



# **INSTITUTO POLITÉCNICO 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)**

**ESTUDIO DEL CONTENIDO ESTOMACAL DE LA RAYA *Urotrygon  
chilensis* (Günther, 1871) (MYLIOBATIFORMES: UROLOPHIDAE) EN  
EL GOLFO DE TEHUANTEPEC, MÉXICO.**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO  
DE MAESTRO EN CIENCIAS  
PRESENTA**

**BIÓL. MAR. ANA BRICIA GUZMÁN CASTELLANOS**

**DIRECCIÓN**

**Dr. Emilio Martínez Ramírez. CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca.**

**Dr. Felipe Galván Magaña. CICIMAR-IPN Baja California Sur.**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACION Y POSGRADO**

*ACTA DE REVISION DE TESIS*

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez siendo las 13:00 horas del día 11 del mes de mayo del 2010 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del **Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca (CIIDIR-OAXACA)** para examinar la tesis de grado titulada: "Estudio del contenido estomacal de la raya *Urotrygon chilensis* (Günther,1871) (Miliobatiformes: Urolophidae) en el Golfo de Tehuantepec, México"  
Presentada por el alumno:

**Guzmán**

Apellido paterno

**Castellanos**

materno

**Ana Bricia**

nombre(s)

Con registro: 

A	0	8	0	3	6	9
---	---	---	---	---	---	---

aspirante al grado de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES**

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

**LA COMISIÓN REVISORA**  
Directores de tesis

Dr. Emilio Martínez Ramírez

Dr. Felipe Galván Magaña

Dr. Marcelo Ulises García Guerrero

Dr. José Antonio Santos Moreno

Dr. José Luis Chávez Servia

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

  
Dr. Juan Rodríguez Ramírez



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

**CARTA CESION DE DERECHOS**

En la Ciudad de Oaxaca de Juárez el día **11** del mes **mayo** del año **2010**, el (la) que suscribe **Guzmán Castellanos Ana Bricia** alumno (a) del Programa de **MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES** con número de registro **A080369**, adscrito (a) al 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 del Dr. Emilio Martínez Ramírez y Dr. Felipe Galván Magaña y cede los derechos del trabajo titulado: **“Estudio del contenido estomacal de la raya *Urotrygon chilensis* (Günther,1871) (Miliobatiformes: Urolophidae) en el Golfo de Tehuantepec, México”** al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Calle Hornos 1003, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca**, e-mail: [posgradoax@ipn.mx](mailto:posgradoax@ipn.mx) ó [anixcas@gmail.com](mailto:anixcas@gmail.com) Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
**Guzmán Castellanos Ana Bricia**



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

## RESUMEN

### Estudio del Contenido Estomacal de la Raya *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) (Myliobatiformes: Urolophidae) en el Golfo de Tehuantepec, México.

Con el objetivo de contribuir al estudio del contenido estomacal de la raya *Urotrygon chilensis*, se analizaron 260 rayas chilenas capturadas de mayo a agosto de 2008 en el Golfo de Tehuantepec. De estas, 192 estómagos contenían alimento, 100 de hembras de 0.092 a 0.43 mm de longitud total (LT) y 92 de machos de 0.103 a 0.37 mm de LT. De acuerdo al método cualitativo del análisis del tracto digestivo se encontraron: 717 poliquetos de las siguientes familias en orden de importancia: Lumbrinidae, Onuphidae, Nereididae, Phyllodocidae, Polynoidae y Flabelligeridae; 318 crustáceos de los ordenes Mysidae, Amphipoda, Decapada y Stomatopoda; los peces solo estuvieron representados por la familia Bothidae. El método numérico mostró que la población de rayas se alimenta principalmente de poliquetos de las familias Lumbrinidae (32.02%) y Onuphidae (25.36%) y crustáceos de la familia Mysidae (15.34%). El método de frecuencia de ocurrencia indicó que la familia Lumbrinidae de poliquetos fue el grupo presa más importante (21.69%). De acuerdo al método gravimétrico, las familias Onuphidae y Lumbrinidae de poliquetos fueron las presas mejor representadas en peso (29.65% y 26.94% respectivamente). El índice de importancia relativa caracterizó y confirmó que los poliquetos de la familia Lumbrinidae fueron los más representativos (43.45%), aunque su representación en peso no fue significativa. El espectro trófico fue mayor en el intervalo de profundidad de captura de 15 a 32 m. La prueba  $t=0.65$  de Hutchetson mostró que sí existe un traslape trófico significativo en la preferencia alimenticia por sexos. En general la diversidad máxima indicó un espectro trófico diverso, dominado por las familias Lumbrinidae, Mysidae y Onuphidae. De acuerdo al valor de condición, la variación de presas entre sexos indicó que en hembras es más diversa ( $1.13\pm 0.05$ ) que en machos ( $0.77\pm 0.01$ ). La superposición o traslape de dieta entre sexos registró un valor de  $C\lambda=0.89$ , es decir, que el Golfo de Tehuantepec es un área común de alimentación y forrajeo en la que se encuentran consumiendo las mismas presas; se dedujo que la raya chilena es un depredador bentónico especialista, con una dieta dominada principalmente por poliquetos a los que muchas veces los succiona completos.

**Palabras clave:** Pacífico mexicano, raya chilena, hábitos alimenticios.



## ABSTRACT

### **A study of the Stingray *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) (Myliobatiformes: Urolophidae) guts content inhabiting the Gulf of Tehuantepec, Mexico.**

To collaborate with the information of the stingray *Urotrygon chilensis* guts content previously researched. In this study were captured 260 Chileans stingrays during May to August 2008 in the Gulf of Tehuantepec. From these specimens collected 192 stomachs including 100 females from 0.071 to 0.43 mm total length (TL) and 92 males from 0.103 to 0.37 mm TL had food in their stomachs. In according with the qualitative analysis of the digestive tract of the 192 specimens were found 717 different family of polychaetes as following mentioned in a importance order: Lumbrinidae, Onuphidae, Nereididae,, Phyllodocidae, Polynoidae and Flabeligeridae. In addition, it was found 318 crustaceous of the order Mysidae, Amphipoda, Decapoda and Stomatopoda. The fish species found in the guts content was represented by the family Bothidae. The numerical method used in this study allowed finding that the stingray population in the Gulf of Tehuantepec mainly feed on polychaetes belonging to the family Lumbrinidae (32.02%) and Onuphidae (25.36%) and crustaceous belonging to the family Mysidae (15.34%). The occurrence frequency method pointed that the polychaetes belonging to the family Lumbrinidae was the most important group preyed (21.69%). By using the gravimetric method was found that polychaetes belonged to the family Onuphidae and Lumbrinidae were the major prey represented in wet weight (29.65% and 26.94% respectively). The relative importance index confirmed that the specimens of polychaetes of the family Lumbrinidae were the most representatives (43.45%), although they were not statistically significant in the wet weight. The Trophic Spectrum catch value was higher at the depth between 15 to 32 m. The Hutchetson test  $t=0.65$  showed that there is a significant trophic overlap in the feed habits among genders. In general, the maximum diversity showed diverse trophic spectra dominated by the Lumbrinidae, Mysidae and Onuphidae family. In accordance with the value of condition, the prey variation among genders noticed that females are more diverse ( $1.13\pm 0.05$ ) than males ( $0.77\pm 0.01$ ). The diet overlapping among genders recorded a value of  $C\lambda=0.89$ . Thus, the Gulf of Tehuantepec is a common feeding and forage area in which both female and male stindray are consuming the same preys. Then, it is concluded that the Chilean stingray is a benthonic predator specialist, and its diet is predominantly based-on polychaetes which are full sucked in the majority of the occasions by their marauder.

**Key words:** mexican Pacific, Chilean stingray, feeding behaviour.



# ÍNDICE GENERAL

---

	Página
<hr/>	
CAPÍTULO I	
1.1 INTRODUCCIÓN	16
1.1.1 Biología general de los batoideos.	18
1.1.2 Características de la especie en estudio.	
1.1.3 Ubicación taxonómica.	20
1.1.4 Sinonimias encontradas para la especie.	21
1.2 ANTECEDENTES.	22
1.2.1 Antecedentes sobre la ecología trófica en batoideos.	22
1.2.2 Antecedentes reportados para el género <i>Urotrygon</i>	24
1.2.3 Antecedentes de la especie en estudio <i>Urotrygon chilensis</i> .	25
1.3 JUSTIFICACIÓN	28
1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO.	30
1.5 OBJETIVOS.	31
CAPITULO II	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	33
2.2 Captura de rayas.	34
2.3 Trabajo de laboratorio y análisis de datos.	36
2.3.1 Contenido del tracto digestivo.	20
2.4 Análisis cualitativo del contenido del tracto digestivo.	37
2.5 Curva acumulativa de especies.	38
2.6 Análisis cuantitativo del contenido del tracto digestivo.	38
2.7 Índices cuantitativos del contenido del tracto digestivo.	40



2.11 Dimorfismo sexual dentario.	42
2.12 Validación estadística	43
CAPÍTULO III	
3.1 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	45
3.2 Curvas de Acumulación de presas en la población total de <i>U. chilensis</i> .	47
3.3 Análisis cuantitativo del contenido de los tractos digestivos en la población de <i>U. chilensis</i> .	48
3.3.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	50
3.3.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	51
3.4 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de acuerdo al sexo en <i>U. chilensis</i> .	52
3.5 Descripción del análisis cuantitativo de acuerdo al sexo en <i>U. chilensis</i> .	52
3.5.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos de hembras y machos de <i>U. chilensis</i> .	57
3.5.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	57
3.6 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de acuerdo al estado de desarrollo en <i>U. chilensis</i> .	59
3.7 Descripción del análisis cuantitativo de acuerdo al estado de desarrollo en <i>U. chilensis</i> .	59
3.7.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos neonatos, juveniles y adultos de <i>U. chilensis</i> .	64
3.7.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	65
3.8 Descripción del análisis cualitativo y cuantitativo de los componentes alimentarios de acuerdo al mes y profundidad de captura en <i>U. chilensis</i> .	65
3.9 Dimorfismo sexual dentario.	66
CAPÍTULO IV	
DISCUSIONES	
4.1 Categorías alimentarios encontradas.	69
4.2. Número de presas acumuladas.	70
4.3 Discusión cuantitativa del consumo de presas encontradas.	72



---

4.4 Espectro trófico en hembras y machos.	73
4.5 Espectro trófico en neonatos, juveniles y adultos.	74
4.6 Dimorfismo dentario.	76
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES	80
CAPÍTULO VI	
Referencias Bibliográficas	82
CAPÍTULO VII	
Anexos	95



## Lista de tablas

Tabla		Página
1.	Tabla 1 Clasificación taxonómica de los componentes alimentarios de los tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i> .	46
2.	Tabla 2. Número de presas encontradas en 192 tractos digestivos de la población de <i>U. chilensis</i>	47
3.	Composición cuantitativa de los tipos de alimentos en 192 tractos digestivos de la rayas <i>U. chilensis</i> capturadas en el Golfo de Tehuantepec	53
4.	Composición cuantitativa en 100 hembras y 92 machos de <i>U. chilensis</i> capturadas en el Golfo de Tehuantepec	55
5.	Composición cuantitativa en 43 neonatos, 120 juveniles y 29 adultos de <i>U. chilensis</i> capturadas en el Golfo de Tehuantepec	62

## Lista de figuras

Figura		Página
1.	<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1871)	20
2.	Localización geográfica del área de captura de <i>U. chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec, delimitando las cinco subzonas de pesca 91, 92, 93, 94 y 95.	34
3.	Barco camarero, con portalones y red de arrastre	35
4.	Curva de acumulación de presas de 192 tractos digestivos y 11 categorías alimentarias de <i>Urotrygon chilensis</i> capturada en el Golfo de Tehuantepec.	46
5.	Representación porcentual del espectro alimentario en 192 tractos digestivos de la rayas <i>U. chilensis</i> capturada en el Golfo de Tehuantepec	49
6.	Representación porcentual del espectro alimentario en a) 100 hembras y b) 92 machos de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec.	56
7.	Representación porcentual del espectro alimentario a) 43 neonatos y b) 120 juveniles de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec.	63
8.	Representación porcentual del espectro alimentario en adultos de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec.	64
9.	a) Mandíbula superior y b) mandíbula inferior en hembra de la raya chilena <i>U. chilensis</i> . Foto: A. Castellanos.	67
10.	a) Mandíbula superior e inferior en macho adulto, b) mandíbula superior en juveniles y c) mandíbula inferior en la raya chilena <i>U. chilensis</i> .	67
ANEXOS		
1.	a) vista ventral y b) tracto digestivo y glándulas de <i>U. Chilensis</i> capturada en el de Tehuantepec	95
2.	Categorías alimentarias encontrados en el tracto digestivo de <i>U. Chilensis</i> a) poliquetos, b) crustáceos, c) peces y d) muestras de presas en viales de plástico de 0.5m	95
3.	Estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> capturadas en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto	96
4.	Estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> capturados en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto.	96



## RECONOCIMIENTO

Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP-Salina Cruz, Oaxaca) por las facilidades otorgadas para la obtención rayas dentro del proyecto “Derrotero y Red de Estaciones en el Golfo de Tehuantepec” durante el período de veda de camarón comprendido de mayo a agosto de 2008 a cargo del Ecol. Mar. Sebastián Ramos Cruz.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT por la beca otorgada para la realización de la Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales en el Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN), Unidad Oaxaca, por la beca-tesis otorgada para la finalización del presente documento.



## DEDICATORIA

A mi madre Rafaela una hermosa guerrera aferrada a la vida!!!!.

A mi padre Armando el mejor amigo que una hija pueda tener.



## AGRADECIMIENTOS

A mi comité de revisión por cada uno de los desvelos, revisiones, sugerencias al trabajo: Dr. Emilio Martínez Ramírez. Dr. Felipe Galván Magaña. Dr. Marcelo Ulises García Guerrero. Dr. José Antonio Santos Moreno. Dr. José Luis Sánchez Servía y M. en C. Carlos Bonilla Ruz.

Dr. Juan Rodríguez Ramírez, muchas....mil gracias por todo el apoyo durante mi estancia en el CIIDIR.

Dr. Rodolfo Solano de manera muy especial le agradezco su interés y sobre todo su apoyo en mi formación profesional, su ayuda es un gesto que nunca olvidaré y siempre le agradeceré.

Dr. Rolando Bastida de la Universidad del MAR por su increíble ayuda en la identificación de poliquetos, sin usted no lo hubiera logrado.

M. en C. José Francisco Meléndez Cal y Mayor por su ayuda en la traducción del resumen.

Hanz Walters y Ramón Bonfil gracias a ambos por las facilidades otorgadas para la utilización de equipo en el procesamiento de las muestras.

Dr. Felipe Galván gracias mil por su carácter profesional, por su paciencia y sobre todo por su amistad que he aprendido a valorar como un tesoro.

Mtro. Carlos Bonilla no tengo palabras para agradecerle su disposición para solucionar mis dudas en cualquier momento y hora, aún en su año sabático, gracias mil por su profesionalismo desde el inicio de este difícil proceso hasta el final!!

Dr. Antonio Santos ojalá que este mundo profesional tuviera a más personas como usted, gracias por su apoyo incondicional, por su interés por su tiempo y consejos, por ser tan humano, excelente catedrático y AMIGO.

A mis compañeros de la maestría que hicieron mi estancia muy divertida, Viany, Soco, Eugenia, Gary, Mire, Julia, Yuriko, Xelsin, Yahir, Lauro, Rugby, Alejandra, Matín, Yaz y Fernando.

A los chicos de laboratorio por su apoyo en los muestreos y sobre todo por convertirse en la familia sustituta: Eufemia, Gabriel, Dan, Serch y Hermi.

A doña Mary por su maravillosa amistad, a Hipólito y Alicia por todo su apoyo y a cada una de las secretarías del CIIDIR por su orientación y disposición.



A mi Dios en el cuál creo y que me da la oportunidad de vivir!!!

A mi hermosa, única y maravillosa familia por ser mi fuerza, mi luz todo lo maravilloso que yo pueda tener, a todos y a cada uno de mis tíos y primos Guzmán y Castellanos, gracias por no dejarme caer y celebrar la vida con tanta fuerza y energía.

A mis amigos incondicionales qué, a pesar de la distancia y el tiempo siguen a mi lado: Eric Bautista, Mauricio Solano, Yassert Zavaleta, Héctor Hernández, Héctor Nava, Osvaldo Cruz, José Meléndez, Claudia Esquinca, Karen-Gaia, Rosario Ocampo, Daniel Carreño, Santiago Bonfil, Douglas Pliego, Julia Venus, Ángeles Sánchez, Linda Barranco los amo y los atesoro.

Eric, Mau, Flaquito, Karen y Clau son mis ángeles, gracias por tanta luz, por el apoyo, por el amor y la amistad... Yass lo quiero mucho!!!!

Y claro a ustedes mis amigos que comparten mi pasión y de los que aprendo más allá de las palabras Mauricio Hoyos, Marcela Bejarano, Silvia Hinojosa, Jorge Ramírez, Ramón Bonfil, Pilar Parra, José I. Castro gracias por enseñarme andar en este camino tan hermoso y de sacrificios que valen la pena.

A ti Monch por hacer esta etapa de mi vida más enriquecedora y llena de experiencias, te llevaré siempre en mi corazón como un hermoso recuerdo.



# CAPÍTULO I



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 INTRODUCCIÓN.

Los elasmobranquios o peces cartilaginosos han sido ubicados taxonómicamente en la Clase Chondrichthyes que incluye a las subclase *Holocephalii* (quimeras) y *Elasmobranchii* (selacios y batoideos) (Compagno, 1984), en esta última se incluyen a todas las especies de rayas o batoideos, conocidos como peces sierra (orden Pristiformes), rayas guitarra (orden Rhinobatiformes), rajás (orden Rajiformes), rayas eléctricas (orden Torpediniformes) y mantarrayas (orden Myliobatiformes) (Calliet *et al.* 1986; Compagno *et al.*, 1995). Su distribución es extensa abarcando desde las zonas tropicales hasta los continentes árticos y antárticos; pendientes continentales hasta los llanos abisales; aunque la mayor diversidad ocurre principalmente en las zonas cercanas a la costa, bahías, y lagunas costeras poco profundas, ríos y lagos. Son de hábitos bentónicos, salvo algunas excepciones como en la familia Mobulidae y las rayas de espina (*Dasyatis violacea*) que se han reportado preferentemente en la zona epipelágica. Las rayas de la familia Dasyatidae y Potamotrygonidae se distribuyen en agua dulce; mientras que otras de la familia Pristidae son eurihalinas y van del agua dulce al agua de mar (Compagno, 1999; McEachran and Carvalho, 2002). Al igual que los tiburones las rayas comparten estrategias en su historia de vida muy similares, como largos períodos de tiempo para alcanzar su madurez sexual, tasas de fecundidad muy bajas, compleja estructura espacial por tamaños y segregación por sexos, y una estrecha relación stock-reclutamiento (Pratt y Casey, 1990; Bonfil *et al.*, 1993; Bonfil, 1994; Bonfil, 1997). Estas características biológicas determinan



que sus poblaciones no respondan rápidamente a efectos ambientales y antropogénicos adversos. Actualmente las especies de rayas distribuidas en ambientes marinos enfrentan graves problemas de degradación y explotación de su hábitat; mientras que los peces sierra en ambientes eurihalinos han disminuido catastróficamente en muchas áreas durante las últimas cuatro décadas. Y al igual que otros organismos la alta diversidad de especies de elasmobranquios presentes en la captura por pesca no dirigida en las pesquerías de túnidos (sistema de pesca de cerco en el Océano Pacífico y palangre en el Golfo de México), camarón (sistema de pesca de arrastre) y de escama, han llegado a sobrepasar la capacidad de vulnerabilidad de tiburones y rayas, en tanto que presentan largos y lentos periodos de reacción a los efectos de las medidas de ordenación y conservación (Andrew y Pepperell, 1992; Bonfil *et al.*, 1993; Bonfil, 1994; Bonfil, 1997; Hall *et al.*, 2000; Dulvy y Reynolds, 2002). Debido a que los ecosistemas marinos y costeros de México cuentan con una gran diversidad de batoideos en la última década la pesca de mantarrayas y rayas (especies de los géneros *Myliobatidae*, *Rhinopteridae*, *Dasyatidae* y *Rajidae*) ha tomado gran importancia por su constante captura, principalmente en la costa occidental de la península y Golfo de California (Stevens *et al.*, 2000). Sin embargo de acuerdo al Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines de México (PANMCT, 2004) se ha reportado un total desconocimiento de la situación actual de captura que sufren alrededor de 35 especies de batoideos específicamente para la costa de Oaxaca-Chiapas Esta área denominada Golfo de Tehuantepec tiene características fisicoquímicas muy particulares como las surgencias, con altos índices de productividad primaria, que permiten ser el refugio y hábitat idóneo de diferentes organismos incluidas las rayas redondas (Roden, 1961; Robles *et al.*, 1988; Tapia-García *et al.*, 2007).



### 1.1.1 Biología general de los batoideos.

Incluyen una variedad de formas deprimidas, pueden ser en disco, oval o romboidal que a diferencian de los tiburones con quien están más estrechamente vinculados y de cuáles se derivan. El cuerpo se encuentra cubierto por pequeñas (ocasionalmente alargadas) placas placoideas o dentículos dérmicos; muchas especies tienen agrandadas las espinas dorsales (Last y Stevens, 1994; Compagno, 1999; McEachran y Carvalho, 2002; Wetherbee y Cortés. 2004). La cabeza se encuentra unida a las aletas pectorales, tienen ojos y también desarrollan espiráculos generalmente presentes en la superficie dorsal de la cabeza, secundariamente laterales en algunas rayas pelágicas; en pocas rayas eléctricas los ojos llegan a ser vestigiales. La boca y narinas son generalmente ventrales o subterminales en la cabeza, en algunas especies como en las mantarrayas son terminales (Compagno, 1999; McEachran y Carvalho, 2002). La mandíbula superior esta constituida por el cartílago palatoc cuadrado y la mandíbula inferior por el cartílago de Meckel, con pequeños dientes de trituración con los que pueden capturar presas relativamente pequeñas (animales planctónicos e invertebrados bénticos y peces óseos de pequeños a moderados; otros Chondrichthyes y cefalópodos. Los dientes en las mandíbulas se fijan en filas transversales y se substituyen constantemente dentro de la boca; algunas especies tienen éstos lateralmente fusionados para formar placas de dientes. Ninguna raya ha desarrollado dientes grandes como sus parientes los tiburones, y ninguna puede desmembrar vertebrados marinos mayores a su tamaño (Last y Stevens, 1994; Compagno, 1999; McEachran y Carvalho, 2002; Wetherbee y Cortés. 2004). Tienen aletas pectorales alargadas y fusionadas a los lados de la cabeza sobre sus aberturas branquiales. Algunas han desarrollado dos aletas dorsales, en el caso de algunas rayas de espina, torpedo y rajadas pueden presentar de una a dos aletas anales. La cola y la aleta caudal están bien desarrolladas en algunas especies y sirven para desplazar al animal por ondulaciones laterales. En rajadas y rayas de espina la cola y la aleta caudal son variablemente reducidas y pierden su función locomotora;



las aletas pectorales agrandadas permiten que la raya nade por ondulaciones o aleteo dorsoventral. Algunas rayas eléctricas de la familia Torpedinidae utilizan sus órganos eléctricos para perturbar o desorientar a los peces grandes, que los tragan enteros; mientras que los peces sierra matan pequeños peces con sus sierras rostrales y las aspiran adentro con su boca (Compagno, 1999; McEachran y Carvalho, 2002).

Los batoideos maduros tienen las siguientes características morfométricas: varían en longitud total alrededor de 5 a 6 cm, de 10 cm de ancho (rayas enanas de la familia Narkidae), de por lo menos 6.1 m de ancho familia Mobulidae; de 6 m a 7m de largo una sola especie de *Pristis*, de la familia Pristidae y un rango de peso de 10g a 20g y entre 1 a 3 ton. (McEachran y Miyake, 1986; McEachran y Miyake, 1988; Compagno, 1999; McEachran y Aschliman, 2004; Nelson, 2006).

Los machos tienen órganos copulatorios en forma de cilindro, estos están pegados a sus aletas pélvicas, son usados para la fertilización interna de huevos en hembras. Solo la familia Rajidae (que representan cerca del 46% de especies vivas de batoideos) libera huevos que son puestos en el fondo marino, los cuales son cápsulas rectangulares; las demás familias son vivíparas aplacentadas y desarrollan sus embriones en los oviductos de las hembras (Cailliet *et al.*, 1986; Allen y Roberttson, 1994; Fisher *et al.*, 1995; Compagno *et al.*, 1995). Los embriones de las rayas de espina tienden a agotar la yema de su huevo tempranamente durante su desarrollo para subsistir (trofonemas) o la “leche uterina” secretada por el útero de la madre hasta que nacen (Last y Stevens, 1994; Compagno, 1999; McEachran y Carvalho, 2002).

### **1.1.2 Características de la especie en estudio.**

La raya *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) ha sido clasificada dentro del género *Urotrygon* Gill, 1864 de la familia Urolophidae del orden Myliobatiformes (Nishida y Nakaya, 1990). Y aunque se ha discutido y propuesto sobre la ubicación taxonómica de este género para las especies del Pacífico Oriental, para agruparlas dentro de su propia familia, como se ha hecho para los miembros del hemisferio occidental; agrupando a las rayas del género *Urotrygon* dentro de la



familia Urotrygonidae (McEachran y Carvalho, 2002), hasta el momento no se ha publicado alguna revisión y/o información taxonómica contundente al respecto.

*U. chilensis* es conocida como raya chilena pinta o raya redonda pinta (Fig. 1), por tener manchas sobre el disco dorsalmente y un cuerpo aplanado (depresiformes) (Allen y Robertson, 1994). Los ojos y espiráculos se encuentran ubicados en la parte dorsal del organismo, manteniendo una simetría en tamaño. Por los espiráculos y la boca entra el agua que es eliminada por las primeras aberturas branquiales que se encuentran en la parte ventral del organismo, mientras esté en movimiento. Cuando el organismo se encuentra sobre el sustrato sin movimiento, el agua entra por los espiráculos y sale por las narinas para proporcionarle oxígeno. Las rayas de este género carecen de vejiga natatoria, por lo que tienen hábitos bentónicos, permaneciendo en el fondo marino sin movimiento y semienterradas por períodos prolongados de tiempo (McEachran y Miyake, 1988). Es una raya vivípara aplacentada, la cual desarrolla ovocitos dentro de los oviductos y a los embriones en el útero (Fischer *et al.*, 1995). Su distribución se ha reportado desde el Golfo de California hasta la costa de Valparaíso en Chile (Tapia-García y García-Abad, 1998).

### 1.1.3 Ubicación taxonómica (Fisher *et al.*, 1995).

**Phyllum:** Chordata

**Subphyllum:** Vertebrata

**Superclase:** Gnathostomata

**Clase:** Chondrichthyes

**Subclase:** Elasmobranchii

**Orden:** Myliobatiformes

**Familia:** Urolophidae

**Género:** Urotrygon

**Especie:** *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871)



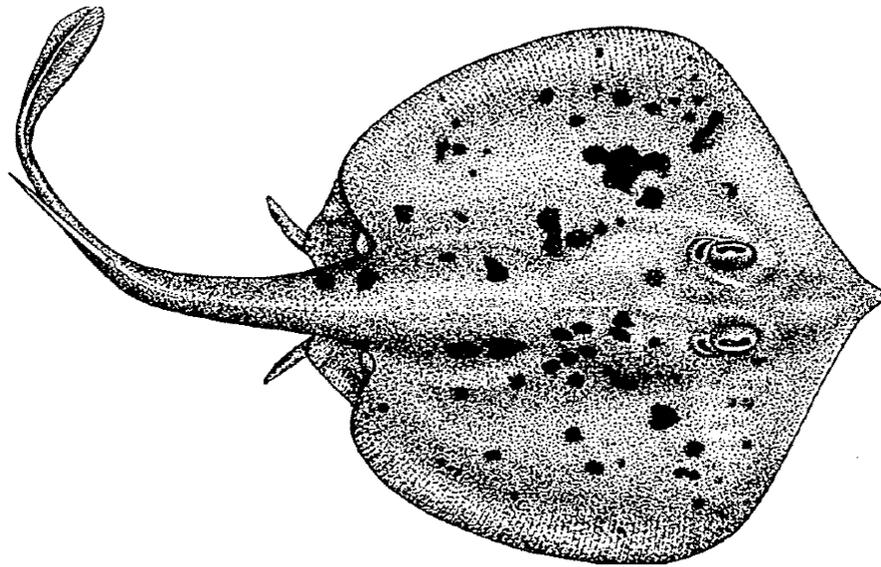


Figura 1. *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) tomado de Fischer *et al.* 1995.

#### 1.1.4 Sinonimias encontradas para la especie.

Las sinonimias encontradas para *U. chilensis* en la Taxonomía de las Rayas de Espina del Género *Urotrygon* (Myliobatiformes: Urolophidae) (McEachran y Miyake, 1986); la Guía para la Identificación de las Especies del Pacífico Centro-Oriental (Fischer *et al.*, 1995); Catálogo Sistemático de las Rayas y Especies Afines de México (Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez., 1996) y la Guía para la Identificación de las Especies del Pacífico Centro-Occidental (Carpenter *et al.*, 1999).

*Urolophus asterias* Jordan & Gilbert, 1882

*Urolophus goodei* Jordan & Bollman, 1890

*Urotrygon caudispinosus* Hildebrand, 1946

*Urotrygon peruanus* Hildebrand, 1946

*Urotrygon serrula* Hildebrand, 1946

## 1.2 ANTECEDENTES.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha participado y apoyado las gestiones de la Norma Oficial Mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca Responsable de Tiburones y Rayas en fomentar el uso sostenible y protección de algunas especies de elasmobranquios como: el tiburón ballena (*Rhincodon typus*), tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), tiburón sierra (*Pristiophorus schroederi*), los peces sierra (*Pristis pectinata*, *P. perotteti* y *P. microdon*) y las mantarrayas gigantes (*Manta birostris*, *Mobula japanica*, *M. thurstoni*, *M. munkiana*, *M. hypostoma* y *M. tarapacana*); ya que esta norma tiene como objetivo contribuir al aprovechamiento sustentable y responsable en la protección de estas y otras especies que son capturadas de manera incidental. Para muchos de los elasmobranquios menores, como los batoideos de tallas muy pequeñas hoy en día, sigue siguen siendo insuficientes las contribuciones en aspectos sobre su filogenia, taxonomía y distribución; pero sobre todo en su ecología, alimentación y abundancia. De acuerdo a Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996. En el litoral mexicano se han descrito e identificado a más de 80 especies de rayas, de estas *Mobula munkiana*, *Myliobatis californica* y *Myliobatis longirostris* son especies que han llegado a ser potencialmente comerciales, obtenidas ya sea por captura dirigida y/o incidental (Villavicencio-Garayzar, 1993 A,B,C).

### 1.2.1 Antecedentes sobre la ecología trófica en batoideos.

A principio de los años 80's del siglo pasado se reconocen las primeras investigaciones a nivel mundial relacionadas con la ecología trófica en las especies de rayas: *Rhinobatos productus* y *Myliobatis californica* en California (Talent, 1982); *Raja clavata*, *R. montagui* y *R. microocellata* en Bahía Carmarthen al sur de Gales (Ajayi, 1982); *Rhinoptera bonasus* en la Bahía inferior



Chesapeake, Estados Unidos (Smith y Merriner, 1985); *Dasyatis marmorata* en Túnez (Capape y Zaouali, 1992); *Dasyatis americana* en las Bahamas (William y Sullivan, 1993); *Myliobatis californica* en la Bahía de Humboldt, California (Gray *et al.*, 1997); *Rioraja agassizzi* y *Psammobatis extenta* en la costa sur-este de Brasil (Muto *et al.*, 2000); *Dipturus chilensis* distribuida en aguas de Uruguay y Chile y alrededor del sur de América (Lucifora *et al.*, 2000); *Dasyatis pastinaca* en Bahía İskenderun en el Mediterraneo (Ismen, 2003); *Narcine brasiliensis* provenientes del Golfo de México y del Museo de Historia Natural de Florida (Dean y Motta, 2004); *Bathyraja macloviana* colectadas en el Atlántico Sudoccidental en un sector de la Plataforma Continental Argentina (Mabragaña *et al.*, 2005); *Potamotrygon falkneri* y *Potamotrygon motoro* procedentes del río Paraná en aguas de Brasil (Pasian *et al.*, 2006); *Raja rhina* en aguas centrales de California (Robinson y Cailliet, 2007).

Las investigaciones relacionadas con la ecología trófica en aguas mexicanas fueron realizadas por Villavicencio-Garayzar (1993 C), quien describe la alimentación, distribución y abundancia de la raya torpedo *Narcine brasiliensis*, procedente de la captura comercial en Bahía Almejas, Baja California Sur. Las costas de los estados de Jalisco y Colima son una misma área de estudio en el que Valadez-González *et al.* (2001) describen la alimentación de la raya *Urobatis halleri*, en las costas de Jalisco y Colima. Las principales presas encontradas para esta especie fueron estomatópodos (*Eurysquilla veleronis* y *Meiosquilla swetti*), anfípodos, decápodos (*Processa peruviana*), brachiuros, portúnidos, poliquetos y peces.

Y por último Valadez-González (2007) contribuye con estudios realizados para once especies de rayas (*Diplobatis ommorata*, *Dasyatis longus*, *Gymnura marmorata*, *Narcine entemedor*, *N. vermiculatus*, *Raja equatorialis*, *Rhinobatos glaucostigma*, *Urotrygon asterias*, *U. rogersi*, *Urobatis halleri* y *Zapterix* sp. Con respecto al Índice de Importancia Relativa (IIR), la dieta de rayas estuvo conformada principalmente por crustáceos (anfípodos, decápodos, estomatópodos, anomuros y braquiuros) y poliquetos; en menor proporción moluscos y peces pequeños.

### 1.2.2 Antecedentes reportados para el género *Urotrygon* Gill, 1864

Sin duda alguna la contribución realizada por Miyake y McEachran (1988) para *Urotrygon nana*, *U. reticulata* y *U. simulatrix*, ha sido de las más significativa, al dar a conocer a estas rayas como tres nuevas especies para el género *Urotrygon*; su investigación estuvo basada en la morfología externa y características merísticas con muestras capturadas en Pacífico Este Tropical. Van Der Heiden y Plascencia (1990) retoman el trabajo de Miyake y McEachran y describen con mayor precisión rangos de extensión geográfica de la raya *U. nana* en el Pacífico Mexicano.

Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) proponen un catálogo sistemático de rayas y especies afines distribuidas en costas mexicanas, retomando los documentos referentes al tema y publicados hasta ese momento, con el fin de tener la mayor cantidad de información posible.

En el mismo año McEachran *et al.* (1996) siguen interesados en el estudio del género *Urotrygon*, al mismo tiempo plantean un estudio sobre las interrelaciones filogenéticas que pueden tener las diferentes especies de rayas y solo de este género. En el año de 1998 los estados de Oaxaca y Chiapas son el objetivo para el estudio pesquero principalmente en para el área del Golfo de Tehuantepec por Tapia-García y Gutiérrez-Díaz (1998), quienes mencionan que las rayas del género *Urotrygon* son componentes muy abundantes en las capturas de la pesca de arrastre de fondo para esa zona.

Un poco más enfocados en la zona de estudio Guzmán-Castellanos en el 2003, presenta una contribución a la biología de la raya *U. nana* como investigación en su proyecto de tesis de licenciatura. Menciona que durante el período de colecta de abril a agosto, se colectaron un total de 588 rayas de esta especie por pesca de arrastre. Así mismo destaca que *U. nana* durante los meses de colecta presentó tres estados de desarrollo: neonato, juvenil y adulto; en el que estado juvenil presentó una segregación por sexos. Esta contribución señala la presencia de un dimorfismo sexual de acuerdo a diferentes caracteres morfométricos presentes en machos y hembras. La longitud total de primera madurez encontrada en este estudio para *U. nana* se dio a



partir de 13.4 cm en machos y 16.6 cm de longitud total en hembras. Se sugiere que las crías nacen de mayo a agosto, con una fecundidad de 1 a 4 embriones por hembra. Así mismo fue notable la presencia de los estados de menor tamaño como neonatos y juveniles cercanos a la costa; contrario a los adultos quienes presentaron una distribución más amplia con respecto a la costa y a mayores profundidades.

Posteriormente Valadez *et al.* (2003) estudian la dieta de *Urotrygon asterias*, reportando que de acuerdo al índice de importancia relativa IIR, el 43.8% de las presas fueron estomatópodos, el 33% decápodos y el 12.9% peces. Así mismo determinaron que esta especie es especialista ya que incide preferencialmente sobre la fauna bentónica.

Mejía-Mercado (2006) aborda los aspectos taxonómicos y biológicos de las rayas del género *Urotrygon* en el Pacífico Colombiano, enfocándose en la descripción morfométrica de las rayas *U. aspidura* y *U. rogersi*.

### **1.2.3 Antecedentes de la especie en estudio *Urotrygon chilensis*.**

Berman y Brooks (1994) hacen una descripción de una nueva especie de cestodo *Escherbothrium molinae* encontrado en la válvula espiral de la raya de espina *U. chilensis* colectada en el Golfo de Nicoya y la costa de Guanacaste en Costa Rica.

Gabriel-Suárez y Amezcua-Linares en 2002 durante el VIII Congreso Nacional de Ictiología, determinan la edad de *U. chilensis* por medio de lecturas de anillos de crecimiento en las vértebras; el crecimiento lo estimaron por medio de la ecuación de Von Bertalanffy registrando 211 machos y 245 hembras que fueron 31 neonatos, 181 juveniles, 69 subadultos, 161 adultos y 14 hembras grávidas. La alimentación la determinaron por medio del Índice de Importancia Relativa el cual mostró en espectro trófico compuesto por camarones (73.02 %), poliquetos (21.18 %) y peces (1.84 %).

Mendoza-Salgado et al., 2003. Describen aspectos biológicos causantes de la mortandad masiva de fauna marina en Bahía Magdalena, BCS., México., de 37 especies varadas de las cuales 24



fueron peces de los cuales la raya *U. chilensis* presento mayor abundancia (65%), 10 aves (27%), 2 mamíferos (5%) y un reptil (3%). La muerte masiva de fauna bentónica fue explicada por eventos de anoxia debido a la eutroficación por actividad humana y consecuente exposición al sulfuro de hidrógeno. Concluyendo que estas muertes en BCS, también han sido asociadas, sin confirmación, a la actividad de la industria salinera en Laguna Ojo de Liebre en 1980 y 1984. Kolbelkowsky en 2006 expuso durante las actividades de la Universidad Autónoma de Nuevo León; la descripción del sistema digestivo de *U. chilensis* encontrando que los dientes son pequeños y numerosos (35 en cada mandíbula), constituyendo placas trituradoras. El tracto digestivo va desde el esófago hasta el ano. El estómago tiene una superficie interna, con surcos longitudinales y ocupa el lado izquierdo de la cavidad visceral en forma de U, con una porción cardiaca y otra pilórica, entre los cuales se ubica el bazo. El intestino es largo en forma de espiral, el recto muestra una serie de pliegues y la glándula rectal se ubica entre el intestino valvular y el estómago. El ano se abre a la cloaca que es longitudinal y está localizada en la región ventral.

Mejía-Falla *et al.* (2007) realizaron una revisión de 63 especies de tiburones y 58 de rayas a través de fotografías, videos, referencias bibliográficas y registros de colecciones nacionales e internacionales; detallando una lista de todas las especies registradas en aguas marinas y continentales de Colombia así como sugerencias taxonómicas de algunos taxones del grupo en el que se encuentra la raya chilena *U. chilensis*.

Como proyecto de investigación en tesis de maestría Castellanos Cendales (2009) determinó los hábitos alimenticios de las especies de rayas *Urobatis halleri* y *Urotrygon chilensis* (Urolophidae) capturadas en los sistemas estuarinos de Santa María-La Reforma y Teacapán (Sinaloa-México). Obteniendo 161 organismos de los cuales 102 pertenecieron a la especie *U. halleri* (45 hembras y 57 machos), encontrándose la mayoría de estos dentro de un intervalo de talla de 18.1-22 cm de longitud total y 6-13 cm de amplitud de disco. De la especie *U. chilensis* se



capturaron 59 organismos (24 hembras y 35 machos), que presentaron en su mayoría una longitud total de 18.1-21 cm y una amplitud de disco dentro del intervalo de 8-11 cm. Las dos especies de rayas presentaron una dieta relativamente similar basada principalmente en pequeños crustáceos y poliquetos; sus dietas estuvieron representadas por al menos 15 componentes para *U. halleri*, de los cuales los cladóceros y los poliquetos representaron más del 50%. Las categorías alimentarias de preferencia para esta especie fueron poliquetos, cladóceros, anfípodos, isópodos, peneídos y misidáceos para *U. chilensis* fueron anfípodos, cladóceros y copépodos. En general las dos especies de rayas mostraron ser depredadoras oportunistas que consumen la categoría alimentaria más disponible en su área de forrajeo, que es el bentos.



### 1.3 JUSTIFICACIÓN.

Clarke (1988) y Trasviña (1991) han propuesto para el golfo de Tehuantepec una época de secas de octubre a noviembre y una época de lluvia de abril a mayo; en la primera época se presentan los vientos llamados "Nortes" que provienen del Golfo de México; en el propio Istmo de Tehuantepec se originan vientos más intensos que reciben el nombre de "Tehuanos o Tehuantepecanos", los cuales al atravesar la región, se intensifican provocando frentes oceánicos y surgencias en un área no mayor a los 200 km<sup>2</sup> (Barton, 1993; Ortega-García *et al.*, 2000). Esta particularidad hace al Golfo de Tehuantepec una zona de gran importancia para mantener pesquerías como la del atún aleta amarilla, barrilete y camarón entre otras, debido a los altos niveles de productividad primaria (Trasviña, 1991; Barton, 1993; Steenburgh *et al.*, 1998). La pesca de camarón es monoespecífica, es decir, el objetivo de la pesca es obtener las diferentes especies de camarón distribuidas en esta zona que son: el camarón café *Penaeus (Farfantepenaeus) californiensis*, el camarón rojo *Penaeus (Farfantepenaeus) brevisrostri*, el camarón blanco *Penaeus (Litopenaeus) vannamei* y el camarón azul *Penaeus (Litopenaeus) stylirostris* (Hendrickx, 1995). Sin embargo, la técnica de pesca es multiespecífica ya que la red de arrastre que se utiliza en esta pesquería no solo captura la especie objetivo, sino a comunidades enteras de organismos, a las que se denomina "fauna de acompañamiento" (Andrew y Pepperell, 1992). La raya *U. chilensis* fue obtenida como parte de la fauna acompañante en la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de Tehuantepec, y a pesar de que a sido reportada como especie abundante en este tipo pesca, hasta el momento el conocimiento acerca de su biología y ecología es mínimo, para permitir una aseveración del estado actual en el que se encuentran sus poblaciones y su hábitat.

La Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO por sus siglas en ingles) reporta que las capturas mundiales de peces cartilagosos en períodos de diez años han sido de 730 000 t, e indica que este número de capturas tiende a incrementar; de éstas solo algunas especies de rayas de espina y peces sierra han requerido protección bajo acuerdos internacionales, incluyendo la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES por sus siglas en inglés), para ayudar a disminuir la tendencia actual de captura. En la captura de peces batoideos el número de familias, géneros y especies es preocupante hoy en día, sobre todo porque en su mayoría requieren estudios taxonómicos adicionales; cuando llegan a ser endémicas la gama de ellas se ha reducido, al punto de encontrar algunos especímenes solo en colecciones de museos de Historia Natural. Así el proponer el aporte en el estudio de alimentación de acuerdo a los componentes tróficos de de la raya *U. chilensis* que proviene de una captura incidental y de la cual se tiene un desconocimiento; se pretende generar información biológica inédita y valiosa sobre los tipos de alimentos, preferencia alimenticia; el papel que pueden estar desempeñando estos organismos en su ecosistema, el tipo de organismos bentónicos que se distribuyen en la misma área y si los depredadores se están alimentando de presas de comunidades similares o distintas (Krebs, 1985; Castillo-Geniz 1992; Amundsen *et al.*, 1996; Cortés, 1997; Castillo-Geniz *et al.*, 2002). Identificar especies, dónde están y cuántas son cruciales para entender la dinámica y la estabilidad de una cadena alimenticia en cualquier hábitat.



## 1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO.

Dado que hasta el momento el conocimiento acerca de la biología trófica de la raya chilena *Urotrygon chilensis* distribuida en el Golfo de Tehuantepec, es insuficiente, se esperan probar los siguientes supuestos:

1.4.1 De acuerdo a la contribución en hábitos alimenticios, la mayoría de elasmobranquios han presentado importantes estados de desarrollo (neonato, juvenil y adulto), por lo que se espera poder registrar los mismos estados de desarrollo para la raya chilena y contribuir a su descripción alimenticia.

1.4.2 La biología del género los describe como organismos de hábitos bentónicos, por lo que se espera que la población de la raya chilena del Golfo de Tehuantepec se esté alimentando de invertebrados del bentos y que presente un cambio en la alimentación intraespecífica de acuerdo a la profundidad de captura y meses de muestreo.

1.4.3 Así mismo se espera que la alimentación presente variación entre los estados de desarrollo y sexos (machos y hembras).

1.4.4 De acuerdo con el dimorfismo sexual reportado para batoideos, se pretende poder describir aquellas características morfológicas que diferencian a los machos y hembras, con base en la forma y la cantidad de dientes en cada mandíbula de la raya chilena.



## 1.5 OBJETIVOS.

### 1.5.1 General.

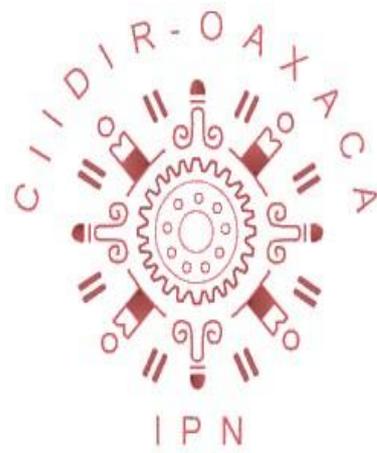
Describir la alimentación de la raya *Urotrygon chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec, Oaxaca y su variación en espacio (profundidad de captura, sexo y estados de desarrollo) y tiempo (mes de colecta), a través del análisis del contenido del tracto digestivo. Y establecer el dimorfismo sexual entre machos y hembras, por medio de sus diferencias dentarias.

### 1.5.2 Particulares.

- Establecer cualitativa y cuantitativamente los tipos de alimentos de la población de la raya chilena.
- Determinar cualitativa y cuantitativamente los componentes de la alimentación de la raya chilena por estados de desarrollo y sexos.
- Evaluar cualitativa y cuantitativamente las diferencias en la alimentación entre individuos capturados a diferente profundidad y meses de captura.
- Determinar hasta donde sea posible si esta especie de raya es un depredador generalista o especialista.
- Describir las diferencias dentarias entre los sexos de la raya chilena.



# CAPÍTULO II



## CAPÍTULO II

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El Golfo de Tehuantepec, el Golfo del Papagayo y el Domo de Costa Rica se consideran las tres zonas del Pacífico Oriental Tropical, más importantes con altos niveles de productividad primaria (Tapia-García *et al.*, 2007). La extensión descrita para el Golfo de Tehuantepec es de 125,000 km<sup>2</sup>; delimitada al sur por los 12° de latitud norte por la costa mexicana (entre Puerto Ángel, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas), al este por el meridiano de los 92° y al oeste por el meridiano 97°. Para esta área la temperatura promedio anual del agua superficial es de 25 a 30°C y un valor anual promedio de salinidad de 34.5 ppm (Gallegos y Barberán, 1998). Al final del período de secas, se presentan los ya descritos “Nortes” que al intensificarse inducen a la formación de frentes oceánicos en la parte suroeste y de surgencias por el lado sureste (Ortega-García *et al.*, 2000; Roden, 1961; Stumpf, 1975); permitiendo que las aguas tropicales del Golfo de Tehuantepec alberguen a una gran diversidad y cantidad de organismos, comparadas con las aguas de zonas templadas (Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985). Esta productividad alta se mantiene a lo largo del año, en donde se desarrollan los procesos biológicos de desove, crianza y alimentación de diversas especies de las comunidades marinas (Ortega-García *et al.*, 2000). La región a partir del Puerto de Salina Cruz, Oax., a Puerto en Puerto Madero, Chiapas comprende la mayor parte del Golfo de Tehuantepec. De acuerdo al Instituto Nacional de Pesca, esta área del Pacífico es considerada como la zona de pesca número 90, en donde se realiza la pesca de

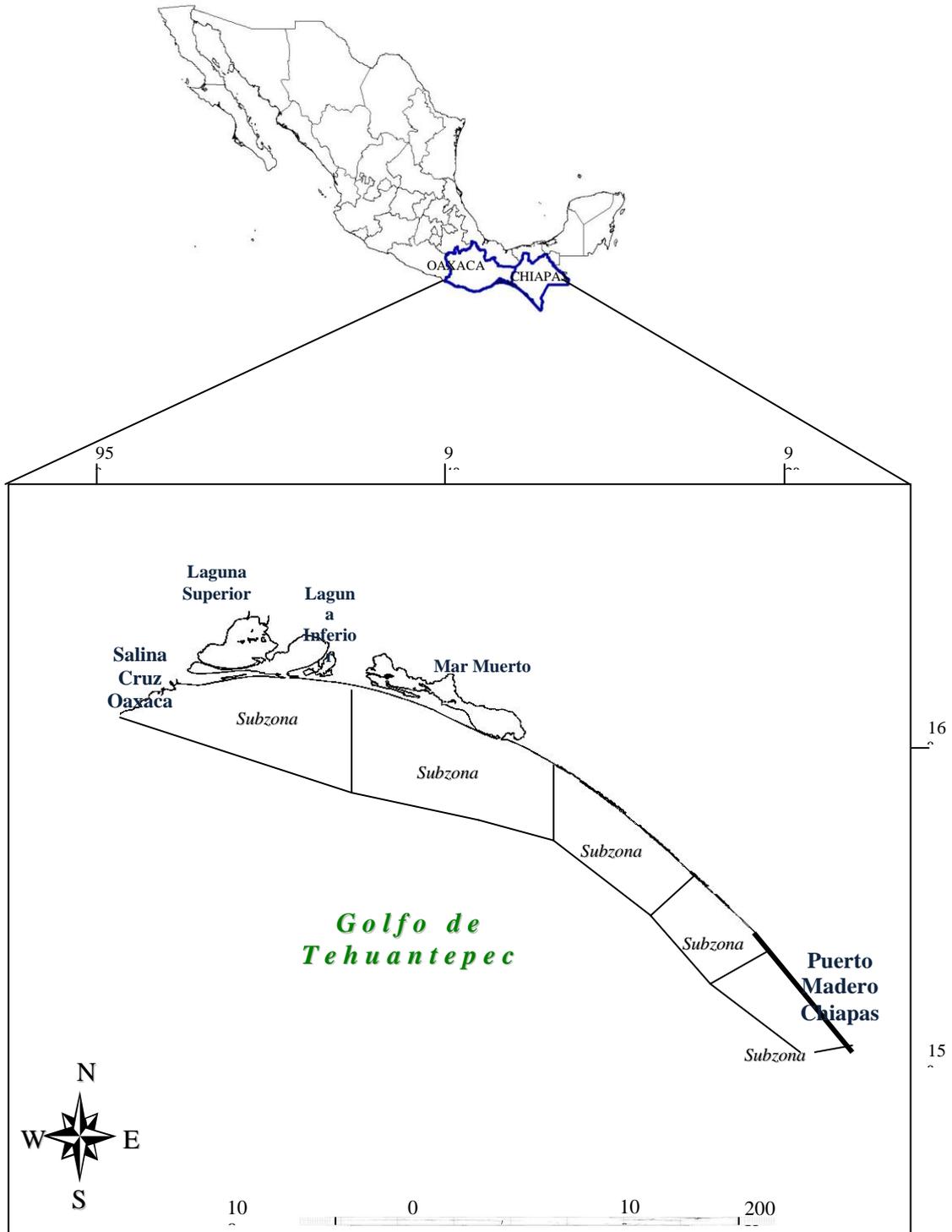
arrastre de camarón; que a su vez se subdivide en cinco subzonas que son la 91, 92, 93, 94 y 95 (Fig. 2).

## 2.2 Captura de rayas.

La colecta de la raya *U. chilensis* se realizó a bordo de un barco camaronero del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de Salina Cruz, Oaxaca., dentro del período de prospección y veda de camarón 2008 (de abril a agosto en altamar). Los muestreos se realizaron a diferentes profundidades (13 m a 53 m), divididos en cuatro campañas de muestreo. La primera campaña debió corresponder al mes de abril, sin embargo esta no se pudo realizar, debido a las inclemencias del tiempo que impidieron la salida de la flota camaronera en el área de estudio; por lo que la primera campaña comprendió del 18 de mayo al primero de junio, la segunda del 16 al 30 de junio, una tercera del 16 al 30 de julio y la última campaña fue del 15 al 29 de agosto. Se observó que la embarcación utilizada para la pesca de camarón, estuvo provista de una manga (ancho) de 6 m, una eslora (longitud) aproximadamente de 15 a 30 m y con un motor de 200 a 350 caballos de fuerza Hp. Ésta también utilizó una red de arrastre de fondo multiespecífica, la cual se maneja por un aparejo doble, colocado en cada extremo de la boca de dicha red. La función de este aparejo fue hacer resistencia contra el agua, asegurando con ello que la boca de la red se mantuviera abierta durante la maniobra. Al mismo tiempo una cadena de fierro cuelga de entre las tablas del aparejo y en el borde inferior de dicha boca para asegurar que la red este en el fondo al momento del arrastre (Fig. 3) (Andrew y Pepperell, 1992). Una vez que se obtuvo la captura, en cubierta se separo primero el camarón, posteriormente se tomo aleatoriamente el 10% de la fauna de acompañamiento (todas aquellas especies de organismos que no fueron camarón) y se separaron rayas que se encontraron muertas por asfixia o muy lastimadas por la propia red y maniobra de pesca, regresando a todos los demás organismos al mar. Las muestras de rayas se colocaron en costales de polietileno, a las que se les agrego una etiqueta, con el número de estación y la subzona de pesca, llevándolas



posteriormente al congelador del barco, el cual se mantuvo a una temperatura aproximada del -10°C para evitar la descomposición de la captura.



**Figura 2.** Localización geográfica del área de captura de *U. chilensis* en el Golfo de Tehuantepec, delimitando las cinco subzonas de pesca 91, 92, 93, 94 y 95.

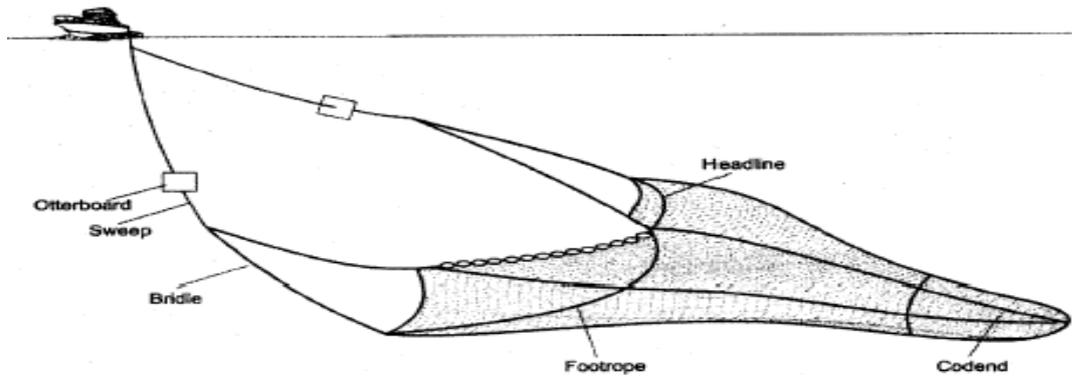


Figura 3. Barco camaronero, con portalones y red de arrastre, tomado de Kumar y Deepthi (2006).

### 2.3 Trabajo de laboratorio y análisis de datos.

Las muestras obtenidas de rayas se trabajaron en el laboratorio de Acuicultura del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN). A cada raya se le inyectó una solución de formol al 10% en la parte ventral y dorsal del cuerpo, con la ayuda de una jeringa de 1ml; este procedimiento se realizó con el fin de fijar los tejidos y evitar la descomposición de los órganos internos. Una vez fijadas las muestras de diferentes especies de rayas, se les etiquetó y se preservaron en formol al 10% en frascos de plástico con capacidad de 1 L de capacidad. Al término de una semana se realizó un cambio de conservante, de formol al 10% a alcohol etílico no comercial rebajado al 70%; y se determinaron taxonómicamente, utilizando la Guía para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental de Compagno et al. (1995) y Fischer et al. (1995), el Catálogo Sistemático de las Rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoidei: Batoidei) Castro-Aguirre y Espinoza-Pérez (1996), el apartado de identificación de las interrelaciones de los peces batoideos (Chondrichthyes: Batoidea) McEachran et al. (1996) y la clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes, Batoidea) (Lamilla y Sáez, 2003). Finalmente las muestras curadas de las rayas fueron ingresadas formalmente a la Colección de Peces Continentales del CIIDIR OAXACA IPN con registro ante SEMARNAT N° OAX-PEC-122-0302.

Cada individuo capturado se clasificó por sexo y estado de desarrollo: a) neonatos, aquellos organismos de vida libre y con vestigios de vitelo en la parte ventral (Castro, 1993) y coloración característica de la especie; b) juveniles, los cuales carecen de vitelo y son sexualmente inmaduros machos con mixopterigios sin calcificar y hembras con gónadas indiferenciadas (Pratt y Otake, 1990); c) adultos sexualmente maduros, machos con mixopterigios calcificados (Clark y Von Schmidt, 1965) y hembras con ovocitos maduros en el ovario, huevos y/o embriones en el oviducto (Springer, 1967; Pratt, 1979).

### **2.3.1 Contenido del tracto digestivo.**

Los estómagos de cada individuo se diseccionaron, realizando un corte ventral a partir del final de las aberturas branquiales hasta el ano; se obtuvo el esófago, estómago e intestino que constituyeron el tracto digestivo (Fig. 1 Anexo), el cuál se preservó en una solución de formaldehído al 10% y etiqueto debidamente en viales de vidrio de 10 ml. Posteriormente este contenido se vació en cajas petri de vidrio, separando arbitrariamente cada ítem o tipo de alimento, con la ayuda de un estéreo-microscopio marca Zeizz, pinzas de disección, portaobjetos, agujas de disección, pinceles, pisetas y viales de vidrio de 10 ml, hojas de registro y una cámara fotográfica marca Sony modelo Cyber-shot. Estas muestras se preservaron en formaldehído al 4% en viales de plástico de 0.5ml para la correcta identificación de los ítems encontrados (Fig. 2 Anexo).

### **2.4 Análisis cualitativo del contenido del tracto digestivo.**

La identificación taxonómica de los componentes alimenticios del tracto digestivo de cada raya se llevó acabo hasta la categoría taxonómica mínima que fue posible llegar; que dependió del estado de digestión de los organismos encontrados en los estómagos, asesoría de taxónomos y la experiencia en la determinación de los diferentes grupos taxonómicos. La bibliografía utilizada para este fin fue especializada en invertebrados marinos (principalmente bentos): Garth y

Stephenson (1966), Brusca (1980), Rodríguez de la Cruz (1987), Hendrickx y Salgado-Barragán (1991), Fischer *et al.* (1995) y Hendrickx (1996, 1997). Para la determinación de crustáceos: Hartman (1950), Fauchland (1977), Salazar-Vallejo *et al.* (1988) y De León-González (1994). Y finalmente para la determinación de poliquetos y los peces encontrados se utilizaron las claves Castro-Aguirre (1978) y Allen y Robertson (1994).

## **2.5 Curva acumulativa de especies.**

Una curva acumulativa de especies describe la relación entre el esfuerzo de colecta (tractos digestivos) y la riqueza de especies (componentes alimentarios) que determinan en este caso, que entre más tractos de *U. chilensis* se analicen, mayor será el número de especies presa acumuladas. Los límites para determinar si el esfuerzo ha sido suficiente es arbitrario, por lo que se recomienda calcular la proporción muestreada del total, dividiendo el número de presa observado por el predicho por la asíntota. Al graficar los datos obtenidos aparecerá en el eje X el número de tractos digestivos analizados contra el número acumulado de presas en el eje Y. De acuerdo a lo propuesto por Bizzarro *et al.* (2006) al identificar un número menor de cuatro presas, se consideró una frecuencia de aparición baja; y de mayor frecuencia de aparición, con más de cuatro presas identificadas y cuando el número de presas alcanzó la asíntota, se consideró que el tamaño de muestra fue suficiente para describir la composición de la dieta. Es importante tener en cuenta en qué orden se ingresan las nuevas presas, pues esto define la forma de la curva y por lo tanto los resultados de interpretación (Ferry *et al.*, 1996).

## **2.6 Análisis cuantitativo del contenido del tracto digestivo.**

El método cuantitativo se realizó con el objetivo de tomar en cuenta los grupos alimentarios taxonómicos y el número de presas encontrado, agrupando al método numérico (%N), el cual registra el número de organismos de cada tipo de alimento (grupo taxonómico) encontrado en los estómagos de cada raya (Hyslop 1980). El valor total se expresó como una proporción, con la

siguiente fórmula: **%N** = Número de organismos presa de un grupo taxonómico dividido entre el número total de organismos presa de todos los grupos taxonómicos, multiplicado por 100 (Pinkas *et al.*, 1971; Cailliet *et al.*, 1986).

Se utilizó también el método de frecuencia de ocurrencia ó de aparición (**%FO**) con el propósito de registrar el número de estómagos analizados en los que una presa estuvo presente, lo obtenido se expreso en porcentaje (Cailliet *et al.*, 1986), mediante la siguiente fórmula:

$$\%FO = n / N (100)$$

Donde:

**n** = es el número de veces en donde se encontró una determinada presa.

**N** = número total de estómagos examinados con alimento.

Complementariamente el método gravimétrico (**%P**), registro el peso por presa encontrada obteniendo un peso total al sumar cada uno de los pesos individuales, y se expreso en porcentaje para cada categoría alimentaria (Hyslop 1980; Rosecchi y Nouaze, 1987), mediante la siguiente fórmula:

$$\%P = p_j / P_j * 100$$

Donde:

**P** = es el índice de importancia gravimétrica.

**p<sub>j</sub>** = es el peso de todos los organismos presa de una categoría alimentaria.

**P<sub>j</sub>** = es el peso total de organismos presa en el contenido alimenticio de todos los estómagos analizados.

Para incorporar el método numérico, gravimétrico y frecuencia de ocurrencia, se utilizó el Índice de Importancia Relativa (**IIR**) (Pinkas *et al.*, 1971), usando la modificación propuesta por Stevens *et al.* (1982) que cambia el volumen por el peso estimado de alimento. Este índice permitió valorar la importancia de cada tipo de alimento, pues evita la subestimación de presas registradas, el cual se calculo como:

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



Donde:

**N** = porcentaje numérico de presas encontradas en los estómagos.

**W** = porcentaje gravimétrico.

**FO** = porcentaje de frecuencia de ocurrencia.

## 2.7 Índices cuantitativos del contenido del tracto digestivo.

La descripción de la diversidad de presas encontradas en los contenidos estomacales se hizo para la población de esta especie, estableciendo una variación espacial (profundidad de captura, sexo y estados de desarrollo) y temporal (mes de colecta) mediante la riqueza de especies (S), el índice de Shannon-Wiener, la amplitud de la dieta mediante el índice estandarizado de Levin y el traslape entre los tipos de alimentos mediante el índice de Morisita-Horn.

## 2.8 Riqueza de especies (S) y el Índice de Shannon-Wiener (H').

Esta fue utilizada para medir la diversidad en número de presas encontradas, ítems o componentes alimentarios en los tractos digestivos. Shannon-Wiener asume que los organismos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. En caso de existir una sola especie, toma valores de cero; y cuando han estado representadas todas las especies por el mismo número de individuos, toma el logaritmo (S) (Magurran, 1988). El objetivo de este índice es comparar un aprovechamiento especializado o generalizado de los depredadores por algún tipo de presa, mediante la siguiente fórmula (Shannon-Wiener, 1963):

$$H' = - \sum_{i=1}^t (p_i) \log (p_i)$$

Donde:

**H'** = índice de diversidad de Shannon-Wiener.

**p<sub>i</sub>** = proporción de aparición de cada una de las presas.

La diferencia entre los valores de diversidad fueron probadas con la prueba *t* de Hutchetson (1970):

$$t = \frac{H_1 - H_2}{\sqrt{\text{Var}H_1 + \text{Var}H_2}}$$



Donde:

$H'$  = diversidad de la muestra.

$Var H'$  = varianza.

$p_i$  = proporción de aparición de cada una de las presas  $i$  en la muestra.

$S$  = número total de especies de presas en la comunidad.

Se obtuvo el valor de  $t$  para comparar la diferencia entre índices y posteriormente se calcularon los grados de libertad.



Donde:

$N$  = número total de presas identificadas por individuo.

**2.9 Índice de Levin ( $B_i$ )** la amplitud de la dieta en la raya *U. chilensis* se calculó mediante el índice estandarizado de Levin ( $B_i$ ) (Hurlbert, 1978; Krebs, 1985), este índice asume valores de 0 a 1; menores a 0.6 indica que la dieta está dominada por pocas presas, y entonces se puede asumir que durante los meses de muestreo, la raya chilena utilizó sus recursos alimenticios al mínimo y presentó una preferencia por ciertas presas en su área de forrajeo o distribución; cuando los valores fueron cercanos a uno ( $>0.6$ ), el espectro trófico del depredador fue generalista, significa que utilizó los recursos alimenticios al máximo sin ninguna preferencia o selección por alguna presa en particular (Krebs, 1989). La fórmula utilizada fue:

$$B_i = 1 / \left[ n - 1 * \left( \left( 1 / \sum P_{ij}^2 \right) - 1 \right) \right]$$

Donde:

$B_i$  = es el índice de Levin para el depredador  $i$

$P_{ij}$  = es la proporción de la dieta del depredador  $i$  que utiliza la presa  $j$

$n$  = es el número de categorías de las presas.

## 2.10 Índice de Morisita-Horn.

Este índice se aplicó al método numérico del análisis del contenido del tracto digestivo, con el objetivo de deducir el traslape entre los tipos de alimentos de los estados de desarrollo y sexos (Smith y Zaret 1982) mediante la fórmula:

$$C\lambda = 2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{yi}) / \left[ \sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2 \right]$$

Donde:

**Cλ** = índice de Morisita–Horn traslape entre el depredador x y el depredador y.

**P<sub>xi</sub>**= proporción de presas *i* del total de presas consumidas por el depredador x.

**P<sub>yi</sub>**= proporción de presa *i* del total de presas consumidas por el depredador y.

**n**= número total de presas.

Este índice oscila entre 0 (cuando las dietas son diferentes entre los grupos alimentarios) y uno (cuando las dietas son idénticas, se encuentran en sobreposición) (Davis y Smith 2001); valores mayores a 0.6 indican traslapamiento alto en la dieta, con valores de 0.3 a 0.59 indican una sobreposición baja y valores menores a estos que no existe sobreposición alguna (Langton 1982).

### 2.11 Dimorfismo sexual dentario.

Considerando que la pérdida, el reemplazo continuo de dientes y la diversidad dentaria es una característica de acuerdo a la especie de elasmobranquio; de manera macroscópica con la ayuda de un microscopio estereoscópico marca Zeiss se contó el número de dientes presentes en cada mandíbula, se describió el número de hileras y la forma dentaria en machos y hembras de *U. chilensis*, con el propósito de identificar diferencias entre ambos sexos. Si entre sexos se presentó diferencia en la forma, hileras de dientes en cada mandíbula y varió el número de dietes, significó que si existe un dimorfismo dentario y que puede estar relacionado con la diversidad de presas encontradas en los tractos digestivos.

### 2.12 Validación estadística

Se probaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad para los análisis de comparación entre los tipos de alimentos para la población total encontrada de rayas; así como de la variación en espacio (profundidad de captura) y tiempo (mes de colecta) (MANOVA) a través del análisis de los residuales (Hair *et al.* 1999) a un nivel de confianza de 95%, al encontrar diferencias



significativas en los diversos componentes alimenticios o entre los grupos de comparación se aplicó una prueba del Análisis de la Varianza (ANOVA) para identificar él o los componentes alimenticios en donde existen tales diferencias; todos los análisis estadísticos se realizaron a un nivel de confianza del 95% utilizando el programa Statistica *StatSoft* versión 7.

Los resultados obtenidos mostraron que los datos no fueron distribuidos normalmente y la variación en espacio y tiempo de acuerdo a los objetivos fueron estadísticamente diferentes por lo que se decidió a utilizar estadística no paramétrica.

Para evaluar la variación del consumo de alimento de acuerdo al número y a la frecuencia de ocurrencia de las categorías alimentarias en *U. chilensis* se utilizó el análisis de contingencia mediante el estadístico Chi-cuadrado (Zar, 1996).

$$X^2 = \frac{\sum (f - F)^2}{F}$$

Donde:

$X^2$  = Estadístico de Chi-cuadrado

$f$  = frecuencia observada

$F$  = frecuencia esperada

En el caso de encontrar diferencias significativas en el consumo de alimento se aplicaron análisis posteriores, eliminando la fuente principal de variabilidad (Cortés, 1997).

Los datos de acuerdo al sexo, estados de desarrollo y peso de los tractos digestivos fueron contrastados por profundidad de captura y mes de muestro se aplicando una prueba de kruskal-Wallis (Zar, 1996).

$$H = \frac{12 \sum_{i=1}^k ni(\bar{R}_i - \bar{R})^2}{N(N+1)}$$

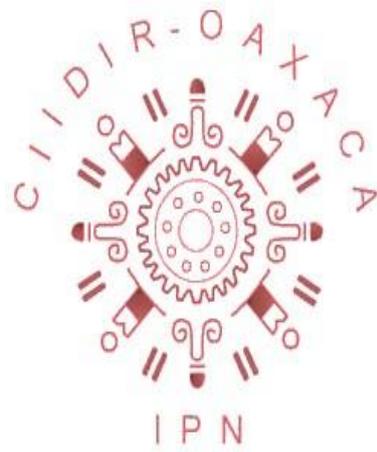
Donde:

$H$  = Estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis

$ni$  = Número de observaciones en el grupo  $i$

$Ri$  = Promedio de todos los rangos, dado explícitamente por  $(N+1) / 2$

# CAPÍTULO III



## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 3.1 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de la población de *U.*

##### *chilensis.*

Se examinaron un total de 260 tractos digestivos de la raya chilena *Urotrygon chilensis*, proveniente de la pesca de arrastre en el Golfo de Tehuantepec, de mayo a agosto de 2008; 192 de estos tractos contenían alimento y 68 se encontraron vacíos. En los tractos con alimento se identificaron 508 presas, de las cuales: 267 correspondieron a gusanos poliquetos (68.88%) de 3 órdenes, 6 familias Lumbrinidae (32.18%), Onuphidae (23.73%), Nereididae (5.76%), Phyllodocidae (3.46%), Polynoidae (2.31%) y Flabelligeridae (1.44%); seguidos por 265 crustáceos (30.55%) de 4 órdenes, 3 familias y una especie (*Squilla hancocki*), de los ordenes Myside (19.50%), Amphipoda (7.88 %), Decapoda (2.50%) y Stomatopoda (0.67%); y finalmente 6 peces de la familia Bothidae (0.58%) que correspondieron a la especie *Bothus leopardinus*, conocidos como peces lenguados (Tabla 1 y 2).

Tabla 1 Clasificación taxonómica de los componentes alimentarios de los tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.

Phylum	Sub Phylum	Clase	Orden	Familia	Género	Especie			
Arthropoda	Crustácea	Malacostráca	Amphipoda						
				Decapoda	Penaeidae				
				Myside	Mysidae				
				Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla</i>	<i>Squilla hancocki</i>		
			Annelida	Polychaeta	Eunicida	Lumbrinidae	<i>Ninoe</i>	sp	
						Phyllodocida	Onuphidae		
							Nereididae		
							Phyllodocidae		
							Polynoidae		
						Flabelligerida	Flabelligerida	<i>Piromis</i>	sp
Chordata	Vertebrata	Actinopterygi	Pleuronectiformes	Bothidae	<i>Bothus</i>	<i>Bothus leopardinus</i>			

Tabla 2. Número de presas encontradas en 192 tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.

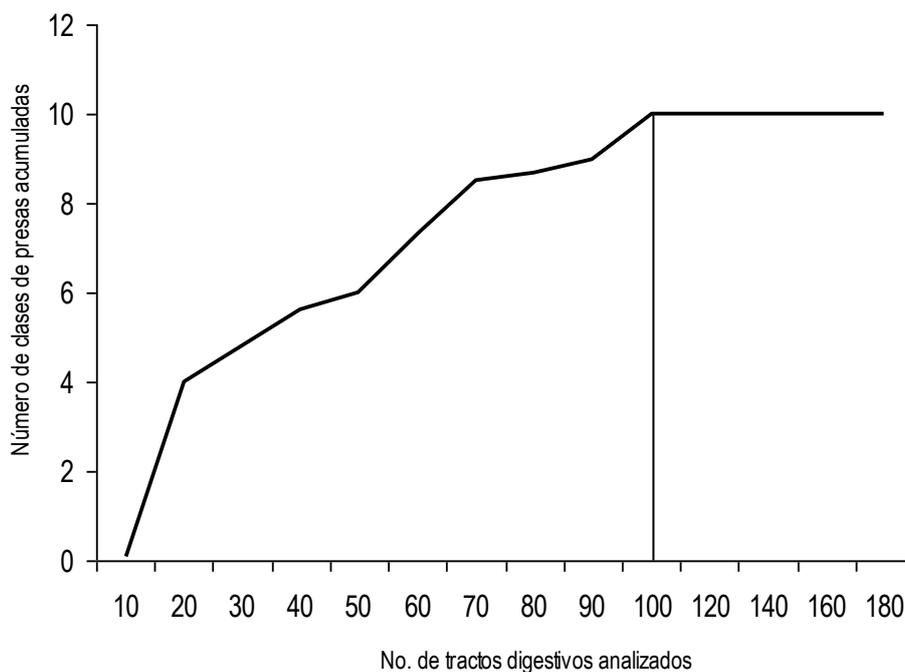
COMPONENTE ALIMENTICIO	TOTAL	%
O. Amphipoda	82	7.88
F. Penaeidae	26	2.50
F. Mysidae	203	19.50
<i>Squilla hancocki</i>	7	0.67
<b>Total crustáceos</b>	<b>318</b>	<b>30.55</b>
<i>Ninoe</i> sp	335	32.18
F. Onuphidae	247	23.73
F. Nereididae	60	5.76
F. Phyllodocidae	36	3.46
F. Polynoidae	24	2.31
F. Flabelligeridae	15	1.44
<b>Total poliquetos</b>	<b>717</b>	<b>68.88</b>
<i>Bothus leopardinus</i>	6	0.58
<b>Total peces</b>	<b>6</b>	<b>0.58</b>
<b>Total presas encontradas</b>	<b>1041</b>	<b>100.00</b>

O= Orden F= Familia



### 3.2 Curvas de Acumulación de presas en la población total de *U. chilensis*.

De los 192 tractos digestivos que presentaron alimento, se cuantificaron un total de 11 categorías alimentarias (1041 presas), constituidas principalmente por poliquetos, crustáceos y de manera muy ocasional peces. Restos de poliquetos y crustáceos y materia orgánica no identificable fueron encontrados, pero no se incluyeron en el análisis de datos, debido al bajo porcentaje que presentaron. Poliquetos lumbrinideos y nereidideos, así como crustáceos anfípodos y decapados fueron registrados como los tipos de alimento que se mantuvo sin cambio hasta examinar 20 tractos digestivos. Conforme aumento el número de tractos revisados, las categorías de alimento fueron sumándose de manera esporádica; por ejemplo en los tractos digestivos 37, 53, 70 y 97 se encontraron dos nuevas presas, sumando un total de 11 categorías alimentarias bien identificadas. El número de presas acumuladas relacionado con el número de tractos digestivos analizados mostró una curva de tipo asintótica, que permaneció constante al llegar a los 97 tractos digestivos, aunque se revisó el número total de estos; lo que indicó que el tamaño de la muestra analizada fue suficientemente para describir los componentes alimentarios encontrados en la raya chilena (Fig. 4).



**Figura 4.** Curva de acumulación de presas de 192 tractos digestivos y 11 categorías alimentarias de *Urotrygon chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec.

### 3.3 Análisis cuantitativo del contenido de los tractos digestivos en la población de *U. chilensis*.

El análisis de contenido estomacal se realizó en 192 organismos en los que se pudieron identificar 11 tipos de alimento o componentes alimentarios que *U. chilensis* selecciona del medio bentónico en el que se distribuye; en este caso de Salina Cruz, Oaxaca a Puerto Madero, Chiapas.

a. El método numérico para la captura total de rayas muestreadas reveló que los poliquetos representaron el 56.48%, crustáceos el 42.25% y el resto del porcentaje estuvo representado por los peces lenguados. De acuerdo al número de crustáceos encontrados en los tractos digestivos, la familia Mysidae (23.35%) fueron las presas más importantes; en el caso de los poliquetos fue la familia Lumbrinidae particularmente con *Ninoe* sp (21.02%) así como poliquetos Onufideos (18.90%) (Tabla 3) (Fig. 5).

b. El número de tractos digestivos en los que se presentó una determinada presa indicó que los crustáceos constituyeron el 52.86%, de acuerdo a la importancia de aparición, y en segundo orden los gusanos poliquetos con el 44.29%, quedando los peces con el 2.70%. En contraste al orden de importancia de aparición el método de frecuencia de ocurrencia (%FO) indicó que las familias de crustáceos Penaeidae y Mysidae (17.14%) representaron las presas que aparecieron más frecuentemente por número de tracto digestivo analizado seguidos de *Ninoe* sp (15.71%) y anfípodos (14.29%) (Tabla 3) (Fig. 5).

c. El peso de las presas identificadas estuvo dado por el método gravimétrico (%P), quien indicó que los poliquetos representaron 6 tipos de alimento, mostrando el mayor porcentaje de peso en los tractos digestivos de todas las rayas analizadas, siendo este de 70.50%; con respecto a 28.08% correspondiente a crustáceos y finalmente los peces mostraron el 1.43% de peso del peso total de todas las presas encontradas. La familia Lumbrinidae con 34.84% fue la que mostró mayor porcentaje en cuanto a peso se refiere, así como la familia Onufidae con el

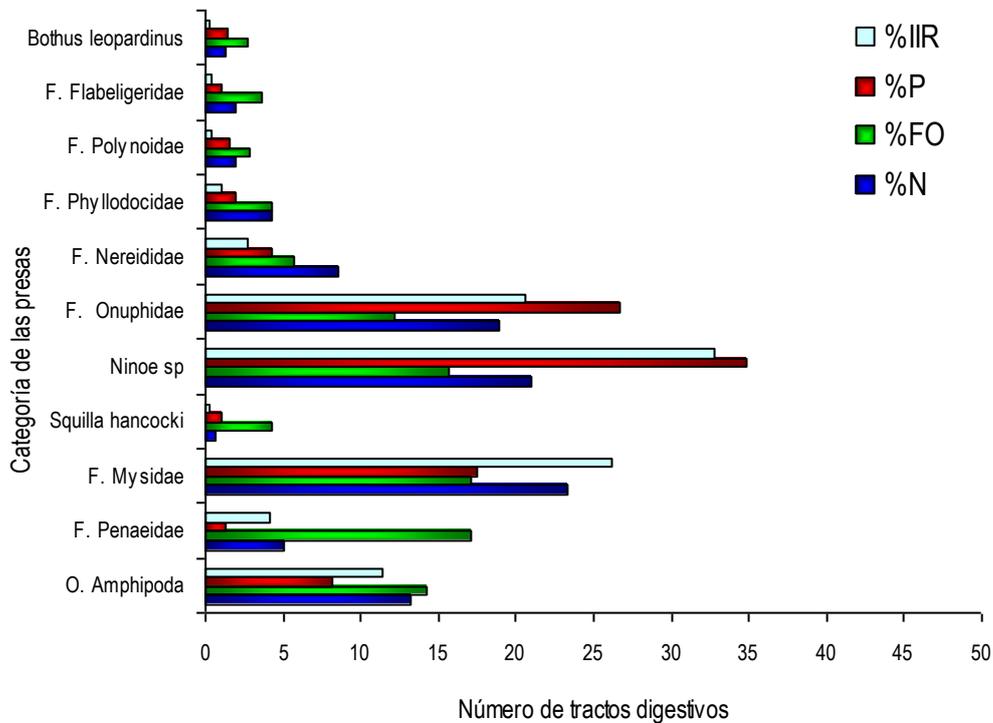
26.73% y finalmente la familia Mysidae con el 17.52%; el resto de las categorías estuvieron por cercanos al 8% o por debajo de este porcentaje Finalmente el índice de importancia relativa (%IIR) reveló que poliquetos de la familia Lumbrinidae (43.45%) fue la más importante y representativa, seguida de las familias Mysidae (26.12%) y Onuphidae (20.65%) finalmente el orden Amphipoda se ubicó como la última categoría alimentaria (11.39%) (Tabla 3) (Fig. 5).

d. En el estudio de importancia alimentaria el índice de importancia relativa corroboró que los poliquetos onufideos, nereidideos, filodócidos, polinoideos, flabeligéridos y lumbrinideos (con *Ninoe* sp como representante) constituyeron el 57.86% como las presas más importantes, seguidos por el 41.86% del total de crustáceos que están formados por cuatro categorías (Tabla 3) (Fig. 5).

Tabla 3. Composición cuantitativa de los tipos de alimentos en 192 tractos digestivos de la rayas *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec. N = número; FO = frecuencia de ocurrencia; W = peso (g); IIR = índice de importancia relativa.

Componente alimentario	N	(%N)	FO	(%FO)	P	(%P)	IIR	(%IIR)
<b>O. Amphipoda</b>	62	13.16	20	14.29	56.09	8.22	305	11.39
F. Penaeidae	24	5.10	24	17.14	8.92	1.31	110	4.09
F. Mysidae	110	23.35	24	17.14	119.56	17.52	701	26.12
F. Squillidae								
<i>Squilla hancocki</i>	3	0.64	6	4.29	6.99	1.02	7	0.27
<b>Total crustáceos</b>	<b>199</b>	<b>42.25</b>	<b>74</b>	<b>52.86</b>	<b>191.56</b>	<b>28.08</b>	<b>1123</b>	<b>42</b>
F. Lumbrinidae								
<i>Ninoe</i> sp	99	21.02	22	15.71	237.7	34.84	878	32.72
F. Onuphidae	89	18.90	17	12.14	182.4	26.73	554	20.65
F. Nereididae	40	8.49	8	5.71	29.6	4.34	73	2.73
F. Phyllodocidae	20	4.25	6	4.29	13.5	1.98	27	0.99
F. Polynoidae	9	1.91	4	2.86	10.3	1.51	10	0.36
F. Flabeligeridae								
<i>Piromis</i> sp	9	1.91	5	3.57	7.5	1.10	11	0.40
<b>Total poliquetos</b>	<b>266</b>	<b>56.48</b>	<b>62</b>	<b>44.29</b>	<b>481.0</b>	<b>70.50</b>	<b>1552.4</b>	<b>57.9</b>
F. Bothidae								
<i>Bothus leopardinus</i>	6	1.27	3.77	2.70	9.73	1.43	7	0.27
<b>Total peces</b>	<b>6</b>	<b>1.27</b>	<b>3.77</b>	<b>2.70</b>	<b>9.73</b>	<b>0.41</b>	<b>7</b>	<b>0.27</b>
<b>Total presas</b>	<b>471</b>	<b>100</b>	<b>140</b>	<b>100</b>	<b>682.29</b>	<b>98.985</b>	<b>2682.77</b>	<b>100</b>

O = Orden F= Familia



**Figura 5.** Representación porcentual del espectro alimentario en 192 tractos digestivos de la rayas *U. chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec, de acuerdo a los métodos numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO) y gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR).

### 3.3.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.

- a. Al aplicar el índice de Shannon-Wiener se observó que existe un traslape entre las categorías alimentarias encontradas en los tractos digestivos de la raya chilena *U. chilensis* ( $H' = 2.52$ ) ( $t = 3.21$ ;  $g.l = 192$ ;  $p < 0.05$ ).
- b. La diversidad de 1.87 indicó un espectro trófico diverso, dominado por las familias Lumbrinidae, Mysidae y Onuphidae, lo que sugiere que las preferencias de alimento en su área de forrajeo y distribución fueron gusanos poliquetos, crustáceos y peces.
- c. La variación entre sexos encontrada indicó que en las hembras es más diversa de acuerdo al valor de condición ( $1.13 \pm 0.05$ ) diferente al de machos ( $0.77 \pm 0.01$ ). La raya *U. chilensis* consume sus presas en proporciones similares de acuerdo a la uniformidad de presas 0.80.

d. La amplitud de la dieta ( $B_i$ ) al igual que el IIR mostró que la raya chilena distribuida en el golfo de Tehuantepec es un depredador bentónico especialista 0.37, con una dieta dominada principalmente por poliquetos.

e. La superposición o traslape de dieta registró un valor de  $C\lambda = 0.89$ , que significa que las 192 rayas comparten el Golfo de Tehuantepec como un área de alimentación y distribución consumiendo las presas disponibles.

### **3.3.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.**

De acuerdo a los resultados del análisis de contingencia para detectar las diferencias entre el consumo de alimento de acuerdo al número y frecuencia de ocurrencia indicó que no existieron diferencias significativas ( $X^2=17.88$ ,  $n=192$ ,  $gl=4$ ,  $p>0.05$ ).

El análisis de la varianza MANOVA no mostró diferencias significativas ( $p=0.19$ ) en las categorías alimentarias de *U. chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec.

### **3.4 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de acuerdo al sexo en *U. chilensis*.**

En el caso de las hembras se identificaron 160 presas de las cuales: 86 correspondieron a gusanos poliquetos (53.75%) de cuales las familias Lumbrinidae (23.75%) y Onuphidae (20.63%), fueron las más importantes; seguidos por 68 crustáceos (42.5%) en donde el orden Amphipoda (20%) fue el más representativo, y solo las hembras presentaron ingestión de peces lenguados (3.7%). El mayor número de presas identificadas se encontró en los tractos digestivos de los machos con 348 presas, de estas 181 (42.5%) correspondieron a poliquetos y 167 (42.5%) a crustáceos.

### **3.5 Descripción del análisis cuantitativo de acuerdo al sexo en *U. chilensis*.**

Las hembras fueron registradas entre las longitudes totales de 9.2 a 43 cm LT (Fig. 3 Anexo), de estas se examinaron un total de 100 tractos digestivos con un peso total de 332.67 gr.

a. El método numérico (%N), mostró que se alimentaron principalmente de poliquetos de la familia Lumbrinidae (23.75%), seguido por la familia Onuphidae (20.65%) y finalmente por la familia de anfípodos (20%).

b. El método de frecuencia de ocurrencia (%FO) indicó que la familia a Lumbrinidae fue el grupo presa más importante (21.15%), seguida por las familia Mysidae y Onuphidae (16.34% cada una).

c. El peso total encontrado para crustáceos fue de 72.56gr (23.35%) y para poliquetos de 250.4gr (80.58%), de acuerdo al método gravimétrico (%P) presentó a las familias Lumbrinidae y Onuphidae como las mejor representadas en peso (36.01% y 34.82% respectivamente) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8%.

d. Finalmente el índice de importancia relativa (%IIR) confirmo que de acuerdo al espectro trófico encontrado los poliquetos de la familia Lumbrinidae (39.35%) fue la más importante y

representativa, el segundo lugar de importancia estuvo dado por la familia Onuphidae (28.21 %). (Tabla 4) (Fig. 6a).

La longitud total encontrada en 92 machos vario de los 10.3 a los 37 cm de LT (Fig. 4 Anexo), el peso total de las presas registradas en los tractos digestivos fue de 107.05 gr.

a. El método numérico (%N), en machos mostró que se alimentaron principalmente de crustáceos de las familias Mysidae (28.03%) y Amphipoda (14.88%), Lumbrinidae (16.45%) y Onuphidae (14.96%).

b. El método de frecuencia de ocurrencia (%FO) indicó que la familia a Lumbrinidae fue el grupo presa más importante (21.22%), seguida por la familia Onuphidae (16.56%), Penaeidae (15.34%), Nereididae (10.69%) y Amphipoda (10.50).

c. El método gravimétrico (%P) presentó a las familias Lumbrinidae y Mysidae como las mejor representadas en peso (27.52% y 23.13% respectivamente), seguidas de la familia Onuphidae (17.27%) y el orden Amphipoda (9.84%).

d. El índice de importancia relativa (%IIR) caracterizo y confirmo que de acuerdo al espectro trófico encontrado los poliquetos de la familia Lumbrinidae (37.92%) al igual que la familia Onuphidae (21.45%) fueron las más importantes y representativas, aunque esta última en peso no fue significativa (Tabla 4) (Fig. 6b).



Tabla 4. Composición cuantitativa en 100 hembras y 92 machos de *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec. N=número; FO=frecuencia de ocurrencia; W=peso (g); IIR=índice de importancia relativa.

Componente alimentario	(N)		(%N)		(FO)		(%FO)		(P)		(%P)		(IIR)		(%IIR)	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
<b>O. Amphipoda</b>	32	51	20.13	14.66	10	10	10.31	11.49	24.14	31.95	7.77	8.76	288	269	8.95	9.82
F. Penaeidae	17	7	10.69	2.01	9	15	9.28	17.24	4.41	4.51	1.42	1.24	112	56	3.50	2.04
F. Mysidae	16	109	10.06	31.32	17	7	17.53	8.05	22.96	96.90	7.39	26.56	306	466	9.52	16.99
F. Squillidae																
<i>Squilla hancocki</i>	3		1.89	0.00							0.00	0.00	0	0	0.00	0.00
<b>Total crustáceos</b>	<b>68</b>	<b>167</b>	<b>42.77</b>	<b>48.13</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>37.11</b>	<b>36.78</b>	<b>51.51</b>	<b>133.36</b>	<b>16.58</b>	<b>36.55</b>	<b>705.8</b>	<b>791</b>	<b>21.97</b>	<b>28.84</b>
F. Lumbrinidae																
<i>Ninoe sp</i>	38	61	23.90	17.53	22	21	22.68	24.14	111.9	125.8	36.01	34.48	1359	1255	42.30	45.79
F. Onuphidae	33	56	20.75	16.09	17	12	17.53	13.79	108.2	74.2	34.82	20.34	974	502	30.32	18.33
F. Nereididae	8	32	5.03	9.20	8	8	8.25	9.20	21.9	7.7	7.05	2.11	100	104	3.10	3.79
F. Phyllodocidae	3	17	1.89	4.89	6	6	6.19	6.90	4.8	8.7	1.54	2.38	21	50	0.66	1.83
F. Polynoidae	0	9	0.00	2.59		4	0.00	4.60		10.3	0.00	2.82	0	25	0.00	0.91
F. Flabeligeridae																
<i>Piromis sp</i>	3	6	1.89	1.72	1	4	1.03	4.60	2.7	4.8	0.87	1.32	3	14	0.09	0.51
<b>Total poliquetos</b>	<b>85</b>	<b>181</b>	<b>53.46</b>	<b>52.16</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>55.67</b>	<b>63.22</b>	<b>249.5</b>	<b>231.5</b>	<b>80.29</b>	<b>63.45</b>	<b>2456.5</b>	<b>1950.76</b>	<b>76.48</b>	<b>71.16</b>
F. Bothidae																
<i>Bothus leopardinus</i>	6	0	3.77	0.00	7	0.00	7.22	0.00	9.73	0.00	3.13	0.00	50	0.00	1.55	0.00
<b>Total peces</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>3.77</b>	<b>0.00</b>	<b>7</b>	<b>0.00</b>	<b>7.22</b>	<b>0.00</b>	<b>9.73</b>	<b>0.00</b>	<b>3.13</b>	<b>0.00</b>	<b>49.83</b>	<b>0.00</b>	<b>1.55</b>	<b>0.00</b>
<b>Total presas</b>	<b>159</b>	<b>348</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>87</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>310.74</b>	<b>364.86</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>3212.09</b>	<b>2741.56</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>



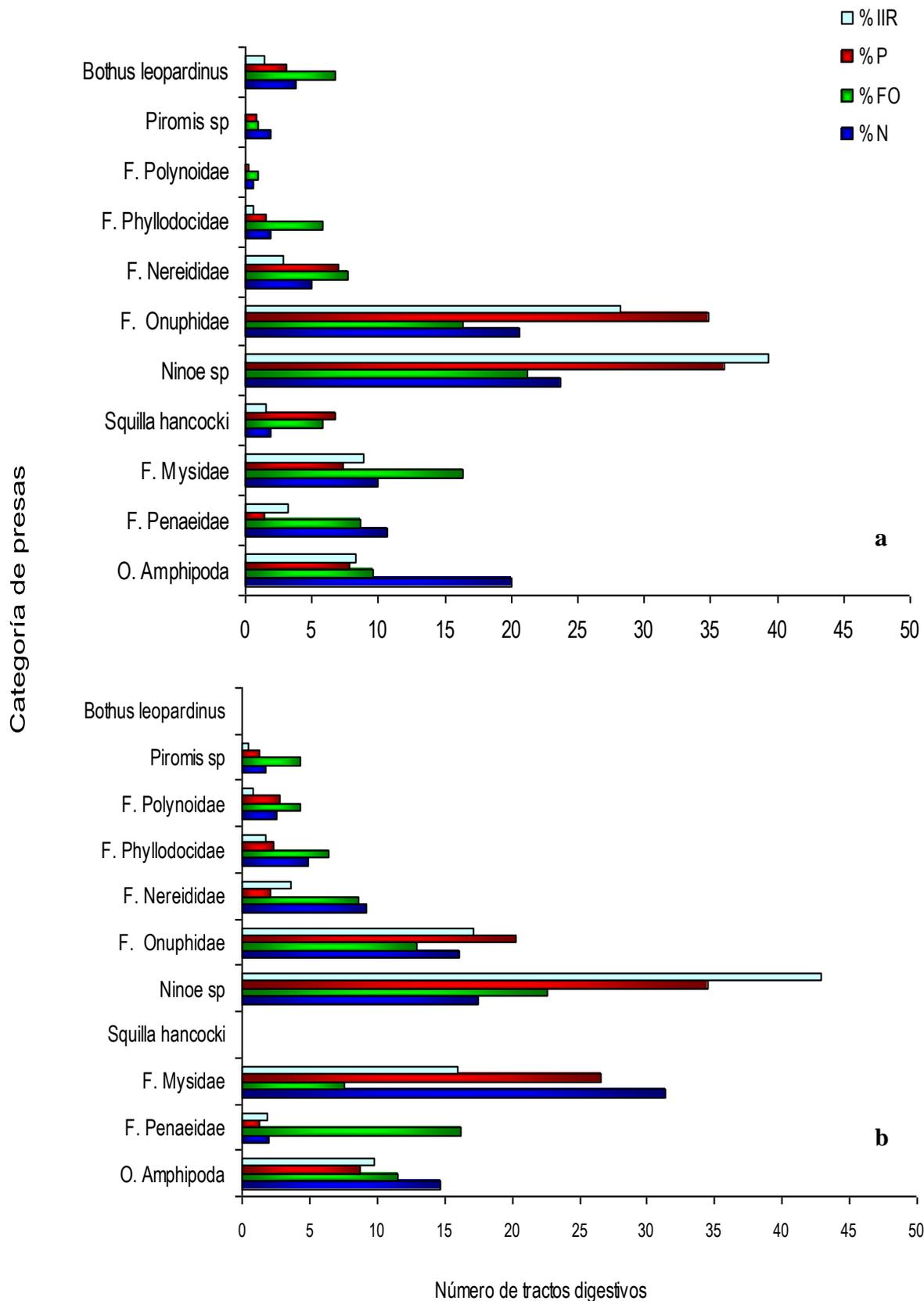


Figura 6. Representación porcentual del espectro alimentario en a) 100 hembras y b) 92 machos de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec.

### 3.5.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos de hembras y machos de *U. chilensis*.

a. De acuerdo al índice de diversidad el espectro trófico en hembras fue mayor ( $H'=3.00$ ) que en machos ( $H'=1.79$ ); sin embargo no existe diferencia significativa entre sexos ( $t=1.30$ ;  $g.l=190$ ;  $p>0.05$ ). La prueba  $t = 0.65$  de Hutchetson mostró que sí existe un traslape trófico significativo en la preferencia alimenticia por sexos.

b. En general la diversidad máxima indicó un espectro trófico diverso, dominado por las familias Lumbrinidae, Mysidae y Onuphidae en las hembras de la raya chilena, sugieren que sus preferencias de acuerdo a lo encontrado en los estómagos son poliquetos, crustáceos mantis y peces lenguados que no fueron encontrados en los tractos digestivos de los machos.

c. La amplitud del nicho trófico ( $Bi$ ) al igual que el IIR mostró que machos (0.29) y hembras (0.39) de la raya chilena capturada de abril a agosto en el Golfo de Tehuantepec son depredadores bentónicos especialistas, ambos capturan del medio gusanos poliquetos y crustáceos de tamaño pequeño para ambos sexos y de peces solamente para hembras.

d. La superposición o traslape de dieta entre sexos registró un valor de  $C\lambda= 0.77$ , en el que los machos consumieron un mayor número de presas, a comparación de las hembras, sin embargo ambos sexos presentaron las mismas presas lo que sugiere que fueron las más abundantes en ese momento en el que se alimentaron y/o fueron las más abundantes.

### 3.5.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.

El análisis de la varianza MANOVA mostró diferencias significativas ( $p=0.83$ ) en las categorías alimentarias de *U. chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec.

El análisis de contingencia indicó que existieron diferencias significativas ( $X^2=17.33$ ,  $g.l=4$ ,  $p<0.001$ ). La fuente principal de variación del consumo de alimento de acuerdo al número y a la

frecuencia de ocurrencia se observó entre las presas de las familias Lumbrinidae, Onuphidae, Penaeidae y el orden Amphipoda; un análisis posterior eliminando esta fuente de variación indicó diferencias no significativas ( $X^2=4.61$ ,  $g/3$ ,  $p=0.22$ ).

Los resultados obtenidos de acuerdo al sexo y peso contrastados por profundidad de captura y mes de muestro se aplicando una prueba de kruskal-Wallis no fue posible realizarlo debido a la frecuencia tan baja que presentaron las presas encontradas en estas categorías, por lo que se decidió no tomar en cuenta para la descripción de las presas.



### **3.6 Análisis cualitativo del contenido de los tractos digestivos de acuerdo al estado de desarrollo en *U. chilensis*.**

Los poliquetos en neonatos, juveniles y adultos fueron las presas más representativas. En el neonatos se identificaron 150 presas de las cuales: 85 correspondieron a gusanos poliquetos (64.39%) de cuales las familias Lumbrinidae (28.79%) y Onuphidae (25%), fueron las más importantes; seguidos por 65 crustáceos (46.24%) en donde el orden Amphipoda (24.24%) fue el más representativo. Los juveniles consumieron un total de 198 presas de las cuales: 126 fueron poliquetos (70.39%) en la que la familia Onuphidae (25%) fueron las presas que consumieron mayormente; seguidos por 72 crustáceos (40.22%) en donde el orden Amphipoda (20.67%) y la familia Mysidae (17.88%) fueron las presas más importantes en el consumo de este estado de desarrollo. Finalmente los adultos fueron los que consumieron 296 presas que fue el mayor número, de estas 208 fueron poliquetos (71.72%) las familias Lumbrinidae (43.97%) y Onuphidae (18.97%) fueron las presas que consumieron mayormente; seguidos por 784 crustáceos (28.97%) los crustáceos de la familia Mysidae (15.86%) fueron las únicas presas importantes para los adultos.

### **3.7 Descripción del análisis cuantitativo de acuerdo al estado de desarrollo en *U. chilensis*.**

Se identificaron un total de 43 neonatos (25 hembras y 18 machos) entre 9 y 16 cm de longitud total (LT), 120 juveniles (60 hembras y 60 machos) con longitudes totales a partir de los 16.4 cm a 25 cm de longitud total (LT) y 29 adultos (15 hembras y 14 machos) (Fig. 3 y 4 Anexo).

a. Los neonatos consumieron un total de 134 presas; el método numérico (N%) indicó que los poliquetos del género *Ninoe sp* (28.79%) fueron las presas más consumidas a esta talla. Onufídeos y peneidos (25% y 12.88% respectivamente) fueron los siguientes grupos más importantes, consumiendo escasamente a flabeligéridos y filodocidos (2.27% para ambos ítem).

La familia Lumbrinidae (20.1%) constituyó la presa mayormente encontradas de acuerdo al número de estómagos analizados, seguidos por la familia Mysidae (19.9%).

- b. El peso más representativo de las tres familias de poliquetos de acuerdo al método N% y de FO% fue de 62.83% seguida de una sola familia de crustáceos 14.63%.
- c. Los datos obtenidos de acuerdo a la importancia de las presas consumidas se comprobaron mediante el IIR%, la familia Lumbrinidae (50.63%), Onuphidae (22.69%), Mysidae (10.87 %) y Amphipoda (10.47%) (Tabla 5) (Fig. 7a).

Los juveniles consumieron un total de 178 presas, 47 crustáceos, 126 poliquetos y el restante fue de RC y RP.

- a. El número total de presas identificadas taxonómicamente indican que los poliquetos fueron en número los más abundantes, siendo la familia Onuphidae (31.84%), Lumbrinidae (18.99 %) y la familia Nereididae (8.38%) las más significativas seguida por crustáceos de la familia Mysidae (17.88 %).
- b. 120 estómagos fueron analizados encontrando que las presas más frecuentes fueron Lumbrinidae (23.33 %), Mysidae (18.33%), Onuphidae (15%), Amphipoda (11.67%), Nereididae (10%) y Penaeide (6.67%).
- c. El peso total para las presas encontradas en los juveniles fue de 107.24 gr, de los cuales los poliquetos aportaron el mayor porcentaje (63.5%) seguidos por los crustáceos (22.8%).
- d. De acuerdo al espectro trófico para este estado de desarrollo las presas de familia Onuphidae fueron las importantes seguidas por las familias Lumbrinidae y Mysidae (Tabla 5) (Fig. 7b).

Los adultos de acuerdo al método numérico, poliquetos constituyeron el 71.72% siendo la familia Lumbrinidae (47.93%) la más frecuente al igual que Onuphidae (18.97%).

- a. Los crustáceos aportaron el 23.79% con la familia Mysidae (15.86%) como las más frecuente, en este estado de desarrollo se encontró a *Bothus leopardinus* el cual aportó el 1.37% del porcentaje.
- b. Las familias con mayor porcentaje de aparición fueron Lumbrinidae y Mysidae ambas con el 20% seguidas por la familia Onuphidae con el 13.33%.
- c. El peso total para las presas fue de 177.86gr, aportando las familias Lumbrinidae el 43.92%, Onuphidae el 25.36% y Mysidae el 12.26% los mayores porcentajes de peso.
- d. Sin embargo de acuerdo al IIR% las familias más importantes en la dieta de las rayas en esta etapa de desarrollo fueron la familia Lumbrinidae específicamente con *Ninoe sp* (58.12%), Onuphidae (18.70%) y Mysidae (17.80%) (Tabla 5) (Fig. 8).



Tabla 5. Composición cuantitativa en 43 neonatos, 120 juveniles y 29 adultos de *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec. N = número; FO = frecuencia de ocurrencia; W = peso (g); IIR = índice de importancia relativa.

Componente alimentario	(N)			(%N)				(FO)			(%FO)				(P)			(%P)				(IIR)			(%IIR)			
	NN	J	A	NN	J	A		NN	J	A	NN	J	A		NN	J	A	NN	J	A		NN	J	A	NN	J	A	
O. Amphipoda	32	37	23	24.24	20.67	7.93	15.82	4	7	3	8	11.67	6.67	9.02	12.57	9.2	2.37	14.63	8.58	1.33	8.55	310.96	341.24	61.76	13.09	11.35	1.95	8.80
F. Penaeidae	17	3	9	12.88	1.68	3.10	5.29	3	1	2	16	6.67	6.67	10.05	1.14	0.05	3.22	1.33	0.05	1.81	1.11	227.29	11.48	32.76	9.57	0.38	1.04	3.66
F. Mysidae	16	32	46	12.12	17.88	15.86	13.73	3	8	11	20	15.00	20.00	18.84	1	15.22	21.81	1.16	14.19	12.26	9.62	265.70	481.04	562.49	11.18	16.00	17.80	14.99
<i>Squilla hancocki</i>	0	0	6			2.07	0.62			2			6.67	2.28			1.2			0.67	0.24			18.29	0.00	0.00	0.58	0.19
Totales crustáceos	65	72	84	49.24	40.22	28.97		11	20	6	44	33.33	40.00		14.71	24.47	28.6	17.12	22.82	16.08		803.95	833.77	675.30	33.84	27.74	21.37	
<i>Ninoe</i> sp	38	34	139	28.79	18.99	47.93	28.66	4	6	14	20	23.33	20.00	21.69	21.78	12	78.11	25.35	11.19	43.92	28.03	1082.68	704.30	1836.95	45.57	23.43	58.12	42.37
F. Onuphidae	33	57	55	25.00	31.84	18.97	22.70	3	9	6	12	18.33	13.33	14.95	20.21	41.97	45.1	23.52	39.14	25.36	30.66	582.23	1301.30	590.97	24.51	43.29	18.70	28.83
F. Nereididae	8	15	6	6.06	8.38	2.07	4.94	1	4	2	4	10.00	6.67	7.08	12	9.7	0.2	13.96	9.05	0.11	8.05	80.10	174.25	14.54	3.37	5.80	0.46	3.21
F. Phyllodoce	3	14	2	2.27	7.82	0.69	3.23	1	4	1	8	5.00	6.67	6.74	0.5	4.2	0.1	0.58	3.92	0.06	1.59	22.84	58.69	4.97	0.96	1.95	0.16	1.02
F. Polynoidae	0	6	6		3.35	2.07	1.62		3	1	0	5.00	6.67	4.00		0.2	0.2	0.00	0.19	0.11	0.10		17.69	14.54	0.00	0.59	0.46	0.35
<i>Piromis</i> sp	3			2.27			0.68	1			4			1.37	2.7	0.00	0.002	3.14			1.09	21.66			0.91	0.00	0.00	0.30
Totales poliquetos	85	126	208	64.39	70.39	71.72		12	37	8	48	61.67	53.33		57.19	68.07	123.71	66.55	63.47	69.55		1789.51	2256.23	2461.98	75.32	75.06	77.90	
<i>Bothus leopardinus</i>	0	0	4			1.38	0.41			1			6.67	2.28			1.2			0.67	0.24			13.69	0.00	0.00	0.43	0.14
Totales peces	0	0	4			1.38				1			6.67				1.2							13.69			0.43	
Total	155	203	303	117.42	113.41	104.48	100	25	60	15	92	100	100	100	85.93	107.24	177.86	100	100	99.33	104.50	2593.46	3128.38	3150.97	109.16	104.08	99.70	104.31



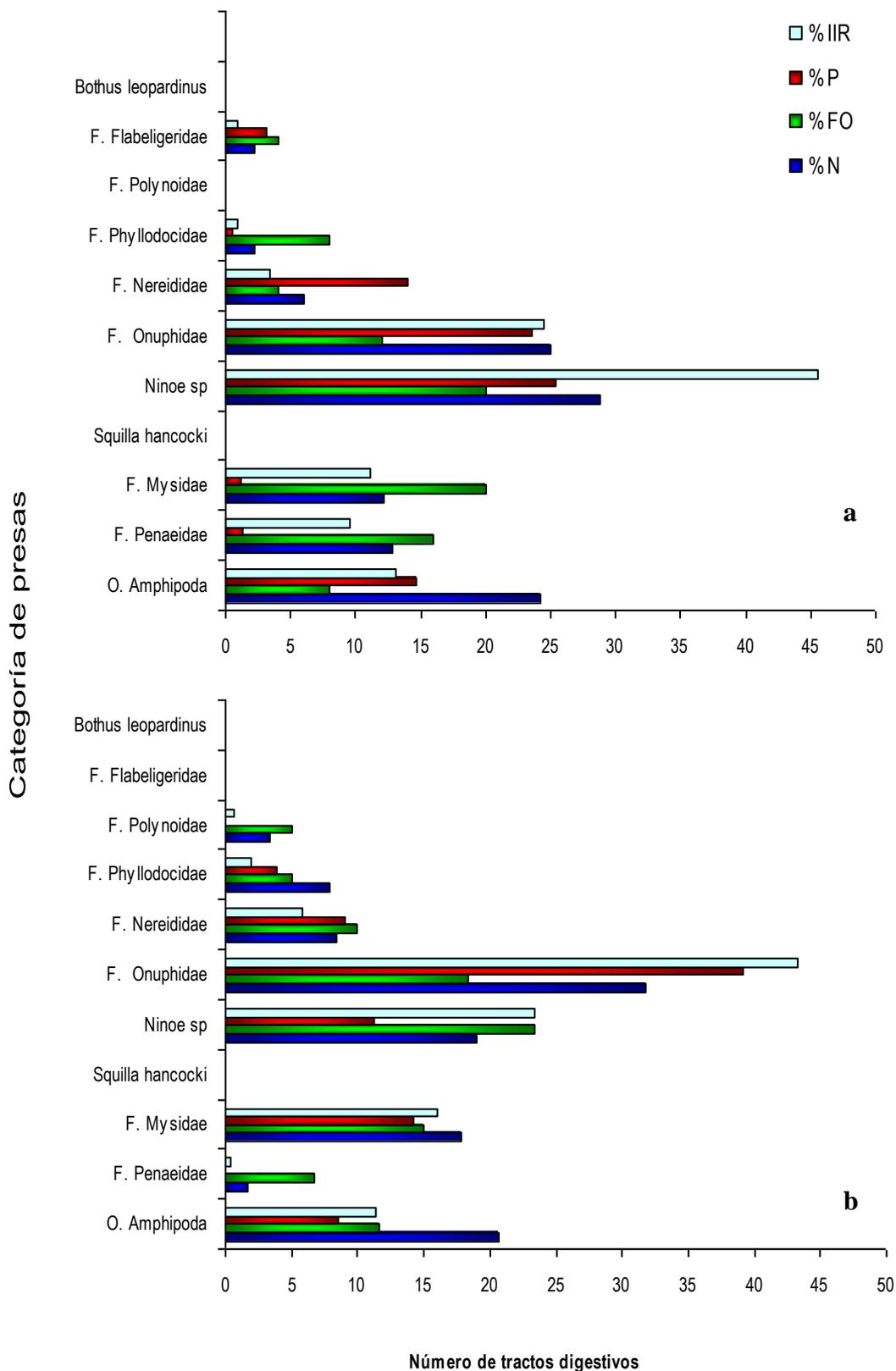


Figura 7. Representación porcentual del espectro alimentario a) 43 neonatos y b) 120 juveniles de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec.

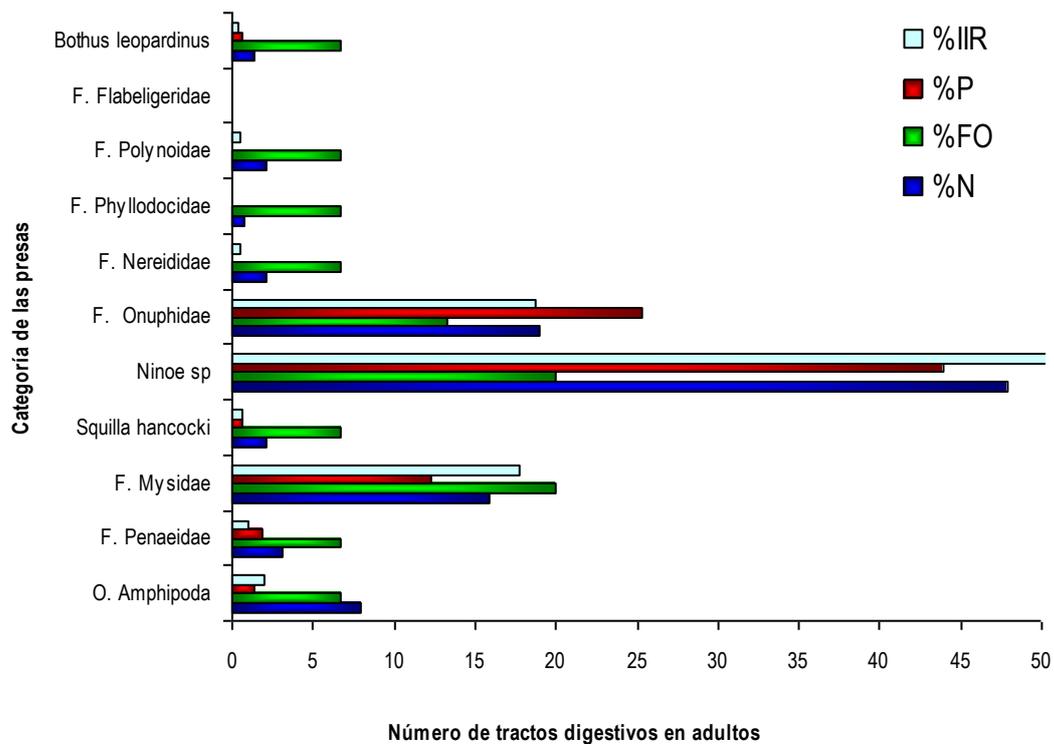


Figura 8. Representación porcentual del espectro alimentario en adultos de acuerdo al método numérico (%N), frecuencia de ocurrencia (%FO), gravimétrico (%P) e índice de importancia relativa (%IIR) en *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec.

### 3.7.1 Análisis de los índices ecológicos en el contenido de los tractos digestivos neonatos, juveniles y adultos de *U. chilensis*.

a. De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, el espectro trófico de *U. chilensis* en juveniles fue más diverso ( $H' = 2.16$ ) que el encontrado en adultos y neonatos en ( $H' = 1.51$ ) ( $t = 3.56$ ;  $g.l. = 43$ ,  $g.l. = 29$ ;  $p < 0.05$ ). De acuerdo a la prueba  $t$  de Hutcheson ( $t = 0.63$ ) existe un traslape de alimento (presas) en *U. chilensis* en los tres estados de desarrollo (neonatos, juveniles y adultos) sin embargo, este no parece ser significativo.

b. La raya chilena de acuerdo al estado de desarrollo consume sus presas en proporciones similares de acuerdo a la uniformidad de presas 0.80. La amplitud del nicho trófico ( $B_i$ ) al igual que el IIR mostró una dieta dominada principalmente por poliquetos, los tres estados de desarrollo mostraron ser depredadores especialistas bentónicos.

c. La superposición de dieta entre sexos registró un valor de  $C\lambda=0.89$ , representando un traslape evidente, lo cual indica que comparten un área específica consumiendo las presas más disponibles. Entre neonatos, juveniles y adultos el valor obtenido fue de  $C\lambda=0.87$  lo cual nos indicó que entre estados de desarrollo existe un traslape,

### **3.7.2 Análisis estadísticos en el contenido de los tractos digestivos de la población de *U. chilensis*.**

El análisis de la varianza MANOVA mostró diferencias significativas ( $p=0.84$ ) en las categorías alimentarias de *U. chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec.

El análisis de contingencia indicó que existieron diferencias significativas ( $X^2=101.03$ ,  $gl=4$ ,  $p<0.001$ ). La fuente principal de variación del consumo de alimento de acuerdo al número y a la frecuencia de ocurrencia en neonatos, juveniles y adultos se observó entre las categorías de presas de las familias Lumbrinidae, Onuphidae, Mysidae, Penaeidae y el orden Amphipoda; un análisis posterior eliminando esta fuente de variación indicó diferencias no significativas ( $X^2=4.59$ ,  $gl=3$ ,  $p=0.27$ ).

Los resultados obtenidos por estados de madurez y peso contrastados por profundidad de captura y mes de muestro se aplicando una prueba de kruskal-Wallis no fue posible realizarlo debido a la frecuencia tan baja que presentaron las presas encontradas en estas categorías, por lo que se decidió no tomar en cuenta para la descripción de las presas.

### **3.8 Descripción del análisis cualitativo y cuantitativo de los componentes alimentarios de acuerdo al mes y profundidad de captura en *U. chilensis*.**

Esté apartado no fue posible realizarlo debido a la frecuencia tan baja que presentaron las presas encontradas en estas categorías, por lo que se decidió no tomar en cuenta para la descripción de las presas.

### 3.9 Dimorfismo sexual dentario.

La boca en la raya chilena se encuentra en la parte ventral del organismo; el cartílago palatoc cuadrado conforma la mandíbula superior y el cartílago de Meckel la mandíbula inferior. Los dientes en las hembras constituyeron placas dentarias con dientes planos de tipo molariformes, pequeños con una base oval. Neonatos, juveniles y adultos en las hembras exhibieron la misma forma de dientes, sin embargo el número de dientes que presentan a diferentes estados de desarrollo es diferente; al nacer el número de hileras de dientes va de 31 a 34 en la mandíbula superior y de 28 a 35 en la mandíbula inferior; en juveniles de 31 a 36 en ambas mandíbulas y en adultos de 34 a 42 hileras de dientes en la mandíbula superior y de 34 a 38 en la mandíbula inferior (Figura 9 a, b).

La forma de dientes en los machos en las primeras etapas de vida de neonato a juvenil tienen una base ovalada de la cual parte una cúspide ancha en forma de espina, y en los adultos estos dientes se hacen más delgados y tienen una curvatura hacia atrás. En neonatos la mandíbula superior exhibe de 26 a 30 hileras de dientes y en la inferior de 24 a 28; los juveniles de 28 a 35 en la superior y de 24 a 36 en la inferior y los adultos de 35 a 45 en ambas mandíbulas (Figura 10 c, d, e).

Se corroboró que el número de hileras de dientes entre hembras y machos, así como la forma y el número de estos en cada mandíbula, fue diferente que existe un dimorfismo dentario en la raya chilena *U. chilensis*, sin embargo esta diferencia no está relacionada con la diversidad de presas encontradas en los tractos digestivos puesto que ambos sexos consumieron el mismo tipo de presas, y se sugiere que el dimorfismo dentario está relacionado con aspectos de apareamiento principalmente en los machos.

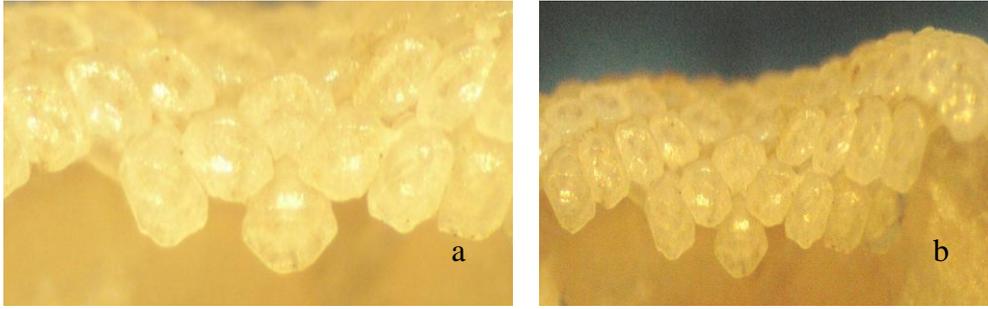


Figura 9. a) Mandíbula superior y b) mandíbula inferior en hembra de la raya chilena *U. chilensis*. Foto: A. Castellanos.

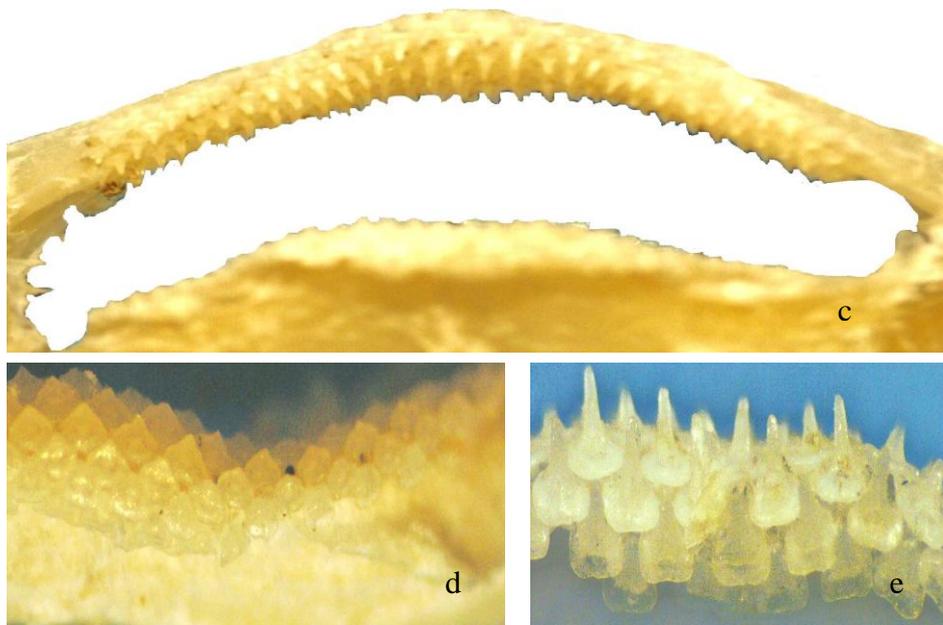


Figura 10. a) Mandíbula superior e inferior en macho adulto, b) mandíbula superior en juveniles y c) mandíbula inferior en la raya chilena *U. chilensis*. Foto: A. Castellanos.

# CAPÍTULO IV



## CAPÍTULO IV

### DISCUSIONES

#### 4.1 Categorías alimentarios encontradas.

Debido a que la obtención de muestras de rayas estuvo en función del número del lance de pesca para la captura de camarón en el Golfo de Tehuantepec, se desconoce si está raya se alimenta por la noche o por la mañana ya que los lances de pesca fueron realizados de acuerdo a la bitácora de navegación y de la abundancia de camarón encontrada por estación de muestreo; por lo tanto el muestreo para la captura de esta raya no fue aleatorio, no se capturaron a la misma hora y ni a la misma profundidad.

Las mayores abundancias de *Urotrygon chilensis* fueron registradas en las estaciones de muestreo cercanas a la laguna inferior, inferior y mar muerto de mayo a agosto de 2008; en dónde se observó una preferencia en presas que son fácilmente de atrapar al permanecer adheridas a un tipo de sustrato como los poliquetos sedentarios, así como de presas que presentan una habilidad locomotora como anfípodos, camarones, misidáceos y peces, y aunque no se encontraron restos de algas, moluscos u otros organismos como gasterópodos, equinodermos u otros peces no significa que no sean parte de su dieta. Pues según con lo reportado por Arroyo et al. (1981) la presencia de 16 especies de valvos distribuidos en las lagunas del Golfo de Tehuantepec es importante en abundancia; por su parte Ortiz *et al.* (1991) hacen referencia a los gasterópodos de las familias Pelecypoda y Gastropoda como organismos dominantes el área de las lagunas superior e inferior en el Golfo de Tehuantepec.

Sin embargo pese a la gran diversidad de organismos que se encuentran cercanos a las lagunas Superior, Inferior y Mar Muerto en el Golfo de Tehuantepec en donde se registro la presencia

mayor de distribución de *U. chilensis* posiblemente como una estrategia de protección para las hembras grávidas y nacimiento de crías; como lugar de apareamiento debido al número de hembras y machos encontrados; y sobre todo de alimentación en el presente estudio se corroboró que la raya chilena solamente se alimentó de gusanos poliquetos como presas preferenciales, seguidos por crustáceos de tamaño pequeño, lo que indica que a pesar de la amplia gama de presas esta raya en los meses de nuestro estudio mostró ser un depredador especialista al identificar solamente un grupo muy específico de componentes alimentarios.

Esto puede estar en función de tamaño del depredador y del tamaño de la presa así como de las características propias del grupo como la posición de la boca ubicada en la parte ventral, así como de la facilidad de succionar poliquetos que crustáceos.

El número de tractos digestivos encontrados sin alimento pudieron deberse a una serie de factores, como por ejemplo el estrés que ejerce la técnica de captura sobre estos organismos; pues una vez que la red de arrastre toca fondo empieza el barrido del lecho marino por un período de 15-20 min en donde todas las especies capturadas por la red, son arrastradas sin salida y aplacándose unas con otras, o enganchándose sin ser capturadas debido las espinas caudales que presentan muchas especies de rayas y a la mortandad por asfixia. Otro factor pudiera ser el tiempo que las rayas permanecieron en cubierta hasta que son separadas y congeladas y en este período de tiempo el proceso digestivo continuó.

#### **4.2. Número de presas acumuladas.**

Existen diversos métodos que asumen que todos los individuos muestreados en un área determinada se distribuyen al azar y que las colectas son muestras aleatorias de esos individuos sin embargo; Gotelli y Colwell (2001) mencionan que raramente en la biología se interpretan a los organismos muestreados aleatoriamente, sino que se definen como unidades de muestreo al azar y todos los individuos capturados se consideran conjuntamente como una muestra. Es por

esto que se decidió trabajar una curva de acumulación de presas encontradas en los tractos de las rayas chilenas con el fin de evaluar la relación entre el esfuerzo de muestreo, en este caso fue el número de tractos digestivos de las rayas chilenas con el número de especies presa encontrado e identificado. Uno de los métodos más aconsejables para la buena interpretación de los resultados es la función exponencial negativa en el caso que el área de muestreo sea relativamente pequeño o el grupo taxonómico es bien conocido. Y la ecuación de Clench la cuál se recomienda para sitios de muestreo muy extensos y una mayor unidad de tiempo mayor es la probabilidad de añadir nuevas especies; aunque actualmente no existen criterios definidos que decidan cuándo se considera un esfuerzo de colecta completo. En el presente estudio se fueron añadiendo a la curva de la pendiente el promedio de las presas registradas por número de tractos digestivos analizados; el valor de esta pendiente determinó la entrada de nuevas especies presa hasta que se hizo cada vez menor al añadir una nueva presa; al revisar 20 tractos solo se añadieron 4 presas nuevas, a los 37 tractos se añadieron poliquetos onufideos y anfípodos, a los 53 tractos analizados se añadieron camarones peneidos y mysideos; después de completar 70 tractos digestivos analizados la aparición de camarones mantis y poliquetos flabeligeridos aumento el número de organismos presa y la curva fue de tipo asintótica, sin embargo al completar 97 tractos se terminaron de añadir las presas faltantes hasta completar 11 tipos presa hasta terminar de analizar los 192 tractos por lo que la curva se mantuvo constante, lo que indico que las presas pudieron describirse apropiadamente. Y no fue así para la relación de tractos analizados por sexo, estados de desarrollo, meses y profundidad de captura ya que en ninguno de estos casos se alcanzó la asíntota debido a que el número de presas encontrado en estas categorías fue mínimo para poder describir o comparar dichas relaciones, por lo que se sugiere tomar en cuenta que para la curva acumulativa de presas se trabajo con el número total de tractos digestivos examinados.



Probablemente la ingesta de otras presas estuvo presente en los tractos analizados de *U. chilensis* puesto que se encontraron restos de poliquetos y crustáceos, así como de materia orgánica en descomposición que fue imposible identificar a ningún nivel taxonómico posible. Castellanos (2009) reporta 15 categorías alimentarias para *U. chilensis* capturada en dos sistemas lagunares, lo que podría explicar la abundancia de un número mayor de presas al encontrado en el presente estudio, sin embargo coincide con la dominancia de poliquetos y crustáceos como presas preferenciales por la raya chilena.

#### **4.3 Discusión cuantitativa del consumo de presas encontradas.**

Las rayas chilenas muestreadas en el presente estudio mostraron una alta tendencia a ser un depredador carnívoro al encontrar que se alimenta principalmente de poliquetos, crustáceos y peces. El espectro trófico de la especie estuvo constituido por organismos de hábitos bentónicos al encontrar siempre en los tractos digestivos restos de arena lo que corroboraría que efectivamente se alimenta de presas bentónicas, siendo los poliquetos *Ninoe* sp la presa más importante en su dieta, así como los crustáceos misidáceos y anfipodos además de gusanos onúfideos. Estas presas además de ser las de mayor importancia, se encontraron en un estado de digestión menor, así que probablemente sean las presas que tienen el mayor aporte de energía de acuerdo a Schaefer (1984). O quizás los poliquetos figuran como presas preferenciales en la dieta de la raya chilena por la disponibilidad que tienen de estos organismos en su medio; Hernández-Alcántara *et al* (2008) describen la distribución de poliquetos en la Costa Pacífica Mexicana abarcando desde la provincia de California hasta la provincia Panámica en donde hacen referencia a un sin número de familias, géneros y especies de poliquetos encontrados en estas áreas, dentro de los cuales se encuentran las 6 familias descritas como presas de la raya chilena, exceptuando a las familias Flabelligeridae y Lumbrineridae como capturadas en el las costas Oaxaqueñas pues el resto ha sido descrito para otras áreas del



Pacífico; lo que indica que el estudio del contenido de los hábitos alimentarios en los organismos son una valiosa herramienta en la descripción de otros organismos asociados a su hábitat de los cuales muy posiblemente no se tengan referencia.

Los poliquetos de la familia Lumbrineridae al ser numerosos (99 organismos) fueron los que registraron el mayor porcentaje en peso contrario a los crustáceos de la familia Mysidae (110 organismos) que a pesar de mayor en número no lo fueron en peso, esto debido a las características físicas de cada uno, puesto que los misideos son en tamaño mucho menores a los poliquetos lumbrinerideos. La frecuencia de aparición de peneidos, misideos, lumbrinerideos, anfípodos y onufideos sugiere que son parte importante como presas en la dieta de *U. chilensis* al encontrarlas como presas de mayor abundancia en el medio, de acuerdo al número de organismos encontrados en los tractos digestivos.

Contrario a lo reportado por Castellanos (2009) sobre los hábitos alimenticios de *U. chilensis* capturada en dos sistemas lagunares, quien reporta y determina a esta raya con un espectro trófico amplio al consumir más de 15 categorías alimentarias definiendo a la especie como un depredador oportunista generalista. Lo cual pudiera deberse al tipo de hábitat en que estas rayas fueron muestreadas, así como a la disposición de diversidad de presas a la que tienen acceso característica de los sistemas lagunares, reflejado por los resultados obtenidos por más de 15 presas. Por su parte Valadez (2007) hace referencia a que las presas de los géneros *Urotrygon* capturados en las costas de Jalisco y Colima, fueron principalmente camarones, anfípodos y peces encontrando entre 23 y 22 categorías alimentarias, lo cual podría estar asociado al tiempo de muestreo que fue de un año.

#### **4.4 Espectro trófico en hembras y machos.**

De los tractos digestivos encontrados con alimento 100 correspondieron a hembras y 92 a machos en los que no se encontró una segregación por sexo, lo anterior ha sido bien reportado



como una estrategia dentro de los elasmobranquios, ya que existe una tendencia a separarse o segregarse cuando alcanzan la madurez sexual, y en algunas especies de tiburones es contrario durante la época de apareamiento (Wourms, 1977). Las categorías alimentarias encontradas estuvieron presentes tanto en hembras como en machos, variando el orden de importancia y al número de presas en cada uno. Se observó que las hembras consumieron presas más grandes que los machos y esto es lógico debido a que las hembras en talla son más grandes lo que les permite una mayor habilidad de desplazamiento al mismo tiempo que tienen una boca más grande pudiendo atrapar a presas en movimiento como los peces lenguados o los camarones mantis que fueron encontrados en los tractos digestivos de las hembras. Sin embargo, las presas fueron similares para ambos sexos, siendo más común los poliquetos lumbrinidéos y onufidéos, esto sugiere que tanto hembras como machos utilizan la misma área de alimentación y en la que probablemente no podría ni existir una competencia, esto debido a que sus presas están disponibles en su sitio de forrajeo en abundancia. Lo anterior concuerda con lo sugerido por Suárez y Amezcua-Linares (2002) quienes reportan en 245 hembras y 211 machos de *U. chilensis* capturadas en las costas de Guerrero mediante una red de arrastre; en donde la preferencia alimenticia determinada fueron camarones (76.02%), poliquetos (21.18%) y peces (1.87); por su parte Castellanos (2009) quien reporta hábitos alimenticios para la misma especie capturada en sistemas lagunares de Mazatlán, no pudo hacer una comparación alimentaria a nivel de sexo debido a que el tamaño de muestra encontrado fue pequeño.

Estos resultados son de gran importancia ecológica para la especie en estudio puesto que en la literatura no se tiene reportado nada en cuanto a la ecología trófica de *U. chilensis* distribuida en el Golfo de Tehuantepec.



#### 4.5 Espectro trófico en neonatos, juveniles y adultos.

A pesar de que los juveniles fueron el grupo más numeroso, seguidos por neonatos y adultos, en los tres estados de desarrollo se encontraron las mismas presas, aunque no en la misma cantidad ni en la misma frecuencia de aparición. Lo anterior podría estar relacionado a que en la en el Golfo de Tehuantepec de mayo a octubre (época de lluvias), se desarrollan eventos de surgencias e incremento de la productividad primaria. (Ortega-García *et al.*, 2000). Según lo reportado por Tapia-García y Gutiérrez-Díaz (1998) la mayor densidad de macroinvertebrados bentónicos para el Golfo de Tehuantepec se observa durante la época de lluvias frente a la desembocadura de las Lagunas Superior e Inferior. Lo que permitiría sugerir que la presencia de neonatos y juveniles cercanos a las bocanarras de las lagunas esta asociado a la presencia de invertebrados, y por lo que probablemente no tienen competencia por alimento al presentar los tres estados de desarrollo la presencia de las 11 categorías alimentarias. *U. chilensis* fue capturada como parte de la fauna de acompañamiento en la pesca de arrastre de camarón junto con *Aetobatus narinari* (3 neonatos), *Narcine entemedor* (7 organismos); *Rhinobatos leucorhynchus* (9 organismos); *U. rogersi* (5 organismos); *U. munda* (4 organismos); *U. nana* (7 organismos) y *Zapterix* sp. (1 organismo), que pudieron ser parte de este estudio para contribuir en el conocimiento trófico de estas rayas distribuidas en Golfo de Tehuantepec y de las que no se tiene información alguna al respecto hasta este momento. Sin embargo la abundancia de estas rayas durante el muestreo fue afortunadamente muy bajo; que pudiera deberse a que algunas especies como *A. narinari* son organismos pelágicos y pueden desplazarse más libremente utilizando la zona como área de crianza y alimentación, o muy probablemente algunas de estas especies se desplacen a profundidades mayores en donde la captura no ejerce presión sobre sus poblaciones; siendo *U. chilensis* la más abundante durante los cuatros meses de muestreo, por lo que se sugiere un estudio complementario de todas las rayas capturadas en la zona de estudio para comparar el tipo de presas que cada una consume; pues según lo

sugerido por Ross (1986) las especies que comparten un mismo nicho y se congregan en una misma área por eventos reproductivos, o de nacimiento las especies tienen por fuerza que repartir temporalmente los recursos como el alimento y disminución de la competencia, pues de estas interrelaciones depende la transformación de energía necesaria para el apareamiento, para la crianza, para el desplazamiento, alimentación, crecimiento y todas aquellas funciones fisiológicas que cada ser vivo necesita para sobrevivir.

Guzmán-Castellanos (2007) quien sugiere que juveniles y neonatos de la raya *Urotrygon nana* presentó las mayores abundancias cercanas a la costa, específicamente cerca de las lagunas Superior e Inferior y los adultos cercanos a la laguna Mar Muerto en el Golfo de Tehuantepec de abril a agosto de 2003 lo cual concuerda también por lo reportado por Snelson y Williams (1981), Beltrán-Félix (1986), Simpfendorfer y Milward (1993) quienes mencionan que las bahías, esteros y lagunas costeras, son lugares elegidos por varias especies de elasmobranquios como sitios de cópula, gestación, expulsión de crías y crianza de juveniles en alguna etapa de su vida presencia de machos y hembras de *U. chilensis* de todas las tallas durante el período de veda camarón en el Golfo de Tehuantepec indica,

#### 4.6 Dimorfismo dentario.

La identificación de estructuras externas e internas suelen ser una valiosa herramienta en la identificación taxonómica; como la identificación de estructuras molares, tipo y la forma de dientes permiten comprender muchos de los aspectos tróficos que presentan las especies, al relacionar estas estructuras con el tipo de alimentación y la selectividad de presas (Bass, 1973; Braccini y Chiaramonte, 2002a y 2002b). Otros estudios para la familia Urolophidae han revelado la presencia de dimorfismo sexual dentario como en *Raja ocellata*, *R. clavata*, *R. texana* y *Breviraja cubensis* (Feduccia y Slaughter, 1974) lo mismo en *Urolophus halleri*, *U. concentricus* y *Dasyatis centroura* (Kajiura y Tricas, 1996).

La posición de la boca en *U. chilensis* en la parte ventral la asocian a hábitos bentófagos, los dientes son de tipo molariformes en hembras que forman las placas dentarias que se mantienen sin cambio en los tres estados de desarrollo y en machos los dientes presentan una base ovalada con dientes en punta cuando son neonatos y en cúspide cuando son juveniles y adultos, lo cual concuerda perfectamente con lo reportado por Kobelkowsky (2002) quien describió el dimorfismo dentario por vez primera con 5 ejemplares de la raya *U. chilensis* capturada por la misma técnica de arrastre en el Golfo de Tehuantepec, por lo que se corrobora la presencia de dimorfismo dentario. Por su parte Guzmán-Castellanos (2007) también reporta la presencia de dimorfismo dentario en la raya redonda *Urotrygon nana* capturada en la misma zona de estudio, describiendo que en esta especie los recién nacidos o neonatos presentan un mayor número de hileras de dientes en la mandíbula inferior; conforme los organismos adquieren mayor tamaño y llegan al estado de madurez adulto, el número de hileras se incrementa e iguala en ambas mandíbulas (38 a 44 hileras de dientes). Y aunque Kobelkowsky (2002) no reporta las tallas de los organismos muestreados para la comparación del número de dientes de acuerdo a esta característica, en el presente documento la biología dentaria que reporta Guzmán-Castellanos (2007) fue identificada para *U. chilensis* cambiando solamente el número de dientes en cada mandíbula y que puede ser resultado de la talla de cada especie Guzmán-Castellanos (2007).

A este respecto Moss (1967); Moss (1972); Kajiura y Tricas (1996); Kemp (1999) y Motta (2004) han especificado que el tamaño de los dientes en los elasmobranquios, principalmente en tiburones esta relacionado con el incremento en la talla; siendo los dientes pequeños sustituidos por dientes más grandes durante el crecimiento de los organismos; esta característica ha sido definida como poliofiodoncia o sustitución continúa de los dientes.

Feduccia y Slaughter (1974) supusieron que este dimorfismo dentario en la familia Rajidae se debía a que las especies consumían diferentes tipos de presas; siendo McEachran (1977) quien corroboró que dentro de los Rajidae el consumo de dieta es el mismo, y sugirió que esta



característica en los dientes se debía a procesos puramente de estrategia reproductiva, pues la forma de dientes en los machos les permiten sujetar a las hembras por la aleta pectoral durante la cópula, como lo describieron McCourt y Kerstitch (1980) en *Urolophus concentricus*.

Mientras que, las hembras también incrementan el número de hileras de dientes conforme pasan de un estado de madurez a otro; sin embargo, el número de hileras se mantiene igual en ambas mandíbulas durante los diferentes estados de madurez.



# CAPÍTULO V



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES

De acuerdo con las Hipótesis y Objetivos presentados para la contribución en la descripción alimenticia de la raya chilena *U. chilensis* se concluye que de mayo a agosto de 2008 en el Golfo de Tehuantepec:

1. La población de 192 rayas se alimenta de invertebrados marinos, principalmente de poliquetos y pequeños crustáceos.
2. Las principales categorías taxonómicas identificadas como presas principales fueron poliquetos de las familias Lumbrinidae, Onuphidae y Nereididae, así como crustáceos del orden Amphipoda y de las familias Penaeidae y Mysidae.
3. Hembras y machos presentaron una alta dominancia de poliquetos y crustáceos, lo que significa que ambos sexos consumen las mismas presas.
4. Neonatos, juveniles y adultos no mostraron variación en el tipo de presas ni preferencias por especies raras, los tres estados de desarrollo comparten la misma área de distribución y forrajeo y consumiendo el mismo tipo de presas capturadas como poliquetos y crustáceos.
5. La raya chilena es un depredador bentónico especialista capturando del fondo marino del Golfo de Tehuantepec a las presas más abundantes como poliquetos y crustáceos.

6. Respecto a la variación cualitativa y cuantitativa respecto de la profundidad de captura y meses de muestreo no se puede concluir nada, debido a que las muestras para estas categorías fueron muy pequeñas.
7. Hembras y machos exhibieron dimorfismo dentario, al presentar forma y número de hileras de dientes diferentes, sin embargo se concluye que esta diferencia no se debe al tipo de alimentación pues ambos sexos capturaron las mismas presas.



# CAPÍTULO VI



## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ajayi, T. O. 1982. Food and feeding habits of Raja species (Batoideo) in Carmrthen Bay, Bristol Channel. *J. Mar. Biol. Ass. U K* 62: 215-223 p.
- Allen, G. R. y D. R. Robertson. 1994. Peces del Pacífico Oriental Tropical. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Agrupación Sierra Madre y CEMEX. México. 327 p.
- Amundsen, P.A., H.M. Gabler and F.J. Staldivik, 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*. 48:607-614.
- Andrew, N. L. and J. G. Pepperell. 1992. The by-catch of shrimp trawl fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 30:527–565.
- Barnes, R. D. 1977, *Zoología de los Invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana, 3ª. Ed. México, D. F. 563 p.
- Barton, E. D.A. J. Brown.; P. M. Kosro.; M. Lavin.; J. M. Robles.; R. L. Smith.; H. S. Velez and A. Trasviña. 1993. Superquirt: Dynamics of the Gulf of Tehuantepec, México. *Oceanography*, 6:23-30. *En: ORTEGA-GARCÍA, S. et al., 2000. El Golfo de Tehuantepec como un centro de actividad biológica y su importancia en las pesquerías*. Cap. 22. BAC. Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. 336:354 p.
- Bonfil-Sanders, R. (1994). Overview of world elasmobranch fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, 341. 119 p.
- Bonfil-Sanders, R. (1997). Status of shark resources in the southern Gulf of Mexico and Caribbean: Implications for management. *Fisheries Research*, 29:101-117.

- Bonfil-Sanders, R. and De Anda, D. (1993). Biological parameters of commercially exploited silky sharks, *Carcharhinus falciformis* from Campeche Bank, Mexico. In: Branstetter, S. (ed). Conservation Biology of Elasmobranchs. NOAA. Technical Report NMFS, 115, 73-86.
- Brusca, R. C. and B. R. Wallerstein. 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast Pacific, with a review of shallow water zoogeography of the area. Bull. Biol. Soc. Wash. 3: 67-105.
- Cailliet, G. M.; L. Milton S. and E. Alfred W. 1986. FISHES: A field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification and History. Waveland Press, Inc. Illinois. 183 p.
- Capape, C., and J. Zaouali.. (1992). Le régime alimentaire de la pastenague Marbree, *Dasyatis marmorata* (Pises, Dasyatidae). Des eaux Tunisiennes. Vie Mile. 42(3-4), 269-276.
- Carrier, C. J.; H. L. Pratt, Jr. and J. I. Castro. 2004. Reproductive Biology of Elasmobranchs. *En*: J. C. Carrier, J. A. Musick, y M. R. Heithaus. Biology of sharks and their relatives. CRC Press. 553, 3-595 p.
- Castillo-Géniz, J. L. 1992. Diagnóstico de la pesquería de tiburón en México, documento del Programa Tiburón.
- Castillo-Géniz, J.L., S.R. Soriano-Velázquez, F. Sancho-Vazquez, C.E. Ramírez-Santiago y A. Cid del Prado-Vera 2002. Elasmobranchios del Golfo de Tehuantepec, litoral chiapaneco. CONABIO, México. 47 p.
- Castro, A. J. L. and H. E. Pérez. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha). Universidad Nacional Autónoma de México. 75 p.
- Castro, J. I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Envir. Biol. Fish.* 38:37-48.



- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que presentan las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Inst. Nal. Pesca, SEMARNAP-México. Serie Científica, 19:298 pp.
- Castro-Aguirre, J. L. y J. Espinosa-Pérez. 1996. Listados Faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideomorpha). Instituto de Biología. UNAM. México, D. F. 75 pp.
- Clark, E. y K. Von Schmidt. 1965. Sharks of central gulf coast of Florida. Bull. Mar. Sci. 15: 13-83.
- Compagno, L.V.J. 1984. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of the sharks species known to date. FAO. Fisheries Synopsis. 4(125): 655 pp.
- Compagno, L. J. V., F. Krupp y W. Schneider. 1995. Tiburones. *En*: Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. W. Fischer, F. Krupp, W. Schenider, C. Sommer, K. E. Carpenter and V.H Niem. (Eds.), Vol. II: 648-746.
- Compagno, L. J. V. 1999. *En*: Carpenter, K. E., & V. H. Niem. 1998-2001. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Occidental. Vol.3 Peces Batoideos, quimeras y peces vertebrados - Roma FAO. Vol. III: 508-574 p.
- CONAPESCA-IPN. 2004. Plan de Acción Nacional para el Manejo y Conservación de Tiburones, Rayas y Especies Afines en México (PANMCT). Secretaría de Agricultura, Ganadería. Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Mazatlán, México, 85 p.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. ICES Journal of Marine Science, 56: 707-717.
- Daniel, W.W. 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. LIMUSA - México. D.F. 878 pp.
- Davis, G.A. and L.M. Smith. 2001. Foraging strategies and niche dynamics of coexisting shorebirds at stopover sites in the southern Great Plains. The Auk 118:484-495.



- De León-González, J. A. 1994. Poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma continental de la costa oeste de Baja California Sur, México: Taxonomía, hábitos alimenticios y distribución. Tesis de Maestría. CICIMAR-I.P.N. La Paz, B.C.S. 177 pp.
- Dean, M. N. and Motta, P. J. (2004). Anatomy and functional morphology of the feeding apparatus of the lesser electric ray, *Narcine brasiliensis* (Elasmobranchii: Batoidea). *Journal of morphology*, 262, 462-483.
- Dulvy, N. C. and Reynolds, J. D. (2002). Predicting extinction vulnerability in skates. *Conservation Biology*, 16, 440-450.
- Fauchland, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of the Los Angeles Country. The Allan Hancock Foundation University of the Southern California, 180 p.
- Ferry-Lara, A. and G. M. Cailliet. 1996. Simple size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? pp. 71-80 *In: Gutshop '96 Feeding ecology and nutrition in fish symposium proceedings*. MacKinlay, D. and K. Shearer (Eds). Physiology Section. San Francisco State University.
- Ferry-Lara, A.; L. Clark, Stephen. and G. M. Cailliet. 1997. Food habits of spotted sand bass (*Paralabrax maculatofasciatus*, Serranidae), from Bahía de Los Angeles, Baja California. *Bull. Southern California Acad. Sci.*, 96 (1):1-21.
- Fischer, W. F. Krupp., W. Schneider., C. Sommer., K. E. and Carpenter, K. E., V. H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Vol.II Vertebrados - Roma FAO. Vol. II: 647-1200 p.
- Gabriel-Suaréz, P. y F. Amezcua-Linares 2002. Determinación de la edad, crecimiento y alimentación de la raya *Urotrygon chilensis* Günter 1871 en la Bahía de Petacalco Guerrero, México.. VIII Congreso Nacional de Ictiología. 113-138 p.
- Gallegos, G. A. y F. J. Barberán. 1998. Surgencia eólica. *En: Tapia-García (Ed.)*. El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, Universidad Autónoma Metropolitana.- Iztapalapa, México. 240 p.



- Garth, J. S. and W. Stephenson. 1966. Branchyura of the Pacific Coast of America. Brachyryncha: Portunidae. Allan Hancock Mon. Marine Biology. 154 pp.
- Gray, Ann. E.; Timothy, J. Mulligan. and Robert, W. Hannah. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. Environmental Biology of Fishes 49: 227-238.
- Guzmán, Castellanos. A. B. 2006. Biología de la raya *Urotrygon nana* (Miyake y McEachran, 1988) (Myliobatidae: Urolophidae) durante el período de veda de camarón-2003 en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de licenciatura en Biología Marina. Universidad del Mar. 75 p.
- Hall, M. A., Alverson, D. L. and Metuzales, K. I. (2000). By Catch: Problems and solutions. Marine Pollution Bulletin, 41 (1-6), 204-219.
- Hartman, O. 1950. Goniadidae, Glyceridae and Nephtyidae. The University of Southern California. Allan Hancock Pacific Expeditions. Los Angeles California.
- Hendrickx, E. M. 1996. Los camarones Penaeoidea bentónicos (Crustácea: Decapoda: Dendrobranchiata) del Pacífico Mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. México, D. F. 147 pp.
- Hendrickx, E. M. 1997. Los cangrejos brachiuros (Crustácea: Brachyura: Dromiidae hasta Leucosiidae) del Pacífico. CONABIO-Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM. México., D.F. 178 pp.
- Hendrickx, E. M. y J. Salgado-Barragán. 1991. Los estomatópodos (Crustácea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. México. D.F. Publ. Esp. 10: 1-200.
- Hurlbert, S. H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. Ecology. 59 (1): 67-77.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis – a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17, 411-429.



Iniciativa de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. Enero, 2005. Comisión de Pesca.

Kobelkowsky, A. 2006. Sistema digestivo y dimorfismo sexual dentario de las rayas *Urotrygon chilensis* (Urolophidae), *Dasyatis sabina* (Dasyatidae) y *Raja texana* (Rajidae). Homenaje al Doctor Andrés Resendez Medina. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Revista Mexicana de Biodiversidad 77: 317-318.

Krebs, C. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. 2ª ed. Harla. México. 753 pp.

Krebs, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row, New York, 550 pp.

Lamilla, J. y Sáenz, S. (2003). Clave taxonómica para el reconocimiento de especies de rayas chilenas (Chondrichthyes, Batoidei). Investigaciones Marinas, 31(2), 3-16.

Langton, R. W. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilineris* and fifteen other northerwest Atlantic finfish. U.S. National Marine Fisheries Service. Fish Bull. 80: 745-759.

Last, P. R. and J. D. Stevens. 1994. Sharks and Rays of Australia. CSIRO, Collingwood, Victoria, Australia, 513 pp.

Lucifora, O., Luis Juan L., Valero, Claudia, S. Bremen and Mario, L. Lasta. 2000. Feeding habits and prey selection by the skate *Dipturus chilensis* (Elasmobranchii: Rajidae) from the south-western Atlantic.

Ludwing, J. A. and J. F. Reynolds. 1998. Statistical ecology. John Wiley and Sons. New York, N. Y. 337 pp.

Mabragaña, E., Gilberto, D.A., y Bremec, C.S. (2005). Feeding ecology of *Bathyraja macloviana* (Rajiformes: Arhynchobatidae): a polychaete-feeding skate from the South-west Atlantic. Science Marine, 69, 405-413.

McEachran, J. and Miyake, T. 1986. Taxonomy of the Stingray Genus *Urotrygon* (Myliobatiformes: Urolophidae) Preliminary Results Based on External Morphology.



Department of Wildlife and Fisheries Sciences, Texas A. & M. University, Collage Station,  
Texas, U.S.A. 291-302.

McEachran, J. and Miyake, T. 1988. Three new of the Stingray Genus *Urotrygon*  
(MYLIOBATIFORMES : UROLOPHIDAE) from the Eastern Pacific. *Bulletin of Marine  
Science*. 42(3):366-375.

McEachran, J. D.; Katherine A. Dunn and Miyake Tsutomu. 1996. Interrelationships of the Batoid  
Fishes (Chondrichthyes: Batoidea). *En: Allen. B. Thomas. The Shark Almanac. A fully  
illustrated natural history of sharks, skates and rays*. 1999. United States of America. 274  
p.

McEachran, J.D. and M.R. de Carvalho 2002 Rajidae. Skates. p. 531-561. In K.E. Carpenter (ed.)  
FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the  
Western Central Atlantic. Vol. 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks,  
batoid fishes, and chimaeras - Rome FAO. Vol. I: 647-1200 p.

McEachran, J.D. and N. Aschliman . 2004. Phylogeny of Batoidea. *In Biology of sharks and their  
relatives*. J.C. Carrier, J. A. Musick y M.R. Heithaus (eds.). CRC Press, Boca Raton,  
Florida. p. 115–135.

Mejía-Falla, P.A., Navía, A. F., y Giraldo, A. (2006). Notas biológicas de la raya ocelada *Zapteryx  
xyster* Jordan y Evermann, 1896 (Chondrichthyes: Rhinobatidae) en la zona central de  
pesca del pacifico colombiano. *Investigaciones Marinas, Valparaíso*, 34(2), 181-185.

Mendoza-Salgado, R. A., E. S. Amador., C. H. Lechuga-Devéze y J. Arvizu, Martínez. 2003.  
Comunicación breve. Muerte masiva de fauna marina en Bahía Magdalena, BCS.,  
México. *Revista Biológica*. Vol. 17. No. 1. 64:68 p.

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



- Navia, A. F., P. Mejía-Falla y J. A. Caicedo. 2007. Guía de Identificación de especies de tiburones y rayas comercializadas en el Pacífico Colombiano. Primera versión. Fundación colombiana para la investigación y conservación de tiburones y rayas-SQUALUS. 37 p.
- Nelson, J. S. (1984). *Fishes of the World*. University of Alberta. Ed Monton. New York.
- Nishida, K. and Nakaya, K. (1990). Taxonomy of the genus *Dasyatis* (Elasmobranchii: Dasyatidae) from the North Pacific. NOAA Technical Report. NMFS, 90, 327- 346.
- Ortega, G. S., J. A. T. Salmerón., R. R. Sánchez., S. Lluch-cota. y H. Villalobos. 2000. El Golfo de Tehuantepec como un centro de actividad biológica y su importancia en las pesquerías. Cap. 22. BAC. Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. 336-354 p.
- Pasian, A., Goulart, E., Fontes, E. y Fedatto, M. C. (2006). Hábitos alimentares e sobreposição trófica das raias *Potamotrygon falkneri* e *Potamotrygon motoro* (Chondrichthyes, Potamotrygonidae) na planície alagável do alto rio Paraná, Brasil. *Acta scientiarum Biological sciences*, 28(3), 195-202.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant. and L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore bluefin tuna and bonito in California waters, Calif. Dep. Fish and Game, Fish. Bull. 105-152: p.
- Pratt, H. L. Jr. and T. Otake, 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management. *En*: H. L. Pratt, Jr., S. H. Gruber, and T. Taniuchi, eds. *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, sistematics, and the status of the fisheries*, U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90, 509-510.
- Pratt, H. L. and Cassey, J. G. (1990). Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries with a review of Holden's method of stimating growth-parameters. In Pratt, H. L., Gruber, S. H., y Taniuchi, T. (Eds): *Elasmobranchs as living resources*. 97-109, US. Departament of Commerce. NOAA Technical report NMFS 90.



- Pratt, H.L. Jr. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish. Bull. 77(2):445-469.
- Revan, B., y Daniel, R. Brooks. (1994) *Escherbothrium molinae* N. Gen. Et. N. Sp. (Eucestoda: Tetraphyllidea: Triloculariidae) in *Urotrygon chilensis* (Chondrichthyes: Myliobatiformes: Urolophidae) from the Gulf of Nicoya, Costa Rica. American Society of Parasitologists. Journal Parasitol., 80(5), 775-780 p.
- Robinson, H. T., Cailliet, G. M., y Ebert, D. A. (2007) Food habits of the longnose skate, *Raja rhina* (Jordan y Gilbert, 1880), in central California waters. Environmental Biology of Fishes, 80, 165-179.
- Robles, J. M.; Garcia, C. J.; Lavin, P. M. y M. L. Argote. E. 1988. Observaciones Eulerianas de corrientes y temperatura en el Golfo de Tehuantepec: diciembre de 1988/enero de 1989. Centro de Investigaciones Científicas y de Educación superior de Ensenada. Baja California. 51 p.
- Roden, G. I., 1961. On the wind-drive circulation in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. Geofísica Internacional 1 (3): 5576.
- Rodríguez De La Cruz M. C. 1987. Crustáceos decápodos del Golfo de California. Secretaría de Pesca (Ed). México. 306 pp.
- Rosecchi, E. y Y. Nouaze. 1987. Comparaison de cinq indices alimentaires utilises dans l'analyse des contenus stomacaux. Rev. Trav. Inst. Peches Marit. 49 (3 -4):11-123.
- Salazar-Vallejo, S., J. .A. De León-González y H. Salaires-Polanco. 1988. Poliquetos (Annélida: Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California. La Paz, B.C.S. 212 pp.
- Schiffman, S.S., M. L. Reynolds. and F. W. Young. 1981. Introduction to multidimensional scaling:theory, methods and applications. Orlando, FA. U. S. A. Academic Press. 110.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación " NORMA OFICIAL MEXICANA DE NOM-029-PESC-2004, PESCA RESPONSABLE DE TIBURONES Y



RAYAS" ESPECIFICACIONES PARA SU APROVECHAMIENTO (FUENTE: Diario Oficial de la Federacion de fecha 29 de noviembre de 2005 Pagina 28)

Shannon, C. E. and W. Wiener. 1963. The mathematical theory of communication urbane. University of Illinois Press. 117 pp.

Smith, J. W., y Merriner, J. V. (1985). Food habits and feeding behavior of the Cownose Ray, *Rhinoptera bonasus*, in Lower Chesapeake Bay. *Estuaries*, 8 (3), 305-310.

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

Springer, S. 1967. Social organization of shark populations. *In*: P. W. Gilbert, R. F. Mathewson, and D. P. Rall (eds.), *Sharks, skates and rays*, John Hopkins Press, Baltimore. 149-174.

Stevens, J. D. 1987. *Sharks*. Facts On Line. U.S. A. 240 p.

Stumpf, H. G., 1975. Satellite detection of upwelling in the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Jour. of Phys. Ocean.*, 5: 363 388.

Talent, L. G. 1982. Food habits of the gray smoothhound, *Mustelus californicus*, the brown smoothhound, *Mustelus henlei*, the showelnose guitar fish, *Rhinobatos productus*, and the bay ray, *Myliobatis californica*, in Elkhorn, California, California. *Dept.Fish Game*. 4:224-234.

Tapia, G. M. and M. C. G. Abad. 1998. Los peces acompañantes del camarón y su potencial como recurso en las costas de Oaxaca y Chiapas; Cap. 13: 179-196. En: M. Tapia-García (Ed.) *El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos*, 240 p. Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, México, ISBN 970-654-348-1.

Tapia, G. M., G. Abad., A. C. Edwards. and F. V. Gutiérrez. 2007. Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, México. *Geofísica Internacional (2007)*, Vol. 46, Num. 4, pp. 249-260

Trasviña, A.; E. Barton D.; J. Brown; H. Vélez S.; P. Kosro M. and R. L. Smith. 1995. Offshore wind forcing in the Gulf of Tehuantepec, México: the asymmetric circulation. *Journal of Geophysical Research*, 663 p.

- Turner, G. M. M. 1992. Estudio Oceanográfico en algunos parámetros físicos y químicos de la zona de surgencia del Golfo de Tehuantepec, en los meses de mayo y noviembre de 1989. Tesis de Licenciatura en Biología Marina, Universidad Nacional Autónoma de Zaragoza. México, D. F. 95 p.
- Valadez, G. Carmen., B. A. Palomino. y S. H. Vázquez. 2001. Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) (Chondrichthyes: Urolophidae) captura en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 27(1): 91-104.
- Valadez-González, C. 2007. Distribución, abundancia y alimentación de las rayas bentónicas de la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 70 p.
- Valadez-González, C., B. Aguilar-Palomino., S. Hernández Vázquez. 2001. Hábitos alimentarios de la raya *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) (Chondrichthyes: Urolophidae) captura en la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas*. 27(1): 91-104.
- Van Der Heiden, A. M. and H. Plascencia-González. 1990. Range extensions of the lophiid anglerfish *Lophiodes spilurus* and the Stingray *Urotrygon nana*, along the Pacific coast of America. *Rev. Biol. Trop.*, 38(1):147.
- Villavicencio-Garayzar, C. 1993a. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pises: Rinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 41(3):777-782.
- Villavicencio-Garayzar, C. 1993b. Notas sobre *Gymnura marmorata* (PISCES:DASYATIDAE) en Bahía Almejas, B.C.S., México. *Rev. Inv. Cient.* 3(1): 91-94.
- Villavicencio-Garayzar, C. 1993c. Observaciones sobre la abundancia y biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Pises: Torpenidae) en Bahía Almejas, B. C. S., México. *Rev. Inv. Cient.* 3(1): 95-99 .
- Wetherbee, B. M. and Enric Cortés. 2004. *En: J. C. Carrier, J. A. Musick, and M. R. Heithaus. Biology of sharks and their relatives. CRC Press.*553, 3-595 p.



Yáñez-Arancibia, A. 1985. Recursos pesqueros potenciales de México. La pesca acompañante del camarón. Progr. Univ. De Alimentos, Inst. Ciencias del Mar y Limnología., Inst. Nal. de Pesca. UNAM, México D. F. 748 p.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Tercera edición. Prentice Hall, EUA. 662 p.



# CAPÍTULO VII



## CAPÍTULO VI

### ANEXOS

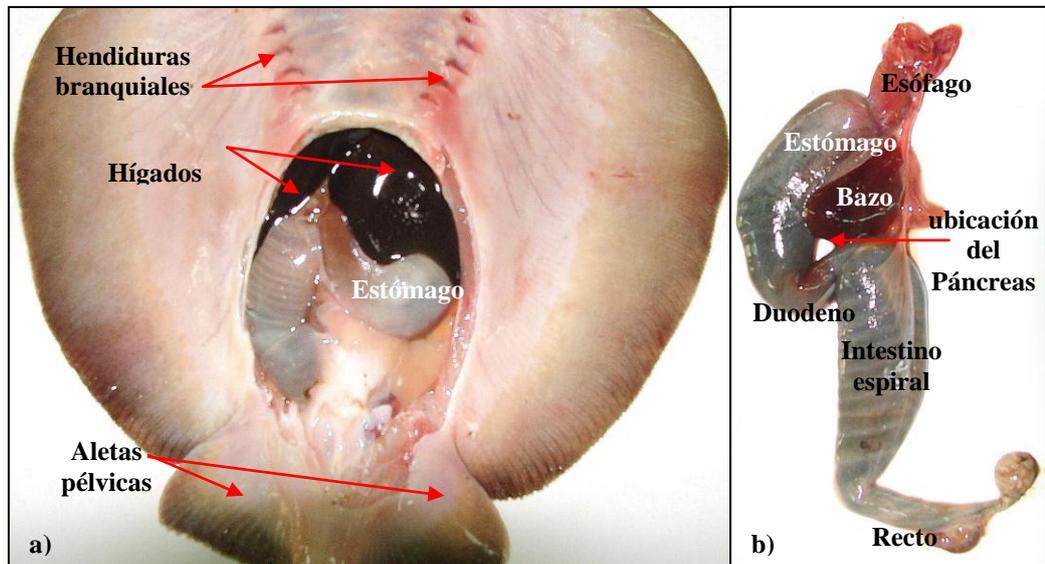


Figura 1. a) vista ventral y b) tracto digestivo y glándulas de *U. Chilensis* capturada en el de Tehuantepec. Foto: Castellanos A. B.

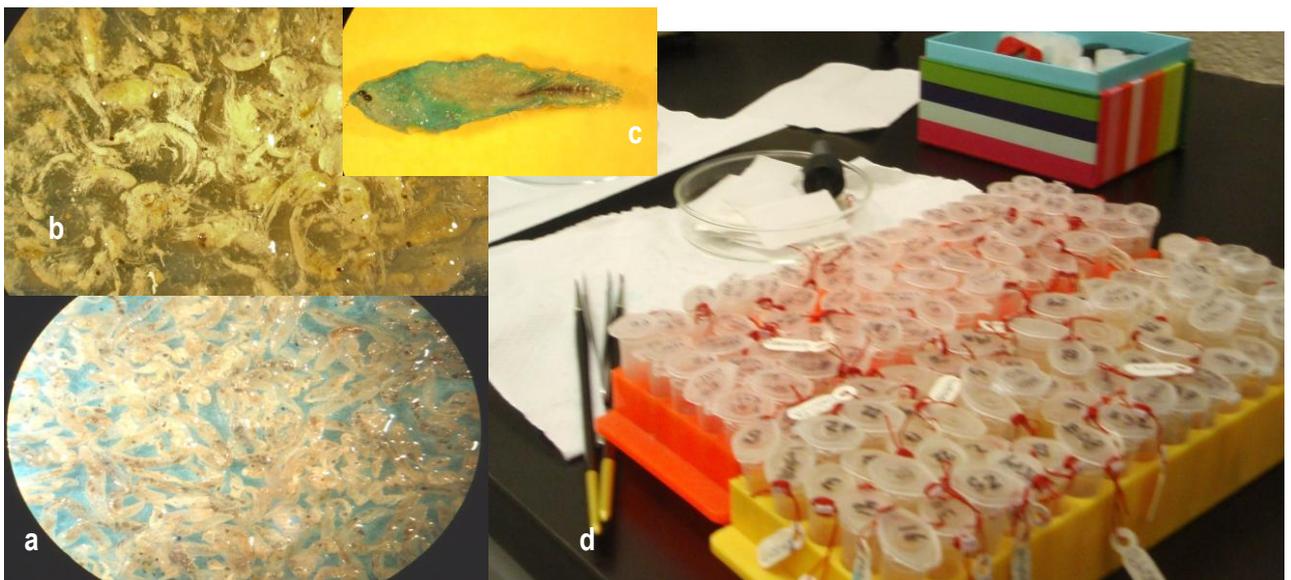
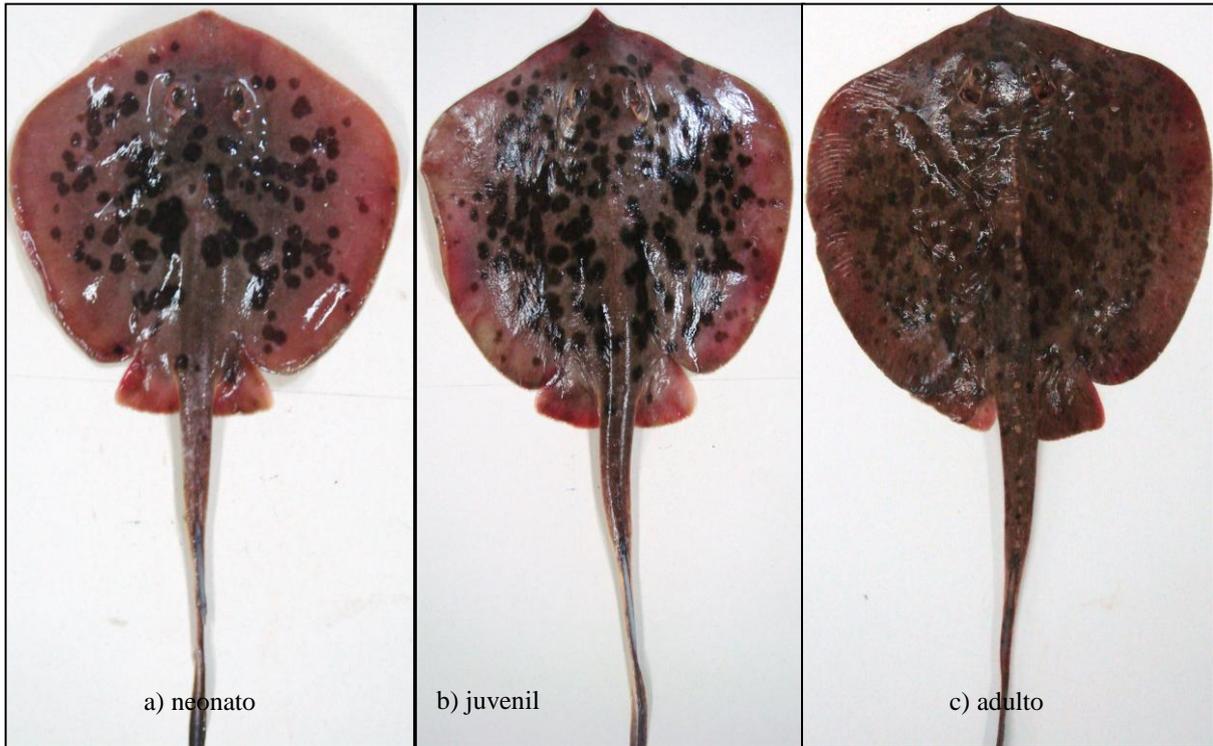


Figura 2. Categorías alimentarias encontrados en el tracto digestivo de *U. Chilensis* a) poliquetos, b) crustáceos, c) peces y d) muestras de presas en viales de plástico de 0.5m. Foto: Castellanos A. B.



**Figura 3.** Estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto. Foto: Castellanos A. B.



**Figura 4.** Estados de desarrollo en machos de *U. chilensis* capturados en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto. Foto: Castellanos A. B.