



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

---

---

**Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral  
Regional Unidad-Oaxaca**

**Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales  
(Biodiversidad del Neotrópico)**

**Variación temporal de los hábitos alimentarios de *Istiophorus  
platypterus* (Shaw, 1792) y *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758,  
en la franja costera de Oaxaca.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**Bióloga Marina Nancy Elizabeth Ruiz Pérez**

Directores de Tesis:

Dr. Emilio Martínez Ramírez

Dra. Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara

Santa Cruz Xoxocotlan, México

Diciembre, 2018



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de Oaxaca siendo las 14:00 horas del día 29 del mes de noviembre del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CIIDIR OAXACA para examinar la tesis titulada:  
Variación temporal de los hábitos alimentarios de Istiophorus platypterus (Shaw, 1792) y Coryphaena hippurus Linnaeus, 1758 en la franja costera de Oaxaca

Presentada por el alumno:

Ruiz Pérez  
Apellido paterno Apellido materno  
Nombre(s) Nancy Elizabeth

Con registro: 

B	1	6	0	5	1	5
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales

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

### LA COMISIÓN REVISORA

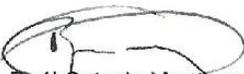
Directores de tesis

  
Dr. Emilio Martínez Ramírez

  
Dra. Genoveva Cordero Ladrón de Guevara

  
M. en C. Graciela Eugenia González Pérez

  
M. en C. Gladys Isabel Manzanero Medina

  
Dr. Raúl Octavio Martínez Rincón

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE  
PROFESORES

  
Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca el día 11 del mes de diciembre el año 2018, el (la) que suscribe **Nancy Elizabeth Ruíz Pérez** alumno(a) del Programa de Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales con número de registro B160515, adscrito a Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de los Dres. Emilio Martínez Ramírez y Genoveva Cerdaneres Ladrón de Guevara y cede los derechos del trabajo intitulado **Variación temporal de los hábitos alimentarios de *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792) y *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, en la franja costera de Oaxaca**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección nancy.rp14@gmail. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
Nancy Elizabeth Ruíz Pérez

Nombre y firma



CENTRO INTERDISCIPLINARIO  
DE INVESTIGACIÓN PARA EL  
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL  
C.I.I.D.I.R.  
UNIDAD OAXACA  
I.P.N.

## **Dedicatoria.**

A mis padres por su apoyo siempre incondicional, sobre todo en aquellos momentos difíciles. Porque este proyecto es el pago por todo lo que me han dado en la vida, consejos, acompañamiento, insistencia, educación y por todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron para formar mi carrera.

A mi amado esposo, por estar siempre a mi lado, levantándome y dando fuerzas para seguir adelante. Porque somos el mejor equipo y porque este logro es de ambos. Te amo Emmanuel.

A mis dos hermosos hijos, Daniel y Samuel, que con sus risas, travesuras y palabras de amor han llenado mi vida. Con ellos conocí la paciencia y la perseverancia que todos debemos tener para llegar a crear grandes proyectos como el que ahora concluimos. Esta etapa de mi vida fue la más difícil, aprendí a distribuir mi tiempo y espacio, siendo madre, esposa e investigadora; y con el fin de este proyecto aprendí que son las tres cosas que más amo y por las que seguire luchando.

A mis hermanos Felix, Sheyla y Mose por los todos los momentos que hemos compartido.

A mis amigas, Maleni, Margarita y Maria Fernanda porque la distancia no fue un obstáculo para su apoyo incondicional.

## **Agradecimientos.**

A mis asesores, el Dr. Emilio, por su apoyo y confianza, a la Dra. Genoveva por su apoyo incondicional, su confianza y por estar siempre cuando la eh necesitado, tanto en lo académico como en lo personal.

A mis revisores y miembros del jurado, el Dr. Emilio, la Dra. Genoveva, el Dr. Raul, la Ma. Gladys y la Ma. Graciela por sus observaciones para mejorar este trabajo.

A los pescadores por su apoyo durante estos 15 años para la recolecta de las muestras.

A los alumnos, servicio social y todos aquellos que me apoyaron en la revisión y registro de las muestra, ya que un gran trabajo necesita, igualmente, un gran equipo.



## Tabla de contenido

Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos. ....	v
Índice de cuadros .....	3
Lista de figuras. ....	1
Resumen.....	4
Abstract.....	5
Introducción. ....	6
Antecedentes. ....	11
Ecología trófica de <i>Istiophorus platypterus</i> .....	11
Ecología trófica de <i>Coryphaena hippurus</i> . ....	12
Traslape trófico. ....	12
Evaluación del espectro trófico.....	13
Justificación.....	14
Hipótesis general.....	15
Hipótesis específicas. ....	15
Objetivos. ....	16
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos.....	16
Descripción de la zona de estudio.....	17
Material y métodos. ....	19
Muestreo.....	19
Trabajo de laboratorio. ....	20
Trabajo de gabinete. ....	21
Índice específico de importancia relativa (PSIRI). ....	21
Amplitud del nicho trófico. ....	24
Traslape trófico. ....	24
Parámetros ambientales. ....	25
Resultados.....	26
<i>Istiophorus platypterus</i> . ....	26

Análisis por temporadas.....	31
Análisis por fases del ONI.....	46
Análisis por sexos. ....	54
<i>Coryphaena hippurus</i> . ....	58
Análisis por temporadas.....	61
Análisis por fases del ONI.....	74
Traslape de nicho. ....	83
Discusiones de los resultados. ....	84
<i>Istiophorus platypterus</i> . ....	84
<i>Coryphaena hippurus</i> . ....	88
Conclusiones. ....	91
<i>Istiophorus platypterus</i> . ....	91
<i>Coryphaena hippurus</i> . ....	91
Traslape de nicho .....	91
Bibliografía. ....	92
Anexo 1. Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de pez vela, de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca durante el periodo 2000-2015.....	103
Anexo 2. Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de dorado, de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca durante el periodo 2000-2015.....	110

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Capturas y número de estómagos analizados de <i>Istiophorus platypterus</i> de organismos desembarcados en los puertos de Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz durante el periodo 2000-2015. ....	27
Cuadro 2. Porcentaje de ocurrencia promedio (%FO), porcentaje de peso promedio (%PW), porcentaje numérico promedio (%PN), índice de importancia relativa de presas específicas de los principales grupos taxonómicos presa consumidos por <i>Istiophorus platypterus</i> (%PSIRI) y suma acumula de PSRI (cums). ....	28
Cuadro 3. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela de acuerdo con su índice numérico para la temporada de secas de cada año. ....	33
Cuadro 4. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela de acuerdo con el índice numérico para la temporada de secas de cada año (continuación). ....	34
Cuadro 5. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año. ....	35
Cuadro 6. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año (continuación). ....	36
Cuadro 7. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de secas de cada año. ....	37
Cuadro 8. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de secas de cada año (continuación). ....	38
Cuadro 9. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año. ....	39
Cuadro 10. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año (continuación). ....	40
Cuadro 11. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para la temporada de secas para el periodo 2000-2015. ....	41
Cuadro 12. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para la temporada de lluvias (II) para el periodo 2000-2015. ....	42

Cuadro 13. Índice de amplitud de nicho por temporadas y tipo de estrategia alimentaria. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.....	45
Cuadro 14. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) durante la fase normal del ONI. ....	47
Cuadro 15. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa principales del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) durante la fase Niño del ONI. ....	48
Cuadro 16. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa principales del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) durante la fase Niña del ONI. ....	49
Cuadro 17. Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia alimentaria durante las fases del ONI. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.....	53
Cuadro 18. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) por sexo.....	55
Cuadro 19. Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia alimentaria por sexo. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.....	57
Cuadro 20. Capturas y número de estómagos analizados de <i>Coryphaena hippurus</i> desembarcados en los puertos de Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz durante el periodo 2000-2015.....	59
Cuadro 21. Porcentaje de ocurrencia promedio (%FO), porcentaje de peso promedio (%PW), porcentaje numérico promedio (%PN), índice de importancia relativa de presas específicas de los principales grupos taxonómicos presa consumidas por <i>Coryphaena hippurus</i> (%PSIRI) y suma acumula de PSRI (cums). ....	61
Cuadro 22. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de secas de cada año.....	63
Cuadro 23. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año. ....	64
Cuadro 24. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año (continuación). ....	65
Cuadro 25. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de secas de cada año.....	66

Cuadro 26. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de secas de cada año (continuación). .....	67
Cuadro 27. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año. ....	68
Cuadro 28. Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año (continuación). ....	69
Cuadro 29. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para la temporada de secas (sc) para el periodo 2000-2015. ....	70
Cuadro 30. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para la temporada de lluvias (ll) para el periodo 2000-2015. ....	71
Cuadro 31. Índice de amplitud de nicho (BA) por temporadas del dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ), y tipo de estrategia. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista. ....	74
Cuadro 32. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) durante la fase normal del ONI. ....	76
Cuadro 33. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) durante la fase Niño del ONI. ....	77
Cuadro 34. Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) durante la fase Niña del ONI. ....	78
Cuadro 35. Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia durante las fases del ONI. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista. ....	82
Cuadro 36. Índice de Moricita Horn para la temporada de lluvias y secas del periodo 2000-2015 del pez vela y dorado. ....	83



## Lista de figuras.

Figura 1. Pez Vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> (Shaw, 1792)).	8
Figura 2. <i>Coryphaena hippurus</i> Linnaeus, 1758. (macho).	9
Figura 3. Costa de Oaxaca, los puntos solidos indican las localidades de los torneos de pesca. ....	17
Figura 4. Representación de la distancia furcal de <i>Istiophorus platypterus</i> y <i>Coryphaena hippurus</i> . Fuente: Fischer <i>et al.</i> (1983b).	20
Figura 5. Distribución de frecuencias de la longitud furcal de <i>Istiophorus platypterus</i> de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca para el periodo 2000-2015.	26
Figura 6. Espectro trofico por grupos presa de pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ).	29
Figura 7. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para cada temporada. Línea punteada= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).	43
Figura 8. Número de grupos taxonómicos presa registradas para <i>Istiophorus platypterus</i> por temporadas para cada año del 2000 al 2015.	44
Figura 9. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI para los grupos taxonómicos presas del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para cada mes, de acuerdo con la fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).	50
Figura 10. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).	51
Figura 11. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada por columnas de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).	52

Figura 12. Número de grupos taxonomicos presa por mes y fase del ONI (Na=Niña, Nm=Normal, No= Niño). .....	53
Figura 13. Diagram de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del pez vela ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) por sexo. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).....	56
Figura 14. Distribución de frecuencias de la longitud furcal de <i>Coryphaena hippurus</i> desembarcados en las costas de Oaxaca para el periodo 2000-2015. ....	58
Figura 15. Espectro trofico por grupos presa de Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ). .....	60
Figura 16. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI para los grupos taxonómicos presa del Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para cada temporada. Línea = límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI). .....	72
Figura 17. Número grupos taxonómicos presa registradas para el dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para cada temporada durante el periodo 2000-2015.....	73
Figura 18. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI). .....	79
Figura 19. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para cada fase del ONI. Línea= límite para adscribir pertenencia un grupo. Diagrama de calor de las especies. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI). .....	80
Figura 20. Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada por columna de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del Dorado ( <i>Coryphaena hippurus</i> ) para cada fase del ONI. Línea= límite para adscribir pertenencia un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI). .....	81

Figura 21. Número de especies por mes y tipo de oscilación del NIÑO (+= Niño No, -= Niña Na y Normal (Nm)..... 82

## Resumen.

La comprensión de la ecología trófica de las especies es crucial en el adecuado manejo de pesquerías, basado en ecosistemas, sobre todo en aquellas especies que tienen alto valor económico, como lo es el pez vela y dorado en la franja costera de Oaxaca. Este trabajo tiene como objetivo evaluar la variabilidad trófica de ambos depredadores en el periodo del 2000-2015 y determinar si esta variación está relacionada con la temperatura superficial del mar, temporalidad y al sexo. Para esto se identificó el contenido estomacal de 740 ejemplares de pez vela y 360 dorados. Posteriormente, se evaluó el espectro trófico, de acuerdo con la metodología propuesta por Brow (2012) y se determinó el grado de especialización del depredador utilizando el Índice de Levin (1968). Para evaluar la variación en la dieta debido a la temperatura superficial del mar (TSM), se obtuvieron los episodios cálidos y fríos para cada mes del periodo 2000-2015 de la NOAA y se realizó una prueba de conglomerados para agrupar tipos de presas por TSM, temporadas y sexos. Para el pez vela se identificaron 119 presas diferentes durante el periodo de estudio, identificando a nivel específico 78 especies. De estas, solo 23 fueron de mayor importancia, de acuerdo con el PSIRI, siendo *Auxis thazard thazard* y *Uraspis helvola* las más importantes. Para el dorado se identificaron 79 presas, de las cuales 18 fueron relevantes, la de mayor importancia fue *Portunus xantusii*, seguido por *Selar crumenophthalmus*. No se encontraron diferencias significativas en la diversidad de presas de pez vela y dorado de acuerdo con la temporada, sin embargo, presentaron diferencias significativas en la diversidad de presas por sexo, donde las hembras muestran un mayor espectro trófico y durante la temporada de lluvias un mayor número de presas. A pesar de estas diferencias, se considera en general, para todo el periodo de estudio que ambos depredadores presentan una estrategia especialista, tanto por épocas, por eventos y por sexos.

**Palabras clave:** Análisis Multivariado, pelágicos mayores, adaptabilidad trófica, estrategia especialista, estrategia generalista.

## Abstract.

The understanding of the trophic ecology of the species is crucial in the proper management of fisheries, based on ecosystems, especially in those species that have high economic value, such as sailfish and dolphinfish in the coastal strip of Oaxaca. The objective of this work is to evaluate the trophic variability of both predators in the period 2000-2015 and to determine if this variation is related to sea surface temperature, temporality and sex. For this, the stomach contents of 740 sailfish and 360 dolphinfish were identified. Subsequently, the trophic spectrum was evaluated, according to the methodology proposed by Brow (2012) and the degree of specialization of the predator was determined using the Levin Index (1968). To evaluate the variation in diet due to the sea surface temperature (SST), hot and cold episodes were obtained for each month of the 2000-2015 period of the NOAA and a conglomerate test was carried out to group types of prey by SST. , seasons and sexes. For the sailfish, 119 different dams were identified during the study period, identifying at a specific level 78 species. Of these, only 23 were of greater importance, according to the PSIRI, being *Auxis thazard thazard* and *Uraspis helvola* the most important. For the dolphinfish, 79 prey were identified, of which 18 were relevant, the most important was *Portunus xantusii*, followed by *Selar crumenophthalmus*. No significant differences were found in the diversity of sailfish and dolphinfish dams according to the season, however, they presented significant differences in the diversity of prey by sex, where the females show a greater trophic spectrum and during the rainy season a greater number of prey. Despite these differences, it is generally considered, for the entire study period, that both predators present a specialist strategy, both by time, by events and by sex.

**Keywords:** Multivariate analysis, major pelagic, trophic adaptability, specialist strategy, generalist strategy.

## Introducción.

La estructura y dinámica de las comunidades puede verse modificada por las interacciones depredador-presa, de tal manera que los depredadores tienen un impacto directo sobre las presas, o bien, que la disponibilidad de presas puede limitar directamente a las poblaciones de los depredadores (Greenstreet y Taske, 1996). Por otro lado, las presas elegidas por los depredadores puede fluctuar en el tiempo debido a diferentes factores como el desarrollo ontogénico o el estadio de madurez, así como, el tipo de hábitat o la flexibilidad en los hábitos alimentarios (fenómeno abundantemente observado en los peces) (Dill, 1983; Stillwell and Kohler, 1985; Olson y Boggs, 1986; Hovde *et al.*, 2002; Rosas-Alayola *et al.*, 2002; Jaworski y Ragnatrsson, 2006). Una especie especialista puede volverse generalista, cuando la fuente principal de alimentación se vuelve escasa, o especialista si la abundancia de la presa preferida es adecuada para la especie (Gerking, 1994). Esta variabilidad en los hábitos alimentarios se le conoce como adaptabilidad trófica (Dill, 1983). Los peces con mayor adaptabilidad trófica tienen mayores probabilidades de sobrevivir en ambientes heterogéneos y variables (Gerking, 1994).

La comprensión de la ecología de las especies es crucial en el adecuado manejo de pesquerías, basado en ecosistemas (Ainsworth *et al.*, 2010), sobre todo en aquellas especies que tienen alto valor económico, como lo son las especies destinadas a la pesca deportiva-recreativa (Noble, 1981; DeVries and Stein, 1990). El análisis del contenido estomacal de los depredadores puede revelar no solo la composición de la dieta, sino también como en una cadena trófica, los peces interactúan con otras especies, animales y vegetales, y con su medio ambiente (Langler, 1956; Hyslop, 1980; Krebs, 1989).

En la franja costera de Oaxaca, dos especies son primordiales en la pesca deportiva: El pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792) y el dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758, mismas que forman parte de las capturas incidentales en la pesca artesanal (Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.*, 2012). Estos depredadores pertenecen a un grupo de peces denominados pelágicos mayores por encontrarse en los niveles más altos de la red trófica

ejercen una influencia sustancial sobre otros componentes del ecosistema pelágico (Myers and Worm, 2003; Collete *et al.*, 2011; Worm and Tittensor, 2011).

En general, los peces pelágicos mayores son depredadores muy voraces (Olson y Boggs, 1986; Abitia-Cárdenas *et al.*, 2002; Rosas Alayola *et al.*, 2002; Amezcua-Gómez, 2007) carnívoros oportunistas, con espectros tróficos muy variables su etapa de vida, estacionalidad y región (Abitia-Cárdenas *et al.*, 1997; Markaida and Sosa-Nishizaki, 1998; Abitia-Cárdenas *et al.*, 2002; Alatorre-Ramírez, 2007).

El pez vela, pertenece a la familia Istiophoridae, se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, realiza migraciones considerablemente largas, pero se conocen pocos registros de migraciones transoceánicas para este grupo (Ortiz *et al.*, 2003; Prince *et al.*, 2006). Estos peces son los depredadores más veloces en el océano y se distinguen por un pico largo, áspero y redondo (Figura 1) (Nakamura, 1985).

En el Océano Pacífico Oriental, es el pez vela una de las especies de peces de pico más importante dentro de la familia Istiophoridae, además se caracteriza por ser abundante en algunas zonas del mundo; por ejemplo, en el Golfo de Arabia, sus mayores abundancias se encuentran durante los meses de octubre hasta abril (Hoolihan, 2003), mientras que, en el Océano Atlántico, la mayor abundancia del pez vela se presenta durante los meses cálidos del año (Jolley, 1997).

Esta especie se caracteriza por ser un depredador especialista (Arizmendi-Rodríguez *et al.*, 2006; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016), donde su presa principal son peces y cefalópodos (Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.*, 2003; Cerdenares-Ladrón de Guevara, 2005; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016).

Su ubicación taxonómica es:

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

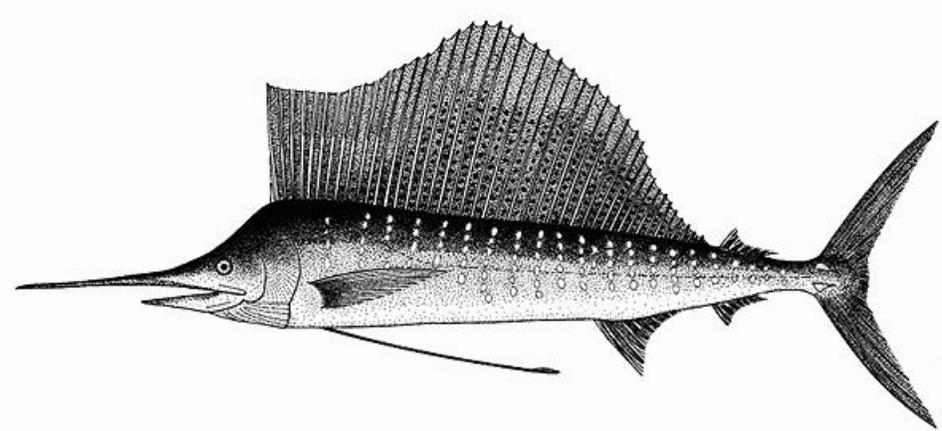
Orden: Perciformes

Suborden: Xiphoidei

Familia: Istiophoridae

Género: Istiophorus

Especie: *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792)



**Figura 1.** Pez Vela (*Istiophorus platypterus* (Shaw, 1792)).

El dorado *Coryphena hippurus*, también conocido como mahi-mahi o lampuga, es un depredador epipelágico migratorio que se distribuye en aguas tropicales y subtropicales de todos los océanos. Es una especie con rápidas tasas de crecimiento y metabolismo. . Su tasa metabólica es comparada con las del atún aleta amarilla (*Thunnus albacare*) (Palko *et al.* 1982, Benetti *et al.*, 1995). En aguas de Hawaii, el dorado alcanza una longitud de 120 cm y peso de 12.5 Kilogramos a los 12 meses de edad. Su presa principal son peces pequeños, cefalópodos y crustáceos (Aguilar Palomino *et al.*, 1998; Oxenford y Hunte, 1999; Velasco y Galván, 2002; Ruiz-Pérez *et al.* 2016) con un amplio espectro trófico; es un depredador oportunista que se asocia a objetos flotantes (Amezcuca-Gómez, 2007).

El dorado es una especie epipelágica altamente migratoria, presenta dimorfismo sexual muy marcado en los organismos mayores de 60 cm de longitud furcal, a partir de la cual los machos empiezan a desarrollar en la frente una cresta pronunciada a diferencia de las hembras (Figura 2) (Palko *et al.* 1982).

Su ubicación taxonómica es:

Reino: Animal

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Clase: Osteichthyes

Subclase: Actinopterygii

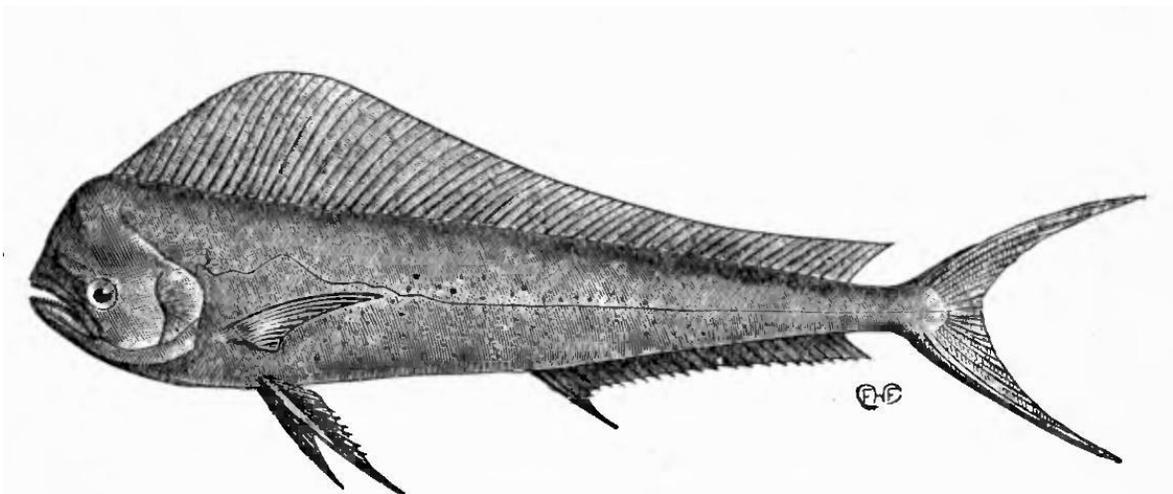
Orden: Perciformes

Suborden: Percoide

Familia: Coryphaenidae

Género: *Coryphaena*

Especie: *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758.



**Figura 2.** *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758. (macho).

Por otro parte, en la descripción y cuantificación de la dieta de los organismos se utilizan diversas líneas metodológicas, sin embargo, algunas metodologías más que otras, haciendo uso clásico de estas. El índice de mayor uso es el índice de Importancia Relativa (IIR) (Cortés, 1997), aun cuando se le atribuyen grandes debilidades (Cortés, 1998; Hansson, 1998; Brow, *et al.* 2012). Por lo tanto, es esencial evaluar la dieta desde otra perspectiva.

Recientemente se ha destinado un gran esfuerzo por eliminar estas deficiencias de la metodología clásica (Crespin de Billy *et al.*, 2000; Hovde *et al.*, 2002; Crow, 1979; Brown *et al.* 2012) sin embargo, la metodología de índice de importancia relativa específica propuesta por Brow en el 2012, parece ser la más aceptada (Espinoza, *et al.* 2012; Moreno-Sánchez *et al.*, 2012; Divine *et al.*, 2017; García *et al.*, 2017; etc.). Por lo que el siguiente estudio evaluara el espectro trófico de los dos depredadores antes mencionados utilizando el índice propuesto por Brow (2012).

## **Antecedentes.**

### **Ecología trófica de *Istiophorus platypterus*.**

Con respecto a las variaciones de la dieta del pez vela, existen diversos estudios que indican que este depredador presenta cambios ontogénicos en la dieta, ya que conforme avanza su desarrollo, va incorporando peces a su dieta hasta que estos dominan por completo su alimentación, aunque en algunas regiones esta puede ser complementada con cefalópodos (Post et al., 1997; Rosas-Alayola *et al.*, 2002; Arizmendi-Rodríguez *et al.*, 2006; Amezcua-Gómez, 2007; Romero-Ramírez, 2009). Las variaciones tróficas no solo se dan a lo largo del ciclo de vida, sino también de manera estacional (Ovchinnikov, 1970), si bien, no siempre en la composición del espectro trófico, si en el nivel de depredación (Evans and Wares, 1972; Arizmendi-Rodríguez *et al.*, 2006; Amezcua-Gómez, 2007). En el océano Pacífico, específicamente en el noroeste de México, se ha reportado que la presa principal del pez vela son cefalópodos, como el calamar gigante *Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835) y el argonauta *Argonauta* spp., así como diversos peces (Arizmendi-Rodríguez *et al.*, 2006). En cuanto al espectro trófico por sexos se ha documentado que los machos consumen mayor cantidad de alimento (Arizmendi *et al.*, 2006; Amezcua-Gómez, 2007) y se considera que esta mayor voracidad por parte de los machos se debe a que necesitan alcanzar la madurez sexual a tallas menores que las hembras, maximizando de esta manera el potencial reproductivo (Hernández-Herrera, 2001).

Para el golfo de California Rosas-Alayola *et al.* (2002) determinan una conducta generalista. Por el contrario, en el 2006, Arizmendi-Rodríguez *et al.* establecen una conducta especialista para los individuos capturados en las costas de Mazatlán. Más al sur, en las costas de los estados de Jalisco y Colima Amezcua-Gómez (2007) determinan que el pez vela es un depredador especialista. Igualmente, reportado para la costa de Oaxaca (Ruiz-Pérez *et al.* 2016).

### **Ecología trófica de *Coryphaena hippurus*.**

Con respecto a los estudios de hábitos alimenticios del dorado, se ha reportado para el Pacífico oriental que las presas principales son *Dosidicus gigas*, pequeños crustáceos como *Pleuroncodes planipes* y *Portunus xantusii* (Stimpson, 1860), seguidos de peces (Aguilar-Palomino, 1993; Olson y Galvan, 2002; Cerdenares-Ladrón de Guevara *et al.*, 2003; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016). Los dorados tienden a asociarse con objetos flotantes como troncos, ramas, cabos, boyas, etc., ya que se alimentan de peces en su mayoría juveniles, que utilizan estos objetos como refugio (Kojima, 1961; Manooch *et al.*, 1983). Debido a esta estrategia de alimentación, se cree que los dorados se distribuyen de manera diferencial a lo largo de la costa; las hembras y los juveniles prefieren zonas costeras, donde encuentran refugio y alimento fácilmente; mientras que los machos se encuentran en zonas oceánicas, en busca de presas de mayor tamaño (Rose and Hassler, 1974).

Recientemente, Merten *et al.* (2014), en un estudio desarrollado en el Occidente del Atlántico central, determinaron que *C. hippurus* realiza inmersiones bajo la termoclina, sugiriendo que cambia verticalmente de estrategia de alimentación entre la superficie y el fondo para explotar presas epipelágicas y mesopelágicas, además sugieren que los movimientos verticales pueden variar según el sexo.

### **Traslape trófico.**

Para las costas de Jalisco y Colima Amezcua-Gomez (2007) determinó que existe un traslape medio en la dieta del pez vela y dorado ( $C\lambda 0.37$ ) debido a que compartieron 45 presas de las 86 que consumió el pez vela y 77 que consumió el dorado. Para la costa de Oaxaca se han realizado diferentes estudios sobre los hábitos alimenticios del pez vela y dorado con un enfoque cualitativo, determinando que no existe un traslape entre estos peces (López-Herrera, 2013). Al respecto, se pueden observar diferencias tanto en la amplitud del nicho de cada depredador, como de la especie presa principal (Cerdenares, 2005; Romero-Ramírez, 2009; Gonzales-Medina, 2006; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016).

## **Evaluación del espectro trófico.**

Existe un gran número de estudios de hábitos alimentarios utilizando la metodología clásica: índice de importancia relativa (IIR) (Tripp-Valdez, 2005; Amezcua-Gómez, 2007; Ruiz-Pérez, *et al.* 2016). Sin embargo, debido a las deficiencias del método “clásico” se han realizado estudios con diferentes tipos de análisis. Crow (1979) fue el primero en aplicar el análisis de componentes principales (ACP) como un procedimiento de agrupación para el análisis de la dieta en peces. Recientemente, Crespin de Billy *et al.* (2000) proponen una metodología multivariada, basada en análisis de componentes principales para analizar los hábitos alimenticios de manera individual. Al respecto, estos autores determinaron que la composición de la dieta y las estrategias de alimentación dependen del tipo de microhábitat. Otros estudios se enfocan a analizar los factores espaciales, temporales y bióticos que determinan la dieta y comparan el rol trófico entre varias especies (Garrison y Link, 2000; Hovde *et al.*, 2002; Rudershausen *et al.*, 2010).

En el 2012, Brow propone la modificación de la metodología clásica del Índice de importancia relativa, debido a una interdependencia entre las medidas de la dieta, Brow y colaboradores logran el aislamiento algebraico del sesgo debido a la interdependencia del índice clásico usando la matriz de abundancias de biomasa donde las columnas son las presas y las filas son los individuos, matriz propuesta por Crespin de Billy (2000) para análisis multivariado.

## **Justificación.**

El Dorado (*Coryphaena hippurus*) y el Pez vela (*Istiophorus platypterus*) son depredadores tope que ejercen gran influencia sobre la cadena alimenticia. Conocer la ecología trófica de estos depredadores es de suma importancia, ya que al tener conocimientos básicos de su ecología podemos tomar decisiones sobre el manejo de este recurso de gran importancia para el país y particularmente para las costas de Oaxaca.

Aunque existen numerosos estudios sobre alimentación de ambos depredadores; desde la composición del espectro trófico, hasta la caracterización de la ingesta; son pocos los trabajos que cuentan con un largo periodo estudio. Si tomamos en cuenta la adaptabilidad trófica que presentan los peces en diferentes áreas, estadios e incluso en el mismo sitio pero en diferentes épocas, se vuelve de suma importancia evaluar la variabilidad temporal de los hábitos alimenticios, por tal razón, este estudio pretende evaluar anualmente y entre temporadas (lluvias y secas) el espectro trófico de ambos depredadores en la costa de Oaxaca en un periodo de 16 años para evidenciar la variación temporal de los hábitos alimentarios de estos depredadores y evaluar el efecto que ha tenido el cambio en la temperatura superficial del mar en la alimentación de estas especies.

## **Hipótesis general.**

Debido a las diferencias temporales que se han observado en el espectro trófico del pez vela y el dorado en el área de pesca de Oaxaca y a la flexibilidad trófica que presentan los peces, se espera encontrar diferencias en los hábitos alimentarios de estos peces durante el periodo de estudio (2000-2015), relacionada con factores biológicos o ambientales como el sexo de los depredadores y/o el cambio de la temperatura superficial del mar.

## **Hipótesis específicas.**

H1<sub>0</sub> =No existen diferencias significativas en el espectro trófico de los dos depredadores entre las temporadas.

H1<sub>a</sub> =Existe variación en el espectro trófico de los depredadores entre temporadas.

H2<sub>0</sub> =Las oscilaciones del NIÑO o la NIÑA no influyen en el espectro trófico de los depredadores.

H2<sub>a</sub> = Las oscilaciones del NIÑO o la NIÑA influyen en el espectro trófico de los depredadores.

H3<sub>0</sub>= Se espera que el pez vela se mantenga como depredador especialista y el dorado como depredador generalista durante el periodo de estudio

H3<sub>a</sub> =Se espera que el grado de especialización de los depredadores varié durante el periodo de estudio

H4<sub>0</sub>=Las oscilaciones de temperatura (Evento NIÑO-NIÑA) no influyen significativamente en el grado de especialización de los depredadores.

H3<sub>a</sub>= Las oscilaciones de temperatura (Evento NIÑO-NIÑA) influyen significativamente en el grado de especialización de los depredadores.

H4<sub>0</sub>=No existe traslape significativo entre el pez vela y dorado durante ninguna de las temporadas.

H4<sub>a</sub>=Existe traslape significativo entre el pez vela y dorado para alguna de las temporadas de estudio.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

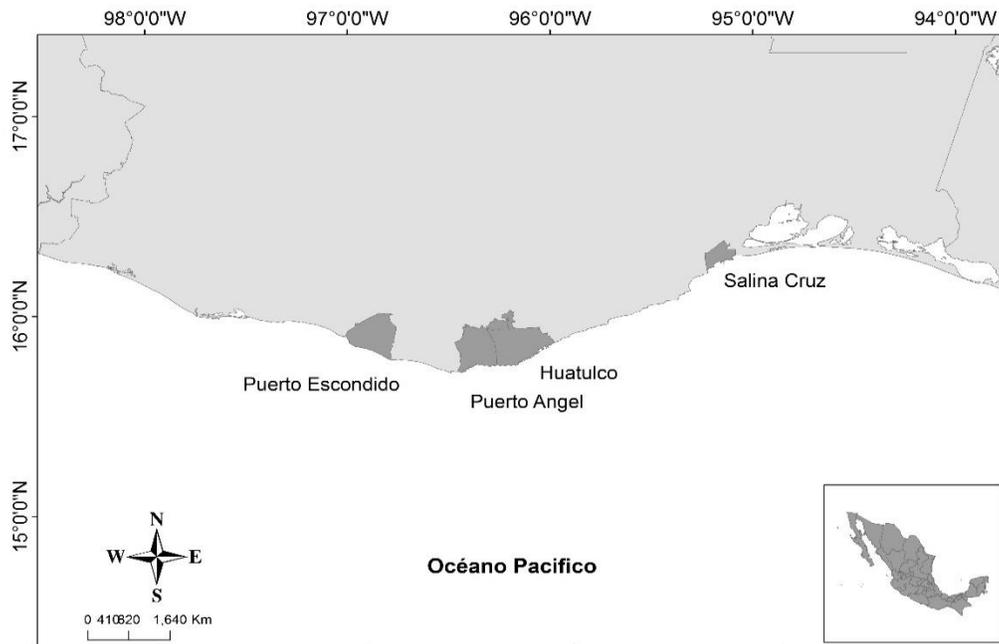
- Evaluar la variabilidad trófica del pez vela *Istiophorus platypterus* y el dorado *Coryphaena hippurus* en la franja costera de Oaxaca en el periodo del 2000-2015 (16 años) utilizando el índice de importancia relativa de presas específicas y determinar si esta variación está relacionada con factores biológicos o ambientales.

### **Objetivos específicos.**

- Conocer el espectro trófico del pez vela y dorado en las temporadas (Lluvias y Secas) por medio del PSIRI.
- Describir la variabilidad del espectro trófico del pez vela y dorado en las diferentes fases (cálida, normal y fría) del ENSO por medio del PSIRI.
- Conocer el espectro trófico del pez vela y dorado por sexos a través del PSIRI.
- Evaluar la especialización de los hábitos alimentarios del pez vela y dorado por temporadas (lluvias y secas) por el índice de Levin.
- Evaluar la especialización de los hábitos alimentarios del pez vela y dorado en las diferentes fases (cálida, normal y fría) del ENSO por el índice de Levin.
- Evaluar la especialización de los hábitos alimentarios del pez vela y dorado por sexos a través del índice de Levin.
- Evaluar el traslape trófico entre el pez vela y dorado para cada año por el índice simplificado de Morisita.
- Evaluar el traslape trófico entre el pez vela y dorado en las diferentes fases (cálida, normal y fría) del ENSO por el índice simplificado de Morisita.

## Descripción de la zona de estudio.

El área de estudio comprendió las principales zonas de desembarco de las unidades pesqueras deportivas y flota artesanal del estado de Oaxaca que son: Puerto Escondido, Puerto Ángel, Santa Cruz Huatulco y Salina Cruz (Figura 3Figura 3). ). El área de trabajo se caracteriza por la presencia de aguas provenientes de la corriente mexicana (De la Lanza, 2001). Presenta una plataforma continental muy angosta (de 4 a 6 metros) incrementándose hacia la región del Istmo, llegando a 100 km en la región oriental del Golfo de Tehuantepec (Arriaga- Cabrera *et al.*, 1998).



**Figura 3.** Costa de Oaxaca, los puntos solidos indican las localidades de los torneos de pesca.

De acuerdo al criterio de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1981), el tipo de clima es AW''o que corresponde a clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y un intervalo de temperatura anual promedio de entre 26° y 28°C. La costa oaxaqueña presenta perturbaciones meteorológicas tropicales de mayo a octubre, con presencia de tormentas tropicales y de noviembre a abril vientos fuertes que soplan del norte sobre la zona del Golfo de Tehuantepec (Ramírez-Antonio, 2015).

Esta región está influenciada por los vientos provenientes del norte, las tormentas tropicales, la oscilación cuasi - bianual del Pacífico y por eventos anómalos como El Niño-Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés). La circulación a gran escala de las corrientes en la región está determinada por los desplazamientos latitudinales del sistema de vientos Alisios y de la convergencia intertropical, que a su vez afecta la dinámica dentro del golfo (Monreal-Gómez y Salas de León, 1998).

Durante los meses de octubre a marzo los vientos fríos atraviesan el Istmo de Tehuantepec procedentes del Golfo de México. Estos se conocen como "Nortes", "Tehuanos" o "Tehuantepequeros" y son responsables de los eventos de mezcla vertical que ocurren en el Golfo de Tehuantepec. Estos eventos se caracterizan por un intenso enfriamiento superficial, y en muchas ocasiones, han sido erróneamente descritos como surgencias costeras. En el Golfo de Tehuantepec el viento sopla perpendicular a la costa e induce fuertes chorros de viento hacia afuera de la costa. El intenso corte vertical de las corrientes, donde la termoclina es muy somera (50 m), produce el 'abordamiento' de las aguas subsuperficiales y su mezcla con las aguas superficiales (Trasviña *et al.*, 1995; Trasviña y Barton, 1997).

La primera región matriz de ciclones tropicales en el Pacífico Nororiental es la zona ciclogénica del Golfo de Tehuantepec, que se activa en la última semana de mayo, marcando el inicio de la temporada de lluvias. De 1970 a 2005, se han presentado un promedio anual de 4.1 ciclones tropicales (Mismaloya, 2005).

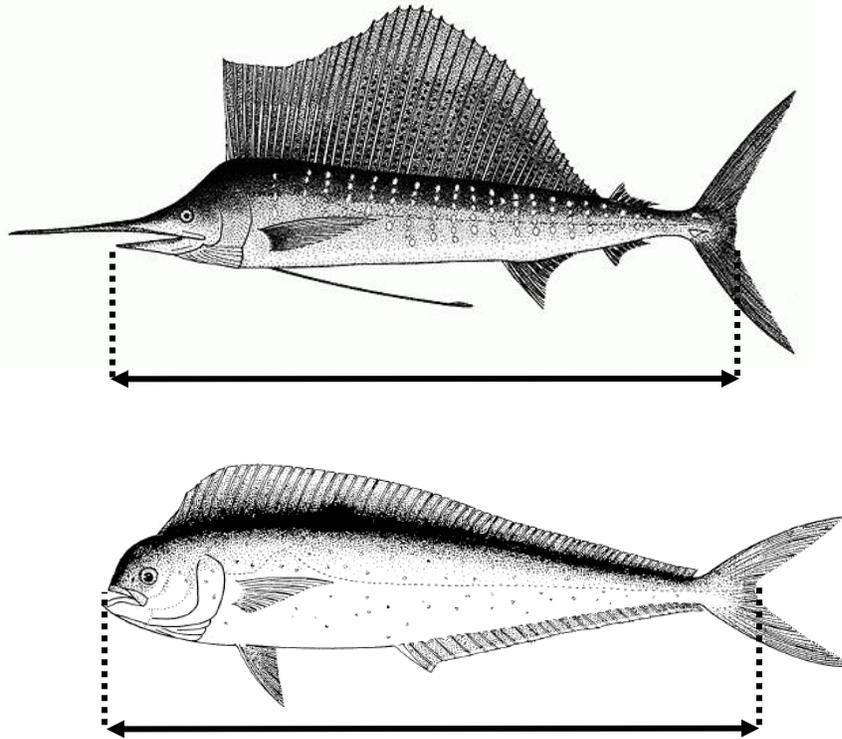
La variabilidad en el comportamiento de la zona ciclogénica en el Golfo de Tehuantepec se debe a la anomalía de la temperatura superficial del mar, la cizalladura de los vientos entre los niveles bajos y superiores de la tropósfera (850 y 200 hPa) y el contenido de humedad en la atmósfera. En forma adicional, factores de variabilidad de señales climáticas en el trópico, como el ENSO, afectan la formación de tormentas tropicales y de huracanes sobre el Pacífico Nororiental.

## **Material y métodos.**

### **Muestreo.**

Durante el periodo del 2000-2015 se realizaron muestreos de las capturas de pez vela *Istiophorus platypterus* y dorado *Coryphaena hippurus* desembarcados por la flota deportiva durante los torneos de pesca que se llevan a cabo en los puertos de Salina Cruz, Huatulco, Puerto Ángel y Puerto Escondido, Oax.; y las capturas desembarcadas por la flota artesanal (Puerto Ángel) a lo largo de cada año. Los principales torneos tienen lugar durante los meses de febrero, mayo, junio y noviembre.

A cada ejemplar desembarcado se le midió la longitud furcal (LF) (Figura 4) utilizando una cinta métrica flexible ( $\pm 1$  mm), se pesó el ejemplar completo con una báscula electrónica colgante ( $\pm 100$ g), se determinó el sexo por observación directa de las gónadas, se extrajo el contenido visceral con ayuda de un equipo de disección y cuchillos. Una vez identificado y separado el estómago se colocó en hielo para transportarlo al Laboratorio de Ictiología y Biología Pesquera de la Universidad del Mar (LIBP, UMAR, campus Puerto Ángel) para ser congelados a  $-20^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis.



**Figura 4.** Representación de la distancia furcal de *Istiophorus platypterus* y *Coryphaena hippurus*. Fuente: Fischer *et al.* (1983b).

### Trabajo de laboratorio.

El contenido estomacal fue revisado para conocer los componentes alimentarios que conforman la dieta de los peces, separado primeramente por grandes grupos como crustáceos, peces, gasterópodos, cefalópodos, etc. Después se separaron morfológicamente y se identificaron hasta el menor nivel taxonómico posible, esto dependiendo del estado de digestión de las presas. La identificación taxonómica de los ejemplares completos de peces se determinó con las claves de Fischer *et al.* (1995b, 1995c); mientras que la identificación de peces digeridos se realizó por medio de la comparación de las estructuras esqueléticas encontradas (urostilo, cráneo, vértebras, espinas, etc.) con esqueletos de la colección de referencia del LIBP. Para crustáceos se utilizaron los trabajos de Rathbun (1930), Hendrickx (1984); Hendrickx and Salgado-Barragán (1991), Fischer *et al.* (1995a) y Rodríguez de la Cruz (1987). Los cefalópodos se identificaron mediante las claves

de Fischer *et al.* (1995a), o bien por medio de sus mandíbulas con las claves de Clarke (1962, 1986), Iverson and Pinkas (1971), Lu and Ickeringill (2002) y Wolff (1982, 1984).

Las presas obtenidas se separaron y preservaron ejemplares en distintos grados de digestión para la colección de contenido estomacal de LIBP de la UMAR. Los peces y crustáceos se preservaron en alcohol al 75%, mientras que los cefalópodos fueron preservados en alcohol con glicerina al 3% para evitar daños a las estructuras calcáreas como lo son las conchas de argonautas.

Una vez identificadas la totalidad de las presas a su mínimo taxón posible se procedió a realizar el análisis del espectro trófico de los depredadores.

### **Trabajo de gabinete.**

#### **Índice específico de importancia relativa (PSIRI).**

La composición de la dieta de *I. platypterus* y *C. hippurus* se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Brow (2012). Para ello se ordenaron los datos de abundancia gravimétrica (es decir, pesos agregados de presas en cada categoría de presa designada) y numérica (es decir, conteos agregados de presas individuales en cada categoría de presa designada) en una matriz de datos donde las columnas son las categorías de las presas (i) y por filas las muestras de estómago individuales (j) estandarizadas a proporción por contenido estomacal individual total.

<i>muestra de estomago</i>	presa 1	presa 2	presa 3
	1	0	0
	0.25	0.25	0.5
	0	0.5	0.5
	0	0.6	0.4
	0	1	0
	0.5	0.25	0

Este método fue propuesta por Crespin de Billy (2000) para el análisis multivariante pero también sirve, convenientemente, en el cálculo de las medidas de la dieta. El porcentaje promedio de número (%N) y el porcentaje promedio de peso (%W) para cada elemento de

presa son promedios de filas de esta matriz y son aditivos, lo que significa que suman 100% para todas las diferentes presas de una categoría de presa. La frecuencia de porcentaje de ocurrencia (%FO) se puede calcular como los promedios de columna de la misma matriz de dieta, pero a condiciones discretas de presencia/ ausencia. Debido a que diferentes categorías de presas ocurren juntas dentro de una sola muestra estomacal, %FO es específico para cada categoría, lo que significa que su valor puede variar desde 0% hasta 100%, independientemente de los valores de %FO de los demás elementos presas.

$$\%PN_i = \frac{\sum_{j=i}^n \%A_{ij}}{n_i}$$

$$\%PW_i = \frac{\sum_{j=i}^n \%A_{ij}}{n_i}$$

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

Dónde:

$\%A_{ij}$ = abundancia (en número o en peso) de la categoría de presa  $i$  en el estómago  $j$

$n_i$ = número de estómagos que contienen la presa  $i$

$n$ = número total de estómagos

Brow (2012) demuestra de la siguiente manera que el porcentaje promedio de abundancia (%N y %W) ya es un índice que contiene a %FO.

$$\frac{\sum_{j=1}^n \%A_{ij}}{n_i} \times \frac{n_i}{n} = \frac{\sum_{j=1}^n \%A_{ij}}{n}$$

A causa de la dependencia matemática directa el %N y %W no se deben combinar de manera redundante con el %FO en un índice de dieta compuesta como el Índice de importancia relativa o %IIR (Cortes, 1997). A partir de estos descubrimientos Brow reordena algebraicamente el IIR utilizando las equivalencias de los índices de %N, %W y %FO de la siguiente manera:

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

Dónde:

$\%FO_i$  = índice de frecuencia de ocurrencia

$\%PN_i$  = índice de la abundancia específica en número

$\%PW_i$  = índice de abundancia específica en peso

Este índice de importancia relativa específico de presas (%PSIRI) suma el 200% y por lo tanto se divide el resultado en 2. El PSIRI a diferencia del IIR no depende del nivel taxonómico o de las categorías de presas designadas por el investigador, de tal manera que funciona como una media estándar de la importancia de la presa para facilitar las comparaciones.

Dadas las relaciones matemáticas entre las medidas de dieta, si solo se registra la abundancia numérica o biomasa, entonces %N y %W pueden actuar ellas mismas como índices compuestos.

Basados en esta metodología se obtuvieron las presas principales durante los 16 años, para cada temporada y por tipo de evento de oscilación, con la intención de observar su variación entre estos eventos.

## **Amplitud del nicho trófico.**

Para estimar la amplitud del nicho trófico de cada depredador, se utilizó el Índice B de Levins (1968), que mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre los recursos alimentarios. Este índice determina el comportamiento de la especie como depredador generalista o especialista, y su expresión matemática, como lo sugiere Hurlbert (1978) en Krebs (1999), es la siguiente:

$$B_A = \frac{B-1}{n-1} \quad ; \quad B = \frac{1}{\sum P_j^2} \quad ; \quad P_j = \frac{N_j}{\sum N_j}$$

Dónde:

$B_A$ : amplitud de nicho estandarizado de Levin

B: medida de amplitud de nicho de Levin

n: número posible de ítems alimentarios

$P_j$ : porcentaje de la frecuencia de aparición de cada uno de los ítems respecto del total.

$N_j$ : frecuencia de aparición de un ítem respecto del total de los j ítems

Este índice tiene valores que van de 0 a 1, cuando los valores son menores que 0.6 se dice que el depredador es más selectivo sobre ciertos grupos presa, cuando los valores son mayores que 0.6 se considera que el depredador es más generalista sobre los recursos alimenticios.

## **Traslape trófico.**

El traslape de dietas se evaluó con el índice simplificado de Morisita (Horn, 1966) (Krebs, 1999):

$$C_H = \frac{2 \sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sum_i^n P_{ij}^2 + \sum_i^n P_{ik}^2}$$

Donde:

$P_{ij}$ : proporción de la frecuencia de aparición del ítem  $i$  en la dieta del depredador  $j$ .

$P_{ik}$ : proporción de la frecuencia de aparición del ítem  $i$  en la dieta del depredador  $k$ .

El solapamiento se determina con base a los valores que toma el índice; cuando los valores se ubican entre 0 y 0.29 indican la no existencia de traslape en el componente trófico, y valores de 0.6 a 1 consideran un traslape biológicamente significativo (Krebs, 1999).

### **Parámetros ambientales.**

Se obtuvieron los episodios fríos y cálidos de la TSM para cada mes de los años 2000 al 2015 de la base de Índice Océanico del Niño (ONI) de la NOAA que se encuentran en la página [http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

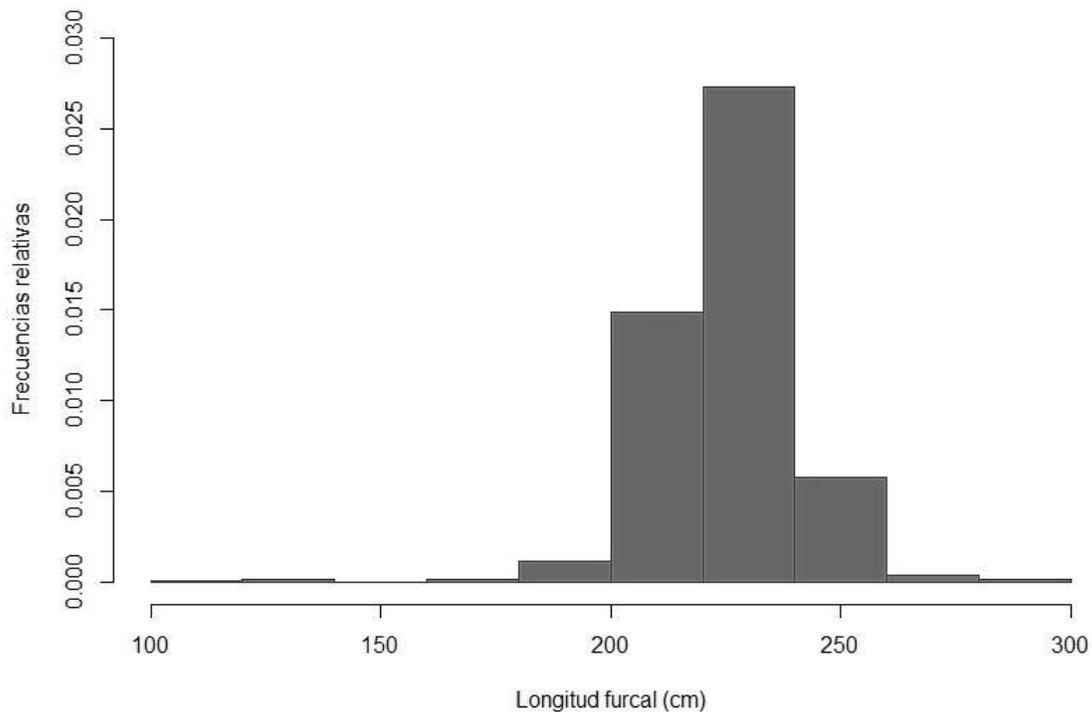
Donde considera evento cálido cuando las anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) se encuentran por encima de  $0.5^{\circ}\text{C}$  durante un mínimo de 5 meses consecutivos y evento frío cuando las anomalías de TSM se encuentran por debajo de  $-0.5^{\circ}\text{C}$  durante un mínimo de 5 meses consecutivos.

Después se realizó una prueba exploratoria de análisis de conglomerados o análisis clúster, agrupando usando datos estandarizados (valor observado menos su promedio y dividido entre su desviación estándar), para identificar presas con valores similares. La agrupación se realizó utilizando PSIRI por temporadas (lluvias y secas), fases del ONI y por sexo.

## Resultados.

### *Istiophorus platypterus*.

En el área de estudio se registraron 1584 ejemplares de pez vela; el tamaño promedio de los ejemplares fue 225.8 cm de Longitud furcal (Lf) con un intervalo de 113-298 cm (Figura 5) y un peso promedio de 31 Kg.



**Figura 5.** Distribución de frecuencias de la longitud furcal de *Istiophorus platypterus* de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca para el periodo 2000-2015.

En el Cuadro 1 se muestra el número de capturas desembarcadas y el número de estómagos analizados para cada año. En algunos casos el número de estómagos analizados es mayor al reportado en las capturas debido a que no se pudieron obtener las biometrías de los ejemplares.

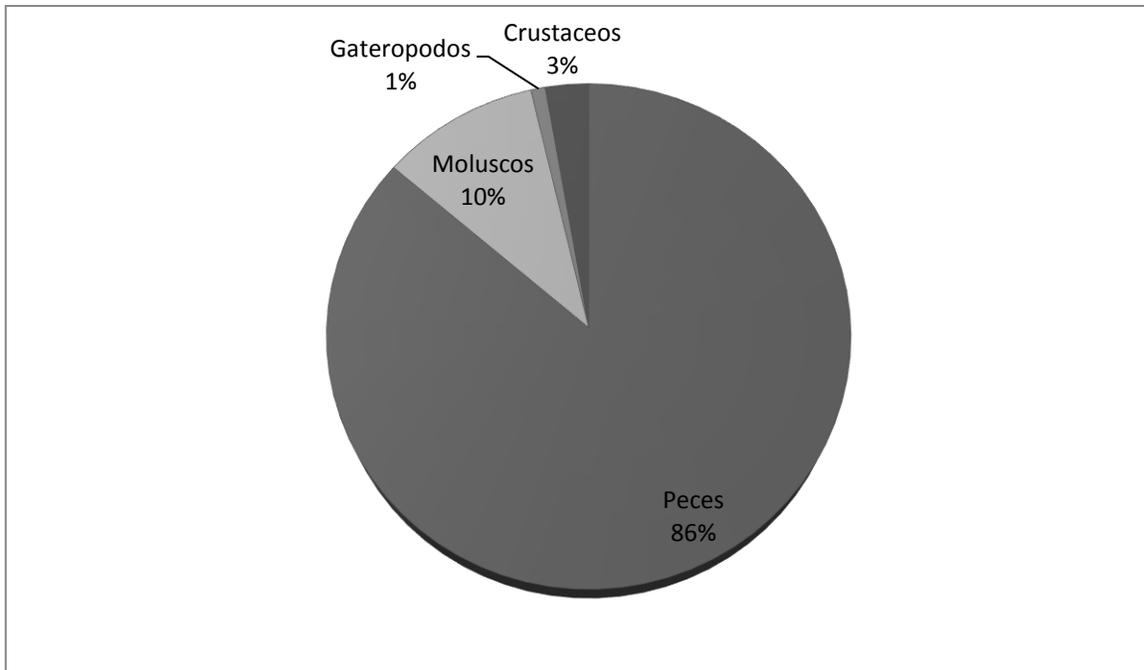
**Cuadro 1.** Capturas y número de estómagos analizados de *Istiophorus platypterus* de organismos desembarcados en los puertos de Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz durante el periodo 2000-2015.

Año	Capturas desembarcadas	Estómagos analizados
2000	55	28
2001	79	75
2002	84	61
2003	81	53
2004	88	62
2005	38	<b>137</b>
2006	54	14
2007	89	20
2008	127	159
2009	130	<b>131</b>
2010	125	55
2011	85	39
2012	173	36
2013	110	53
2014	151	69
2015	115	13
TOTAL	1584	1005

Los resultados de contenido estomacal corresponden a 1005 estómagos analizados. Del total de estómagos obtenidos, 740 presentaron contenido estomacal (73.63%). Se identificaron 110 presas diferentes, de las cuales 94 fueron peces, 11 moluscos, un gasterópodo, tres crustáceos y materia orgánica no identificada (MONI) (Figura 6) correspondientes a 18 órdenes, 42 familias, 61 géneros, identificando a nivel específico 75 especies (Cuadro 2 y Anexo 1).

**Cuadro 2.** Porcentaje de ocurrencia promedio (%FO), porcentaje de peso promedio (%PW), porcentaje numérico promedio (%PN), índice de importancia relativa de presas específicas de los principales grupos taxonómicos presa consumidos por *Istiophorus platypterus* (%PSIRI) y suma acumula de PSRI (cums).

Grupos taxonómicos presa	Abreviatura	%FO	%Pw	%PN	PSIRI	cums
<i>Auxis thazard thazard</i>	A.th	26.586	77.360	58.787	18.098	18.098
<i>Uraspis helvola</i>	U.he	13.225	28.142	49.510	5.135	23.233
<i>Caranx caballus</i>	C.ca	9.717	52.953	47.694	4.890	28.122
<i>Lagocephalus lagocephalus</i>	L.la	9.852	51.230	39.746	4.481	32.604
<i>Opisthonema</i>	Opis	10.256	43.412	42.746	4.418	37.022
Scombridae	Scom	7.962	59.819	48.646	4.318	41.340
<i>Chloroscombrus orqueta</i>	C.or	9.852	32.698	41.173	3.639	44.979
<i>Hemiramphus saltator</i>	H.sa	6.478	62.489	47.356	3.558	48.537
<i>Argonauta nouryi</i>	A.no	9.312	28.909	40.629	3.238	51.774
<i>Coryphaena hippurus</i>	C.hi	4.453	73.433	66.928	3.125	54.900
<i>Euthynnus lineatus</i>	E.li	3.914	86.574	71.161	3.087	57.986
<i>Argonauta argo</i>	A.ar	8.367	21.910	36.212	2.432	60.418
<i>Tylosurus crocodiles crocodiles</i>	T.cr	8.232	24.013	32.428	2.323	62.741
Tetraodontidae	Tetr	2.564	88.513	91.228	2.304	65.045
<i>Selar crumenophthalmus</i>	S.cr	8.772	23.174	29.110	2.293	67.338
<i>Decaptherus macarellus</i>	D.ma	3.779	58.549	40.185	1.865	69.204
<i>Fistularia corneta</i>	F.co	4.723	35.552	38.689	1.753	70.957
<i>Caranx caninus</i>	C.cn	3.779	44.350	41.991	1.631	72.588
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	B.ba	3.914	36.432	46.290	1.619	74.207
Carangidae	Cara	4.453	32.607	38.671	1.587	75.794
<i>Balistes polylepis</i>	B.po	5.533	26.242	30.042	1.557	77.351
Stromateidae	Stro	5.533	18.627	28.401	1.301	78.653
<i>Opisthonema libertate</i>	O.li	1.754	67.341	61.390	1.129	79.782



**Figura 6.** Espectro trófico por grupos presa de pez vela (*Istiophorus platypterus*).

De acuerdo con el método numérico, las presas principales son *Decapterus macrosoma* (100%), *Diodon hystrix* (100%), Clupeidae (93.18%), Tetraodontidae (91.22%), *Seriola peruana* (83.33%) y *Elagatis bipinnulata* (80%).

De acuerdo con el método gravimétrico las presas principales fueron *Decapteris macrosoma* (100%), *Diodon hystrix* (100%), *Centropomus nigrecens* (99.58%), *Prionotus ruscarius* (93.39%), *Elagatis bipinnulata* (92.1%), larva megalopa (89.64%), *Phtheichthys lineatus* (88.65%), la familia Tetraodontidae (88.51%), *Euthynnus lineatus* (86.57%) y *Coryphaena equiselis* (82.37%) (Cuadro 2).

De acuerdo con el método de frecuencia de ocurrencia, las especies más importantes fueron *Auxis thazard thazard* (26%), *Uraspis helvola* (13.22%) y el género *Opisthonema* (10.25%).

Basado en el índice de importancia relativa para presas específicas (PSIRI) se identificaron 23 especies presa principales, la de mayor importancia fue *Auxis thazard thazard*, seguido de *Uraspis helvola* y posteriormente *Caranx caballus* (Cuadro 2).

## **Análisis por temporadas.**

Los grupos taxonómicos más importantes, de acuerdo con el método numérico para la temporada de secas de cada año, se muestra en el Cuadro 3 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; en el Cuadro 5 y Cuadro 6 se muestran los principales taxa presa, de acuerdo con el método numérico para la temporada de lluvias de cada año, en estos cuadros se puede observar que algunos taxa representan el 100% del índice numérico (PN), esto se debe a que la suma de las proporciones de peso para estos taxa es igual al número de estómagos en los que estuvieron presentes, en otras palabras podemos decir que en promedio se encontró un individuo de la especie en cada estómago. Particularmente, se observó que, *Auxis thazard thazard* se presenta como especie de importancia en cinco de las 16 temporadas de secas y en seis temporadas de lluvias.

Los taxa presa del pez vela para la temporada de secas de cada año de mayor importancia, de acuerdo al método gravimétrico, se muestran en el Cuadro 7 y Cuadro 8. En este cuadro se puede observar que, *A. thazard thazard* se presenta dentro de las presas con mayor importancia en ocho temporadas y que presas que no aparecen en temporada de secas como la familia Salpidae, *Naucrates ductor* aparecen como importantes en la temporada de lluvias.

En el Cuadro 9, Cuadro 10, se encuentran los taxa presa más importante, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año. Particularmente, se observó que, *A. thazard thazard* se presenta dentro de las presas con mayor importancia en 12 de las 16 temporadas de lluvias y en ocho temporadas de secas, solo en el 2015 la clase Gasterópoda y *Centropomus nigrecens* fueron las presas importantes.

El %PSIRI de los taxa presa del pez vela para la temporada de secas de cada año se muestran en el Cuadro 11. En este cuadro se puede observar que organismos de la familia tetraodontidae no se registraron en la temporada de secas. Para el año 2010 ningún organismo de los 23 taxa de importancia se registró. La columna del 2007 en la época de secas aparece en blanco debido a que no hubo registros para esta temporada. *Argonauta*

*nouryi* es la presa que tiene mayor frecuencia al aparecer en 11 de los 16 años, mientras que *Opisthonema libertate* solo se registró para el 2005, año que tuvo la mayor presencia de presas principales.

El Cuadro 12 contiene el %PSIRI de las presas de pez vela para la temporada de lluvias de cada año; se puede observar que en esta temporada el %PSIRI de la presa "otras", la cual agrupa las 87 presas que no se consideran de importancia (debido a su contribución al %PSIRI general), presenta menores porcentajes a diferencia de las temporadas de secas, donde generalmente se encuentran por arriba del 20%, mientras que en la temporada de lluvias el valor máximo que alcanzan es de 23% para el 2007.

*A. thazard thazard* es la presa que tiene mayor frecuencia, apareciendo en 15 de los 16 años al igual que *U. helvola*. Por el contrario la presa con menor frecuencia fue la familia Carangidae apareciendo solo en el 2000, 2008 y 2014. Los años con mayor presencia de taxa de importancia fueron 2004, 2008 y 2009, donde se presentaron 21 de los 23 taxa de importancia, sin embargo, también fueron junto con el 2007 y 2009 los años donde "otros" tuvo el mayor valor de PSIRI.

La Figura 7 muestra los dendogramas obtenidos por temporadas; se distinguen ocho grupos, en el primer grupo (de derecha a izquierda) dominan *A. thazard thazard* (*A.th*) y "otras especies", en el segundo grupo existe una dominancia de otros taxa con menor dominancia de esta especie (*A. th*), además de mayor diversidad de grupos taxonomicos.

En cuanto al dendograma de los taxa, se puede observar que dos agrupaciones están claramente definidas, el primero contiene a *Caranx caballus* (*C.ca*), *Chloroscombrus orqueta* (*C.or*), *Argonauta argo* (*A.ar*), *Hemiramphus saltator* (*H.sa*), *Tylosurus crocodilus* (*T.cr*) y *Lagocephalus lagocephalus* (*L.la*), el segundo grupo contiene 14 taxa incluidos *U. helvola*, *Argonauta nouryi*, entre otros, sin embargo, no existe un patrón de preferencia para alguna de las temporadas.

**Cuadro 3.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela de acuerdo con su índice numérico para la temporada de secas de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. monoceros</i>						100										
<i>A. argo</i>						96.23										
<i>A. cornutus</i>		62.96														
<i>A. nouryi</i>				40.16			42.44						68.42		85.71	
<i>A. thazard thazard</i>	50.00				71.67					76.36				73.81		50.00
<i>B. polylepis</i>												52.98				
<i>B. bathymaster</i>		100													56.67	
<i>C. maculata</i>	66.67				50.00											
Carangidae		41.32								64.58						50.00
<i>C. caballus</i>					100								75.00	79.76		
<i>C. caninus</i>							50.00							100		
<i>C. vinctus</i>											100					
Caridea															100	
Cephalopoda							100			100						
<i>C. orqueta</i>										100						
Clupeidae			86.36													
<i>C. equiselis</i>														100		
<i>C. hippurus</i>			100			100			75.00							
Decapterus										100						
<i>D. gigas</i>												66.67				
<i>E. lineatus</i>						67.54							100			
Hemiramphidae									100	83.33			100			
<i>H. saltator</i>				100					100							
<i>L. lagocephalus</i>						100				75.00						

**Cuadro 4.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela de acuerdo con el índice numérico para la temporada de secas de cada año (continuación).

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>N. ductor</i>					100	54.17										
<i>O. libertate</i>						100										
<i>Opisthonema</i>			53.03													47.22
<i>P. simillimus</i>						94.87										
Salpidae			100													
Scombridae	41.67		83.33										100	100		
<i>S. peruana</i>						83.33										
<i>U. helvola</i>					74.80				67.92			71.43				
<i>V. lucetius</i>												88.25				

**Cuadro 5.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. monoceros</i>		100														
<i>Anchoa</i>		100														
<i>A. nasus</i>				100		66.67										
<i>A. argo</i>				64.01												
<i>A. cornutus</i>									75.33							
<i>A. nouryi</i>									70.00					52.63		
<i>A. thazard thazard</i>		100	66.25	75.00			100						69.58	63.81		
<i>B. polylepis</i>			100													
<i>B. bathymaster</i>		100									50.72		80.00	50.00		
<i>Carangidae</i>	96.19															
<i>C. caballus</i>								100								
<i>C. orqueta</i>										64.25						83.33
Clupeidae									100							
<i>C. hippurus</i>	100	90.48								100						100
<i>D. macrosoma</i>										100						
<i>D. macarellus</i>						77.41									87.50	
<i>Diodon</i>															100	
<i>D. hystrix</i>						100										
<i>D. gigas</i>											50.00					
<i>E. bipinnulata</i>						80.00										
<i>E. lineatus</i>		100		100	66.67				88.33				100			
<i>Fistularia</i>										83.33						
<i>F. commersonii</i>													100		66.67	
<i>F. corneta</i>												79.91				
<i>H. thrissina</i>			75.00					66.67	83.75							
Hemiramphidae																50.00
<i>H. saltator</i>	100		83.33	75.79												
<i>H. ingens</i>						100			100							



**Cuadro 7.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de secas de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. monoceros</i>		90.54				100										
<i>A. argo</i>						73.07										
<i>A. cornutus</i>		83.59														
<i>A. nouryi</i>										68.38					98.64	
<i>A. thazard thazard</i>	70.41	88.88		90.48	82.44	76.44			76.84	84.66				96.07		
<i>B. polylepis</i>										98.08						
<i>B. bathymaster</i>		100													94.19	
<i>C. maculata</i>					86.48										69.58	
Carangidae		67.49							61.55							
<i>Caranx</i>														87.5		
<i>C. caballus</i>					100									87.49		
<i>C. caninus</i>							81.70							100		
<i>C. vinctus</i>			78.56								100					
Caridea															100	
<i>C. nigrecens</i>																99.57
Cephalopoda							100			100					100	
<i>C. orqueta</i>				98.53						100				74.92		
<i>C. equiselis</i>									86.06					100		
<i>C. hippurus</i>			100			100									81.42	
Decapterus										100						
<i>D. macarellus</i>									67.79				88.32			

**Cuadro 8.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de secas de cada año (continuación).

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>D. gigas</i>												97.917				
<i>E. lineatus</i>						97.82							100			
Gastropoda																97.96
Hemiramphidae									100	96.34			100	83.92		
<i>H. saltator</i>				100	73.47				100							
<i>L. lagocephalus</i>					67.89	100				77.12						
<i>N. ductor</i>					100											
<i>O. bartramii</i>									87.23							
<i>O. libertate</i>						100										
<i>Opisthonema</i>										61.88			84.50			
<i>P. simillimus</i>						92.05										
Salpidae			100													
Scombridae	63.95		99.99										100	100		
Synodontidae													90.16			
<i>U. helvola</i>												79.93				
<i>V. lucetius</i>												87.75				

**Cuadro 9.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el pez vela, de acuerdo con el método gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. monoceros</i>		100														
<i>Anchoa</i>		100														
<i>A. nasus</i>				100												
<i>A. thazard thazard</i>		100	76.14	83.10	80.33	87.44	100		81.23	71.15		98.49	84.43	70.20	70.15	
<i>B. polylepis</i>			100													
Balistidae															60.12	
<i>B. bathymaster</i>		100									62.66					
Carangidae	78.00															
<i>C. caballus</i>						61.12		100								
<i>C. caninus</i>	68.36											76.18				
<i>C. orqueta</i>										66.79						
Clupeidae									100							
<i>C. equiselis</i>														66.62	76.84	
<i>C. hippurus</i>	100	84.17	68.21	64.57		92.44		79.39	69.64	100						100
<i>D. macrosoma</i>										100						
<i>D. macarellus</i>			96.86			90.16									62.94	
<i>Diodon</i>															100	
<i>D. hystrix</i>						100										
<i>D. gigas</i>		92.23			72.24						97.87				72.51	
<i>E. bipinnulata</i>						92.10										
<i>E. lineatus</i>		100	72.19	100					99.34	86.60	61.02		100			
<i>Fistularia</i>										99.95						
<i>F. commersonii</i>													100		83.33	
<i>F. corneta</i>									71.52			85.73				
<i>H. thrissina</i>									73.05							
<i>H. saltator</i>	100		83.33	70.72	78.32	73.02	96.20	60.77							91.46	
<i>H. ingens</i>						100			100							

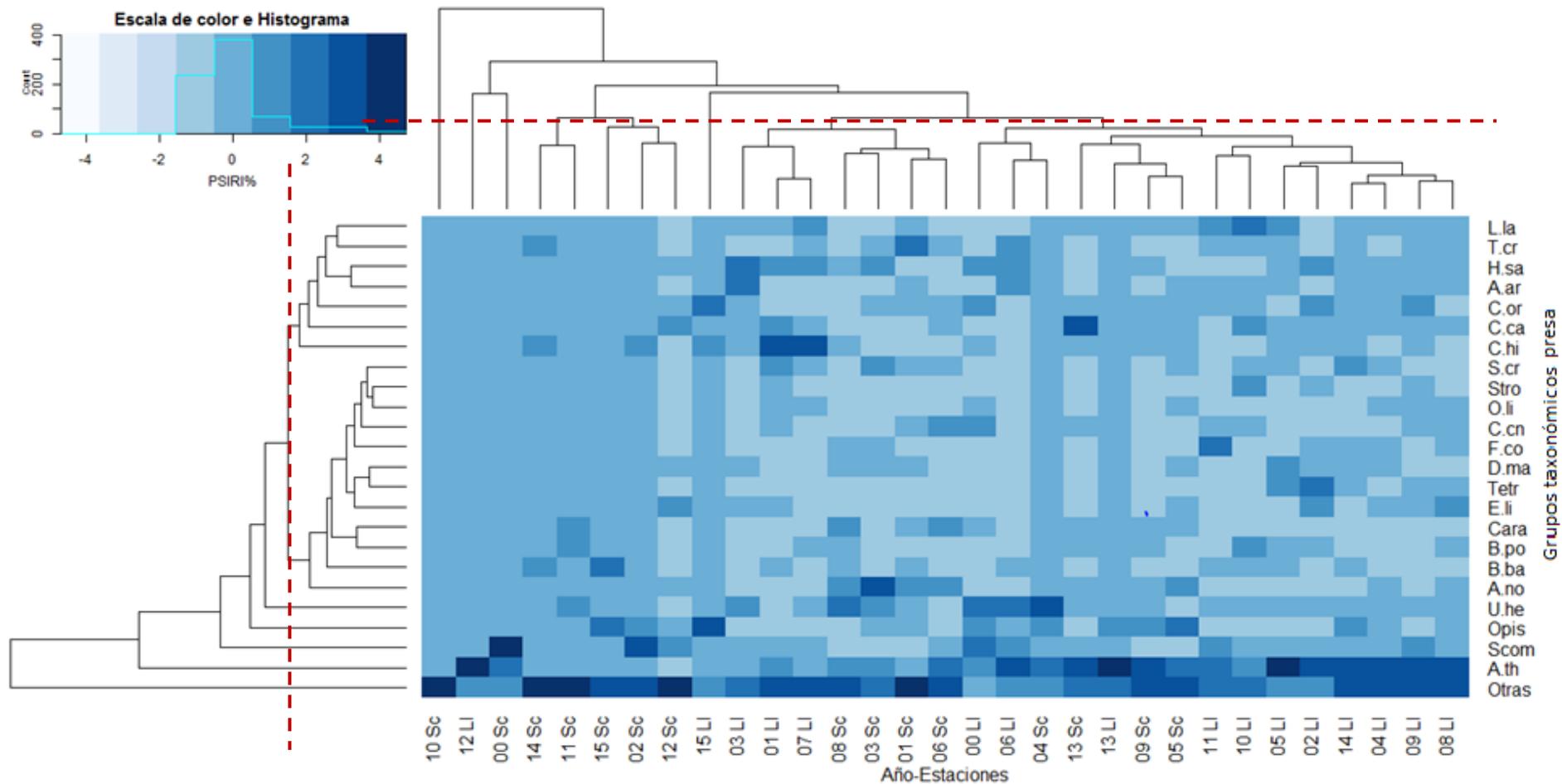


**Cuadro 11.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para la temporada de secas para el periodo 2000-2015.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. thazard thazard</i>	30.10	7.48		11.81	22.66	20.52	17.77		8.93	25.16				27.03		6.53
<i>U. helvola</i>		4.81		8.84	31.60	0.51			21.09	5.45		10.81		7.42	2.89	
<i>C. caballus</i>					5.88	2.49	4.00			1.50			14.44	26.61	2.61	
<i>L. lagocephalus</i>		3.03		0.92	6.44	1.59				4.75		1.32		1.73		
<i>Opisthonema</i>		3.72	17.63	6.33	10.56	14.12				11.63			6.55		0.60	29.99
Scombridae	52.81		30.55			0.17	7.36						11.11	4.55	2.72	
<i>C. orqueta</i>		2.21		6.59		3.97	3.30			6.25			6.13	2.84	1.01	
<i>H. saltator</i>				10.00	2.25	0.11			4.76	0.61			5.65			
<i>A. nouryi</i>		11.40		22.74	6.64	12.16	12.57		12.42	3.83		2.04	4.45	2.53	8.38	
<i>C. hippurus</i>			11.11			3.17			6.28	1.11				2.29	12.18	
<i>E. lineatus</i>						3.94							11.11			
<i>A. argo</i>		4.75				1.34										
<i>T. crocodiles crocodiles</i>		16.53		7.02		0.11	0.78								10.07	
Tetraodontidae																
<i>S. crumenophthalmus</i>		5.15		7.95		3.14	4.02								0.51	
<i>D. macarellus</i>		1.91		2.54		3.94			1.72				6.66			
<i>F. corneta</i>		0.48		1.54	1.44	0.02			3.52							
<i>C. caninus</i>		1.55					10.98		0.12			2.53		4.55		
<i>B. bathymaster</i>		4.17			0.28	0.79			1.84			0.24			13.71	21.96
Carangidae		4.53	4.17			4.42	10.76		8.31	7.36		14.07		0.94	0.25	6.31
<i>B. polylepis</i>						0.12			0.41	2.31		15.08		2.46		
Stromateidae		0.32				0.11										
<i>O. libertate</i>						1.59										
Otras	17.08	27.96	36.54	13.70	12.24	21.68	28.47		27.83	29.58	100.00	53.91	33.90	17.06	45.06	35.21

**Cuadro 12.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para la temporada de lluvias (II) para el periodo 2000-2015.

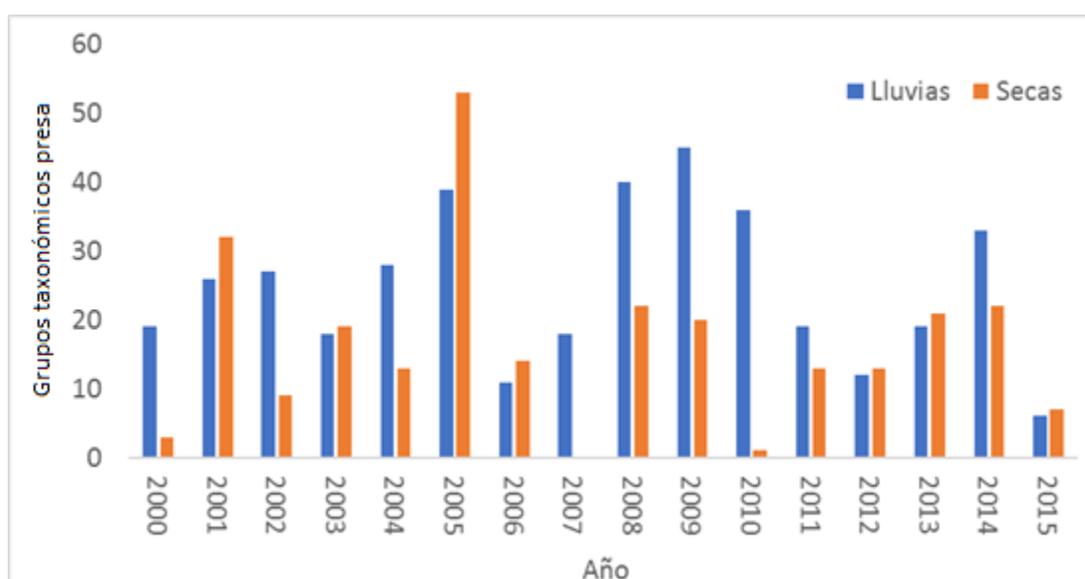
Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<i>A. thazard thazard</i>	9.58	11.11	20.34	6.324	19.1	29.04	28.57	4.561	19.5	21.32	9.89	15.19	56	36.08	20.87	
<i>U. helvola</i>	14.59	0.448	2.121	8.977	6.432	4.15	22.26	2.558	3.032	2.726	4.772	5.285	2.597	4.905	2.471	
<i>C. caballus</i>	0.471	8.786	3.133	4.98	4.174	5.133		6.667	4.984	6.424	10.82		2.116		3.614	
<i>L. lagocephalus</i>	0.805	3.704	0.384	2.062	5.827	10.2		10.45	4.537	3.908	13.83	12.12		4.231	2.802	8.734
<i>Opisthonema</i>	11.29		0.2		3.571	0.282	2.946		2.222	0.623	0.406			11.69	9.178	33.33
Scombridae	13.61	4.46	4.051	2.636	3.855	2.701	9.293	6.667	3.095	10.15	2.102	13.33	1.377	1.582	6.17	
<i>C. orqueta</i>	9.64	0.846	9.713	5.716	5.539				0.978	8.064	4.739	2.533			3.029	24.6
<i>H. saltator</i>	11.11	7.874	7.143	17.58	5.647	2.445	8.3	9.188	4.907	2.921	0.831				1.725	
<i>A. nouryi</i>					2.078				1.419	0.995	1.269		1.948	2.026		
<i>C. hippurus</i>	5.556	19.41	3.377	4.983	0.638	0.909		24.21	0.479	1.538	0.257				2.605	16.67
<i>E. lineatus</i>	1.379	3.704	9.442	4	2.106				10.43	3.166	1.716		9.091			
<i>A. argo</i>			0.664	17.51	3.584	2.849	9.097	0.442	3.187	2.266	3.854	1.497		4.888	2.425	
<i>T. crocodiles crocodiles</i>		1.097	0.908		0.318	2.049	9.491	4.031	2.522	2.45	5.123	6.63		0.401	1.953	
Tetraodontidae			14.29			10.28			2.508	2.538					4.878	
<i>S. crumenophthalmus</i>	0.703	7.621	0.055		4.88	1.837		1.631	1.276	1.027	4.639	0.822	1.821	1.221	8.02	
<i>D. macarellus</i>		0.82	4.375	6.021	1.981	8.378				0.12					1.835	
<i>F. corneta</i>	0.703	0.703	4.113	0.805	5.171	0.181		0.334	4.583		0.595	16.56			3.098	
<i>C. caninus</i>	6.807	1.841	0.722		0.6	0.408			3.9	1.988	3.331	3.968	4.57			
<i>B. bathymaster</i>		3.704			1.068	3.15	0.724			0.386	2.412	3.462	5.747	3.504	3.478	
Carangidae	4.839								0.278						0.434	
<i>B. polylepis</i>			2.857		0.469	2.075		2.842	1.719	0.935	6.674			5.394	0.597	
Stromateidae		1.143	2.857		1.447	0.767			0.531	1.665	10.96	0.696		2	0.602	
<i>O. libertate</i>	5.556	2.208			2.952			5.251	2.414	3.054						
Otras	3.357	20.53	9.257	18.41	18.57	13.16	9.314	23.2	21.5	21.73	12.43	17.9	14.73	22.08	19.36	16.67



**Figura 7.** Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para cada temporada. Línea punteada= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).

### ***Diversidad de presas.***

Al observar el número de taxa por temporadas para cada año, notamos una gran variación, registrando el mayor número de grupos taxonómicos para la temporada de secas del 2005 con 53 taxa y el menor número para la temporada de secas, con un solo taxón. Se puede ver en la Figura 8, que en general, la mayor variedad de grupos taxonómicos se presenta en la temporada de lluvias.



**Figura 8.** Número de grupos taxonómicos presa registradas para *Istiophorus platypterus* por temporadas para cada año del 2000 al 2015.

### ***Amplitud del nicho trófico.***

Se utilizó el Índice B de Levins (1968) para estimar la amplitud del nicho trófico del pez vela. De acuerdo con este índice se obtuvo que, en general el pez vela presenta una conducta especialista tanto para la época de lluvias como la época de seca ( $BA_{LI}=0.175$ ;  $BA_{Sc}=0.130$ ). En el Cuadro 13 se muestra la estrategia de alimentación que presenta el pez vela para cada temporada de cada año. Al respecto, se puede distinguir que, durante todo el periodo, solo en cuatro temporadas se presentó como una especie generalista.

**Cuadro 13.** Índice de amplitud de nicho por temporadas y tipo de estrategia alimentaria. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.

Año	BA lluvias	Estrategia	BA Secas	Estrategia
2000	0.085	Especialista	<b>0.731</b>	<b>Generalista</b>
2001	0.486	Especialista	0.244	Especialista
2002	0.213	Especialista	0.295	Especialista
2003	0.248	Especialista	0.197	Especialista
2004	0.454	Especialista	0.049	Especialista
2005	0.295	Especialista	0.116	Especialista
2006	0.381	Especialista	<b>0.610</b>	<b>Generalista</b>
2007	0.575	Especialista		
2008	0.247	Especialista	0.115	Especialista
2009	0.354	Especialista	0.509	Especialista
2010	0.333	Especialista		
2011	0.223	Especialista	0.070	Especialista
2012	0.246	Especialista	0.162	Especialista
2013	0.215	Especialista	0.260	Especialista
2014	0.357	Especialista	0.470	Especialista
2015	<b>0.709</b>	<b>Generalista</b>	<b>0.687</b>	<b>Generalista</b>

## **Análisis por fases del ONI.**

El PSIRI de los grupos taxonómicos presa principales por mes, de acuerdo a las fases del ONI (Normal, Niño o Niña) se muestra en el Cuadro 14, Cuadro 15 y Cuadro 16. Las celdas vacías denotan cuando no existió registro del taxón presa. Se puede observar que *H. saltator*, *A. nouryi*, *C. caninus* y *O. libertate* no aparece en eventos Niño. Además, se observa mayor número de presas en los meses de junio, julio y diciembre en eventos Niña y mayor número presas en mayo, junio y noviembre durante un evento normal.

En la Figura 9 el dendograma por temporadas separa once grupos, el primero (de derecha a izquierda) agrega el mayor número de meses, este grupo contiene a los meses que presentan mayor diversidad de presa; del segundo hasta el quinto grupo se caracterizan por agrupar los meses, donde "otras" es dominante, pero no existe tanta diversidad de presas; del séptimo al décimo grupo se observa una dominancia de *A.th* (*Auxis thazard thazard*); en el onceavo grupo, no se observó presencia de ninguna taxón de importancia. A pesar de que se observa una clara agrupación debido a las dominancias de las presas, no existe una relación con la fase del ONI. El dendograma basado en los grupos taxonómicos presa no muestra una clara agrupación.

La Figura 10 presenta el mapa de calor de las fases del ONI, los dendogramas con las fases del ONI nos indican que el evento NIÑA y normal son más similares que los eventos NIÑO. En el dendograma de los grupos taxonómicos presa podemos observar la separación de seis grupos, sin embargo, no se observa alguna afinidad entre los grupos taxonómicos debido a las fases del ONI, pero en la Figura 11, al eliminar los taxa que son más dominantes en la dieta, independientemente del evento, se observa que hay especies que tienen mayor importancia durante ciertas fases como lo es *Opisthonema* (*Opis*) durante la fase Niño, *Argonauta nouryi* durante la fase Niña y *Lagocephalus Lagocephalus* y *Caranx caballus* durante la fase normal.

**Cuadro 14.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxónomicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) durante la fase normal del ONI.

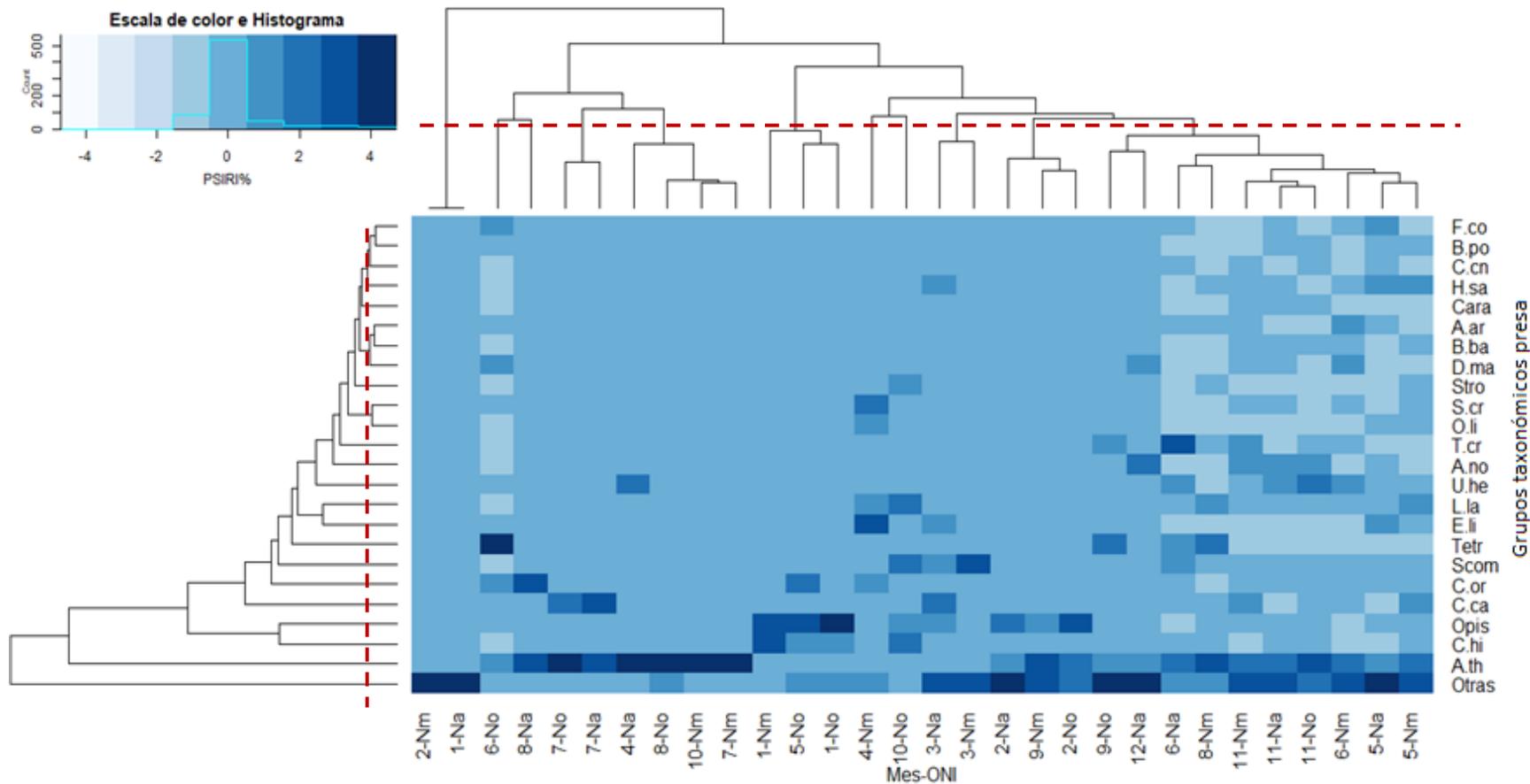
Grupo taxonómico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
<i>A. thazard thazard</i>					14.40	14.84	53.16	25.32	26.67	55.36	15.49
<i>U. helvola</i>					2.77	9.36	2.83				6.22
<i>C. caballus</i>					7.25	4.31	6.08	6.55		6.25	9.92
<i>L. lagocephalus</i>				12.50	6.78	3.43	8.24	12.16			2.03
<i>Opisthonema</i>	50		8.38		2.58	1.57		1.62	12.50		2.59
<i>Scombridae</i>			39.28		4.50	6.04	5.19	5.69	6.29		1.69
<i>C. orqueta</i>				13.23	6.03	2.23					4.01
<i>H. saltator</i>					7.23	2.50	1.74	5.14			1.69
<i>A. nouryi</i>					1.23						10.76
<i>C. hippurus</i>	50				6.24	1.20		1.65			0.85
<i>E. lineatus</i>				31.01	4.58	1.20					
<i>A. argo</i>					0.83	11.32	0.27	3.88		1.25	1.93
<i>T. crocodiles crocodiles</i>					0.17	5.85	1.43	1.94	3.70	0.79	7.92
Tetraodontidae						0.78	3.13	18.18		7.30	
<i>S. crumenophthalmus</i>				18.08	3.43	3.80	1.09	0.23		6.25	3.44
<i>D. macarellus</i>					0.40	8.63			2.77		2.23
<i>F. corneta</i>				0.19	0.93	1.79	0.26	0.49	1.52		0.46
<i>C. caninus</i>					1.26	0.20	7.75		6.21	1.53	2.33
<i>B. bathymaster</i>					1.87	4.07				0.79	1.69
Carangidae			5.36					0.54	3.13		2.67
<i>B. polylepis</i>					2.55	0.25		0.26		7.78	1.06
Stromateidae					3.60			2.41	5.42	2.88	0.13
<i>O. libertate</i>				12.50	2.24						
Otras		100	46.98	12.50	19.27	16.62	8.85	13.92	31.79	9.81	20.88

**Cuadro 15.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa principales del pez vela (*Istiophorus platypterus*) durante la fase Niño del ONI.

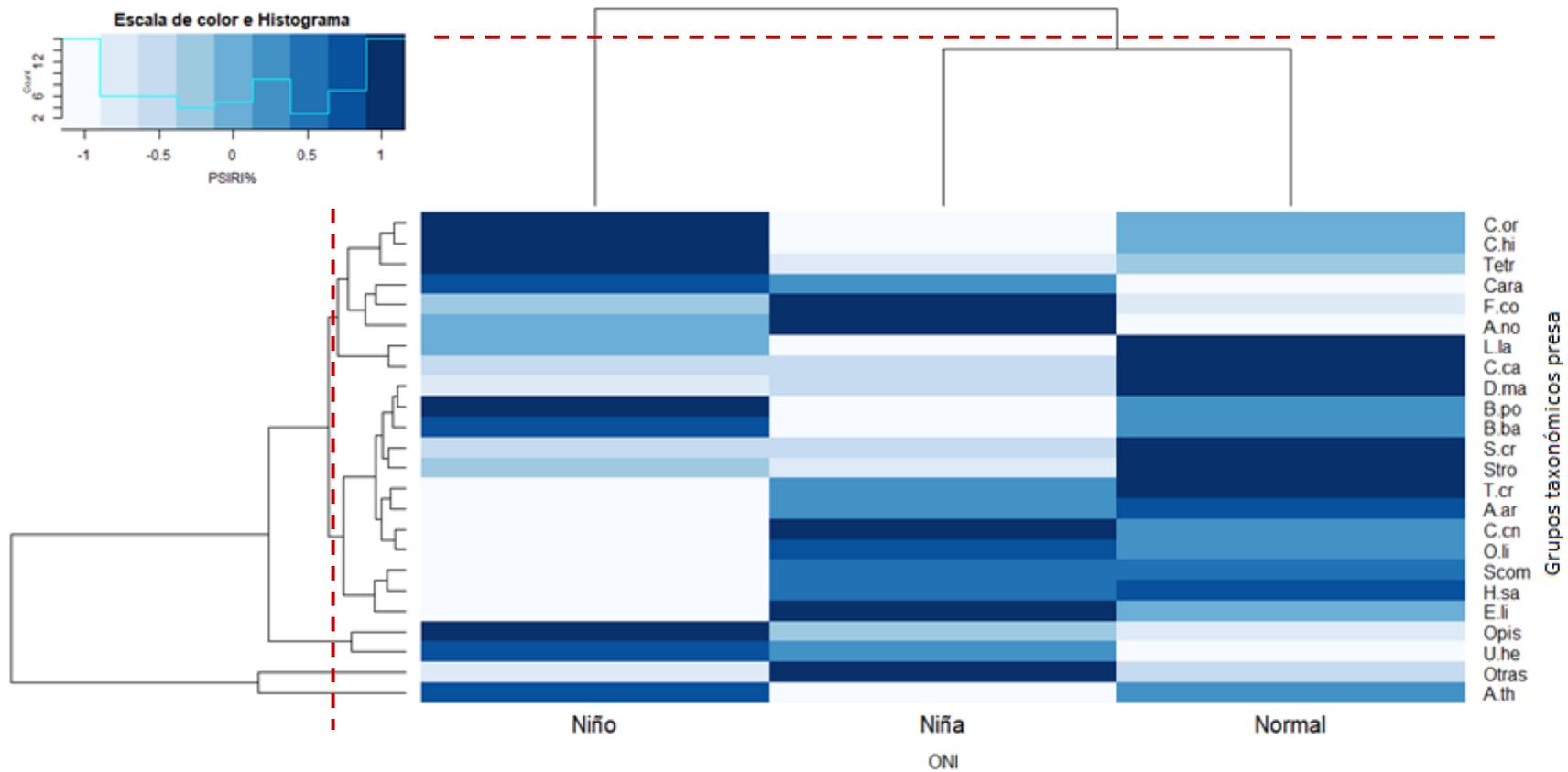
Grupo taxonómico	Ene	Feb	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov
<i>A. thazard thazard</i>		26.63		16.27	70.15	56.93	13.13	
<i>U. helvola</i>				4.95		1.39		
<i>C. caballus</i>				1.32	29.85	4.09		
<i>L. lagocephalus</i>			8.73			3.94	1.57	25.00
<i>Opisthonema</i>	63.64	29.59	33.33	0.47				10.13
Scombridae						3.56		23.38
<i>C. orqueta</i>			24.60	12.43				
<i>H. saltator</i>								
<i>A. nouryi</i>								
<i>C. hippurus</i>	16.67	6.25	16.67					25.00
<i>E. lineatus</i>				1.30				
<i>A. argo</i>				0.54		1.39	3.23	
<i>T. crocodiles crocodiles</i>							9.87	
Tetraodontidae				33.33			20.00	
<i>S. crumenophthalmus</i>				0.13		9.20		
<i>D. macarellus</i>				10.21				
<i>F. corneta</i>				9.60				
<i>C. caninus</i>								
<i>B. bathymaster</i>		5.49						
Carangidae		7.83						
<i>B. polylepis</i>				6.67			3.47	
Stromateidae							5.60	14.87
<i>O. libertate</i>								
Otras	19.70	24.21	16.67	2.79		19.51	43.14	1.62

**Cuadro 16.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa principales del pez vela (*Istiophorus platypterus*) durante la fase Niña del ONI.

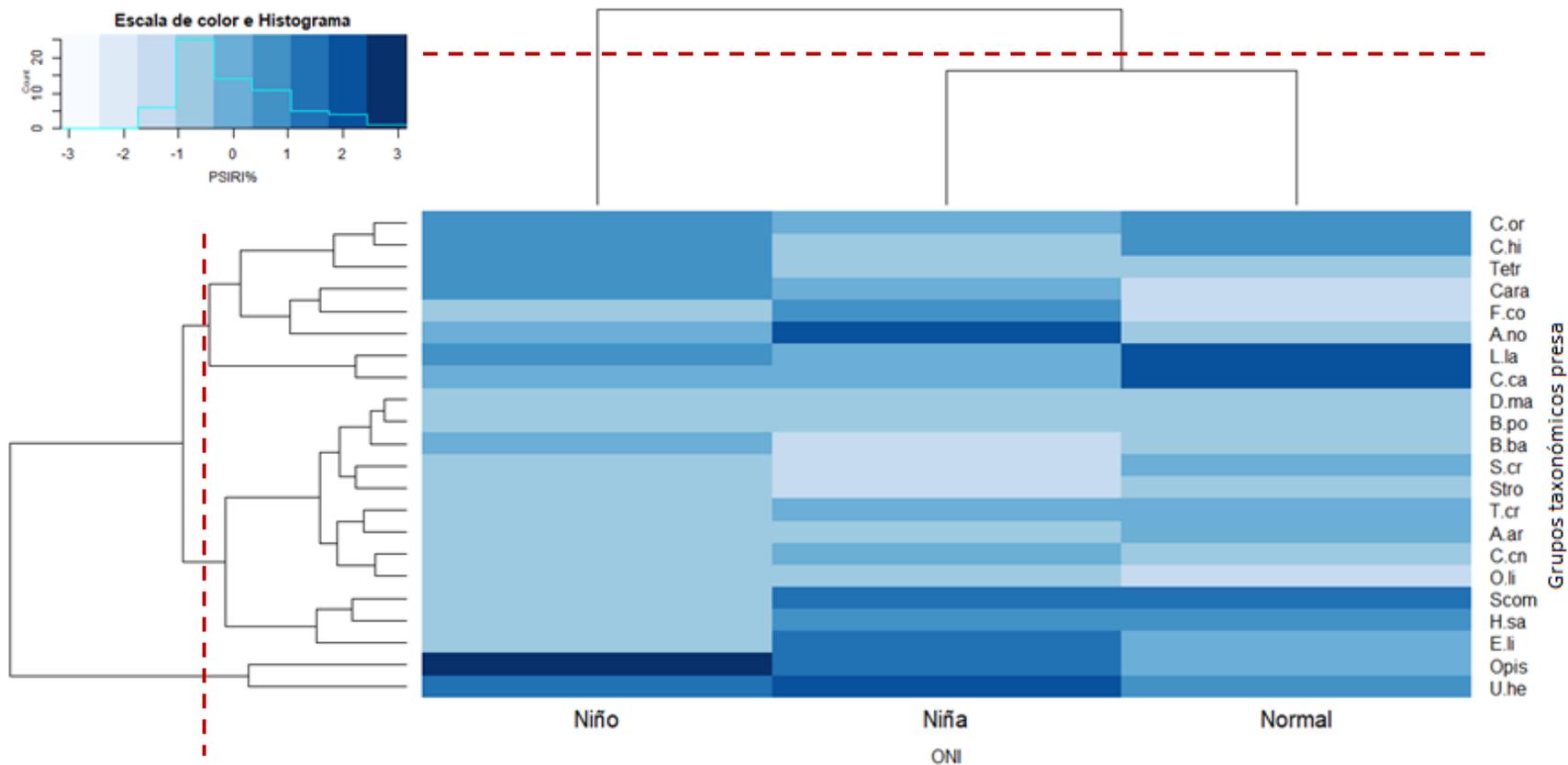
Grupo taxonómico	Ene	Feb	Mar	May	Jun	Jul	Ago	Nov	Dic
<i>A. thazard thazard</i>		11.33		65.95	9.51	18.06	49.68	37.62	19.22
<i>U. helvola</i>				34.05	6.15	8.43			11.01
<i>C. caballus</i>			21.65		1.18	3.65	50.32		
<i>L. lagocephalus</i>					4.86	1.55			0.57
<i>Opisthonema</i>		27.98	9.82		3.74	0.91			3.24
Scombridae			16.67		5.84	8.30		8.39	2.64
<i>C. orqueta</i>					1.93	1.86		45.72	2.25
<i>H. saltator</i>			8.48		6.92				2.27
<i>A. nouryi</i>					1.58				11.53
<i>C. hippurus</i>		2.72			1.23	2.05			3.00
<i>E. lineatus</i>			16.67		11.58			8.28	
<i>A. argo</i>					2.47	5.67			
<i>T. crocodiles crocodiles</i>						19.68			0.16
Tetraodontidae						10.75			
<i>S. crumenophthalmus</i>					1.39				0.99
<i>D. macarellus</i>									2.15
<i>F. corneta</i>					7.24	3.93			1.68
<i>C. caninus</i>					4.02	4.07			0.46
<i>B. bathymaster</i>					0.64	0.64			0.92
Carangidae		7.69			1.08				6.48
<i>B. polylepis</i>					1.91				2.40
Stromateidae					0.21	0.17			0.12
<i>O. libertate</i>					3.92				
Otras	100	50.27	26.72		22.61	10.30			27.93



**Figura 9.** Diagrama de calor con dendrogramas de la matriz estandarizada de PSIRI para los grupos taxonómicos presas del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para cada mes, de acuerdo con la fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).



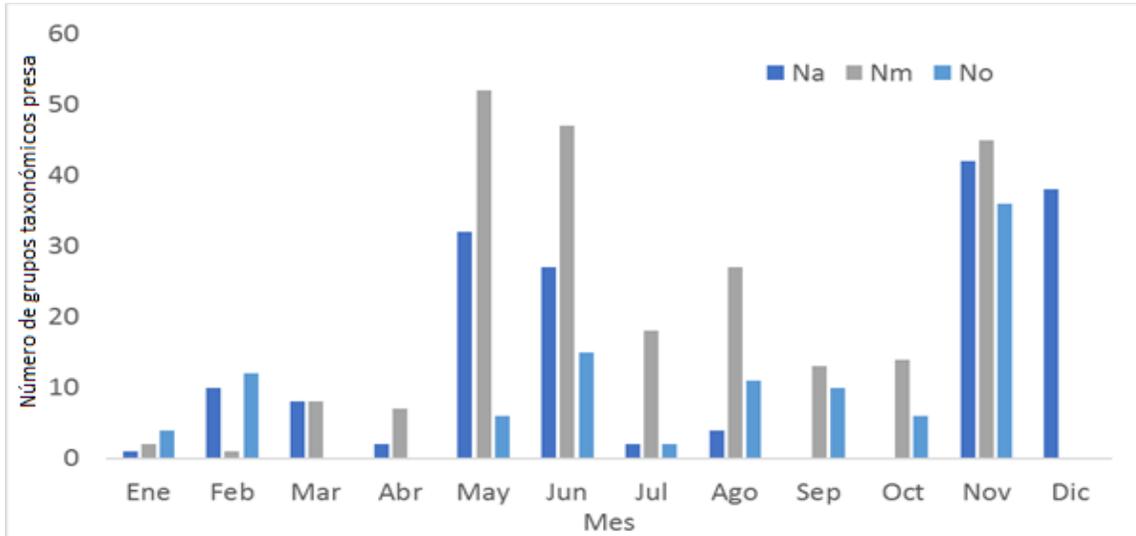
**Figura 10.** Diagrama de calor con dendrogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).



**Figura 11.** Diagrama de calor con dendrogramas de la matriz estandarizada por columnas de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del pez vela (*Istiophorus platypterus*) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).

### ***Diversidad de presas-ONI.***

La Figura 12 nos muestra el número de grupos taxonómicos presa para cada mes de acuerdo con el tipo de evento ONI, en la mayoría de los meses el número de grupos taxonómicos es mayor durante eventos normales. El análisis de varianza mostró que no existen diferencias significativas en el número de presas para cada evento de oscilación ( $F_{2,33}= 1.52, P>0.05$ )



**Figura 12.** Número de grupos taxonomicos presa por mes y fase del ONI (Na=Niña, Nm=Normal, No= Niño).

### ***Amplitud del nicho trófico.***

De acuerdo con el Índice de Levins (1968), en las tres fases del ONI, el pez vela presenta una estrategia de alimentación de tipo especialista (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia alimentaria durante las fases del ONI. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.

ONI	Núm. de presas	BA	Estrategia
NIÑA	79	0.131	Especialista
NIÑO	54	0.207	Especialista
NORMAL	94	0.156	Especialista

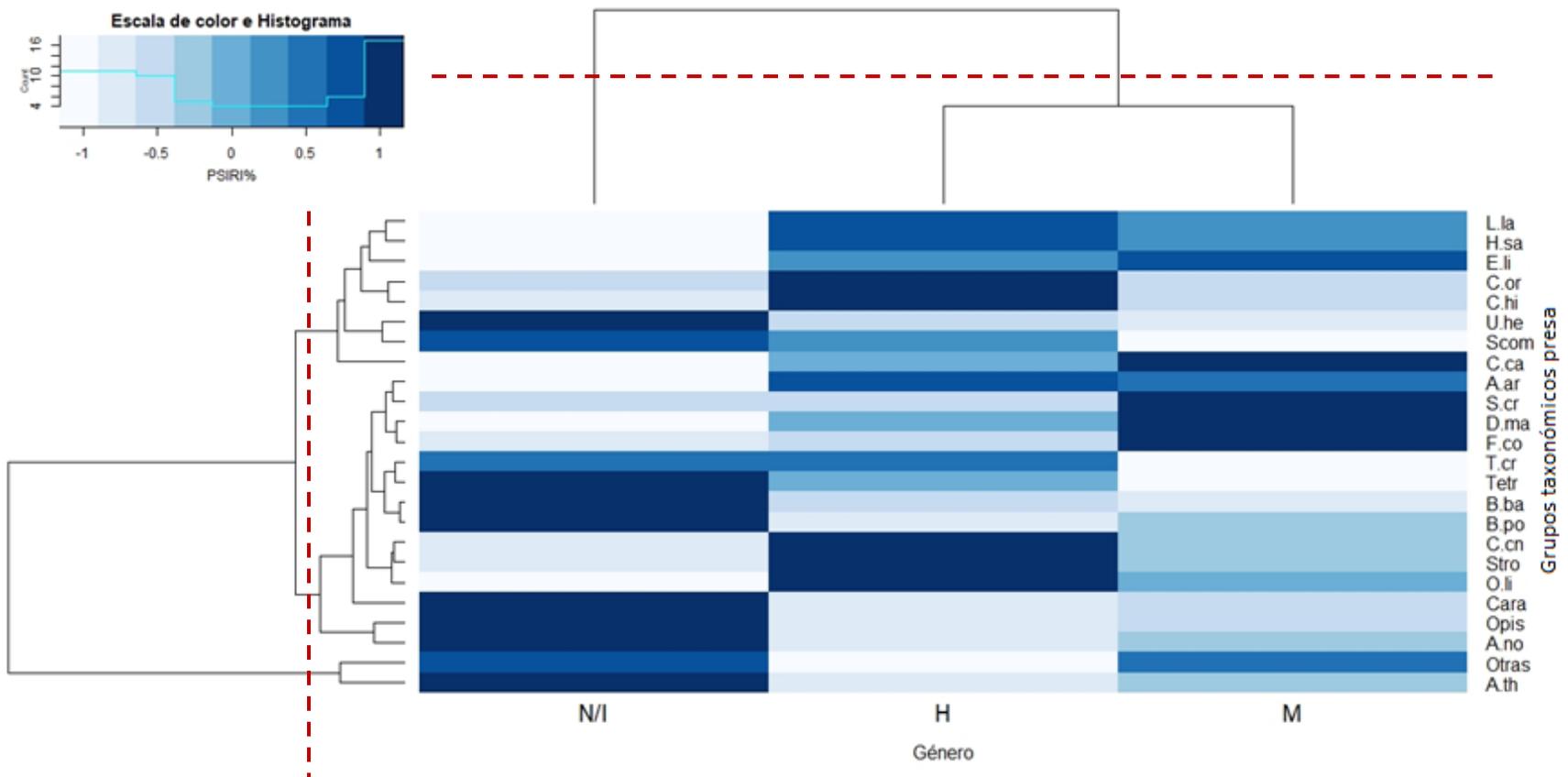
## **Análisis por sexos.**

El %PSIRI de los grupos taxonómicos presa por sexo se presentan en el Cuadro 18. Se puede observar que algunos taxa presa fueron consumidos en mayor cantidad que otras por algún género, por ejemplo, *C. hippurus* aparece en mayor porcentaje en los estómagos de hembras, sin embargo, hay que tener cuidado al momento de concluir esto ya que tenemos un gran número de ejemplares que no fueron sexados, por lo que estos valores podrían estar sobre estimados. Para observar la preferencia de una presa en función al sexo se muestra el mapa de calor y el dendograma de la Figura 13, hay que mencionar que el escalado de este grafico se realizó por renglones, esto genera que en el mapa de calor se observe como se distribuye la abundancia de cada taxón, de acuerdo al sexo, es decir donde cada grupo taxonómico es más abundante; a diferencia de los anteriores mapas de calor, que eran escalados por columnas, y se observaba las presas más abundante por temporada. La intención de este escalado es observar que género, consume en mayor cantidad de presas.

En el mapa de calor se puede ver que las hembras consumen un mayor número de grupos taxonómicos, esto se refleja en el grupo 1 y 2 del dendograma; mientras que las presas que consumen los machos no están claramente agrupadas, sin embargo, se puede distinguir que *Fistularia corneta* (F.co), *Decapterus macarellus* (D.ma). *Selar crumenophthalmus* (S.cr), y *Caranx caballus* (C.ca) son las presas con mayor importancia dentro de la dieta de los machos.

**Cuadro 18.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del pez vela (*Istiophorus platypterus*) por sexo.

Grupo taxonómico	Hembras	Machos	No identificados
<i>A. thazard thazard</i>	15.15	16.52	21.66
<i>U. helvola</i>	4.99	4.93	5.39
<i>C. caballus</i>	5.53	7.89	2.59
<i>L. lagocephalus</i>	6.28	4.97	2.59
<i>Opisthonema</i>	2.64	3.05	6.82
Scombridae	4.44	3.17	4.87
<i>C. orqueta</i>	4.90	2.94	2.90
<i>H. saltator</i>	5.52	4.43	1.28
<i>A. nouryi</i>	0.25	2.03	6.63
<i>C. hippurus</i>	5.19	2.31	1.74
<i>E. lineatus</i>	4.34	5.64	0.48
<i>A. argo</i>	2.94	2.80	1.76
<i>T. crocodiles crocodiles</i>	2.72	1.16	2.64
Tetraodontidae	2.09	1.16	3.15
<i>S. crumenophthalmus</i>	2.06	2.98	2.11
<i>D. macarellus</i>	2.09	2.87	1.08
<i>F. corneta</i>	1.45	3.03	1.29
<i>C. caninus</i>	2.70	1.30	0.85
<i>B. bathymaster</i>	1.39	1.25	2.04
Carangidae		0.62	3.58
<i>B. polylepis</i>	1.35	1.49	1.78
Stromateidae	1.82	1.17	0.91
<i>O. libertate</i>	2.39	1.11	
Otras	17.63	21.35	21.65



**Figura 13.** Diagram de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del pez vela (*Istiophorus platypterus*) por sexo. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).

### ***Diversidad de presas.***

En cuanto al número de presas para hembras y machos se observaron diferencias significativas ( $F_{1,223}=2.97$ ,  $P<0.05$ ), se hace mención de que estos resultados no pueden ser concluyentes, debido al gran número de ejemplares no identificados.

### ***Amplitud del nicho trófico.***

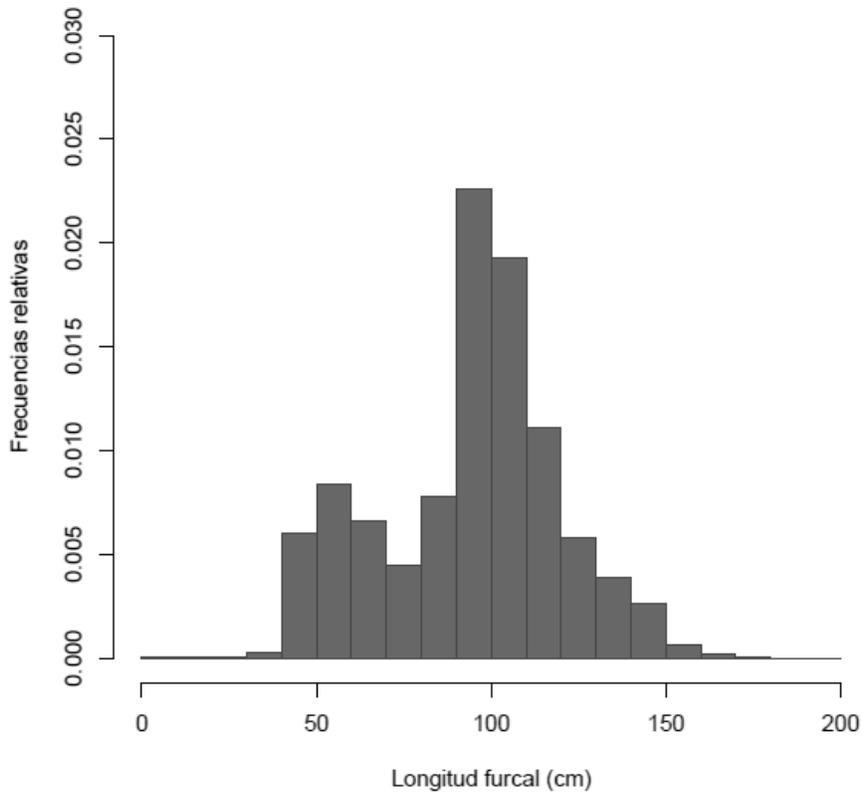
Los resultados que arroja el Índice B de Levins (1968) para estimar la amplitud del nicho trófico por sexos del pez vela, indican que el tipo de estrategia que presentan tanto los machos como las hembras durante el periodo de estudio es de tipo especialista (Cuadro 19).

**Cuadro 19.** Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia alimentaria por sexo. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.

Sexo	Núm. de presas	BA	Estrategia
Hembra	76	0.160	Especialista
Macho	65	0.324	Especialista
No identificado	80	0.139	Especialista

### *Coryphaena hippurus.*

En el área de estudio se registraron 8587 ejemplares de Dorado; el tamaño promedio de los ejemplares fue 94.39 cm de Longitud furcal (Lf) (rango de 1.46-193 cm) (Figura 14).



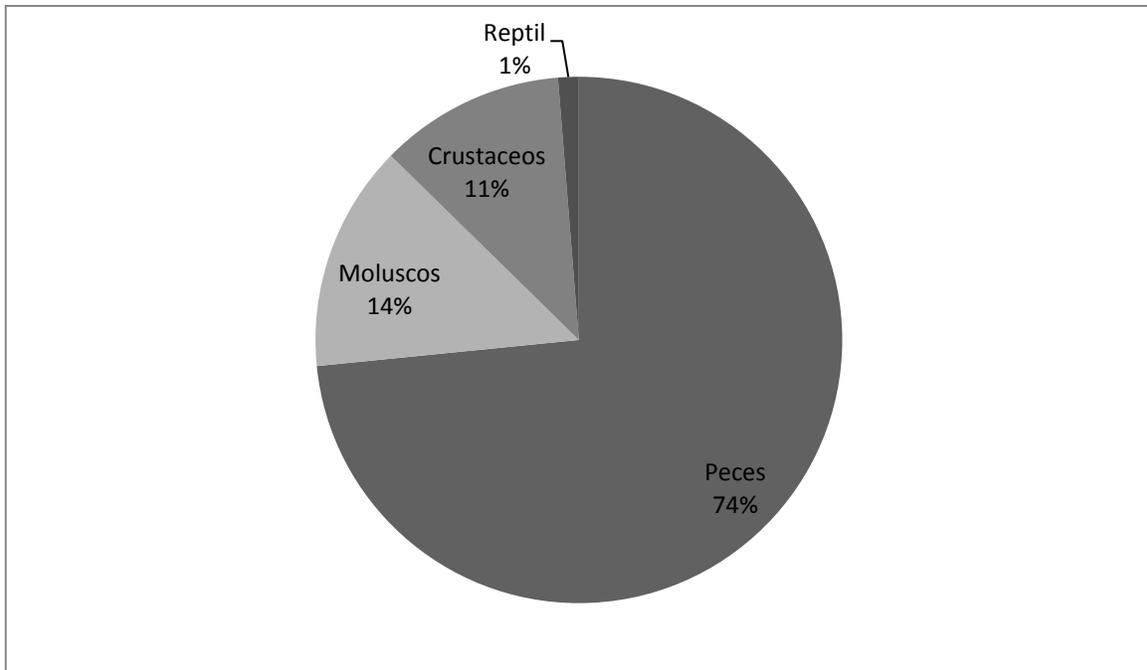
**Figura 14.** Distribución de frecuencias de la longitud furcal de *Coryphaena hippurus* desembarcados en las costas de Oaxaca para el periodo 2000-2015.

En el Cuadro 20 se muestran el número de capturas desembarcadas y el número de estómagos analizados para cada año. No se cuenta con los datos de capturas a partir del año 2009.

**Cuadro 20.** Capturas y número de estómagos analizados de *Coryphaena hippurus* desembarcados en los puertos de Puerto Escondido, Puerto Ángel, Huatulco y Salina Cruz durante el periodo 2000-2015.

Año	Capturas desembarcadas	Estómagos analizados
2000	147	3
2001	77	17
2002	113	15
2003	37	6
2004	292	12
2005	1045	121
2006	845	0
2007	2384	0
2008	2241	42
2009	1406	70
2010	0	14
2011	0	6
2012	0	16
2013	0	16
2014	0	22
2015	0	0
Total	8587	360

Los resultados del contenido estomacal corresponden a 360 estómagos analizados. Todos presentaron contenido estomacal. Se identificaron 79 presas diferentes, de las cuales 58 fueron peces, 11 moluscos, nueve crustáceos, un reptil y materia orgánica no identificada (MONI) (Figura 15). Correspondientes a 18 órdenes, 41 familias, 49 géneros, identificando a nivel específico 54 especies.



**Figura 15.** Espectro trófico por grupos presa de Dorado (*Coryphaena hippurus*).

Analizando los 16 años en conjunto se identificaron 17 grupotaxonómicos presa principales, el de mayor importancia fue *Portunus xantusii*, seguido de Argonauta, *Selar crumenophthalmus* y *Balistes polylepis* (Cuadro 21).

**Cuadro 21.** Porcentaje de ocurrencia promedio (%FO), porcentaje de peso promedio (%PW), porcentaje numérico promedio (%PN), índice de importancia relativa de presas específicas de los principales grupos taxonómicos presa consumidas por *Coryphaena hippurus* (%PSIRI) y suma acumula de PSRI (cums).

Grupos taxonómicos	Abreviatura	%FO	%Pw	%PN	PSIRI	cums
<i>Portunus xantusii</i>	P.xa	46.48	78.20	81.98	37.23	37.23
<i>Selar crumenophthalmus</i>	S.cr	10.55	66.66	54.79	6.40	43.64
<i>Argonauta</i>	Argo	10.16	55.23	57.87	5.74	49.38
<i>Balistes polylepis</i>	B.po	11.33	50.45	43.51	5.32	54.70
<i>Canthidermis maculata</i>	C.mac	4.69	56.85	62.62	2.80	57.50
<i>Harengula thrissina</i>	H.th	3.13	85.02	85.42	2.66	60.16
<i>Caranx caballus</i>	C.cb	3.91	67.69	54.18	2.38	62.54
<i>Carangidae</i>	Cara	2.73	73.17	70.11	1.96	64.50
<i>Cephalopoda</i>	Cpha	3.52	54.20	57.18	1.96	66.46
<i>Dosidicus gigas</i>	D.gi	5.47	35.98	32.27	1.87	68.33
<i>Hemiramphus saltator</i>	H.sa	3.13	57.28	55.16	1.76	70.08
<i>Sufflamen verres</i>	S.ve	4.30	37.55	43.87	1.75	71.83
<i>Uraspis helvolus</i>	U.he	3.52	47.13	50.93	1.72	73.56
<i>Fistularia corneta</i>	F.co	2.34	70.69	66.27	1.60	75.16
<i>Stomatopoda</i>	Stom	1.95	75.00	76.67	1.48	76.64
<i>Scombridae</i>	Scom	3.13	42.49	44.84	1.36	78.01
<i>Chelonia mydas</i>	C.my	1.95	63.54	59.87	1.21	79.21

### **Análisis por temporadas.**

Los grupos taxonómicos presas de mayor importancia para el dorado durante la temporada de secas de cada año, de acuerdo con el índice numérico, se muestran en el Cuadro 22; el año 2005 presenta mayor número de taxas presas de importancia; de las cuales 5 tienen un 100%, que como ya se mencionó anteriormente, este 100% nos indica que la suma de las proporciones de peso para la presa son igual al número de estómagos en que estuvieron presentes; debido a que es un promedio, es decir que en promedio, se encontró una unidad de la especie presa en cada estómago. *Portunnus xantusii*, es la especie que aparece como presa principal con mayor recurrencia.

Para la temporada de lluvias (Cuadro 24 y Cuadro 25), nuevamente, el 2005 presenta el mayor número de presas, donde trece grupos taxonómicos son de importancia, entre ellos

*Anchoa nasus*, *C. caballus* y *Fistularia corneta*. Particularmente, se observó que *Portunus xantusii* es la presa con mayor recurrencia.

El Cuadro 25 y Cuadro 26 contiene los grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico, para la temporada de secas de cada año, el año con mayor número de presas importantes fue el 2005 y el taxa con mayor recurrencia como presa de importancia fue *P. xantusii*, sin embargo no aparece como una presa con el 100% del peso promedio (PW). Los grupos taxonómicos presa de importancia durante la temporada de lluvias se presentan en el Cuadro 27 y Cuadro 28, nuevamente 2005 es el año con mayor número de presas con importancia, con un total de trece taxa, de las cuales seis tienen un 100% de PW. *B. polylepis* y *C. hippurus* son las especies con mayor recurrencia.

El Cuadro 29 contiene el %PSIRI de las presas del Dorado para las temporadas de secas de cada año. En estos cuadros no están presentes los años 2000, 2006, 2007 y 2015 debido a que no se cuentan con estómagos para estas fechas. El 2005 tanto en temporada de secas como en lluvias (Cuadro 30), es el año con mayor número de presas importantes. Todas las presas se presentaron tanto en la época de lluvias como en la época de secas.

Se obtuvieron los dendogramas de la Figura 16 a partir de la matriz estandarizada de PSIRI; por encima del mapa de calor se muestran el dendograma separando los grupos de acuerdo a las temporadas; se obtuvieron nueve grupos de los cuales tres están claramente definidos, el primero (de derecha a izquierda) agrupa las temporadas donde *Portunus xantusii* (P.xa) y "otras" tienen mayor importancia en la dieta, el segundo grupo contiene a aquellas temporadas donde "P.xa" tienen dominancia. Los siguientes cuatro grupos tienen una mayor diversidad de presas. El sexto grupo se caracteriza por una mayor dominancia de especies de menor importancia ("otras").

En cuanto al agrupamiento, de acuerdo a las especies, el único grupo que se diferencia con facilidad es el que contiene a *Balistes polylepis* (B.Po), *Sufflamen verres* (S.ve) y *Canthidermis maculata* (C.ma); estas tres especies pertenecen a la familia Balistidae y presentaron su mayor abundancia en la temporada de secas del año 2003.

**Cuadro 22.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de secas de cada año.

Grupos Taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>A. monoceros</i>									57.143	100			
<i>Argonauta</i>					50	100							76.671
<i>A. thazard thazard</i>			100										
<i>B. polylepis</i>		75			50								
<i>C. maculata</i>				79.06		77.778							
Carangidae						66.667							
<i>Caranx</i>								80					
<i>C. caballus</i>						66.667							
<i>C. vinctus</i>						100							
Cephalopoda						100		100					
<i>C. mydas</i>		100											
<i>C. orqueta</i>			100										
<i>D. holocanthus</i>		81.818				100							
Diodontidae											50		
<i>D. gigas</i>											54.545		
Grapsidae												100	
<i>H. saltator</i>											50		
Myctophidae						100							
<i>P. xantusii</i>		82.456				85.185		83.621				87.886	69.814
Scombridae		100				66.667							
Stomatopoda		100											
<i>S. verres</i>				100	50	91.667							
<i>Synodus</i>					50								
<i>V. lucetia</i>							74.648						

**Cuadro 23.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Albulidae</i>		100											
<i>A. nasus</i>						100							
<i>Argonauta</i>						75							
<i>B. polylepis</i>											74.28		
<i>C. maculata</i>									66.67		78.26		100
Carangidae						83.33		100					
<i>Caranx</i>												75	
<i>C. caballus</i>	75					100						66.67	
<i>C. caninus</i>	50												
<i>C. vinctus</i>		100											
Cephalopoda					100								
<i>C. mydas</i>											96.15		
Clupeidae						100							
<i>C. hyppurus</i>												100	100
<i>Decapterus</i>							100						
<i>D. macrosoma</i>											100		
<i>D. opalescens</i>								100					
<i>Fistularia</i>											66.67		
<i>F. corneta</i>						100							
Grapsidae						100							
<i>H. thrissina</i>						100							66.67
<i>Hemiramphidae</i>									100				
<i>H. saltator</i>						100			100				
<i>L. lagocephalus</i>								100					

**Cuadro 24.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice numérico para la temporada de lluvias de cada año (continuación).

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>L. lagocephalus</i>								100					
<i>M. cephalus</i>									100				
<i>Opisthonema</i>						100							
<i>P. xantusii</i>			83.33				88.51	89.94	75			77.78	94.44
<i>S. crumenophthalmus</i>						94.44	70.83						
<i>Squilla</i>										75			
Stomatopoda			75			100							
<i>U. helvola</i>						91.67			66.67				

**Cuadro 25.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de secas de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>A. monoceros</i>									80	100			
<i>Argonauta</i>					71.43	100							72.93
<i>A. thazard thazard</i>			100										
<i>B. polylepis</i>			85.61						65.86				
<i>C. maculata</i>						83.96							
<i>C. caballus</i>						72.6							
<i>C. vinctus</i>						100							
Cephalopoda						100		100					
<i>C. mydas</i>		100											
<i>C. orqueta</i>			100										
<i>D. holocanthus</i>						100							
<i>Diodontidae</i>											79.77		
<i>E.princeps</i>								83.33					
<i>F. corneta</i>							96.15						
Grapsidae												100	
Hemiramphidae								79.05					
<i>M. cephalus</i>						82.35							
Myctophidae						100							
<i>P. depressa</i>		75.93											
<i>P. xantusii</i>		91.83				79.21		78.45				75.42	71.94

**Cuadro 26.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de secas de cada año (continuación).

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Scombridae		100				77.245							
<i>S. ocyurus</i>						66.667							
<i>S. crumenophthalmus</i>		99.062		63.378		61.571		65.606					
<i>S. peruviana</i>						68.939							
Stomatopoda		100											
<i>S. verres</i>				100		97.436							
<i>V. lucetia</i>							99.308						

**Cuadro 27.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Albulidae		100											
<i>A. nasus</i>						100							
<i>Argonauta</i>						69.444							
<i>B. polylepis</i>								77.418	88.06		75.186		
<i>C. maculata</i>									70.455				100
Carangidae						94.444		100					
<i>Caranx</i>											71.795	80	
<i>C. caballus</i>	81.667					100							
<i>C. caballus</i>												96.154	
<i>C. vinctus</i>		100											
Cephalopoda					100								
<i>C. mydas</i>											99.507		
<i>C. orqueta</i>							91.098						
Clupeidae						100							
<i>C. equiselis</i>											99.281		
<i>C. hyppurus</i>								96.154				100	100
<i>Decapterus</i>							100						
<i>D. macrosoma</i>											100		
<i>D. opalescens</i>								100					
<i>F. corneta</i>						100							
Grapsidae						100							
<i>H. thrissina</i>						100							75
Hemiramphidae									100				

**Cuadro 28.** Grupos taxonómicos presa de mayor importancia para el dorado, de acuerdo con el índice gravimétrico para la temporada de lluvias de cada año (continuación).

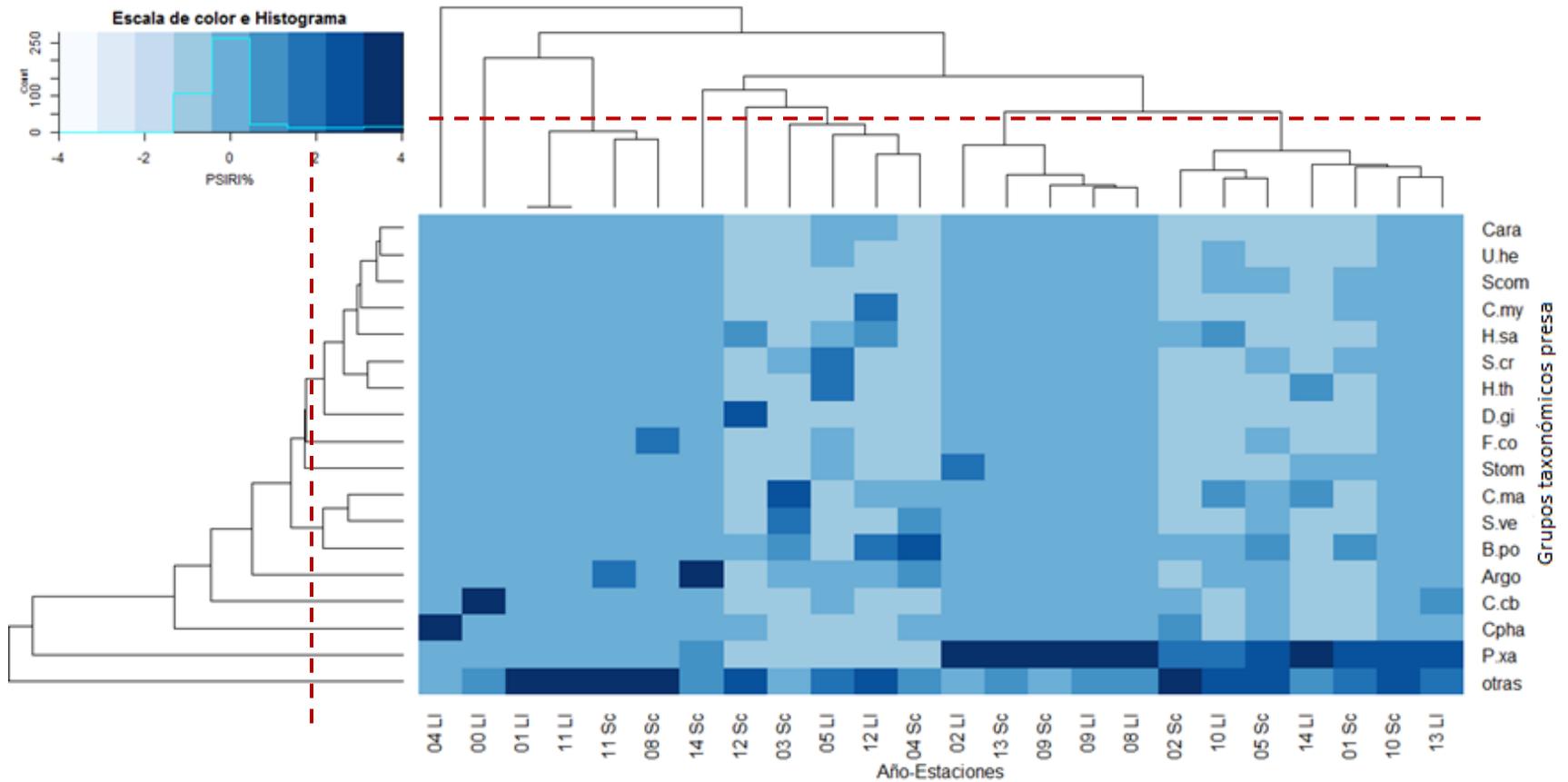
Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>H. saltator</i>						100			100		82.128		
<i>L. lagocephalus</i>								100					
<i>M. cephalus</i>									100				
<i>Opisthonema</i>						100							
<i>P. lineatus</i>													72.807
<i>P. xantusii</i>			83.333				89.499	85.441	78.781				75.731
<i>S. crumenophthalmus</i>						92.342	67.052						
<i>Squilla</i>										62.5			
Stomatopoda			75			100							
<i>U. helvolus</i>						81.373							

**Cuadro 29.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del Dorado (*Coryphaena hippurus*) para la temporada de secas (sc) para el periodo 2000-2015.

Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Portunus xantusii</i>		34.36	27.78			25.56		62.72	41.43	10.99		78.12	19.95
<i>Selar crumenophthalmus</i>		4.17		5.77		4.44		11.55					
<i>Argonauta</i>				5.93	16.67	3.33				26.72			65.72
<i>Balistes polylepis</i>		12.50	5.56	16.85	33.33	9.72		1.49	10.00	0.69	3.03	1.59	0.66
<i>Canthidermis maculata</i>				39.53	8.33	7.78			10.00	0.69			
<i>Harengula thrissina</i>						0.56							
<i>Caranx caballus</i>			5.56			4.44						5.86	
Carangidae						2.22							
Cephalopoda		0.40	11.11		8.33	6.67		2.78			6.06		
<i>Dosidicus gigas</i>								6.42		0.69	36.36		0.26
<i>Hemiramphus saltator</i>			8.33								16.67		
<i>Sufflamen verres</i>				25.00	16.67	6.11		1.92		0.69			
<i>Uraspis helvolus</i>								3.55					
<i>Fistularia corneta</i>						2.78	38.10						
Stomatopoda		8.33											
Scombridae		8.33				4.44		1.39					
<i>Chelonia mydas</i>		8.33								1.40			
Otras		23.58	41.67	6.92	16.67	21.94	61.90	8.19	38.57	58.13	37.88	14.43	13.41

**Cuadro 30.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del Dorado (*Coryphaena hippurus*) para la temporada de lluvias (II) para el periodo 2000-2015.

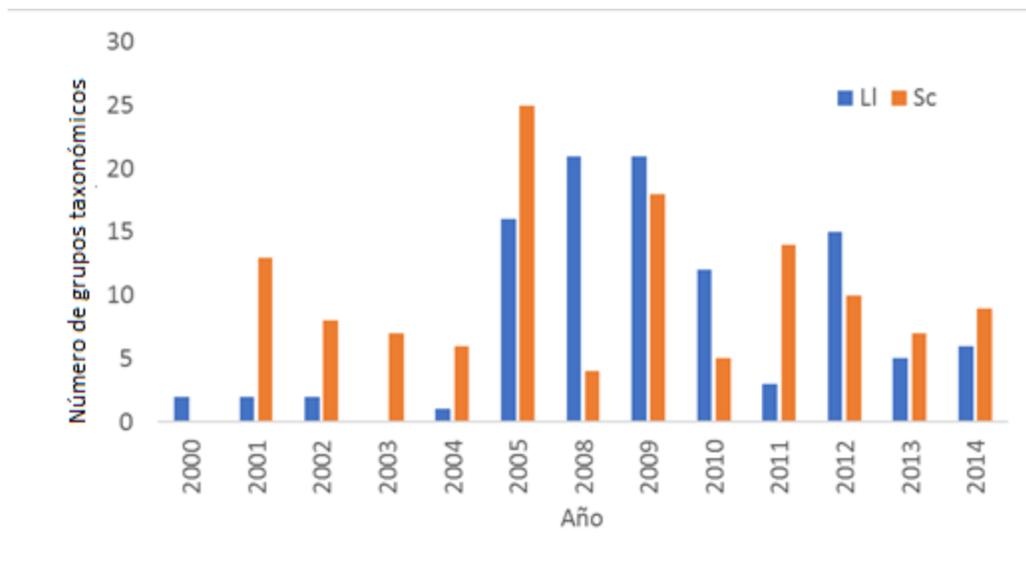
Grupos taxonómicos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Portunus xantusii</i>			62.5			0.86	69.15	64.24	25.00		0.43	46.67	47.22
<i>Selar crumenophthalmus</i>						19.54	6.64	2.78					
<i>Argonauta</i>						7.76			2.78		2.72		
<i>Balistes polylepis</i>							0.10	8.33	5.56		22.28		
<i>Canthidermis maculata</i>									14.81		7.83		16.67
<i>Harengula thrissina</i>						20.69							11.11
<i>Caranx caballus</i>	75					3.45		0.20				13.33	
Carangidae						8.62	0.75	3.57			5.00		
Cephalopoda					100								
<i>Dosidicus gigas</i>								3.57			0.43		
<i>Hemiramphus saltator</i>						3.45	0.11	1.19	11.11		10.43		
<i>Sufflamen verres</i>						0.29		2.00	1.39				
<i>Uraspis helvolus</i>						3.16	5.26	0.14	7.41				
<i>Fistularia corneta</i>						6.90							
Stomatopoda			37.5			3.45							5.56
Scombridae								0.60	2.78		0.87	5.00	
<i>Chelonia mydas</i>											19.23		
Otras	25	100				21.84	17.98	13.38	29.17	100	30.77	35.00	19.44



**Figura 16.** Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI para los grupos taxonómicos presa del Dorado (*Coryphaena hippurus*) para cada temporada. Línea = límite arbitrario para asignar pertenencia a un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color es el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).

### ***Diversidad de presas.***

En cuanto a el número de grupos taxonómicos para cada temporada se observa una diferencia en el número de presas entre años (Figura 17), del 2000 al 2004 existe mayor número de grupos taxonómicos presa en la temporada de secas, para el 2005 el número de presas en temporada de lluvias aumenta llegando a ser mayor para los años 2008, 2009, 2010 y 2012.



**Figura 17.** Número grupos taxonómicos presa registradas para el dorado (*Coryphaena hippurus*) para cada temporada durante el periodo 2000-2015.

### ***Amplitud de nicho trófico.***

De acuerdo con los resultados del Índice de Levin (Cuadro 31), la estrategia que presenta el Dorado para la mayoría de las temporadas es de tipo especialista, con excepción de la temporada de lluvias del 2000, 2001 y 2011 y la temporada de secas del 2004 y 2012. En general el Dorado presenta una conducta de tipo especialista en ambas temporadas ( $BA_{LI}=0.0204$ ;  $BA_{Sc}=0.0377$ ).

**Cuadro 31.** Índice de amplitud de nicho (BA) por temporadas del dorado (*Coryphaena hippurus*), y tipo de estrategia. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.

Temporada	BA Lluvias	Estrategía	BA Secas	Estrategia
2000	<b>0.800</b>	<b>Generalista</b>		
2001	<b>1.000</b>	<b>Generalista</b>	0.113	Especialista
2002	0.185	Especialista	0.054	Especialista
2003			0.226	Especialista
2004			<b>0.633</b>	<b>Generalista</b>
2005	0.316	Especialista	0.178	Especialista
2008	0.035	Especialista	0.527	Especialista
2009	0.010	Especialista	0.065	Especialista
2010	0.267	Especialista	0.439	Especialista
2011	<b>0.600</b>	<b>Generalista</b>	0.306	Especialista
2012	0.190	Especialista	<b>0.879</b>	<b>Generalista</b>
2013	0.211	Especialista	0.051	Especialista
2014	0.208	Especialista	0.131	Especialista

### **Análisis por fases del ONI.**

El PSIRI de los grupos taxonómicos presa por mes de acuerdo a las fases del ONI (Normal, Niño Niña) se muestra en el Cuadro 32, Cuadro 33 y Cuadro 34. Estos cuadros muestran la serie de meses durante el periodo de estudio 2000-2015 de acuerdo con las fases del ONI. Se puede observar que *Harengula thrissina*, *Dosidicus gigas* y *Hemiramphus saltator* no aparece en eventos Niño, mientras que Stomatopoda no aparece como presa durante eventos Niña.

En la Figura 18 el dendograma superior contiene, en el primer grupo (de derecha a izquierda) las temporadas donde las presas principales fueron "Otras" seguidas de *Portunus xantusii* (*P.xa*), el sexto y séptimo grupo se caracterizan por un alto %PSIRI de *P.xa*. El dendograma de las especies no separa claramente los grupos, de tal manera que no se observa una afinidad de las presas por alguna de las fases del ONI.

La Figura 19 trata de clasificar los grupos taxonómicos presa de acuerdo a su %PSIRI en cada fase del ONI sin tener en cuenta la temporalidad. Se puede observar que ningún grupo de presas está totalmente relacionado con algún evento. Recordemos que este mapa de calor

esta estandarizado por renglon, para observar si en alguno de los eventos el %PSIRI de una presa es significativo comparado con el %PSIRI que presenta la misma presa en otro evento. En la Figura 20 se observa que el mapa de calor esta estandarizado por columnas con la finalidad de observar qué presa tiene un valor mayor de %PSIRI en relación con las demás presas para cada evento, de esta manera podemos observar que (dejando de lado *P.xantusii* y "otros" que tienen un valor de %PSIRI alto durante los tre eventos) Argonautas es el taxa mas importante durante un evento Niño, mientras *que S. crumenophthalmus* es el de mayor importancia para un evento Niña y *B. polylepis* durante un evento normal.

**Cuadro 32.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado (*Coryphaena hippurus*) durante la fase normal del ONI.

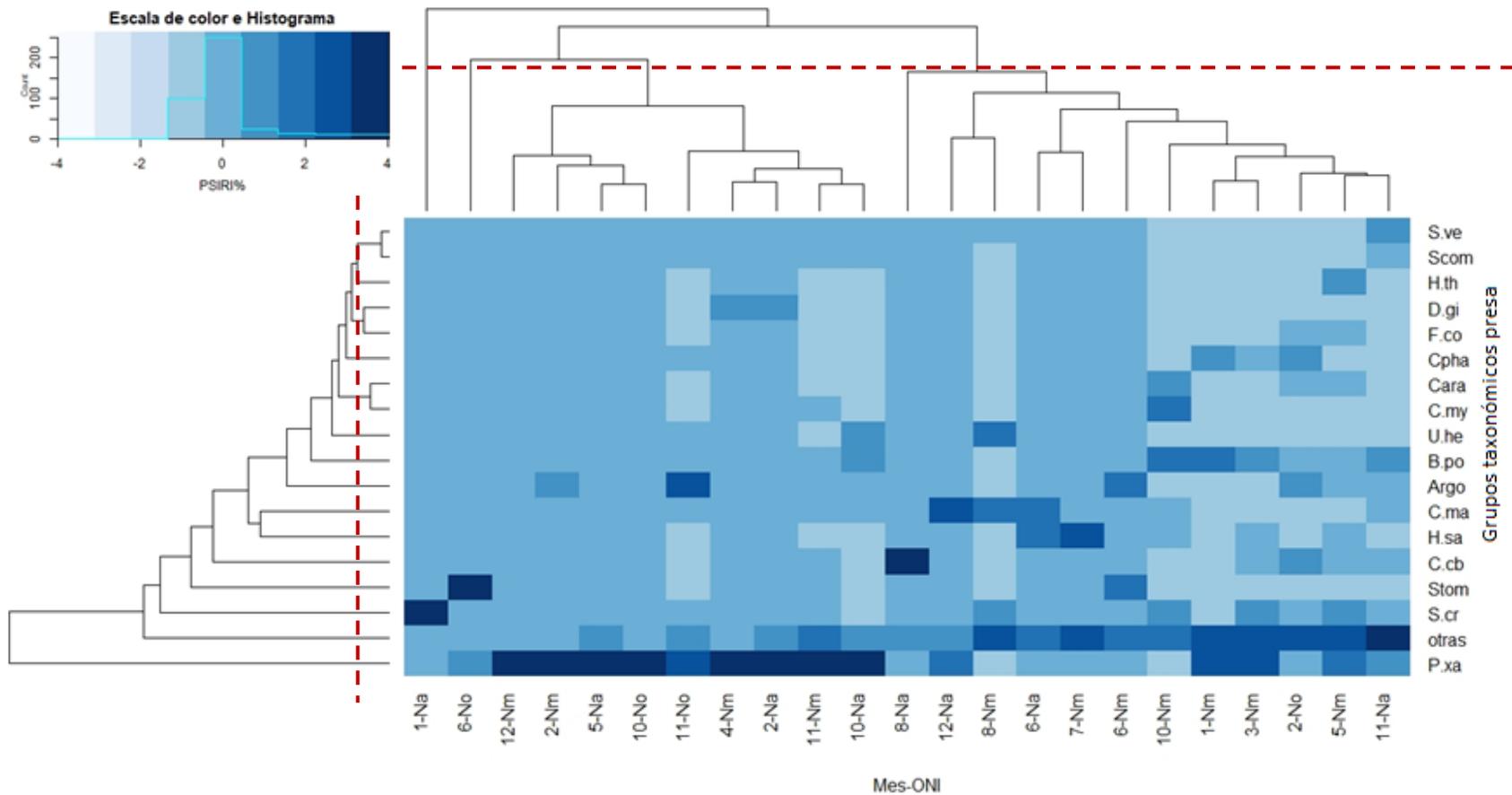
Grupo taxonomico	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Oct	Nov	Dic
<i>Portunus xantusii</i>	33.33	69.89	25.60	57.54	19.04				0.27	40.41	100
<i>Selar crumenophthalmus</i>			12.42	7.08	9.61			15.09	10.00	1.96	
<i>Argonauta</i>		22.15			2.54	33.33			1.49	1.36	
<i>Balistes polylepis</i>	21.59	7.49	14.16	9.09	5.90				22.42	8.52	
<i>Canthidermis maculata</i>								25.00	5.54	6.05	
<i>Harengula thrissina</i>					14.58						
<i>Caranx caballus</i>			5.56		3.94					3.89	
Carangidae					5.80				15.49		
Cephalopoda	11.74		8.93	9.09	2.17					0.14	
<i>Dosidicus gigas</i>		0.47		11.72	2.13				0.25		
<i>Hemiramphus saltator</i>			8.33		2.63		50.00		3.43		
<i>Sufflamen verres</i>								3.37		4.55	
<i>Uraspis helvolus</i>								21.63			
<i>Fistularia corneta</i>					4.35						
Stomatopoda					0.63	33.33				4.55	
Scombridae					0.49				0.51	4.55	
<i>Chelonia mydas</i>									19.57	4.55	
Otras	33.33		25.00	5.47	26.18	33.33	50.00	34.91	21.04	19.49	

**Cuadro 33.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado (*Coryphaena hippurus*) durante la fase Niño del ONI.

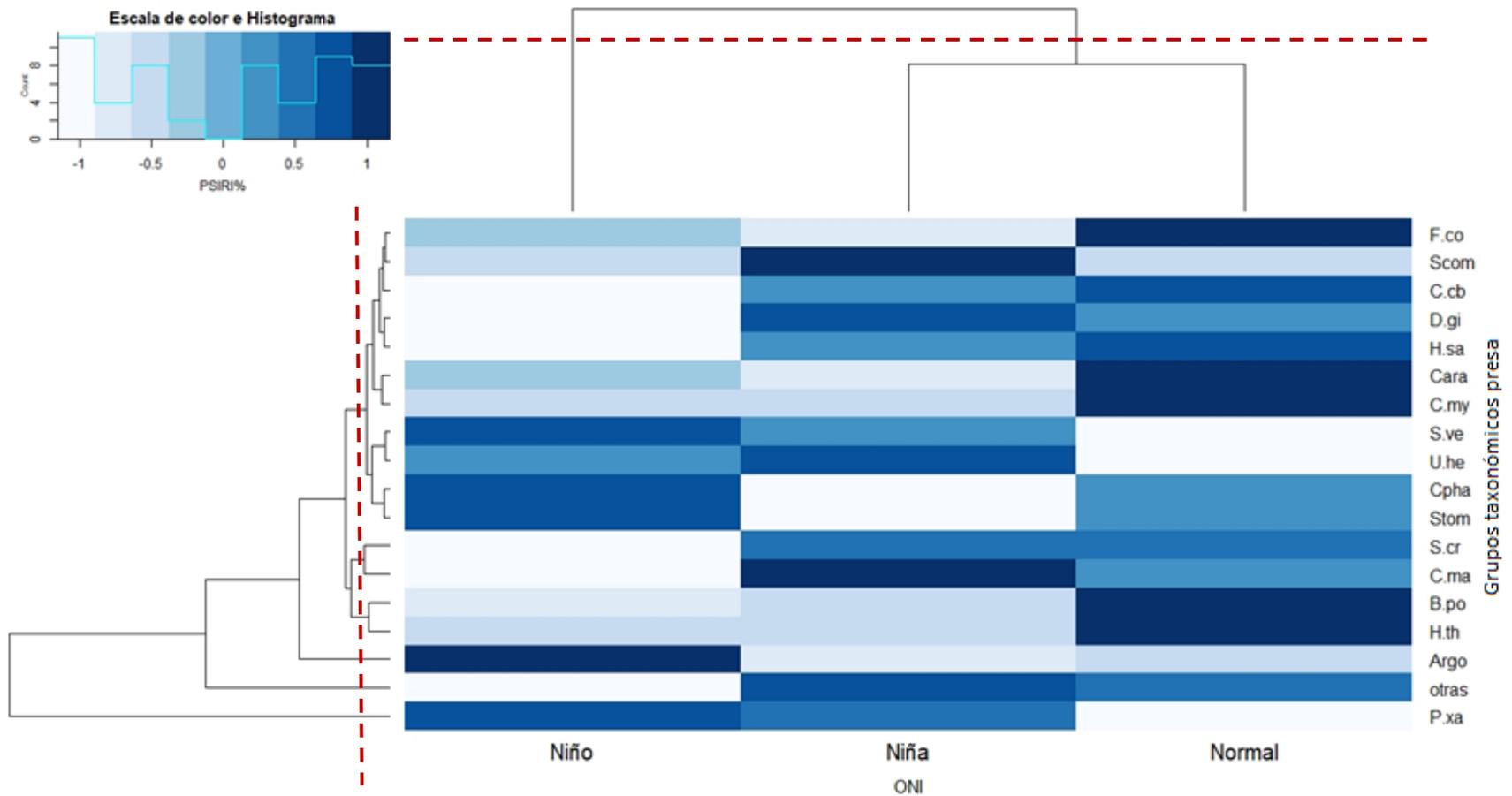
Grupos taxonómicos	Feb	Jun	Oct	Nov
<i>Portunus xantusii</i>	7.25	25.00	82.56	35.03
<i>Selar crumenophthalmus</i>	5.55		0.92	5.24
<i>Argonauta</i>	12.50			29.99
<i>Balistes polylepis</i>	5.37			2.19
<i>Canthidermis maculata</i>	1.62			1.01
<i>Harengula thrissina</i>				
<i>Caranx caballus</i>	12.50		0.69	
Carangidae	6.95			
Cephalopoda	12.50			3.45
<i>Dosidicus gigas</i>				
<i>Hemiramphus saltator</i>				
<i>Sufflamen verres</i>			2.35	2.97
<i>Uraspis helvolus</i>			0.14	3.95
<i>Fistularia corneta</i>	7.20			
Stomatopoda		75.00		
Scombridae			0.94	1.63
<i>Chelonia mydas</i>				
Otras	28.57		12.41	14.55

**Cuadro 34.** Porcentaje del índice específico de importancia relativa (%PSIRI) de los grupos taxonómicos presa del dorado (*Coryphaena hippurus*) durante la fase Niña del ONI.

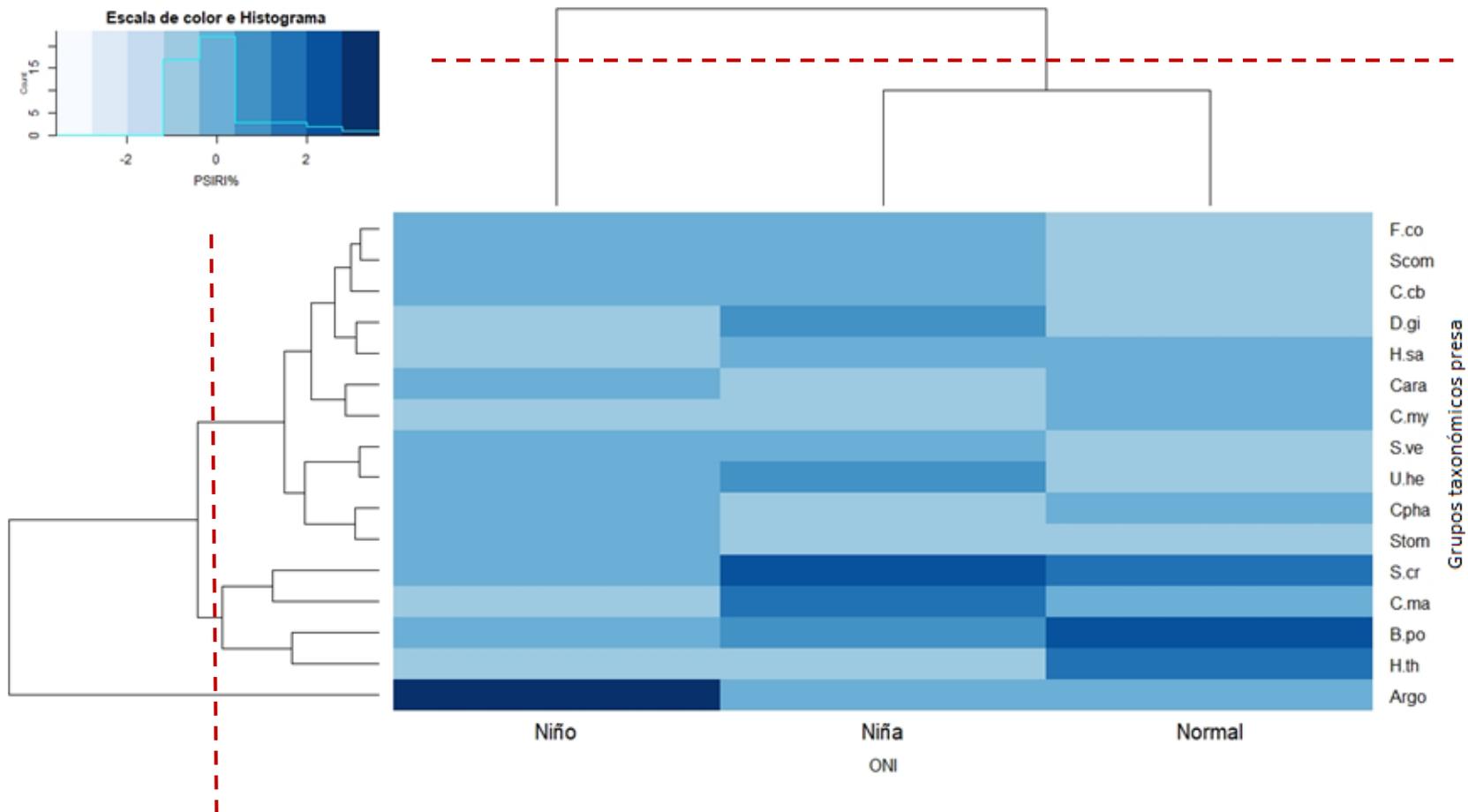
Grupos taxonómicos	Ene	Feb	May	Jun	Ago	Oct	Nov	Dic
<i>Portunus xantusii</i>		52.40	67.43			46.13	15.32	33.33
<i>Selar crumenophthalmus</i>	100	5.89	6.27				5.73	
<i>Argonauta</i>						2.87	6.80	
<i>Balistes polylepis</i>		0.29	0.68			13.81	9.83	
<i>Canthidermis maculata</i>				33.33		7.42	5.33	47.54
<i>Harengula thrissina</i>							0.54	
<i>Caranx caballus</i>					78.33		1.96	
Carangidae			0.74					
Cephalopoda		0.51						
<i>Dosidicus gigas</i>		13.00					0.61	
<i>Hemiramphus saltator</i>		1.95	0.28	33.33				
<i>Sufflamen verres</i>						2.36	9.58	
<i>Uraspis helvolus</i>			5.30			12.58		
<i>Fistularia corneta</i>		8.52						
Stomatopoda								
Scombridae						2.57	7.20	
<i>Chelonia mydas</i>							0.64	
Otras		17.44	19.31	33.33	21.67	12.26	36.45	19.13



**Figura 18.** Diagrama de calor con dendrogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presa del Dorado (*Coryphaena hippurus*) para cada fase del ONI. Línea= límite arbitrario para asignar pertenencia un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).



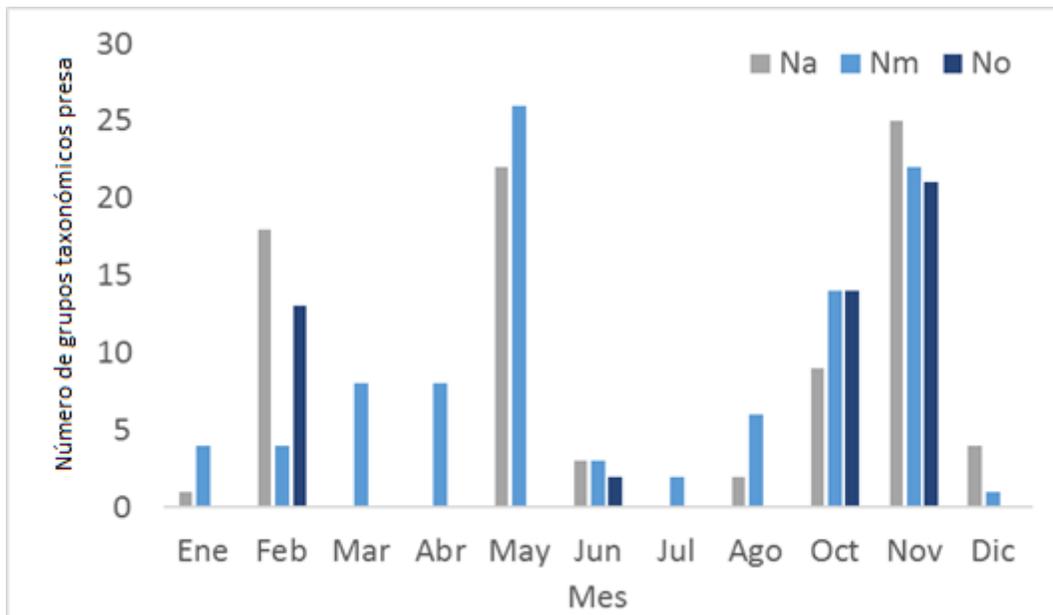
**Figura 19.** Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del dorado (*Coryphaena hippurus*) para cada fase del ONI. Línea= límite para adscribir pertenencia un grupo. Diagrama de calor de las especies. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).



**Figura 20.** Diagrama de calor con dendogramas de la matriz estandarizada por columna de PSIRI de los grupos taxonómicos presas del Dorado (*Coryphaena hippurus*) para cada fase del ONI. Línea= límite para adscribir pertenencia un grupo. Cada celda representa el valor de %PSIRI escalado y la escala de color ilustra el valor de PSIRI (entre más oscura sea la celda, es más alto el valor de PSIRI).

### ***Diversidad de presas.***

El número de grupos taxonómicos presas durante los eventos de oscilación llega a variar de manera importante durante los meses; los meses con mayor número de presas son mayo y noviembre, en el mes de mayo el número de presas fue mayor cuando se presentó un evento NIÑA, mientras que en noviembre el mayor número de presas se presentó durante un evento Normal (Figura 21).



**Figura 21.** Número de especies por mes y tipo de oscilación del NIÑO (+= Niño No, -= Niña Na y Normal (Nm)).

### ***Amplitud del nicho trófico.***

De acuerdo con el Índice de Levins (1968) (Cuadro 35), en las tres fases del ONI, el Dorado se presenta una estrategia de alimentación de tipo especialista.

**Cuadro 35.** Índice de amplitud de nicho y tipo de estrategia durante las fases del ONI. BA menor que 0.6= individuos con estrategia especialista.

ONI	Núm. de presas	BA	Estrategia
NIÑA	50	0.131	Especialista
NIÑO	35	0.207	Especialista
NORMAL	51	0.156	Especialista

## Traslape de nicho.

En la Cuadro 36 se muestra el resultado del índice de Morisita-Horn (Horn, 1966) mostrando el grado de traslape entre los depredadores para cada año durante la época de lluvias y secas. El solapamiento se determina en base a los valores que toma el índice, cuando los valores se ubican entre 0 y 0.29 indican que no existe traslape en el comportamiento trófico, cuando los valores se ubican entre 0.6 y 1 indican que existe un traslape. De esta forma podemos observar que durante el año 2012 en la temporada de lluvias ambas especies consumieron cierto número de grupos taxonómicos presa en la misma cantidad, revisando los datos detalladamente, fue el ítem scombridae la presa que los dos depredadores compartieron con el mismo valor de frecuencia. Los ceros indican que durante estas épocas no compartieron presas. Durante ambas temporadas se presentaron años donde el traslape fue importante, así como años donde el traslape fue nulo o no existió traslape. Además podemos observar que durante los años 2003, 2010, 2011 y 2014 hubo una relación inversa entre las temporadas, en una temporada existió un traslape importante mientras que en la otra no hubo traslape.

**Cuadro 36.** Índice de Moricita Horn para la temporada de lluvias y secas del periodo 2000-2015 del pez vela y dorado.

Año	Lluvias	Secas
2000	0.18	0.18
2001	0.41	0.41
2002	0	0
2003	0	0.90
2004	0	0.34
2005	0.47	0.67
2006	0	0
2007	0	0
2008	0.61	0.33
2009	0.65	0.35
2010	0.85	0
2011	0	0.94
2012	1.00	0.60
2013	0.67	0.27
2014	0.54	0
2015	0	0

## **Discuciones de los resultados.**

### ***Istiophurus platypterus.***

En este estudio se encontró que peces de diferentes familias son las presas de mayor importancia tanto por el método numérico, gravimétrico y de frecuencia, por ende, los peces son los que tienen mayor importancia en el índice de importancia relativa para presas específicas (PSIRI), sin embargo, Hernández-Herrera (2001) encuentra que los cefalópodos fueron presas importantes del pez vela, observando 14 especies, de las cuales *D. gigas* y *Argonauta* sp. ocuparon el primer y segundo lugar en importancia, por su contribución en número de ejemplares en la dieta. De acuerdo a los resultados obtenidos encontramos que la dieta del pez vela está dominada casi por completo por peces; como menciona Trias *et al.* (2005) esta dominancia de peces puede estar ligada a la alta abundancia de especies de peces en la región, debida a la alta productividad biológica de la zona, particularmente, la alta abundancia de scombridos (Ramirez-Antonio, 2015) como *Auxis thazard thazard*, especie dominante en la dieta. El Golfo de Tehuantepec es considerado una zona de alta productividad, debido a la mezcla vertical generada por los vientos Tehuanos.

En este estudio las presas dominantes fueron *Auxis thazard thazard*, *Uraspis helvola* y *Caranx caballus*. Otros estudios de alimentación en el Océano Pacífico han mostrado que los cefalópodos y peces son las presas dominantes (Evans y Wares, 1972; Eldridge y Wares, 1974; Galván-Magaña, 1999; Hernández-Herrera, 2001). A diferencia del Pacífico, en el Océano Atlántico, los peces resultaron el grupo dominante (Voss, 1953; Ovchinnikov, 1970; Maksimov, 1971). En general el tipo de presas consumidas más comunes son los peces de las familias Scombridae y Carangidae, que habitan aguas oceánicas, sin embargo ocasionalmente se alimentan en aguas costeras (Nakamura, 1985).

*Auxis thazard thazard*, la presa más importante de acuerdo al PSIRI, es una especie epipelágica, nerítica y oceánica de distribución cosmopolita en aguas cálidas. En el Pacífico

oriental, los peces maduros se reproducen durante todo el año, aunque en Costa Rica el desove es mayor desde diciembre hasta abril. De acuerdo a Klawe *et al.* (1970), es frecuente encontrarlo en aguas oceánicas del Pacífico Oriental (95% de la captura larval). La longitud máxima de la horquilla (longitud furcal) de los registros de redes de deriva en el Océano Índico es de 51 cm.

Algunos depredadores de este género son: atún aleta amarilla (Alverson, 1963; Blunt, 1960, Galván-Magaña, 1999; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016), dorado (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016), marlín rayado (García, S.O. *et al.*, 2018), marlín azul (Abatía-Cárdenas *et al.*, 1999), marlín negro (Galván-Magaña, 1999), pez vela (Hernández-Herrera, 2001; Trias *et al.*, 2005; Ruiz-Pérez *et al.*, 2016), pez espada (Trujillo-Olvera, *et al.* 2018), tiburón aleta de cartón (Ruiz-Pérez *et al.*, 2016), salmonete, wahoo (Baque-Menoscal *et al.*, 2012), delfín común (Galvan-Magaña, 1999).

Hernández-Herrera 2001 caracterizó al pez vela para la zona al sur del Golfo de California como un depredador generalista, basado en la variedad de su dieta. El análisis de la composición específica de la dieta por localidades que realizó Hernandez-Herrera (2001) permitió separar tres zonas, determinando que el principal alimento del pez vela fueron especies epipelagicas, aunque ocasionalmente realizó inmersiones para alimentarse de especies demersales. La variación en la dieta por zonas obedece más a cambios en la distribución y abundancia de las presas que a preferencias del pez vela por un alimento específico. Sus resultados muestran que los aspectos biológicos de la especie cambian con el tiempo y espacio, estas variaciones son atribuidas en la distribución y abundancia de las presas. Para este estudio, en general no se encontraron diferencias significativas en el tipo de estrategia alimentaria entre las temporadas de lluvias y secas, ni entre años. Sin embargo se puede observar que durante la temporada de secas consumieron mayor cantidad de ciertas presas. Por lo que a diferencia de los resultados obtenidos por Hernández-Herrera (2001) la especie se comportó como especialista, pues su dieta parece ser selectiva hacia algunas especies, no obstante, como menciona Nakamura (1946) citado por Beardsley *et al.* (1975), estos resultados pueden deberse a que consumen los taxa presa más abundantes y

no que tengan un gusto específico por cierto alimento, ya que esta característica limitaría su distribución.

Otra taxa importante fue *Uraspis helvola*, esta especie pertenece a la familia carangidae, es una especie principalmente nocturna, los adultos son bentopelágicos en fondos arenosos al pie de los arrecifes (Smith-Vaniz 1995). El hecho de que esta especie se encuentre dentro de las presas principales, nos indica que el pez vela realiza inmersiones cercanas al bentos o que se acercan a zonas costeras, donde pueden tener acceso a presas bentónicas.

Rosas-Alayola (2002), al igual que este estudio, reporta un gran número de especies pelágicas y en poca proporción especies bentónicas. Lo que coincide con este estudio, ya que se encontraron especies demersales, de arrecifes rocosos y fondos arenosos tales como *Sargocentron suborbitalis*, *Fistularia commersoni* y *Mugil cephalus* entre otras.

En cuanto a la diversidad de las presas, se observa que durante la temporada de lluvias el número de taxa presa aumenta y la dominancia disminuye, de tal forma que durante la época de lluvias los valores de PSIRI de “otras”, que engloban a las 89 taxas que no se consideran importantes, tienen un valor que va de 3% a 23.2%, mientras que durante secas su valor va de 13.7% hasta el 100%.

El análisis de la dieta realizado con respecto a las fases del ONI, no mostró una diferencia significativa entre las especies consumidas durante alguna de las fases, sin embargo, se pueden observar que ciertos grupos taxonómicos presa tienen mayor importancia, dependiendo de la fase que se presente. Por ejemplo, durante la fase Niño son peces del género *Opisthonema* los de mayor importancia (PSIRI) y *Argonauta nouryi* durante la fase Niña. Algo similar encontró Ortega-García *et al.* (2017), en estómagos de *Kajikia audax* donde la presa más importante durante eventos fríos fueron calamares de la especie *Dosidicus gigas*, mientras que en periodos cálidos los peces fueron los más importantes. De igual manera que en este estudio, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a la diversidad de presas, pero sí una diferencia en cuanto a la riqueza de especies.

Aunque no se han realizados estudios en pez vela en relación de la dieta con este tipo de eventos, si se ha estudiado las tasas de captura de esta especie durante cambios en la temperatura superficial del mar. Medina-Jasso (2015) observó que en la boca del Golfo de California existe un patrón estacional muy marcado en la tasa de captura del Pez vela, relacionada con la temperatura superficial del mar. Mostrando un incremento en la captura durante eventos el Niño, resultados similares fueron publicados en la Carta Nacional Pesquera (DOF, 2012), así como por Macías-Zamora (1993) y Santana-Hernández (2001). De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio, que evalúa la dieta durante un periodo de 16 años y basándonos en los antecedentes de alimentación y distribución de este depredador, podemos concluir que la migración que realiza esta especie, no esta determinada por la abuncacia de ciertas especies, ya que su espectro trófico es diverso, y por esto no se considera como una especie especialista, sino como una oportunista, que aprovecha el recurso que se encuentra disponible, por el contrario Medina Jasso (2015) menciona que es una especie selectiva que realiza una migración relacionada con el aumento de la productividad primaria y el aumento de la abundancia del calamar gigante, que si bien ha aparecido como una de las presas principales para el Pacífico norte, en el Pacífico sur es sutituido por peces de la familia scombriade.

Los resultados del análisis de la dieta en relación a los sexos indican que no existen diferencias significativas entre machos y hembras, pero se observa que las hembras tienen un mayor espectro trofico que los machos, y los machos presentan cierta preferencia a presas como *F. corneta*, *Decapterus macarellus*, *S. crumenophthalmus*, y *C. caballus* que son especies asociadas a zonas arrecifales o cercanas a la costa. Estos resultados son contrastantes con lo reportado por Hernández-Herrera (2001), Arizmendi *et al.* (2006) y Amezcua-Gómez (2007), quienes reporta una mayor voracidad por parte d ellos machos, ellos atribuyen esta voracidad debido a la necesidad de alcanzar la madurez a menores tallas que las hembras, sin embargo, debido a la gran cantidad de energía que las hembras consumen en épocas reproductivas puede llevarla a consumir mayor número de presas o en mayor cantidad. No obstante, en este trabajo no se pudo evaluar la diferencia entre los estados de madurez.

## ***Coryphaena hippurus.***

Los resultados del presente estudio indican que este depredador se alimenta en gran cantidad por peces representando el 74% del espectro trófico. Sin embargo aunque la cantidad de crustáceos representa el 11%, la importancia relativa de los crustáceos en la dieta es mayor, ya que los crustáceos son las especies que consumen con mayor frecuencia y en mayor cantidad.

Para el dorado la presa principal fue un crustáceo pelágico *Portunus xantusii*, esta especie se distribuye a lo largo de la columna de agua hasta 60m de profundidad, cuando la temperatura decrece, este crustáceo se encuentra entre 20-40 metros de profundidad y hace migraciones verticales hacia la superficie con fines de alimentación (Landa *et al.* 2001).

Merten *et al.* (2014) determinan que el dorado realiza inmersiones bajo la termoclinas, por lo cual puede tener acceso a presas bentónicas, también determina que existe una diferencia en la inmersión de hembras y machos, para este trabajo no pudimos evaluar las diferencias entre sexos de Dorado ya que no se contaba con esta información.

A diferencia de Galvan-Magaña (2007) quien determina que las presas principales del dorado varía considerablemente entre la época cálida y fría, durante la época cálida *P. xantusii* es la presa principal hasta con un 75% de importancia relativa, mientras que en la época fría *Argonauta cornuta* y *L. lagocephalus* fueron las presas más importantes, en el presente estudio no se encontraron diferencias significativas entre las especies consumidas en la temporada de lluvias y secas. En ambas temporadas *P. xantusii* fue una de las especies principales, sin embargo se observa un mayor número de presas en la temporada de secas, la riqueza de especies es mayor durante la temporada de lluvias que durante la temporada de secas, los valores de "otros" que contienen 62 especies de menor importancia van de 13% a 100% de PSIRI en la temporada de lluvias, mientras que en la temporada de secas el mayor valor de PSIRI es de 61.9%. Sin embargo, aunque existe una mayor cantidad de especies, las principales se comportan de la misma manera (en términos de %PSIRI) en

ambas temporadas. Estas diferencias entre los estudios pueden ser atribuidas a la alta productividad de la zona del Golfo de Tehuantepec.

De acuerdo con el análisis de amplitud del espectro trófico del dorado se obtuvieron valores muy bajos para la mayoría de las temporadas. Los valores obtenidos son debido al mayor consumo de algunas presas, a pesar que consumio un alto número de presas el mayor consumo de *P. xantusii*, *S. crumenophthalmus* y *Argonautas* influyeron en los valores de amplitud de las dietas.

En cuanto las presas presentes durante las fases del ONI, se observó, que *P. xantusii* estuvo en grandes proporciones independientemente de la fase del ONI. Sin embargo, al remover esta especie y el ítem “otros” se pudo observar que el género *Argonauta* estuvo en mayores proporciones durante la fase Niño, mientras que durante la fase Niña la especie de mayor importancia fue *Selar crumenophthalmus*. Esto es completamente diferente a lo registrado para el Pez vela, quienes consumen cefalópodos durante la fase Niña y peces durante la fase Niño. Esto puede deberse a que el dorado realiza inmersiones más profundas y que como se ha documentado (Massuti, *et al.* 1998), el dorado también presenta actividad alimentaria durante la noche, cuando especies mesopelagicas, como los *Argonautas*, sufren migraciones verticales.

Aunque ambos depredadores comparten el mismo nicho, cada uno presenta un tipo de depredación distinta, el pez vela es un depredador activo quien usa su pico para emboscar y capturar a sus presas, mientras que el dorado es un depredador oportunista que captura principalmente especies asociadas a objetos flotantes y realiza inmersiones profundas en busca de alimento (Rose y Hassler 1974).

Es importante realizar estudios separando por grupos de talla, ya que como revelaron los resultados obtenidos por Massuti (1998) el Dorado presenta cambios significativos en la dieta a lo largo de su desarrollo ontogénico. Mientras que peces teleósteos fueron importantes independientemente de su tamaño, decápodos, anfípodos y estomatópodos se restringieron a tamaños más pequeños.

Se considera que ambas especies analizadas son depredadores oportunistas ya que consumen el alimento que pueda estar disponible en la zona. Sin embargo, tienen preferencia por presas que forman cardúmenes, hecho que coincide con lo observado en el marlín rayado y otras especies pelágicas como los atunes, lo cual les permite maximizar la eficiencia de la captura de presas y por ende del consumo de energía, debido a la alta disponibilidad y abundancia de este tipo de presas (Galvan-Magaña 2007). Los peces vela y dorado están adaptados a los cambios en su ambiente y su habilidad para utilizar diferentes ítems presas (Hassler y Hogard, 1977), demuestra su capacidad para depredar cualquier presa u objeto que le sea atractivo. Shcherbachev (1973) y Magnuson y Heitz (1971) señalan que el dorado tiene una fisiología de un depredador oportunista aunque en este estudio se haya determinado como un depredador especialista, , más bien es debido a la alta abundancia de ciertas especies.

Es importante mencionar que en ambos depredadores se observaron presas asociadas al bentos y demersales como: *Hippocampus ingens*, *Diodon holocantus* y *Fistularia commersoni*. Aguilar-Palomino (1993) para Baja California Sur y Galván-Magaña (2007) para las costas de Jalisco y Colima también registran presas bentónicas para ambos depredadores, lo cual indica que tanto el pez vela como el Dorado hacen inmersiones al fondo o cercanas a la zona costera para alimentarse de presas de hábitat bentónico.

Hay que tomar en cuenta que el análisis de contenido estomacal proporciona una foto instantánea de la dieta de un individuo en un punto particular en el tiempo y el espacio. Las limitaciones principales de esta metodología, radican en que las presas presentan una digestión parcial o total y a menudo dificultan la correcta identificación de las presas (Bakel *et al.* 2014, Leray *et al.* 2015). Estos estudios pueden ser complementados con otros análisis como la identificación mediante código de barras de ADN de las presas, sin embargo debemos contar con suficiente tejido para la extracción de ADN y con un presupuesto mayor para poder realizar este tipo de estudios, por lo que el análisis de contenido estomacal visual sigue siendo el método clásico para conocer espectro trófico de las especies.

## **Conclusiones.**

### ***Istiophorus platypterus.***

- Para las costas de Oaxaca, el pez vela presenta preferencias por el consumo de peces.
- En las costas de Oaxaca, el pez vela presenta una dieta de tipo especialista, dominada por peces, con baja variabilidad estacional e interanual.
- La dieta del pez vela no varía significativamente a causa de eventos de gran escala como El Niño-Oscilación del Sur, debido a que la abundancia de las presas que consumen se encuentran presentes más o menos constantes en las costas de Oaxaca sin verse afectadas por las fases de ese evento de gran escala.
- La dieta del pez vela no varía significativamente entre sexos, sin embargo, es mayor el espectro trófico de las hembras.

### ***Coryphaena hippurus.***

- En las costas de Oaxaca, el dorado presenta una dieta de tipo especialista, dominada por crustáceos, particularmente *Portunus xantusii*, con baja variabilidad estacional e interanual.
- Eventos de gran escala como El Niño-Oscilación del Sur, no tiene una influencia significativa en la dieta del Dorado, debido a que la abundancia de las presas que consume se encuentran presentes más o menos constantes en las costas de Oaxaca, sin verse afectadas por este evento de gran escala.

### **Traslape de nicho**

- Para las costas de Oaxaca, la competitividad por el alimento entre el pez vela y el dorado es variada. Estas diferencias no son debidas a factores como la temporalidad y eventos de gran escala como El Niño-Oscilación del Sur.

## **Bibliografía.**

Abitia-Cárdenas, A., A. Muhlia-Melo, V. H. Cruz-Escalona & F. Galván- Magaña. 2002. Trophic dynamic and seasonal energetics of striped marlin *Tetrapturus audax* in the southern Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* (57): 287-295.

Abitia-Cárdenas, A., F. Galván-Magaña, & J. Rodríguez-Romero. 1997. Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tetrapturus audax*, off the coast of Mexico. *Fish. Bull.* (95): 360–368.

Abitia-Cardenas, L. A., F. Galván-Magaña, F. J. Gutiérrez-Sánchez, J. Rodriguez-Romero, B. Aguilar-Palomino & A. Moehl-Hitz. 1999. Diet of blue marlín *Makaira mazara* off the coast of Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. *Fisheries Research.* 44(1999):95-100

Aguilar Palomino, B., F. Galván Magaña, L.A. Abitia Cárdenas, A. F. Muhlia-Melo, and J. Rodríguez-Romero. 1998. Aspectos alimentarios del dorado *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758 en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Cienc. Mar.* 24(3):253-265.

Ainsworth CH, Kaplan IC, Levin PS, Mangel M (2010) A statistical approach for estimating fish diet compositions from multiple data sources: Gulf of California case study *Ecol Appl* 20:2188–2202

Alatorre-Ramírez V. 2007. Hábitos alimenticios del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* y barrilete *Katsuwonus pelamis* en cardúmenes mixtos del Océano Pacífico Oriental Tropical. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN). 86 p.

Alversin, F.G. 1963. The food of yellowfin and skipjack tunas in the Eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 7:293-396

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 de maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN). 93 p.

Arizmendi-Rodríguez, D., A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña, & I. Trejo-Escamilla. 2006. Food habits of sailfish *Istiophorus platypterus* of Mazatlan, Sinaloa, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 79(3): 777–791.

Arriaga-Cabrera, L. E., J. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez-Rosenberg, E. Muñoz-López & V. Aguiller-Sierra (Coords.). 1998. Regiones prioritarias marinas de México. CONABIO. México. 198 pp.

Baque-Menoscal, J., D. Páez-Rosas & M. Wolff. 2012. Hábitos alimentarios de dos peces pélagicos *Thunnus albacares* y *Acanthocybium solandri* de la reserva Marina de Galapagos. *Rev. Biol. Mar. Ocea.* 47(1) 1-11

Beardsley, G. L., JR. N. R. Merrett & W. J. Richards. 1975. Synopsis of the biology of the sailfish. *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1791). En: R.S. Shomura & F. Williams (eds.) Proceedings of the international Billfish Symposium. Kaliua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 3. Species synopses 95-120 p. U. S. Department of Com. NOAA. Technical Report NMFS SSRF-675.

Blunt, C.E. 1960. Observations on the food habits of longline caught bigeye and yellowfin tuna from the tropical Eastern Pacific 1955-1956. *Calif. Dep. Fish. Game* 46(1): 69-80

Brown, S. C., Bizzarro, J. J., Cailliet, G. M., & Ebert, D. A. (2012). Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environmental Biology of Fishes*, 95(1), 3-20.

Cerdenares L. de G. G. 2005. Caracterización biológica del pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 19792) capturado en la costa de Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de México, México.

Cerdenares L. de G. G., E. Morales-Bojórquez, S. Ramos-Carrillo & G. González-Medina. 2012. Variabilidad de la abundancia relativa y talla promedio del pez vela *Istiophorus platypterus* capturado por la flota artesanal en el golfo de Tehuantepec, México. *Ciencias Marinas*, 38(3): pp. 551–562.

Cerdenares, L. de G.G., M.C. Alejo-Plata, G. González-Medina & D. Audelo Ramos. 2003. Pesquerías de pelágicos y condiciones oceanográficas asociadas, en la costa chica de Oaxaca. Informe final. Instituto de Recursos, UMAR, México. 85p.

Collette, B. B., K. E. Carpenter, B. A. Polidoro, M. J. Juan-Jordpá, A. Boustany, D. J. Die, C. Elfes, W. Fox, J. Graves, L. R. Harrison, R. McManus, C. V. Minte-Vera, R. Nelson, V. Restrepo, J. Schratwieser, C.-L. Sun, A. Amorim, M. Brick Peres, C. Canal es, G. Cárdenas, S.-K. Chang, W.-C. Chiang, N. de Oliveira Leite, Jr., H. Harwell , R. Lessa, F. L. Fredou, H. A. Oxenford, R. Serra, K.-T. Shao, R. Suma ila , S.-P. Wang, R. Watson, E. Yáñez. 2011. High Value and Long Life – Double Jeopardy for Tunas and Billfishes. *Science* 333: 291-292.

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.

Cortès, E.1998. Methods of studying fish feeding: reply. *Can J Fish Aquat Sci* 55:2708

Crespin de Billy, V., Dolegec, S., & Chessel, D. 2000. Biplot presentation of diet composition data: an alternative for fish stomach contents analysis. *Journal of Fish Biology*, 56(4), 961-973.

Crow, M. E. 1979. Multivariate statistical analysis of stomach contents. In *Fish Food Habits Studies: Proceedings of the Second Pacific Northwest Technical Workshop* (Lipovsky, S. J. & Simenstad, C. A., eds), pp. 87–96. Seattle: University of Washington Sea Grant Publication.

DeVries, D. R., and R. A. Stein. 1990. Manipulating shad to enhance sport fisheries in North America: an assessment. *North American Journal of Fisheries Management* 10:209–223.

Dill L. M.1983. Adaptative flexibility in the foraging behavior of fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40: 398-408.

Divine, L. M., Bluhm, B. A., Mueter, F. J., & Iken, K. 2017. Diet analysis of Alaska Arctic snow crabs (*Chionoecetes opilio*) using stomach contents and  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  stable isotopes. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 135, 124-136.

DOF. 2012. Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de Agosto del 2012.

Eldridge, M.B. & P. G. Wares. 1974. Some biological observations of billfishes take in the Eastern Pacific Ocean. En: Shomura, R.S. & F. Williams (eds), Proceeding of the International Billfish Symposium. Kaliua-KOona, Hawaii, 9-12 August 1972. Part 3. Review and contributed papers. 89-101 p. NOAA Tech Rep. NMFS-SSRF-675.

Espinoza, M., Clarke, T. M., Villalobos-Rojas, F., y Wehrtmann, I. S. 2013. Diet composition and diel feeding behaviour of the banded guitarfish *Zapteryx xyster* along the Pacific coast of Costa Rica, Central America. *Journal of Fish Biology*, 82(1), 286-305.

Evans, D.H. & P.G. Ware. 1972. Food habits of the striped marlín and sailfish off Mexico and southern California. *Fish Wildl. Serv. Res. Rep.* 76:1-10.

Evans, D.H., & Wares, P.G., 1972. Foods habits of the striped marlin and sailfish off Mexico and southern California. *Fish. Wildl.Serv. Res. Rep.* (76): 1-10.

Field J.I., Clarke K.R. and Warwick R.M. 1982. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. *Marine Ecology Progress Series* 8, 37–52.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, y V. H. Niem. 1995a. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen I: Plantas e invertebrados. FAO, 1-646 pp.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, y V. H. Niem. 1995b. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen II: Vertebrados. FAO, 647-1200 pp. 84.

Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, y V. H. Niem. 1995c. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen III: Vertebrados. FAO, 1201-1813pp.

Galván-Magaña, F. 1999. Relaciones tróficas interespecíficas de la comunidad de depredadores epipelágicos del Océano Pacífico oriental. Tesis de Doctorado en Ecología Marina. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) 212p.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climas de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ª ed. México, 252 pp.

García, S. O., Arizmendi-Rodríguez, D. I., & Zúñiga-Flores, M. S. 2017. Striped marlin (*Kajikia audax*) diet variability off Cabo San Lucas, BCS, Mexico during El Niño–La Niña events. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-12.

Garrison, L. P., & Link, J. S. 2000. Diets of five hake species in the northeast United States continental shelf ecosystem. *Marine Ecology Progress Series*, 204, 243-255.

Gerking, S. D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, USA, 416 pp.

González Medina G., G. Cerdanars Ladrón de Guevara, M. C. Alejo Plata y S. Ramos Carrillo. 2006. Hábitos alimentarios del dorado común (*Coryphaena hippurus*) en el Pacífico Sur de México. IX Foro Nacional sobre el Atún y I Foro de Intercambio Científico Sobre Pelágicos Mayores. La Paz, Baja California Sur. 27 pp.

Greenstreet, S.P.R. y M.L. Tasker (eds.) 1996. Aquatic predators and their prey. Fishing News Books. 191 pp.

Hansson, S. 1998. Methods of studying fish feeding: a comment. *Can J Fish Aquat Sci* 55:2706–2707

Hendrickx, M. E. & J. Salgado-Barragán. 1991. Los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico mexicano. *Publicación Especial del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM*. 10: 1-200.

Hendrickx, M. E. 1984. Studies of the coastal marine fauna of Southern Sinaloa, México. II. The decapod crustaceans of Estero El Verde. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM* 11(1): 23-48.

Hernández-Herrera, A. 2001. Biología del Pez Vela (*Istiophorus platypterus*, Shaw y Nodder, 1791) al Sur del Golfo de California, México. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR). 67 p.

Hoolihan, J. 2003. Sailfish movement in the Arabian Gulf: a summary of tagging efforts. *Marine and Freshwater Research*. 54: 509-513.

Hovde, S. C., Albert, O. T., & Nilssen, E. M. 2002. Spatial, seasonal and ontogenetic variation in diet of Northeast Arctic Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 59(2), 421-437.

Hyslop E.J. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17(4): 411-429.

Iverson, L.K. & L. Pinkas. 1971. A pictorial guide to beaks of certain Eastern Pacific cephalopods. California Departamento of Fish and Game, Fish Bull. 152: 83-105.

Jaworski A, Ragnarsson SA. 2006. Feeding habits of demersal fish in Icelandic waters: A multivariate approach. *ICES J. Mar. Sci.* 63: 1682–1694.

Jolley, J. W. & E.W. Irby. 1997. Survival of tagged and released Atlantic sailfish (*Istiophorus platypterus*: Istiophoridae) determined with acoustical telemetry. *Bulletin of Marine Science* 29(2):155-169.

Kessler, W. S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography* 69: 181–217.

Klawe, W. L., J. J. Pella & W.S. Leet. 1970. The distribution, abundance and ecology of larval tunas from the entrance to the Gulf of California. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 14:507-504.

Kojima, S. 1966. Studies on fishing conditions of the dolphin *Coryphaena hippurus* L. in the western region of the Japan sea. VIII. Comparison of juvenile fish fauna in the sea and in contents of dolphin. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 29: 507-513.

Krebs C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row. New York, USA. 550 pp.

Langler K.F. 1956. *Freshwater Fishery Biology*, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown. 421 pp.

López Herrera, D. L. 2013. Comparación de los hábitos alimentarios del pez vela (*Istiophorus platypterus* (Shaw and Nodder, 1792)) y el dorado (*Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758), en la costa de Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar campus Puerto Ángel. 71 p

Lu C.C. & R. Ickeringill. 2002. Cephalopod beak identification and biomass estimation techniques: tools for dietary studies of southern Australian finfishes. Museum Victoria Science Reports 6: 1-65

Macías-Zamora, R. 1993. Relaciones entre la pesca deportiva y comercial del pez vela (*Istiophorus platypterus*) en el Pacífico Mexicano. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La paz B.C.S., México.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp

Manooch, C.S., D.L. Mason, & R.S. Nelson. 1983. Food and gastrointestinal parasites of dolphin, *Coryphaena hippurus*, collected along the southeastern and gulf coasts of the United States. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFSSEFC 124, 36 pp.

Markaida, U. & O. Sosa-Nishizaki. 1998. Food and feeding habits of swordfish, *Xiphias gladius* L., off western Baja California. NOAA Tech. Rep. NMFS 142:245-259.

Merten, W., R. Appeldoorn, R. Rivera, D. Hammond. 2014. Diel vertical movements of adult male dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the western central Atlantic as determined by use of pop-up satellite archival transmitters. Mar. Biol. 161: 1823-1834.

Mismaloya, Salon. 2005. Oceanografía y meteorología del Golfo de Tehuantepec. Geos. Sesión especial. 25 (1)

Monreal-Gómez, M.A. y D.A. Salas de León. 1998. Dinámica y estructura termohalina. Cap. 2: 13-26. En: M. Tapia-García (Ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, México, 1998. ISBN 970-654-348-1.

Moreno-Sanchez, X. G., Escobar-Sánchez, O., Abitia-Cardenas, L. A., & Cruz-Escalona, V. H. 2012. Diet composition of the sicklefin smooth-hound shark *Mustelus lunulatus* caught off El Pardito Island, Baja California Sur, Mexico. *Marine Biodiversity Records*, 5.

Myers, R. A., B. Worm. 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423: 280-283.

Nakamura, I. 1985. FAO, Species catalogue Vol. 5 Billefishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfish, spearfish and swordfish known to date. FAO Fish Synop. (125) Vol 5:65p

Noble, R. L. 1981. Management of forage fishes in impoundments of the southern United States. *Transactions of the American Fisheries Society* 110:738–750.

Olson J. R. & C.H. Boggs. 1986. Apex predations by yellowfin tuna (*Thunnus albacares*): independent estimates from gastric evacuation and stomach contents, bioenergetics, and cesium concentrations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43 (9): 1760-1775.

Olson, R.J., & Galván-Magaña, F. 2002. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fish. Bull.*: 279- 298.

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

Oxenford, A. H. y Hunte, W. 1999. Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. *Scientia Marina* 63: 303-315.

Palko B, G Beardsley & W Richards. 1982. Synopsis of biological data on dolphin-fishes *Coryphaena hippurus* and *Coryphaena equiselis* L. NOAA Technical Report NMFS 443: 1-28.

Picaut, J. 1985. Major dynamics affecting the Eastern Tropical Atlantic and Pacific Oceans. *CalCOFI Rep.*, 25: 41-50.

Post, J. T., J. E. Serafy, J. S. Aula, T. R. Capo & D. P. De Sylva. 1997. Field and laboratory observations on larval Atlantic sailfish (*Istiophorus platypterus*) and swordfish (*Xiphias gladius*). *Bull. Mar. Sci.* 60(3): 1026-1034.

Ramirez-Antonio, E. 2015. Composición específica de las capturas de peces en la costa de Oaxaca, Periodo 2010-2011. Tesis de maestría. Instituto Politecnico Nacional.

Rathbun, M. J. 1930. The Cancroid crabs of America of the families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. Smithsonian Institution. United States National Museum. 609p

Rodríguez de la Cruz, R. C. 1987. Crustáceos decápodos del Golfo de California. Secretaría de Pesca, México, 306 p.

Rohlf FJ, Wooten MC. 1988. Evaluation of the restricted maximum-likelihood method for estimating phylogenetic trees using simulated allele-frequency data. *Evolution* 42:581-595

Romero-Ramírez, J. G. 2009. Hábitos alimentarios del pez vela *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1792) en la costa de Oaxaca. Tesis licenciatura. Universidad del mar campus Puerto Ángel. 88 p.

Rosas-Alayola, J., A. Hernández-Herrera., F. Galván-Magaña., L. A. Abitia-Cárdenas, & A. F. Muhlia-Melo. 2002. Diet composition of Sailfish (*Istiophorus platypterus*) from the southern Gulf of California, Mexico. *Fish. Res.* (57): 185–195.

Rose, C.D., & W.W. Hassler. 1974. Food Habits and sex ratios of dolphin *Coryphaena hippurus* captured in the western Atlantic Ocean off Hattera, North Carolina. Trans. Am. Fish. Soc. 103: 94-100.

Rudershausen, P. J., Buckel, J. A., Edwards, J., Gannon, D. P., Butler, C. M., & Averett, T. W. 2010. Feeding ecology of blue marlins, dolphinfish, yellowfin tuna, and wahoos from the North Atlantic Ocean and comparisons with other oceans. *Transactions of the American Fisheries Society*, 139(5), 1335-1359.

Ruiz-Pérez, N.E., G. Cerdaneres Ladrón de Guevara, D.L. López Herrera, I.R. Altamirano Ramírez. 2016. Relaciones tróficas entre cinco especies de depredadores pelágicos capturados en la costa de Oaxaca, México. *Hidrobiológica* 26(1)

Santana-Hernández, H. 2001. Estructura de la comunidad de pelágicos mayores capturados con palangre en el pacífico mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del mar. Tesis de doctorado. Universidad de Colima. Tecomán, Col. Mex. 122 pp

Smith-Vaniz, W. F. 1995. Carangidae. Jureles, pámpanos, cojkinúas, zapateros, casabes, macarelas, chicharros, jorobados, medregales, pez pilota. P. 940-986. En Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter, y V. H. Niem. 1995c. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. Volumen III: Vertebrados. FAO.

Sokal, RR. 1986. Phenetic taxonomy: theory and methods. *Annu Rev Ecol Sys* 17:423-442

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

Trasviña, A. y E.D. Barton. 1997. Los 'Nortes' del Golfo de Tehuantepec: la circulación costera inducida por el viento. Cap. 2: 25-46 En: M.F. Lavín (Ed). *Contribuciones a la Oceanografía en México*, Monografía No. 3, Unión Geofísica Mexicana, 272 p.

Trasviña, A., E.D. Barton, J. Brown, H.S. Vélez, M. Kosro and R.L. Smith. 1995. Offshore Wind Forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research, OCEANS*, Vol. 100, No. C10, pp.20649-20663,

Trias, J.O., L. A. Marcano & J.J. Alio. 2005. Análisis preliminar del contenido estomacal de peces istioforidos de la región nororiental y central de Venezuela. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.* 586-597

Trujillo-Olvera, A. S. Ortega-García, A. Tripp-Valdez, O. Escobar-Sánchez & T. A. Acosta-Pachón. 2018. Feeding habits of the swordfish (*Xiphias gladius* Linnaeus, 1758) in the subtropical northeast Pacific. *Hydrobiologia*, 822(1) 173-188

Velasco Tarelo P. M. y F. Galván Magaña. 2002. Hábitos alimenticios del dorado *Coryphaena hippurus*, Linnaeus 1758. (Osteichthyes: Coryphaenidae), capturado en Punta Lobos y Los Barriles, Baja California Sur, México. VIII Congreso Nacional de Ictiología. Puerto Ángel, Oaxaca. 138 pp.

Vinogradov, M.E. 1981. Ecosystems of equatorial upwellings, frente a Baja California Sur. In: A.R. Longhurst (ed.), *Analysis of Marine Ecosystems*. Academic Press, New York, 74 1 pp.

Wolff, G.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. *Fish. Bull.* 80(2): 1-14.

Worm, B. & D. P. Tittensor. 2011. Range contraction in large pelagic predators. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States* 108 (29): 11942-11947.

## **Anexo 1. Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de pez vela, de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca durante el periodo 2000-2015**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Superclase:

Multicrustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Pleocyemata

Infraorden: Brachyura

Sección: Eubrachyura

Subsección: Heterotremata

Superfamilia: Portunoidea Rafinesque, 1815

Familia: Portunidae Rafinesque, 1815

**Subfamilia: Portuninae Rafinesque, 1815**

Género: *Portunus* Weber, 1795

Subgénero: *Portunus (Portunus)* Weber, 1795

**Especie: *Portunus (Portunus) xantusii* (Stimpson, 1860)**

**Infraorden: Caridea**

Subclase: Hoplocarida

**Orden: Stomatopoda**

Phylum: Chordata

Subphylum: Tunicata

Clase: Thaliacea

Orden: Salpida

**Familia: Salpidae Lahille, 1888**

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

**Clase: Actinopterygii**

Orden: Aulopiformes

**Familia: Synodontidae Gill, 1861**

Orden: Beloniformes

Familia: Belonidae Bonaparte, 1835

Género: *Strongylura* van Hasselt, 1824

**Especie: *Strongylura scapularis* (Jordan & Gilbert, 1882)**

Género: *Tylosurus* Cocco, 1833

Especie: *Tylosurus acus* (Lacepède, 1803)

Especie: *Tylosurus crocodilus* (Péron & Lesueur, 1821)

Familia: Exocoetidae Risso, 1827

Familia: Hemiramphidae Gill, 1859

Género: *Hemiramphus* Cuvier, 1816

Especie: *Hemiramphus saltator* Gilbert & Starks, 1904

Orden: Beryciformes

Familia: Holocentridae Bonaparte, 1833

Subfamilia: Holocentrinae Bonaparte, 1833

Género: *Sargocentron* Fowler, 1904

Especie: *Sargocentron suborbitalis* (Gill, 1863)

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeidae, Cuvier 1816

Género: *Harengula* Valenciennes, 1847

Especie: *Harengula thrissina* (Jordan & Gilbert, 1882)

Género: *Opisthonema* Gill, 1861

Especie: *Opisthonema libertate* (Günther, 1867)

Familia: Engraulidae Gill, 1861

Género: *Anchoa* Jordan & Evermann, 1927

Especie: *Anchoa nasus* (Kner & Steindachner, 1867)

Orden: Gadiformes

Familia: Bregmacerotidae Gill, 1872

Género: *Bregmaceros* Thompson, 1840

Especie: *Bregmaceros bathymaster* Jordan & Bollman, 1890

Orden: Myctophiformes

Familia: Myctophidae Gill, 1893

Género: *Symbolophorus* Bolin & Wisner, 1959

Especie: *Symbolophorus evermanni* (Gilbert, 1905)

Orden: Perciformes

Suborden: Acanthuroidei

Familia: Acanthuridae Bonaparte, 1835

Género: *Prionurus* Lacepède, 1804

Especie: *Prionurus laticlavus* (Valenciennes, 1846)

Suborden: Mugiloidei

Familia: Mugilidae Jarocki, 1822

Género: *Mugil* Linnaeus, 1758

Especie: *Mugil curema* Valenciennes, 1836

Suborden:

Percoidei

Familia: Carangidae Rafinesque, 1815

Género: *Alectis* Rafinesque, 1815

Especie: *Alectis ciliaris* (Bloch, 1787)  
 Género: *Caranx* Lacepède, 1801  
 Especie: *Caranx caballus* Günther, 1868  
 Especie: *Caranx caninus* Günther, 1867  
 Especie: *Caranx sexfasciatus* Quoy & Gaimard, 1825  
 Especie: *Caranx vinctus* Jordan & Gilbert, 1882  
 Género: *Chloroscombrus* Girard, 1858  
 Especie: *Chloroscombrus orqueta* Jordan & Gilbert, 1883  
 Género: *Decapterus* Bleeker, 1851  
 Especie: *Decapterus macrosoma* Bleeker, 1851  
 Especie: *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833)  
 Género: *Elagatis* Bennett, 1840  
 Especie: *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825)  
 Género: *Hemicaranx* Bleeker, 1862  
 Especie: *Hemicaranx leucurus* (Günther, 1864)  
 Género: *Naucrates* Rafinesque, 1810  
 Especie: *Naucrates ductor* (Linnaeus, 1758)  
 Género: *Oligoplites* Gill, 1863  
 Género: *Selar* Bleeker, 1851  
 Especie: *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793)  
 Género: *Selene* Lacepède, 1802  
 Especie: *Selene peruviana* (Guichenot, 1866)  
 Género: *Trachinotus* Lacepède, 1801  
 Especie: *Trachinotus kennedyi* Steindachner, 1876  
 Especie: *Trachinotus rhodopus* Gill, 1863  
 Género: *Seriola* Cuvier, 1816  
 Especie: *Seriola peruana* Steindachner, 1881  
 Género: *Uraspis* Bleeker, 1855  
 Especie: *Uraspis helvola* (Forster, 1801)  
 Familia: Centropomidae Poey, 1867  
 Género: *Centropomus* Lacepède, 1802  
 Especie: *Centropomus nigrecens* Günther, 1864  
 Familia: Chaetodontidae Rafinesque, 1815  
 Género: *Chaetodon* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Chaetodon humeralis* Günther, 1860  
 Familia: Coryphaenidae Rafinesque, 1815  
 Género: *Coryphaena* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Coryphaena equiselis* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758  
 Familia: Echineidae Rafinesque, 1810  
 Género: *Phtheirichthys* Gill, 1862

Especie: *Phtheichthys lineatus* (Menziés, 1791)

Familia: Kyphosidae Jordan, 1887

Subfamilia: Kyphosinae Jordan, 1887

Género: *Sectator* Jordan & Fesler, 1893

Especie: *Sectator ocyurus* (Jordan & Gilbert, 1882)

Familia: Polynemidae Rafinesque, 1815

Género: *Polydactylus* Lacepède, 1803

Especie: *Polydactylus opercularis* (Gill, 1863)

Familia: Priacanthidae Günther, 1859

Género: *Priacanthus* Oken, 1817

Especie: *Priacanthus arenatus* Cuvier, 1829

Género: *Pristigenys* Agassiz, 1835

Especie: *Pristigenys serrula* (Gilbert, 1891)

Familia: Sciaenidae Cuvier, 1829

Género: *Larimus* Cuvier, 1830

Especie: *Larimus effulgens* Gilbert, 1898

Género: *Menticirrhus* Gill, 1861

Especie: *Menticirrhus elongatus* (Günther, 1864)

Género: *Odontoscion* Gill, 1862

Especie: *Odontoscion xanthops* Gilbert, 1898

Familia: Serranidae Swainson, 1839

Subfamilia: Anthiinae Poey, 1861

Género: *Hemanthias* Steindachner, 1875

Especie: *Hemanthias peruanus* (Steindachner, 1875)

Subfamilia: Epinephelinae Bleeker, 1874

Género: *Epinephelus* Bloch, 1793

Especie: *Epinephelus analogus* Gill, 1863

Suborden: Scombroidei

Familia: Scombridae Rafinesque, 1815

Subfamilia: Scombrinae Rafinesque, 1815

Género: *Auxis* Cuvier, 1829

Especie: *Auxis thazard thazard* (Lacepède, 1800)

Género: *Euthynnus* Lütken, 1883

Especie: *Euthynnus lineatus* Kishinouye, 1920

Género: *Sarda* Cuvier, 1829

Especie: *Sarda orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844)

Género: *Scomberomorus* Lacepède, 1801

Especie: *Scomberomorus sierra* Jordan & Starks, 1895

Suborden:

Stromateoidei

Familia: Nomeidae Günther, 1860

Género: *Psenes* Valenciennes, 1833

Especie: *Psenes cyanophrys* Valenciennes, 1833

Familia: Stromateidae Rafinesque, 1810

Género: *Peprilus* Cuvier, 1829

Especie: *Peprilus simillimus* (Ayres, 1860)

Especie: *Peprilus snyderi* Gilbert & Starks, 1904

Orden: Scorpaeniformes

Suborden: Platycephaloidei

Familia: Triglidae Rafinesque, 1815

Género: *Prionotus* Lacepède, 1801

Especie: *Prionotus ruscarius* Gilbert & Starks, 1904

Orden: Stomiiformes

Familia: Phosichthyidae Weitzman, 1974

Género: *Vinciguerria* Jordan & Evermann, 1896

Especie: *Vinciguerria lucetius* (Garman, 1899)

Orden: Syngnathiformes

Familia: Fistulariidae Stark, 1828

Género: *Fistularia* Linnaeus, 1758

Especie: *Fistularia commersonii* Rüppell, 1838

Especie: *Fistularia corneta* Gilbert & Starks, 1904

Familia: Syngnathidae Bonaparte, 1831

Subfamilia: Hippocampinae Bonaparte, 1835

Género: *Hippocampus* Rafinesque, 1810

Especie: *Hippocampus ingens* Girard, 1858

Subfamilia: Syngnathinae Bonaparte, 1831

Género: *Syngnathus* Linnaeus, 1758

Especie: *Syngnathus insulae* Fritzsche, 1980

Infraclase: Teleostei

Superorden: Elopomorpha

Orden:

Albuliformes

Familia: Albulidae Bleeker, 1849

Orden: Tetraodontiformes

Familia: Balistidae Rafinesque, 1810

Género: *Balistes* Linnaeus, 1758

Especie: *Balistes polylepis* Steindachner, 1876

Género: *Canthidermis* Swainson, 1839

Especie: *Canthidermis maculata* (Bloch, 1786)

Género: *Sufflamen* Jordan, 1916

Especie: *Sufflamen verres* (Gilbert & Starks, 1904)

Familia: Diodontidae Bonaparte, 1835

Género: *Diodon* Linnaeus, 1758

Especie: *Diodon hystrix* Linnaeus, 1758

Familia: Monacanthidae Nardo, 1843

Género: *Aluterus* Cloquet, 1816

Especie: *Aluterus monoceros* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)

Familia: Ostraciidae Rafinesque, 1810

Género: *Lactoria* Jordan & Fowler, 1902

Especie: *Lactoria diaphana* (Bloch & Schneider, 1801)

Familia: Tetraodontidae Bonaparte, 1831

Género: *Lagocephalus* Swainson, 1839

Especie: *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758)

Género: *Sphoeroides* Anonymus [Lacepède], 1798

Especie: *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842)

Especie: *Sphoeroides lobatus* (Steindachner, 1870)

Especie: *Sphoeroides trichocephalus* (Cope, 1870)

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Subclase: Coleoidea

Superorden: Octopodiformes

Orden: Octopoda

Suborden: Incirrata

Superfamilia: Argonautoidea Cantraine, 1841

Familia: Argonautidae Cantraine, 1841

Género: *Argonauta* Linnaeus, 1758

Especie: *Argonauta argo* Linnaeus, 1758

Especie: *Argonauta cornutus* Bosc, 1801

Especie: *Argonauta nouryi* Lorois, 1852

Superorden: Decapodiformes

Orden: Myopsida

Familia: Loliginidae Lesueur, 1821

Género: *Doryteuthis* Naef, 1912

Especie: *Doryteuthis opalescens* (Berry, 1911)

Orden: Oegopsidae

Familia: Cranchiidae Prosch, 1847

Subfamilia: Cranchiinae Prosch, 1847

Género: *Liocranchia* Pfeffer, 1884

Especie: *Liocranchia reinhardti* (Steenstrup, 1856)

Familia: Onychoteuthidae Gray, 1847

Género: *Onychoteuthis* Lichtenstein, 1818

Especie: *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817)

Especie: *Onychoteuthis borealijaponica* Okada, 1927

Familia: Ommastrephidae Steenstrup, 1857

Subfamilia: Ommastrephinae Steenstrup, 1857

Género: *Dosidicus* Steenstrup, 1857

Especie: *Dosidicus gigas* (d'Orbigny [in 1834-1847], 1835)

Género: *Ommastrephes* d'Orbigny [in 1834-1847], 1834

Especie: *Ommastrephes bartramii* (Lesueur, 1821)

Familia: Pyroteuthidae Pfeffer, 1912

Género: *Pterygioteuthis* Fischer, 1896

Especie: *Pterygioteuthis giardi* Fischer, 1896

Clase: Gastropoda

## Anexo 2. Lista sistemática de las presas encontradas en los estómagos de dorado, de organismos desembarcados en las costas de Oaxaca durante el periodo 2000-2015

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Crustacea

Superclase: Multicrustacea

Clase: Malacostraca

Subclase: Eumalacostraca

Superorden: Eucarida

**Orden: Decapoda**

Suborden: Pleocyemata

Infraorden: Achelata

Familia: Scyllaridae Latreille, 1825

Subfamilia: Ibacinae Holthuis, 1985

Género: *Evibacus* Smith, 1869

**Especie: *Evibacus princeps* Smith, 1869**

**Infraorden: Brachyura**

Sección: Eubrachyura

Subsección: Heterotremata

Superfamilia: Portunoidea Rafinesque, 1815

**Familia: Portunidae Rafinesque, 1815**

Subfamilia: Portuninae Rafinesque, 1815

Género: *Portunus* Weber, 1795

Subgénero: *Portunus (Portunus)* Weber, 1795

**Especie: *Portunus (Portunus) xantusii* (Stimpson, 1860)**

Subsección: Thoracotremata

Superfamilia: Grapsoidea MacLeay, 1838

**Familia: Grapsidae MacLeay, 1838**

Familia: Plagusiidae Dana, 1851

Género: *Plagusiidae* Dana, 1851

**Especie: *Plagusia depressa* (Fabricius, 1775)**

Subclase: Hoplocarida

**Orden: Stomatopoda**

Suborden: Unipeltata

Superfamilia: Squiloidea Latreille, 1802

Familia: Squillidae Latreille, 1802

**Género: *Squilla* Fabricius, 1787**

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclase: Gnathostomata

Clase: Actinopterygii

Orden: Atheriniformes

Familia: Atherinopsidae Fitzinger, 1873

Subfamilia: Menidiinae Schultz, 1948

Género: *Melanorhinus* Metzelaar, 1919

Especie: *Melanorhinus cyanellus* (Meek & Hildebrand, 1923)

Orden: Aulopiformes

Familia: Synodontidae Gill, 1861

Subfamilia: Synodontinae Gill, 1861

Género: *Synodus* Scopoli, 1777

Orden: Beloniformes

Familia: Exocoetidae Risso, 1827

Género: *Hirundichthys* Breder, 1928

Familia: Hemiramphidae Gill, 1859

Género: *Hemiramphus* Cuvier, 1816

Especie: *Hemiramphus saltator* Gilbert & Starks, 1904

Orden: Beryciformes

Familia: Holocentridae Bonaparte, 1833

Subfamilia: Myripristinae Nelson, 1955

Género: *Myripristis* Cuvier, 1829

Especie: *Myripristis leiognathus* Valenciennes, 1846

Orden: Clupeiformes

Familia: Clupeidae, Cuvier 1816

Género: *Harengula* Valenciennes, 1847

Especie: *Harengula thrissina* (Jordan & Gilbert, 1882)

Género: *Opisthonema* Gill, 1861

Familia: Engraulidae Gill, 1861

Género: *Anchoa* Jordan & Evermann, 1927

Especie: *Anchoa nasus* (Kner & Steindachner, 1867)

Orden: Gadiformes

Familia: Bregmacerotidae Gill, 1872

Género: *Bregmaceros* Thompson, 1840

Especie: *Bregmaceros bathymaster* Jordan & Bollman, 1890

Orden: Myctophiformes

Familia: Myctophidae Gill, 1893

Orden: Perciformes

Suborden: Mugiloidei

Familia: Mugilidae Jarocki, 1822

Género: *Mugil* Linnaeus, 1758

Especie: *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758

Suborden: Percoidei

Familia: Carangidae Rafinesque, 1815

Género: *Caranx* Lacepède, 1801

Especie: *Caranx caballus* Günther, 1868

Especie: *Caranx caninus* Günther, 1867

Especie: *Caranx vinctus* Jordan & Gilbert, 1882

Género: *Chloroscombrus* Girard, 1858

Especie: *Chloroscombrus orqueta* Jordan & Gilbert, 1883

Género: *Decapterus* Bleeker, 1851

Especie: *Decapterus macarellus* (Cuvier, 1833)

Especie: *Decapterus macrosoma* Bleeker, 1851

Género: *Selar* Bleeker, 1851

Especie: *Selar crumenophthalmus* (Bloch, 1793)

Género: *Selene* Lacepède, 1802

Especie: *Selene peruviana* (Guichenot, 1866)

Género: *Trachinotus* Lacepède, 1801

Especie: *Trachinotus rhodopus* Gill, 1863

Género: *Uraspis* Bleeker, 1855

Especie: *Uraspis helvola* (Forster, 1801)

Familia: Chaetodontidae Rafinesque, 1815

Género: *Chaetodontidae* Rafinesque, 1815

Especie: *Johnrandallia nigristrostris* (Gill, 1862)

Familia: Coryphaenidae Rafinesque, 1815

Género: *Coryphaena* Linnaeus, 1758

Especie: *Coryphaena equiselis* Linnaeus, 1758

Especie: *Coryphaena hippurus* Linnaeus, 1758

Familia: Echeneidae Rafinesque, 1810

Género: *Phtheichthys* Gill, 1862

Especie: *Phtheichthys lineatus* (Menzies, 1791)

Familia: Kyphosidae Jordan, 1887

Subfamilia: Kyphosinae Jordan, 1887

Género: *Sectator* Jordan & Fesler, 1893

Especie: *Sectator ocyurus* (Jordan & Gilbert, 1882)

Familia: Lobotidae Gill, 1861

Género: *Lobotes* Cuvier, 1829

Especie: *Lobotes pacificus* Gilbert, 1898

Familia: Polynemidae Rafinesque, 1815

Género: *Polydactylus* Lacepède, 1803

Especie: *Polydactylus approximans* (Lay & Bennett, 1839)

Especie: *Polydactylus opercularis* (Gill, 1863)

Familia: *Serranidae* Swainson, 1839  
 Suborden: Scombroidei  
 Familia: *Scombridae* Rafinesque, 1815  
 Subfamilia: *Scombrinae* Rafinesque, 1815  
 Género: *Auxis* Cuvier, 1829  
 Especie: *Auxis thazard thazard* (Lacepède, 1800)  
 Género: *Euthynnus* Lütken, 1883  
 Especie: *Euthynnus lineatus* Kishinouye, 1920  
 Género: *Sarda* Cuvier, 1829  
 Especie: *Sarda orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844)  
 Orden: Stomiiformes  
 Familia: *Phosichthyidae* Weitzman, 1974  
 Género: *Vinciguerria* Jordan & Evermann, 1896  
 Especie: *Vinciguerria lucetius* (Garman, 1899)  
 Orden: Syngnathiformes  
 Familia: *Fistulariidae* Stark, 1828  
 Género: *Fistularia* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Fistularia corneta* Gilbert & Starks, 1904  
 Familia: *Syngnathidae* Bonaparte, 1831  
 Subfamilia: *Syngnathinae* Bonaparte, 1831  
 Género: *Syngnathus* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Syngnathus auliscus* (Swain, 1882)  
 Especie: *Syngnathus insulae* Fritzsche, 1980  
 Infraclase: Teleostei  
 Superorden: Elopomorpha  
 Orden: Albuliformes  
 Familia: *Albulidae* Bleeker, 1849  
 Orden: Tetraodontiformes  
 Familia: *Balistidae* Rafinesque, 1810  
 Género: *Balistes* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Balistes polylepis* Steindachner, 1876  
 Género: *Canthidermis* Swainson, 1839  
 Especie: *Canthidermis maculata* (Bloch, 1786)  
 Género: *Sufflamen* Jordan, 1916  
 Especie: *Sufflamen verres* (Gilbert & Starks, 1904)  
 Familia: *Diodontidae* Bonaparte, 1835  
 Género: *Diodon* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758  
 Especie: *Diodon hystrix* Linnaeus, 1758  
 Familia: *Monacanthidae* Nardo, 1843  
 Género: *Aluterus* Cloquet, 1816

Especie: *Aluterus monoceros* (Linnaeus, 1758)

Especie: *Aluterus scriptus* (Osbeck, 1765)

Familia: Tetraodontidae Bonaparte, 1831

Género: *Lagocephalus* Swainson, 1839

Especie: *Lagocephalus lagocephalus* (Linnaeus, 1758)

Familia: Ostraciidae Rafinesque, 1810

Género: *Ostracion* Linnaeus, 1758

Especie: *Ostracion cubicus* Linnaeus, 1758

Clase: Reptilia

Orden: Testudines

Suborden: Cryptodira

Superfamilia: Chelonioidea Baur, 1893

Familia: Cheloniidae Oppel, 1811

Género: *Chelonia* Brongniart, 1800

Especie: *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Subclase: Coleoidea

Superorden: Octopodiformes

Orden: Octopoda

Suborden: Incirrata

Superfamilia: Argonautoidea Cantraine, 1841

Familia: Argonautidae Cantraine, 1841

Género: *Argonauta* Linnaeus, 1758

Especie: *Argonauta argo* Linnaeus, 1758

Superorden: Decapodiformes

Orden: Myopsida

Familia: Loliginidae Lesueur, 1821

Género: *Doryteuthis* Naef, 1912

Especie: *Doryteuthis opalescens* (Berry, 1911)

Orden: Oegopsidae

Familia: Cranchiidae Prosch, 1847

Subfamilia: Cranchiinae Prosch, 1847

Género: *Liocranchia* Pfeffer, 1884

Especie: *Liocranchia reinhardti* (Steenstrup, 1856)

Familia: Onychoteuthidae Gray, 1847

Género: *Onychoteuthis* Lichtenstein, 1818

Especie: *Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817)

Familia: Enoploteuthidae Pfeffer, 1900

Género: *Abraliopsis* Joubin, 1896

Especie: *Abraliopsis affinis* (Pfeffer, 1912)

Familia: Ommastrephidae Steenstrup, 1857

Subfamilia: Ommastrephinae Steenstrup, 1857

Género: *Dosidicus* Steenstrup, 1857

Especie: *Dosidicus gigas* (d'Orbigny [in 1834-1847], 1835)

Género: *Sthenoteuthis* Verrill, 1880

Especie: *Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson [in 1830-1831], 1830)

Familia: Pyroteuthidae Pfeffer, 1912

Género: *Pterygioteuthis* Fischer, 1896

Especie: *Pterygioteuthis giardi* Fischer, 1896