, 1854), en Bahía Tortugas, Baja California Sur, México. Tesis. CICIMAR-IPN. 102.

- Das K., Beans C., Holsbeek L., Mauger G., Berrow S.D., Rogan E. y Bouquegneau J.M. 2003. Marine mammals from northeast Atlantic: relationship between their trophic status as determined by ^{13}C and ^{15}N measurements and their trace metal concentrations. *Marine Environment Research*. 56:349 – 365.
- De Silva-Dávila R., Franco-Gordo C., Hochberg F.G., Godínez-Domínguez E., Avendaño-Ibarra R., Gómez-Gutiérrez J. y Robinson C.J. 2015. Cephalopod paralarval assemblages in the Gulf of California during 2004-2007. *Marine Ecology Progress Series*. 520:123-141
- Del Rosario R.C. 1998. Biology and fishery of silky shark *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) in Guatemala, Bsci. Tesis. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala, CEMA. 74.
- DeNiro M.J. y Epstein S. 1977. Mechanism of carbon isotope fractionation food chain length. *Oikos*. 166:1378.
- DeNiro M.J. y Epstein S. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica Cosmochimica Acta*. 42: 495-506
- Díaz-Gamboa R.E. 2009. Relaciones tróficas de los cetáceos teutófagos con el calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California. Tesis. CICIMAR-IPN. 103.
- Domi N., Bouquegneau J.M. y Das K. 2005. Feeding ecology of five commercial shark species of the Celtic Sea through stable isotope and trace metal analysis. *Marine Environmental Research*. 60 551–569.
- D'Onguia G., Maiorano P. y Tursi A. 1997. Morphometric and biological data on *Ancistrocheirus lesueurii* (Orbigny, 1842) from the middle-eastern Mediterranean Sea. *Scientia Marina*. 61(3):389-396.
- Downton-Hoffman C.A. 2007. Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856), en Baja California Sur, México. Tesis. CICIMAR-IPN. 194.
- Duffy L.M., Olson R.J., Lennert-Cody C.E., Galván-Magaña F., Bocanegra-Castillo N. y Kuhnert P.M. 2015. Foraging ecology of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, captured by the tuna purse-seine fishery in the eastern Pacific Ocean. *Marine Biology*. 162:571-593.
- Dunning M.C., Clarke M.R. y Lu C.C. 1993. Cephalopods in the diet of oceanic sharks caught off Eastern Australia. In Okutani T., D'Dor R.K. y Kubodera T. (eds). *Recent Advances in Cephalopod Fisheries Biology*. Tokai University Press. Tokyo. 119-131.
- Ehleringer J.R y Rundel P.W. 1989. Stable isotopes: History, units, and instrumentation En: Rundel P.W., Ehleringer J.R. y Nagy K.A. (Eds.) *Stable isotopes in ecological research*, Springer-Verlag. U.S.A. 1-15.

- Elliot M. y Hemingway K.L. 2002. *Fishes in Estuaries*. United Kingdom (UK): Blackwell.
- Eslava N., González L.W. y Gaertner D. 2003. Asociación de la abundancia y la distribución vertical de atunes y peces de pico en el sureste del Mar Caribe. *Revista de Biología Tropical*. 51(1):213-219.
- Estrada J.A., Rice A.N., Lutcavage M.E. y Skomal G.B. 2003. Predicting trophic position in sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 83: 1347-1350.
- Estrada J.A., Rice A.N., Natanson L.J., Skomal G.B. 2006. Use of isotopic analysis of vertebrae in reconstructing ontogenetic feeding ecology in white sharks. *Ecology* 87: 829-834
- Estupiñan C. y Cedeño L. 2005. Estudio de los hábitos alimenticios mediante el análisis del contenido estomacal del tollo mico *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) y los tiburones *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758) en el área de Manta, Ecuador. Manta, Ecuador. Tesis de grado. Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Ecuador.
- Estupiñan-Montaña C., Pacheco-Triviño F., Cedeño-Figueroa L.G., Galván-Magaña F. y Estupiñan-Ortíz J.F. 2017a. Diet of three shark species in the Ecuadorian Pacific, *Carcharhinus falciformis*, *Carcharhinus limbatus* y *Nasolamia velox*. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*. 9.
- Estupiñan-Montaña C., Galván-Magaña F., Tamburín E., Sánchez-González A., Villalobos-Ramírez D.J., Murillo-Bohórquez N., Bessudo-Lion S. y Estupiñan-Ortíz J.F. 2017b. Trophic Inference in two sympatric sharks, *Sphyrna lewini* y *Carcharhinus falciformis* (Elasmobranchii: Carcharhiniformes), based on stable isotope analysis at Malpelo Island, Colombia. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*. 47(4):357-364.
- Fahmi y Dharmadi. 2013. Tinjauan Status Perikanan Hiu dan Upaya Konservasinya di Indonesia. Indonesia (ID): Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. *Kementrian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia*. 179.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2009. FISHSTAT Plus (v.2.30), Capture Production Database, 1950-2007, and Commodities Trade and Production Database 1976-2007. FAO, Rome, Italy.
- Filmalter J.D., Dagorn L., Cowley P.D. y Taquet M. 2011. First descriptions of the behavior of silky sharks, *Carcharhinus falciformis* around drifting fish aggregating devices in the Indian Ocean. *Bulletin of Marine Science*. 87(3):325-337.
- Filmalter J.D., Cowley P.D., Potier M., Ménard F., Smale M.J., Cherel Y. y Dagorn L. 2016. Feeding ecology of silky sharks *Carcharhinus falciformis* associated with

- floating objects in the western Indian Ocean. *Journal of Fish Biology*. 90: 1321-1337.
- Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E., y Niem V.H. 1995a. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma: FAO. 1:1-646
- Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E., y Niem V.H. 1995b. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma: FAO. 2:647-1200.
- Fischer W., Krupp F., Schneider W., Sommer C., Carpenter K.E., y Niem V.H. 1995c. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma: FAO. 3:1201-1747.
- Fisk, A.T., Tittlemier S.A., Pranschke J.L. y Norstrom R. J. 2002. Using anthropogenic contaminants and stable isotopes to assess the feeding ecology of Greenland sharks. *Ecology* 83: 2162–2172.
- Filonov A.E., Tereshchenko I.E., Monzón C.O., González-Ruelas M.E. y Godínez-Domínguez E. 2000. Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 26(2):303-321.
- Flores-Martínez I.A., Torres-Rojas Y.E., Galván-Magaña F. y Ramos-Miranda J. 2016. Diet comparison between silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) and scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) off the south-west coast of Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 9.
- Franco-Gordo M.C., Godínez-Domínguez E., Rojo-Vázquez J.A. y Suárez-Morales E. 2010. Distribución espacial y temporal de larvas de peces de la costa de Jalisco y Colima. 73-92. En: Godínez-Domínguez E., Franco-Gordo C., Rojo-Vázquez J.A., Silva-Bátiz F. y González-Sansón G. (Eds.). 2010. *Ecosistemas marinos de la costa sur de Jalisco y Colima*. Autlán de Navarro: Universidad de Guadalajara. 247.
- Froese R. y Pauly D. 2003. Dynamics of overfishing. 288-295. En: Lozán J.L., Rachor E., Sündermann J. y Von Westernhagen H. (eds). *Warnsignale aus Nordsee und Wattenmeer-eine aktuelle Umweltbilanz*. GEO, Hamburg. 448.
- Fry B. 2006. *Stable Isotope Ecology*. Springer-Verlag, New York. 308.
- Funes-Rodríguez R., Hinojosa-Medina A., Aceves-Medina G., Hernández-Rivas M. y Saldierna-Martínez R. 2004. Diagnósis taxonómica y distribución de la abundancia de los primeros estadios de vida de los peces pelágicos menores. 27-56. En: Quiñones-Velázquez C. y Elorduy-Garay J.F. (Eds.). *Ambiente y*

- pesquería de pelágicos menores en el noroeste de México*. CICIMAR-IPN. México. 186.
- Galindo-Rosado M.A. 2014. Composición isotópica ($\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$) durante el desarrollo ontogénico del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller & Henle 1839) en la zona oceánica del pacífico oriental tropical. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN.
- Galván-Magaña F. 1988. Composición y análisis de la dieta del atún aleta amarilla. Tesis. CICIMAR-IPN. 86.
- Galván-Magaña F. 1999. Relaciones tróficas interespecíficas de la comunidad de depredadores epipelágicos del Océano Pacífico Oriental. Tesis de doctorado. CICESE.
- Galván-Magaña F., Nienhuis F. y Klimley P. 1989. Seasonal abundant and feeding habits of sharks of lower Gulf of California México. *California Fishing and Game*. 75(2): 74-84.
- Galván-Magaña F., Polo-Silva C., Hernández-Aguilar S. B., Sandoval-Londoño A., Ochoa-Díaz M.R., Aguilar-Castro N., Castañeda-Suárez D., Cabrera Chavez-Costa A., Baigorri-Santacruz A., Torres-Rojas Y.E., Abitia-Cárdenas L.A. 2013. Shark predation on cephalopods in the Mexican and Ecuadorian Pacific Ocean. *Deep-Sea Research*. 2:52-62.
- García E. 1980. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F.
- Gerking S.D. 1994. Feeding Ecology of fish. Academic Press, E.U.A. 416.
- Gese E.M. y Bekoff M. 2004. Coyote *Canis latrans*, Chapter 4. 81-87. In: Sillero-Zubric C., Hoffmann M. y Macdonald D.W. 2004. *Canids: Foxes, Wolves, Jackals and Dogs: Status survey and Conservation Action Plan*. IUCN/SSC Canid Specialist Group. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 400.
- Godínez-Domínguez E. y González-Sansón G. 1999. Diversidad de macroinvertebrados de fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 25(4): 609-627.
- Godínez-Domínguez E., Freire J., Franco-Gordo M.C., Rojo-Vázquez J.A. y González-Sansón G. 2010. Asociaciones de macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos en la costa sur de Jalisco y Colima. 93-125. En: Godínez-Domínguez E., Franco-Gordo C., Rojo-Vázquez J.A., Silva-Bátiz F. y González-Sansón G. (Eds.). 2010. *Ecosistemas marinos de la costa sur de Jalisco y Colima*. Autlán de Navarro: Universidad de Guadalajara. 247.

- Goldwasser L. y Roughgarden J. 1993. Construction and analysis of a large Caribbean food web. *Ecology*, 74(4): 1216-1233.
- Gómez-Galindo A.A. 1994. Distribución, abundancia, reproducción y morfometría del género *Portunus* (BRACHYURA: PORTUNIDAE), en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis. CICIMAR-IPN. 86.
- González I., Ruiz J., Moreno G., Murua H. y Artetxe I. 2007. Azti discard sampling programme in the Spanish purse-seine fleet in the western Indian Ocean (2003-2006). IOTC Technical Report. OITC-2007-WPTT-31.
- González-Sansón G., Godínez-Domínguez E. y Silva-Bátiz F.A. 2010. Ecosistemas Marinos del sur de Jalisco y Colima Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la costa sur. Autlán de Navarro, Jalisco, México. 11-27.
- Graham D.W., Trippett C., Doods W.K., O'Brien J.M., Banner E.B.K., Head I.M., Smith M.S., Yang R.K. y Knapp C.W. 2010. Correlations between in situ denitrification activity and nir-gene abundances in pristine and impacted prairie streams. *Environmental Pollution*. 158(10):3225-3229.
- Grant M.I., Smart J.J., White W.T., Chin A., Baje L. y Simpfendorfer C.A. 2018. Life History characteristics of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the central west Pacific. *Marine and Freshwater Research*.
- Gruber S. H. 1977. The visual system of sharks: adaptations and capability. *American Zoologist*. 17:453-469.
- Gruber S. H. y Myrberg, A. A. 1977. Approaches to the study of the behavior of sharks. *American Zoologist*. 17:471-486.
- Hermosillo-Corona J.D. 2016. Edad y Crecimiento del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Müller y Henle, 1839) en la costa sur de Jalisco, México. Tesis. Universidad de Guadalajara. 54.
- Herzka, S.Z., 2003. Departamento de Ecología CICESE. Ecología de isótopos estables. Recuperado en: <http://ecologia.cicese.mx/~sherzka/>.
- Heupel M.R., Carlson J.K. y Simpfendorfer C.A. 2007. Shark nursery áreas: concepts, definition, characterization and assumptions. *Marine ecology progress series*. 337: 287-297.
- Hinojosa-Medina A. 2004. Bahía de La Paz: Hábitat de desove de peces de la familia Clupeidae. Tesis. CICIMAR-IPN. 107.
- Hiroaki M. y Hideki N. 1999. Species Composition and CPUE of Pelagic Sharks Caught by Japanese Longline Research and Training Vessels in the Pacific Ocean. *Fisheries Science*. 65(1):16-22.

- Holden M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. In: F.R Harden-Jones, ed. *Sea Fisheries Research*. Wiley and Sons, New York. 117-137.
- Holden M.J. 1977. Chapter 9. Elasmobranchs. In: Gulland J.A, ed. *Fish Population Dynamics*. John and Sons, London. 187-215.
- Hortal J. y Lobo J.M. 2005. An ED-based protocol for the optimal sampling of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*. 14:2913-2947.
- Hoyos-Padilla E.M., Ceballos-Vázquez B.P. y Galván-Magaña F. 2012. Reproductive Biology of the Silky Shark *Carcharhinus falciformis* (Chondrichthyes: Carcharhinidae) off the west coast of Baja California Sur, México. *Aqua, International Journal of Ichthyology*. 18(1):24.
- Hussey N.E., Brush J., McCarthy I.D. y Fisk A.T. 2010. $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ diet-tissue discrimination factors for large sharks under semi-controlled conditions. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 155: 445-453.
- Hussey N.E., Chapman D.D., Donnelly E. Abercrombie D.L., Fisk A.T. 2011a. Fin-icky samples: an assessment of shark fin as a source material for stable isotope analysis. *Limnology and Oceanography Methods*. 9:524-532.
- Hussey N.E., MacNeil M.A., Olin J.A., McMeans B.C., Kinney M.J., Chapman D.D. y Fisk A.T. 2012. Stable isotopes and elasmobranchs: tissue types, methods, applications and assumptions. *Journal of fish biology*. 0:0-0.
- Hutchinson M.R., Itano D.G., Muir J.A., y Holland K.N. 2015. Post-release survival of juvenile silky sharks captured in a tropical tuna purse seine fishery. *Marine Ecology Progress Series*. 521:143-154.
- Imber M.J. 1973. The food of grey-faced Petrels (*Pterodroma macroptera gouldi* (Hutton)), with special reference to diurnal vertical migration of their prey. *Journal of Animal Ecology*. 42(3):645-662.
- Jackson A.L., Parnell A.C., Inger R. y Bearhop S. 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER –Stable Isotope Bayesian Ellipses in R. *Journal of Animal Ecology*. 80:595-602.
- Jardine T. y McGeachy S.A., Paton C.M., Savoie M. y Cunkaj R.A. 2003. Stable isotopes in aquatic systems: sample preparation, analysis and interpretation. *Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2656: 39.
- Jennings S., Greenstreet S.P.R., Hill L., Piet G.J., Pinnegar J.K. y Warr K.J. 2002. Long-term trends in the trophic structure of the North Sea fish community: evidence

- from stable-isotope analysis, size-spectra and community metrics. *Marine Biology*. 141:1085-1097.
- Jiménez-Valverde A. y Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8:151-161.
- Joyce W.N., Campana S.E., Natanson L.J., Kohler N.E., Pratt Jr H.L. y Jensen C.F. 2002. Analysis of stomach content of Porbeagle shark (*Lamna nasus* Bonnaterre) in the Northwest Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*. 59:1263-1269.
- Jordán F., Liu W. y Davis A.J. 2006. Topological keystone species: measures of positional importance in food webs. *Oikos*, 112: 535-546.
- Joung S.J., Chen C.T., Lee H.H., Liu K. M. 2008. Age, growth, and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. *Fisheries Research*. 90:78-85.
- Karakulak F.S., Salman A. y Oray I.K. 2009. Diet composition of Bluefin tuna (*Thunnus thynnus* L. 1758) in the Eastern Mediterranean Sea, Turkey. *Journal of Applied Ichthyology*. 757-761.
- Karl D., Letellier R., Tupas L., Dore J., Christian J. y Hebel D. 1997. The role of nitrogen fixation in biochemical cycling in the subtropical North Pacific Ocean. *Nature*. 388:533-538.
- Kim S.L., Casper D.R., Galván-Magaña F., Ochoa-Díaz R., Hernández-Aguilar S.B., Koch P.L. 2012a. Carbon and nitrogen discrimination factors for elasmobranch soft tissues based on a long-term controlled feeding study. *Environmental Biology of Fishes*. 95:37-52.
- Kim S. y Koch P. 2012. Methods to collect, preserve and prepare elasmobranch tissues for stable isotope analysis. *Environmental Biology of Fishes*. 95:53-63.
- Kitchell J.F., Essington T.E., Boggs C.H., Schindler D.E. y Walters C.J. 2002. The role of sharks and long-line fisheries in a pelagic ecosystem of central pacific. *Ecosystems*, 5: 202-216.
- Kerr L.A., Andrews A.H., Cailliet G.M., Brown T.A. y Coale K.H. 2006. Investigations of $\delta^{14}\text{C}$, $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ in vertebrae of white shark (*Carcharodon carcharias*) from the eastern North Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*. 25: 337-353.
- Kohin S., Arauz R., Holts D. y Vetter R. 2006. Behavior and habitat preferences of silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) and big eye thresher shark (*Alopias superciliosus*) tagged in the Eastern Tropical Pacific. En: Rojas-Zanella (Eds.). Memoria 1er seminario-taller del estado del conocimiento de la condriciofauna

de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 4-6.

- Kozak E.R., Franco-Gordo C., Suárez-Morales E. y Palomares-García R. 2014. Seasonal and interannual variability of the calanoid copepod community structure in shelf waters of the Eastern Tropical Pacific. *Marine Ecology Progress Series*. 507:95-110
- Landa-Jaime V., Michel-Morfín J.E. y Arciniega-Flores J. 2001. Variación estacional de los crustáceos de la familia Portunidae en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 35(2):178-197.
- Last P.R., y Stevens J.D. 2009. *Sharks and Rays of Australia*. CSIRO Division of Fisheries, Hobart. 644.
- Li Y., Gong Y., Chen X., Dai X., Zhu J. 2014. Trophic Ecology of Sharks in the Mid-East Pacific Ocean Inferred from Stable Isotopes. *Journal Of Ocean University of China (Oceanic and Coastal Sea Research)*. 2:278-282.
- Li Y., Hussey N.E., y Zhang Y. 2016b. Quantifying ontogenetic stable isotope variation between dermis and muscle tissue of two pelagic sharks. *Aquatic Biology*. 25:53-60.
- Li Y., Zhang Y., Hussey N.E. y Dai X.J. 2016a. Urea and lipid extraction treatment effects on $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in pelagic sharks. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 30:1-8.
- Link J. 2002. Does food web theory work for marine ecosystems?. *Marine Ecology Progress Series*. 230:1-9.
- Logan J.M. y Lutcavage M.E. 2010. Stable isotope dynamics in elasmobranch fishes. *Hydrobiologia*. 644:231.
- MacNeil M.A., Skomal G.B. y Fisk A.T. 2005. Stable isotopes from multiple tissues reveal diet switching in sharks. *Marine Ecology Progress Series*. 302:199-206.
- Maguire J.J., Sissenwine M., Csirke J., Grainger R. y García S. 2006. The state of world highly migratory, straddling and other high seas fishery resources and associated species. Fisheries technical paper. *UN Food and Agriculture Organization*, Rome. 495.
- Malpica-Cruz L., Herzka S.Z., Soca-Nishizaki O. y Escobedo-Olvera M.A. 2013. Tissue-specific stable isotope ratios of shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) and white (*Carcharodon carcharias*) sharks as indicators of size-based differences in foraging habitat and trophic level. *Fisheries Oceanography*. 22(6):429-445

- Marasco R.J., Goodman D., Grimes C.B., Lawson P.W., Punt A.E., Quinn T.J.I. 2007. Ecosystem-based fisheries management: some practical suggestions. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 64:928-939.
- Marín O. R. 1992. Aspectos biológicos de los tiburones capturados en las Costas de Tamaulipas y Veracruz, México. Tesis Profesional. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México.
- Martin A.R. y Clarke M.R. 1986. The diet of sperm whales (*Physeter Macrocephalus*) captured between Iceland and Greenland. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*. 66(4): 779-790.
- Markaida U. y Sosa-Nishizaki O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda:Ommastrephidae) from the Gulf of California, México. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*
- Matich P., Heithaus M.R., Layman C.A. 2010. Size-based variation in intertissue comparisons of stable carbon and nitrogen isotopic signatures of bull sharks (*Carcharhinus leucas*) and tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 67:877-885.
- Matich P., Heithaus M.R., Layman C.A. 2011. Contrasting patterns of individual specialization and trophic coupling in two marine apex predators. *Journal of Animal Ecology*. 80:294-305.
- Matthijs V.C., Angel M.V. y Madin L.P. 1997. The distribution and biology of the swimming crab *Charybdis smithii* McLeay, 1838. (Crustacea; Brachyura; Portunidae) in the NW Indian Ocean. *Deep-sea Research II*. 44(6-7):1251-1280
- Maya-Meneses C.I. 2012. Traslado trófico del tiburón azul (*Prionace glauca*) y tiburón mako (*Isurus oxyrinchus*) capturados en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis. UABCS. 65.
- Medved R., Stillwell C.E y Casey J. G. 1988. The rate of food consumption of young sandbar sharks (*Carcharhinus falciformis*) in Chincoteague Bay, Virginia. *Copeia*. 4:956-963.
- Mejuto J., García-Cortés B. y Ramos-Cardelle A. 2005. Tagging-recapture activities of large pelagic sharks carried out by Spain or in collaboration with the tagging programs of other countries. *Collective Volume of Scientifics Papers*. ICCAT. 58:974-1000.
- Méndez- Da Silveira E.D. 2015. Composición Isotópica de carbono y nitrógeno (δ) en tejidos de tiburones de la costa Occidental de Baja California Sur. Tesis. CICIMAR. 103.

- Menge B. 1995. Indirect effects in marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. *Ecology Monography*. 65(1): 21-74.
- Michel-Morfín J.E., Arciniega-Flores J., Landa-Jaime V. y García de Quevedo-Ma-Chain R. Crustáceos demersales de importancia pesquera en la plataforma continental de Jalisco y Colima. 135-148. En: Jiménez-Quiroz M.C. y Espino-Bar (eds). Los Recursos Pesqueros y Acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca, Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo. 622.
- Minagawa M. y Wada E. 1984. Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: Further evidence and the relationships between ^{15}N and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 48: 1135-1140.
- Montoya J.M., Sóle R.V., Rodríguez M.A. 2001. La arquitectura de la naturaleza: Complejidad Fragilidad en redes ecológicas. Ecosistemas. *Revista de Ecología y Medio Ambiente*. 2:14.
- Morato M., Encarnación-Solá M. y Menezes G. 2003. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom longline fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fishery Bulletin*. 101:590-602.
- Moreno C.E. y Halffter G. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. *Journal of Applied Ecology*. 37:149-158.
- Müller J. K. y Henle J. 1839. Systematische Beschreibung der Plagiostem: Berlin, Plagiostomen. 39-102.
- Myers R.A., Baum J.K., Sheperd T.D., Powers S.P. y Peterson C.H. 2007. Cascading Effects of the loss of apex predatory sharks from a costal ocean. *Science*. 315(5820):1846-1850.
- Nesis K.N. 2002. Life style strategies of recent cephalopods: A review. *Bulletin of Marine Science*. 71(2): 561-579.
- Niño-Torres C.A., Gallo-Reynoso J.P., Galván-Magaña F., Escobar-Briones E. y Macko S.A. 2016. Isotopic Analysis de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{34}\text{S}$ "A Feeding Tale" in teeth of the longbeaked common dolphin, *Delphinus capensis*. *Marine Mammal Science*. 22(4):831.846.
- Odum E.P. 1972. Ecología. Nueva Editorial Interamericana. Tercera edición. 639.
- Olive P.J.K., Pinnegar J.K., Polunin N.V.C., Richards G. y Welch R. 2003. Isotope trophic-step fractionation: a dynamic equilibrium model. *Journal of Animal Ecology*. 72:608-617.

- Oliver S., Braccini M., Newman S.J., Harvey E.S. 2015. Global patterns in the bycatch of shark and rays. *Marine Policy*. 54:86-97.
- Olson R.J. y Boogs C.H. 1986. Apex predation by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bioenergetics and cesium concentrations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 43:1750-1775.
- Oshitani S., Nakako S., Tanaka S. 2003. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the Pacific Ocean. *Fisheries Science*. 69:456-464.
- Paine R.T. 1994. Ash and caloric determinations of sponges and opisthobranch tissues. *Ecology*. 45(2):384-387.
- Park R. y Epstein S. 1961. Metabolic fractionation of C¹³ and C¹² in plants. *Plant Physiology*. 36:133-138.
- Parrack M. L., Castro J. L., y Powers J. E. 1993. The United States Atlantic coastal shark fishery. *International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas*. 126:406-408.
- Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J., Froese R. y Torres Jr.F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science*. 279:860-863.
- Pauly D., Christensen V. y Walters C. 2000. Ecopath. Ecosim and Ecospace as tools evaluating ecosystem impact of fisheries. ICES. *Journal of Marine Science*. 57:697-706.
- Pérez-Jiménez J.C., Sosa-Nishizaki O., Furlong-Estrada E., Corro-Espinosa D., Venegas-Herrera A. y Barrágan-Cuencas O.V. 2005. Artisanal Shark Fishery at "Tres Marias" Islands and Isabel Island in the Central Mexican Pacific. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*. 35:333-3
- Peterson C.L. 1956. Observations on the taxonomy, biology and ecology of the Engraulid and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. The inter-American Tropical Tuna Commission. *Bulletin*. 1:139-280.
- Peterson B. y Fry B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 18:293-320.
- Pikitch E.K., Santora C., Babcock E.A., Bakun A. Bonfil R., Conover D.O., Dayton P., Doukakis E.A., Fluharty D., Heneman B., Houde E.D., Link J., Livingston P.A., Mangel M., McAllister M.K., Pope J. y Sainsbury K.j 2005. Ecosystem –based fishery management. *Science*. 305:346-357.
- Pimm S.L. 2002. *Food webs*. The University of Chicago Press. London. 219.

- Polo-Silva C., Baigorri-Santacruz A., Galván-Magaña F., Grijalba-Bendeck M. y Sanjuan-Muñoz A. 2007. Hábitos alimentarios del tiburón zorro *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839), en el Pacífico ecuatoriano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 42:59-69.
- Polo-Silva C., Rendón L. y Galván-Magaña F. 2009. Descripción de la dieta de los tiburones zorro (*Alopias pelagicus*) y (*Alopias superciliosus*) durante la época lluviosa en aguas ecuatorianas. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*. 4:556-571.
- Post D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position models methods and assumptions. *Ecology*. 83(3):703-718.
- Post D.M., Layman C.A., Arrington D.A., Takimoto G., Quattrochi J. y Montaña C.G. 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analyses. *Oecologia*. 152:179-189.
- Portela E., Beir E., Barton E.D., Castro R., Gódínez V., Palacios-Hernández E., Fiedler P.C., Sánchez-Velasco L. y Trasviña A. 2016. Water masses and circulation in the tropical pacific off Central Mexico and surrounding areas. *Journal of Physical Oceanography*. 46:3069-3081.
- Rabehagasoa N., Lorrain A., Bach P., Potier M., Jaquemet S., Richard, P. y Ménard F. 2012. Isotopic niches of the blue shark *Prionace glauca* and the silky shark *Carcharhinus falciformis* in the southwestern Indian Ocean. *Endangered Species Research*. 17:83-92
- Ramírez-Amaro S.R. 2011. Caracterización de la pesquería artesanal de elasmobranchios en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis. CICIMAR. 82.
- Rau G.H., Mearns A.J., Young D.R., Olson R.J., Schafer H.A. y Kaplan I.R. 1983. Animal $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*. 64(5):1314-1318.
- Rau G.H., Tettsie J.L., Rassoulzadegan F. y Fowler S.W. 1990. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ variations among size fractionated marine particles: implications for their origin and trophic relationship. *Marine Ecology Progress Series* 59: 33 – 38.
- Revill A.T., Young J.W. y Lansdell M. 2009. Stable isotopic evidence for trophic groupings and bio-regionalization of predators and their prey in oceanic waters off eastern Australia. *Marine Biology*. 156:1241-1253.
- Rigby C.L., Sherman C.S., Chin A. y Simpfendorfer C. 2017. *Carcharhinus falciformis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017. e.T39370A117721799.

- Rinewalt C.S., Ebert D.A. y Cailliet G. 2007. Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. *Environmental Biology of Fishes*. 80:147-163.
- Rodríguez J.A., Palacios J.A. y Chavarría A.L. 1989. Época de maduración y fecundidad de la sardina gallera *Opisthonema medirastre* y *O.bulleri* (Pisces:Clupeidae) en la costa Pacífica central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 37:49-54.
- Rodríguez-Matus A., Galván-Piña V.H., Aguilar-Palomino B., Briones-Hernández S.A., Hermosillo-Corona J.D., Barajas-Calderón A.V., Becerra-Vega E.A. y Amezcua-Gómez C.A. 2014. Pesca incidental de tiburones en la costa sur de Jalisco, México. VI SIMPOSIUM DE TIBURONES Y RAYAS. Mazatlán, Sinaloa, México.
- Román-Reyes J.C. 2005. Análisis de contenido estomacal y la razón de isótopos estables de carbono $\delta^{13}\text{C}$ y nitrógeno $\delta^{15}\text{N}$ del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), delfín manchado (*Stenella attenuata*) y delfín tornillo (*Stenella longirostris*) del océano Pacífico oriental. Tesis. CICIMAR-IPN. 143.
- Román-Verdesoto M. H. 2014. Potential effects of spatial closures on the demography of silky shark *Carcharhinus falciformis* in the eastern Pacific Ocean. Tesis. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Baja California.
- Román-Verdesoto M.H. y Orozco-Zöller M. 2005. Bycatches of sharks in the purse-seine fishery of the Eastern Pacific Ocean reported by observers of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1993-2004. *Inter-American Tropical Tuna Commission, Report*. 11:72.
- Romanov E., Potier M., Zamarov V. y Ménard F. The swimming crab *Charybdis smithii*: distribution, biology and trophic role in the pelagic ecosystem of the western Indian Ocean. *Marine Biology*. 156:1089-1107.
- Ronquillo-Benítez K. 1999. Fisheries and biology of silky shark *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) in the Gulf of Tehuantepec, Chiapas, México. Tesis. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias, México. 99.
- Roper C.F.E. y Young R.E. 1975. Vertical distribution of pelagic cephalopods. *Smithsonian Contributions of Zoology*. 209: 1-51.
- Roper C.F.E., Sweeney M.J. y Nauen C.E. 1984. FAO species catalogue. Vol.3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish Synopsis*. 125:1-277.
- Ruíz-Domínguez M. 2015. Enfoque multimodelo en la descripción del crecimiento de la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*) en la zona del sur del Golfo de California. Tesis. CICIMAR-IPN. 58.

- Salman A., Katagan T. y Avni-Benli H. 2003. Vertical distribution and abundance of juvenile cephalopods in the Aegean Sea. *Scientia Marina*. 67(2):167-176.
- Sánchez-Cota. 2013. Catálogo de esqueletos de peces óseos marinos de importancia comercial de Baja California Sur, México. Tesis. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. 272.
- Sánchez-de Ita J.A., Quiñónez-Velázquez F., Galván-Magaña F., Bocanegra-Castillo N. y Félix-Uraga R. 2011. Age and growth of the silky shark *Carcharhinus falciformis* from the west coast of Baja California Sur, México. *Applied Ichthyology*. 27:20-24.
- Schaefer K.M. 1984. Swimming performance, body temperature and gastric evacuation times of the black skipjack, *Euthynnus lineatus*. *Copeia*. (4): 1000-1589.
- StatSoft Inc. 2004. STATISTICA (data analysis software system). Versión 7 www.statsoft.com
- Stevens J.D. 2000. The population status of highly migratory oceanic sharks. In: Getting, Ahead of the Curve: Conserving the Pacific Ocean's Tunas, Swordfish, Billfishes and sharks (ed. K. Hinman). National Coalition for Marine Conservation, Leesburg, Virginia.
- Stevens J.D., Bonfil R., Dulvy K. y Walker P.A. 2000. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyans) and the implications for marine ecosystems. ICES. *Journal of Marine Science*. 57:476-494.
- Still C.C. y Kohler N.E. 1982. Food, feeding habits and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the northern Atlantic. *Canadian journal of fisheries and aquatic science*. 39:407-414.
- Stock B.C. y Semmens B.X. 2016a. MixSIAR GUI User Manual. Versión 3.1. <https://github.com/brianstock/MixSIAR>. doi:10.5281/zenodo.56159.
- Syvovanta J., Lensu A., Marjomaki T.J., Oksanen S. and Jones R. I. 2013. An empirical evaluation of the utility of convex hull and standard ellipse areas for Assessing population niche widths from stable isotope data. *Plos one*. 8(2).
- Torres-Rojas Y.E. 2006. Hábitos alimenticios y la razón de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) del tiburón *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith 1834) capturado en el área de Mazatlán Sinaloa, México.
- Torres-Rojas Y.E., Hernández-Herrera A., Ortega.García S. y Domeier M. 2013. Stable isotope differences between blue marlin (*Makaira nigricans*) and tripeed Marlin (*Kajikia audax*) en el sur del Golfo de California, México. *Bulletin of Marine Science*. 89(2):421-436.

- Trent L., Parshley D.E. y Carlson J.K. 1997. Catch and bycatch in the shark drift gillnet fishery off Georgia and East Florida. *Marine Fisheries Review*. 59(1):19-28.
- Varghese S.P., Somvanshi V.S., y Dalvi R.S. 2014. Diet composition, feeding niche portioning and trophic organization of large pelagic predatory fishes in the eastern Arabian Sea. *Hydrobiologia*. 736:99-114.
- Varghese S.P., Gulati D.K., Unnikrishnan N. y Ayoob A.E. 2016. Biological aspects of silky shark *Carcharhinus falciformis* in the eastern Arabian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 96(7):1437-1447.
- Walters C.J., Christensen V. y Pauly D. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass balance assessments. *Review Fish Biology Fisheries*. 7:139-172.
- Watson J. T., Essington T.E., Lennert-Cody C.E. y Hall M.A. 2009. Trade-Offs in the Desing of Fishery Closures: Management of silky shark bycatch in the Eastern Pacific Ocean Tuna Fishery. *Conservation Biology*. 23(3):626-635.
- White W.T., Baje L., Sabud B., Appleyard S.A., Pogonoski J.J., Mana R.R. 2017. *Sharks and Rays Papua Nueva Guinea*. ACIAR Monograph 189. Australian Centre for International Agricultural Research: Canberra. 327.
- Williams P.G. 1999. Shark and related species catch in tuna fisheries of the tropical Western and Central Pacific Ocean. In: Case Studies in the Management of Elasmobranch Fisheries (ed. Shotton R.) *FAO Fisheries Technical Report Paper*. 378/2. FAO, Rome, Italy.
- 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*. 29-47. En: Pradtt H.L., Gruber S.H. y Taniuchi T. (Eds.). *Elasmobranch as living resources: Advances in the Biology, Ecology, Systematic and status of the fisheries*. 473-484. U.S. Department of Commerce. NOAA technical report NMFS 90.
- Wolff C.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *Fishery Bulletin*. 2357-370.
- Wolff C.A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA technical report. NMFS17-50.
- Wourms J.P. 1977. Reproduction and development in Chondrichthyan fishes. *American Zoologist*. 17:379-410.
- Zuev G.V y Nesis K.N. 1971. Squid biology and fishing. Kal'Mary (Biologiya I Promysel). Pishchevaya Promyshlennost, Moscow.

ANEXOS

Anexo 1. Espectro trófico de hembras y machos de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje de la abundancia (%N, %W), abundancia por presa específica (%PN, %PW) e índice de importancia por presa específica (%PSIRI).

TAXÓN	HEMBRAS						MACHOS					
	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI
CEPHALOPODA												
Oegopsida												
Ancistrocheiridae												
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	10.5	54.9	18.5	10.6	57.1	10.36	7.4	54	14	7	54.3	7.38
Mastigoteuthidae												
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.79	32.2	2.47	0.29	11.8	0.54	0.2	17	1.1	0	1.69	0.1
Ommastrephidae												
<i>Dosidicus gigas</i>	4.32	50	8.64	5.7	66	5.01	4	88	4.5	5	99.8	4.25
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	0.31	25	1.23	0.67	53.8	0.49	0.2	17	1.1	0	30.4	0.26
Gonatidae												
<i>Gonatus</i> sp.	1.23	50	2.47	0.1	7.63	0.66	0.2	17	1.1	0	8.73	0.14
Octopoda												
Octopodidae												
<i>Octopus</i> sp.	x	x	x	x	x	x	0	2.4	1.1	0	0.05	0.01
Argonautidae												
<i>Argonauta</i> spp.	3.09	62.5	4.94	2.64	53.5	2.86	2	35	5.7	2	38.8	2.04
restos de cefalópodos	1.41	22.9	6.18	0.15	2.4	0.77	7.8	57	14	7	49.9	7.3
MALACOSTRADA												
Decapoda												
Portunidae												
<i>Portunus xantusii affinis</i>	10.3	92.6	11.1	9.89	89	10.08	17	77	22	13	61.8	14.97
restos de crustáceos	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	3.4	75	4.5	3	75.3	3.41

ACTINOPTERYGII

Cupleiformes

Engraulidae

<i>Anchoa</i> sp.	x	x	x	x	x	x	0.6	50	1.1	1	95.3	0.82
-------------------	---	---	---	---	---	---	-----	----	-----	---	------	------

Cupleidae

<i>Opisthonema</i> spp.	21.4	91.1	23.5	21.9	93.5	21.66	5.6	55	10	7	65.7	6.16
-------------------------	------	------	------	------	------	-------	-----	----	----	---	------	------

<i>Pliosteostoma lutipinnis</i>	x	x	x	x	x	x	1.9	83	2.3	2	89.4	1.96
---------------------------------	---	---	---	---	---	---	-----	----	-----	---	------	------

Perciformes

Scianidae

<i>Bairdiella</i> sp.	0.61	50	1.23	0.66	53.9	0.64	x	x	x	x	x	x
-----------------------	------	----	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---

Haemulidae	x	x	x	x	x	x	1.1	100	1.1	1	100	1.14
-------------------	---	---	---	---	---	---	-----	-----	-----	---	-----	------

<i>Xenichthys xanti</i>	x	x	x	x	x	x	0.6	50	1.1	1	97.8	0.84
-------------------------	---	---	---	---	---	---	-----	----	-----	---	------	------

<i>Conodon serrifer</i>	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	1.1	100	1.1	1	100	1.14
-------------------------	------	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-----	---	-----	------

<i>Haemulon maculicauda</i>	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	0.1	3.8	2.3	0	3.52	0.08
-----------------------------	------	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-----	---	------	------

Scombridae							1.1	100	1.1	1	100	1.14
-------------------	--	--	--	--	--	--	-----	-----	-----	---	-----	------

<i>Auxis</i> sp.	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	1.1	100	1.1	1	100	1.14
------------------	------	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-----	---	-----	------

<i>Katsuwonus pelamis</i>	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	1.1	100	1.1	1	100	1.14
---------------------------	------	-----	------	------	-----	------	-----	-----	-----	---	-----	------

<i>Thunnus</i> sp.	0.31	25	1.23	0.2	15.8	0.25	1.5	67	2.3	1	60.6	1.44
--------------------	------	----	------	-----	------	------	-----	----	-----	---	------	------

Carangidae	2.47	100	2.47	2.47	100	2.47	x	x	x	x	x	x
-------------------	------	-----	------	------	-----	------	---	---	---	---	---	---

<i>Caranx caballus</i>	12.5	78.1	16	12.3	76.7	12.41	3.4	75	4.5	4	88.9	3.72
------------------------	------	------	----	------	------	-------	-----	----	-----	---	------	------

<i>Caranx caninus</i>	3.7	75	4.94	3.58	72.6	3.64	6.6	83	8	6	77.3	6.39
-----------------------	-----	----	------	------	------	------	-----	----	---	---	------	------

<i>Chloroscombrus orqueta</i>	1.93	52.1	3.7	2.38	64.2	2.15	3.7	64	5.7	5	83.5	4.19
-------------------------------	------	------	-----	------	------	------	-----	----	-----	---	------	------

<i>Selene peruviana</i>	6.38	86.1	7.4	6.78	91.6	6.58	5.5	81	6.8	5	70.5	5.15
-------------------------	------	------	-----	------	------	------	-----	----	-----	---	------	------

Coryphaenidae

<i>Coryphaena</i> spp.	0.48	19.6	2.46	1.59	64.4	1.03	x	x	x	x	x	x
------------------------	------	------	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---

Gerreidae

<i>Eugerres brevimanus</i>	x	x	x	x	x	x	0.8	35	2.3	1	50	0.96
----------------------------	---	---	---	---	---	---	-----	----	-----	---	----	------

Tetraodontiformes

Balistidae

<i>Balistes polylepis</i>	2.26	61.1	3.7	1.45	39.2	1.85	4.4	64	6.8	4	54.5	4.05
<i>Diodon histrix</i>	1.23	100	1.23	1.23	100	1.23	0.6	50	1.1	1	52.1	0.58
<i>Diodon</i> spp.	1.65	66.7	2.47	1.68	67.9	1.66	x	x	x	x	x	x
<i>Canthidermis maculata</i>	0.61	50	1.23	0.1	8.37	0.36	x	x	x	x	x	x

Beloniformes**Hemiramphidae**

<i>Hemiramphus saltator</i>	x	x	x	x	x	x	0.3	25	1.1	1	55.5	0.45
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	x	x	x	x	x	x	0.6	26	2.3	1	23	0.55
Restos de peces	5.25	70.8	7.41	6.2	83.7	5.72	11	75	15	11	76	11.18
Restos de tortuga	x	x	x	x	x	x	1.1	100	1.1	1	100	1.14
MONI	1.41	57.1	2.47	1.24	50.4	1.32	4.3	75	5.7	5	90.5	4.7

Anexo 2. Espectro trófico de juveniles y adultos de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje de la abundancia (%N, %W), abundancia por presa específica (%PN, %PW) e Índice de importancia por presa específica (%PSIRI).

TAXÓN	JUVENILES						ADULTOS					
CEPHALOPODA	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI
Oegopsida												
Ancistrocheiridae												
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	9.53	10.5	17.4	9.8	56.2	9.67	2.6	50	5.3	3	47.9	2.58
Mastigoteuthidae												
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.54	1.97	2.01	0.17	8.4	0.36	x	x	x	x	x	x
Ommastrephidae												

<i>Dosidicus gigas</i>	4.03	10.5	6.71	5.11	76.1	4.57	5.3	100	5.3	5	100	5.26
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	0.28	2.19	1.34	0.56	42.1	0.42	X	X	X	X	X	X
Gonatidae												
<i>Gonatus</i> sp.	0.78	3.24	2.01	0.11	8.18	0.45	X	X	X	X	X	X
Octopoda												
Octopodidae												
<i>Octopus</i> sp.	X	X	X	X	X	X	0.1	2.4	5.3	0	0.05	0.06
Argonautidae												
<i>Argonauta</i> spp.	1.6	4.03	4.03	1.38	34.2	1.49	9.9	63	16	10	64.3	10.03
restos de cefalópodos	5.38	17.4	11.4	4.1	35.9	4.74	X	X	X	X	X	X
MALACOSTRADA												
Decapoda												
Portunidae												
<i>Portunus xantusii affinis</i>	11.3	21.7	14.1	9.74	69.1	10.54	32	86	37	28	74.8	29.66
restos de crustáceos	2.68	4.44	3.36	2.69	80.3	2.69	X	X	X	X	X	X
ACTINOPTERYGII												
Cupleiformes												
Engraulidae												
<i>Anchoa</i> sp.	0.34	0.83	0.67	0.64	95.3	0.49	X	X	X	X	X	X
Cupleidae												
<i>Opisthonema</i> spp.	14.8	19.2	18.1	15.7	86.9	15.28	0.1	1.4	5.3	0	3.65	0.13
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i>	0.45	0.75	0.67	0.53	78.9	0.49	5.3	100	5.3	5	100	5.26
Perciformes												
Scianidae												
<i>Bairdiella</i> sp.	X	X	X	X	X	X	2.6	50	5.3	3	53.9	2.73
Haemulidae												
<i>Xenichthys xanti</i>	X	X	X	X	X	X	2.6	50	5.3	5	97.8	3.89

<i>Conodon serrifer</i>	1.34	4	1.34	1.34	100	1.34	X	X	X	X	X	X
<i>Haemulon maculicauda</i>	0.04	0.15	0.67	0.01	1.72	0.02	5.4	51	11	6	52.7	5.47
Scombridae												
<i>Auxis</i> sp.	0.84	3.57	1.34	0.87	64.8	0.85	X	X	X	X	X	X
<i>Katsuwonus pelamis</i>	0.67	1.47	0.67	0.67	100	0.67	5.3	100	5.3	5	100	5.26
<i>Thunnus</i> sp.	1.06	4.52	2.01	0.92	45.7	0.99	X	X	X	X	X	X
Carangidae												
<i>Caranx caballus</i>	1.34	4.26	1.34	1.34	100	1.34	X	X	X	X	X	X
<i>Caranx caninus</i>	7.93	14.8	10.1	8.27	82.2	8.10	7	67	11	6	59.8	6.66
<i>Caranx caninus</i>	4.81	9.43	6.04	4.37	72.3	4.59	8.8	83	11	9	90.2	9.13
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	2.87	6.89	4.7	3.79	80.6	3.33	2.6	50	5.3	2	46.1	2.53
<i>Selene peruviana</i>	5.99	14.2	7.38	5.78	78.4	5.89	5.3	100	5.3	5	100	5.26
Coryphaenidae												
<i>Coryphaena</i> spp.	0.26	1.01	1.34	0.86	64.44	0.56	X	X	X	X	X	X
Gerreidae												
<i>Eugerres brevimanus</i>	0.47	1.32	1.34	0.67	50	0.57	X	X	X	X	X	X
Tetraodontiformes												
Balistidae												
<i>Balistes polylepis</i>	3.82	10.5	6.04	2.98	49.4	3.40	X	X	X	X	X	X
<i>Diodon histryx</i>	0.67	2.94	0.67	0.67	100	0.67	2.6	50	5.3	3	52.1	2.69
<i>Diodon</i> spp.	0.89	3.6	1.34	0.91	67.9	0.90	X	X	X	X	X	X
<i>Canthidermis maculata</i>	0.34	0.94	0.67	0.06	8.37	0.20	X	X	X	X	X	X
Beloniformes												
Hemiramphidae												
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.17	0.54	0.67	0.37	55.5	0.27	X	X	X	X	X	X
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.34	0.78	0.67	0.3	44.4	0.32	0.1	2.4	5.3	0	1.59	0.10
Restos de peces	9.1	19.6	12.1	9.5	78.6	9.30	2.6	50	5.3	4	75.2	3.29
Restos de tortuga	0.67	1.52	0.67	0.67	100	0.67	X	X	X	X	X	X

MONI	3.28	11.1	4.7	3.71	79	3.50	X	X	X	X	X	X
------	------	------	-----	------	----	------	---	---	---	---	---	---

Anexo 3. Espectro trófico de por temporada (Lluvias-secas) de *Carcharhinus falciformis* en la costa sur de Jalisco, México, expresado en frecuencia de ocurrencia (%FO), porcentaje de la abundancia (%N, %W), abundancia por presa específica (%PN, %PW) e Índice de importancia por presa específica (%PSIRI).

TAXÓN	LLUVIAS						SECAS					
	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI	%N	%PN	%FO	%W	%PW	%PSIRI
CEPHALOPODA												
Oegopsida												
Ancistrocheiridae												
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	8.17	52.8	89.5	8.45	54.7	8.31	9.9	57	17	10	57.9	9.92
Mastigoteuthidae												
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	0.74	27	15.8	0.23	8.4	0.48	X	X	X	X	X	X
Ommastrephidae												
<i>Dosidicus gigas</i>	2.5	68.8	21.1	2.73	75	2.61	7.3	61	12	10	80.1	8.50
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	0.38	20.8	10.5	0.77	42.1	0.57	X	X	X	X	X	X
Gonatidae												
<i>Gonatus</i> sp.	1.06	38.9	15.8	0.15	8.18	0.60	X	X	X	X	X	X
Octopoda												
Octopodidae												
<i>Octopus</i> sp.	X	X	X	X	X	X	0	2.4	1.7	0	0.05	0.02
Argonautidae												
<i>Argonauta</i> spp.	1.59	43.8	21.1	1.64	45.1	1.62	4.3	50	8.6	4	43.5	4.04
restos de cefalópodos	4.78	47.8	57.9	3.38	33.8	4.08	4.7	46	10	4	39.8	4.43

MALACOSTRADA

Decapoda**Portunidae**

<i>Portunus xantusii affinis</i>	12.2	84	84.2	10.4	71.6	11.32	16	79	21	14	69.1	15.33
restos de crustáceos	2.73	75	21.1	2.74	75.3	2.73	1.7	100	1.7	2	100	1.72

ACTINOPTERYGII**Cupleiformes****Engraulidae**

<i>Anchoa</i> sp.	0.45	50	5.26	0.87	95.3	0.66	X	X	X	X	X	X
-------------------	------	----	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---

Cupleidae

<i>Opisthonema</i> spp.	17.5	87.5	116	17.9	89.7	17.72	4.9	47	10	6	62.8	5.69
<i>Pliosteostoma lutipinnis</i>	0.91	100	5.26	0.91	100	0.91	1.1	67	1.7	1	78.9	1.25

Perciformes**Scianidae**

<i>Bairdiella</i> sp.	0.45	50	5.26	0.49	53.9	0.47	X	X	X	X	X	X
-----------------------	------	----	------	------	------	------	---	---	---	---	---	---

Haemulidae

<i>Xenichthys xanti</i>	0.45	50	5.26	0.89	97.8	0.67	X	X	X	X	X	X
<i>Conodon serrifer</i>	0.91	100	5.26	0.91	100	0.91	1.7	100	1.7	2	100	1.72
<i>Haemulon maculicauda</i>	0.91	100	5.26	0.91	100	0.91	0.1	3.8	3.4	0	3.52	0.13

Scombridae

<i>Auxis</i> sp.	1.14	62.5	10.5	1.18	64.8	1.16	X	X	X	X	X	X
<i>Katsuwonus pelamis</i>	1.82	100	10.5	1.82	100	1.82	X	X	X	X	X	X
<i>Thunnus</i> sp.	0.91	100	5.26	0.91	100	0.91	1	29	3.4	1	18.5	0.82

Carangidae

<i>Caranx caballus</i>	1.82	100	10.5	1.82	100	1.82	X	X	X	X	X	X
<i>Caranx caninus</i>	3.96	62.2	36.8	4.51	70.9	4.23	15	88	17	15	85.6	14.96
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	4.85	76.2	36.8	4.73	74.3	4.79	6	88	6.9	5	77.8	5.70
<i>Selene peruviana</i>	4.34	59.7	42.1	5.55	76.3	4.94	X	X	X	X	X	X
	7.35	80.8	52.6	7.68	84.5	7.51	3.2	92	3.4	2	58.6	2.60

Coryphaenidae

<i>Coryphaena</i> spp.	0.36	19.6	10.5	1.17	64.4	0.76	X	X	X	X	X	X
Gerreidae												
<i>Eugerres brevimanus</i>	0.64	35	10.5	0.91	50	0.77	X	X	X	X	X	X
Tetraodontiformes												
Balistidae												
<i>Balistes polylepis</i>	3.76	69	31.6	2.45	44.9	3.11	2.7	52	5.2	3	58.3	2.85
<i>Diodon histryx</i>	1.36	75	10.5	1.38	76	1.37	X	X	X	X	X	X
<i>Diodon</i> spp.	X	X	X	X	X	X	2.3	67	3.4	2	67.9	2.32
<i>Canthidermis maculata</i>	0.45	50	5.26	0.08	8.37	0.27	X	X	X	X	X	X
Beloniformes												
Hemiramphidae												
<i>Hemiramphus saltator</i>	0.23	25	5.26	0.5	55.5	0.37	X	X	X	X	X	X
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	0.45	50	5.26	0.4	44.4	0.43	0	2.4	1.7	0	1.59	0.03
Restos de peces	6.82	75	52.6	6.96	76.6	6.89	11	73	16	12	80.5	11.90
Restos de tortuga	X	X	X	X	X	X	1.7	100	1.7	2	100	1.72
MONI	2.18	59.8	21.1	2.73	75	2.45	4.3	83	5.2	4	84.3	4.34

