



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE INVESTIGACIÓN PARA EL
DESARROLLO INTEGRAL REGIONAL UNIDAD OAXACA

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

TESIS

Que como parte para obtener el título de

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO
DE RECURSOS NATURALES

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.

Oaxaca de Juárez, Oax.

Junio de 2010



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



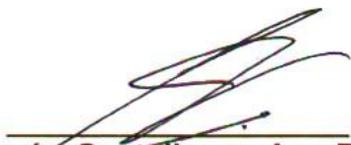


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

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 ó 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.

Se analizaron 275 rayas pintas *Urotrygon chilensis* capturadas en el Golfo de Teuantepec, México a diferentes profundidades (13.36 m a 53. 44m), durante los meses de mayo a agosto de 2007. De los organismos capturados se determinó el sexo, longitud total, ancho de disco y peso así como los diferentes estados de desarrollo (neonato, juveniles, adultos). Se encontró que en hembras la longitud total (Lt) osciló entre 12 a 44 cm; mientras que para machos fue de 11.6 a 32 cm de Lt; para ambos sexos la dominancia de presas estuvo basada en curstáceos y poliquetos. De acuerdo a la relación ancho de disco-peso ambos sexos aumentan en tamaño al mismo tiempo que incrementan su peso. No se observaron diferencias en la dieta de acuerdo a los diferentes estados de desarrollo. El índice de importancia relativa (IIR) mostró que las categorías alimentarias preferenciales para esta especie en cada uno de los estómagos analizados fueron anfípodos, decápodos y poliquetos, estomatópodos y peces; ambos sexos parecen ser depredadores oportunistas, lo que indica que toman el recurso disponible en su zona de distribución.

El Golfo de Tehuantepec parece ser una importante zona no solo de alimentación para esta especie sino de crianza y reproducción.

Palabras clave: *Urotrygon chilensis*, hábitos alimenticios, Golfo de Tehuantepec



ABSTRACT

Feeding habits of the chilean round ray *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) (MYLIOBATIFORMES: UROLOPHIDAE) in the Gulf of Tehuantepec, Mexico.

We analyzed 275 chilean round rays *Urotrygon chilensis* from the Gulf of Tehuantepec, Mexico. Samples were taken between May and August 2007 at different depths, ranging from 13 to 53 m. For each individual, we recorded sex, total length (TL), disc width, weight and maturity stage (newborn, young, adult). The females ranged from 12 to 44 cm TL; males were between 11.6 and 32 cm TL. The chilean round ray females had a larger size than males. We found sexual dimorphism in this species, with males presenting cusped teeth and females with molariform teeth. Our results indicate that crustaceans and polychaetes were the dominant prey for rays of both sexes. The index of relative importance (IIR) showed the main prey categories for chilean round rays, which were amphipods, decapods, polychaetes, stomatopods and fishes. Both sexes seems to be opportunistic predators which take advantage of available prey resources in their distribution area. The Gulf of Tehuantepec appears to be an important feeding area for this species, but also might be a nursery and mating ground.

Key words: *Urotrygon chilensis*, feeding habits, Gulf of Tehuantepec



CONTENIDO

ÍNDICE GENERAL	Página ii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
GLOSARIO	ix
ANEXOS	xi



ÍNDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
I.1 Generalidades de la biología de los batoideos	3
I.2 Características descriptivas de la especie	5
II. Antecedentes	7
III. Justificación	11
IV. Hipótesis	13
V. Objetivos	14
V.1 General	
V.2 Particulares	
VI. Material y métodos	
VI.1 Descripción del área de estudio	15
VI.2 Captura de rayas	15
VI.3 Trabajo de Laboratorio	18
VI.4 Obtención del contenido estomacal	19
VI.5 Obtención y análisis de datos	
VI.5.1 Composición de tallas y proporción sexual	19
VI.5.2 Curvas acumulativas de especies	20
VI.5.3 Método cualitativo del contenido estomacal	21
VI.5.4 Método cuantitativo del contenido estomacal	21
VI.5.5 Índices de Riqueza Específica	24
VI.5.6 Validación estadística	26
VI.5.7 Dimorfismo sexual dentario	27
VII. Resultados	



VII.1 Composición de tallas	28
VII.2 Proporción de sexos	30
VII.3 Curvas de Acumulación de especies	33
VII.4 Análisis cualitativo y cuantitativo del contenido estomacal	35
VII.5 Variación intraespecífica del contenido estomacal	36
VII.6 Diversidad de presas consumidas y el traslape trófico de acuerdo al estado de desarrollo y sexos a diferentes profundidades de captura.	50
VII.7 Variación intraespecífica entre sexos y estados de desarrollo en los diferentes meses de captura.	52
VII.8 Diversidad de presas consumidas y el traslape trófico de acuerdo al estado de desarrollo y sexos en los diferentes meses de captura.	62
VII.9 Número y forma de dientes	64
VII. Discusiones	65
IX. Conclusiones	71
X. Bibliografía	72



Lista de tablas

Tabla		Página
1.	Proporción sexual encontrada en los diferentes estados de desarrollo de la raya <i>U. chilensis</i> capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades.	31
2.	Proporción sexual encontrada en los diferentes estados de desarrollo de la raya <i>U. chilensis</i> capturada en el Golfo de Tehuantepec en cinco subzonas de pesca (91, 92, 93, 94 y 95)	32
3.	Proporción sexual encontrada en los diferentes estados de desarrollo de la raya <i>U. chilensis</i> capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2007	32
4.	Número de estómagos por mes en neonatos, juveniles y adultos de <i>Urotrygon chilensis</i> señalando la presencia o ausencia de alimento	35
5.	Número de presas capturadas para cada sexo de <i>U. chilensis</i> capturada en el golfo de Tehuantepec. Neonatos (NN), juveniles (J) y adultos (A)	37
6.	Composición cuantitativa en hembras por estados de desarrollo en <i>U. chilensis</i> capturadas a diferentes profundidades en el Golfo de Tehuantepec.	41
7.	Composición cuantitativa en machos por estados de desarrollo en <i>U. chilensis</i> capturadas a diferentes profundidades en el Golfo de Tehuantepec	47
8.	Composición cuantitativa en hembras por estados de desarrollo en <i>U. chilensis</i> de mayo a agosto de 2008 en el Golfo de Tehuantepec.	54
9.	Composición cuantitativa en machos por estados de desarrollo en <i>U. chilensis</i> de mayo a agosto de 2008 en el Golfo de Tehuantepec	59

Lista de figuras

Figura		Página
1.	<i>Urotrygon chilensis</i> (Günther, 1871)	6
2.	Mapa 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	17
3.	Barco camaronero, con portalones y red de arrastre	17
4.	Medidas corporales tomadas para hembras y machos de <i>Urotrygon chilensis</i> capturadas en el golfo de Tehuantepec Tamaño de letra, corregir este tipo de error en todo el documento	anexo
5.	a) Vista ventral y b) tracto digestivo y glándulas de <i>U. Chilensis</i> capturada en el golfo de Tehuantepec	anexo
6.	Falta?	anexo
7.	Estructura gráfica de la estrategia alimenticia (Amundsen <i>et al.</i> 1996)	24
8.	Estructura de tallas en hembras de <i>U. chilensis</i> utilizados Corregir en todo este apartado para el análisis de alimentación	27
9.	Estructura de tallas en machos de <i>U. chilensis</i> utilizados para el análisis de alimentación.	33
10.	Estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> capturadas en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto	anexo
11.	Estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> capturados en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto.	anexo
12.	Relación del número de estómagos con el número de tipo presa encontradas en a) neonatos de <i>Urotrygon chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec	34
13.	Relación del número de estómagos con el número de tipo presa encontradas en b) juveniles y c) adultos de <i>Urotrygon chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec	34



14.	Porcentaje de estómagos con alimento (a) y estómagos vacíos (b) en hembras de <i>U. chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec	36
15.	Porcentaje de a) estómagos con alimento y b) estómagos vacíos en machos de <i>U. chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec.	
16.	Representación porcentual del método numérico y de frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturadas en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	42
17.	Representación porcentual del método gravimétrico y de importancia relativa en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	43
18.	Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen <i>et al.</i> 1996, Corregir en el todo este apartado en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	44
19.	Representación porcentual del método numérico y frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> , capturada Corregir en el todo este apartado en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	48
20.	Representación porcentual del método gravimétrico y de importancia relativa en los diferentes estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	49
21.	Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen <i>et al.</i> 1996, en los diferentes estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades	50
22.	Representación porcentual porcentual del método numérico y de Corregir en el todo este apartado frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008.	55
23.	Representación del método numérico y frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008	56
24.	Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen <i>et al.</i> 1996, Corregir en el todo este apartado en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008	57
25.	Representación del método numérico y frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008	60
26.	Representación porcentual del método numérico y frecuencia de ocurrencia en los diferentes estados de desarrollo en machos de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008	61
27.	Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen <i>et al.</i> 1996, en los diferentes estados de desarrollo en hembras de <i>U. chilensis</i> , capturada en el Golfo de Tehuantepec de mayo a agosto de 2008	62
28.	Mandíbula superior e inferior del macho adulto, c y d) mandíbula superior e inferior de la hembra adulta, e) mandíbula del macho juvenil y f) mandíbula de la hembra juvenil de <i>U. chilensis</i> en el Golfo de Tehuantepec	64



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), rajas (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 placoides 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 está 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 benthicos 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)



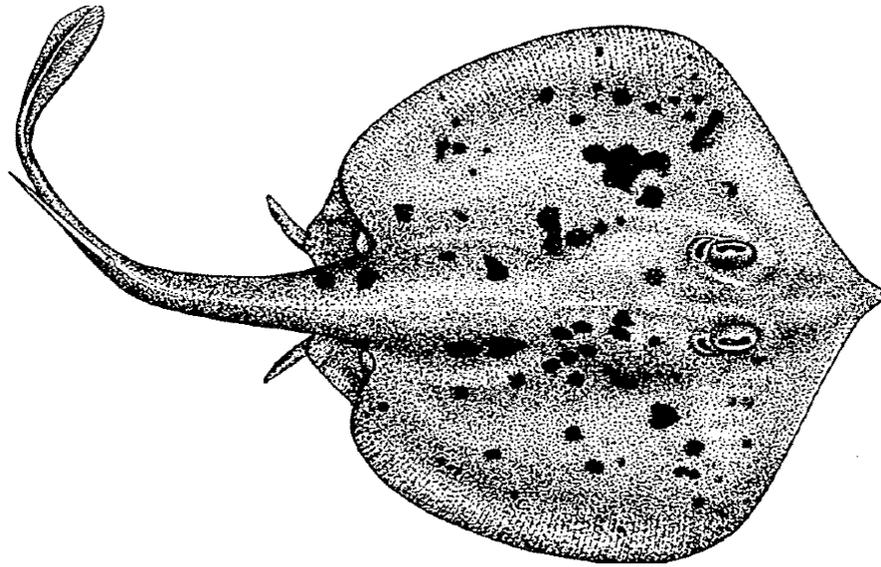


Figura 1. *Urotrygon chilensis* (Günther, 1871) tomado de Fischer *et al.* 1995.

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 japonica*, *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 siendo insuficiente 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 productos* y *Myliobatis californica* en California (Talent, 1982); *Raja clavata*, *R. montagui* y *R. microcellata* 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 "Tehuano o Tehuantepecanos", los cuales al atravesar la región, se intensifican provocando frentes oceánicos y surgencias en un área no mayor a los 200 km² (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 cartilaginosos 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

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 km²; 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).



2.1.2 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.



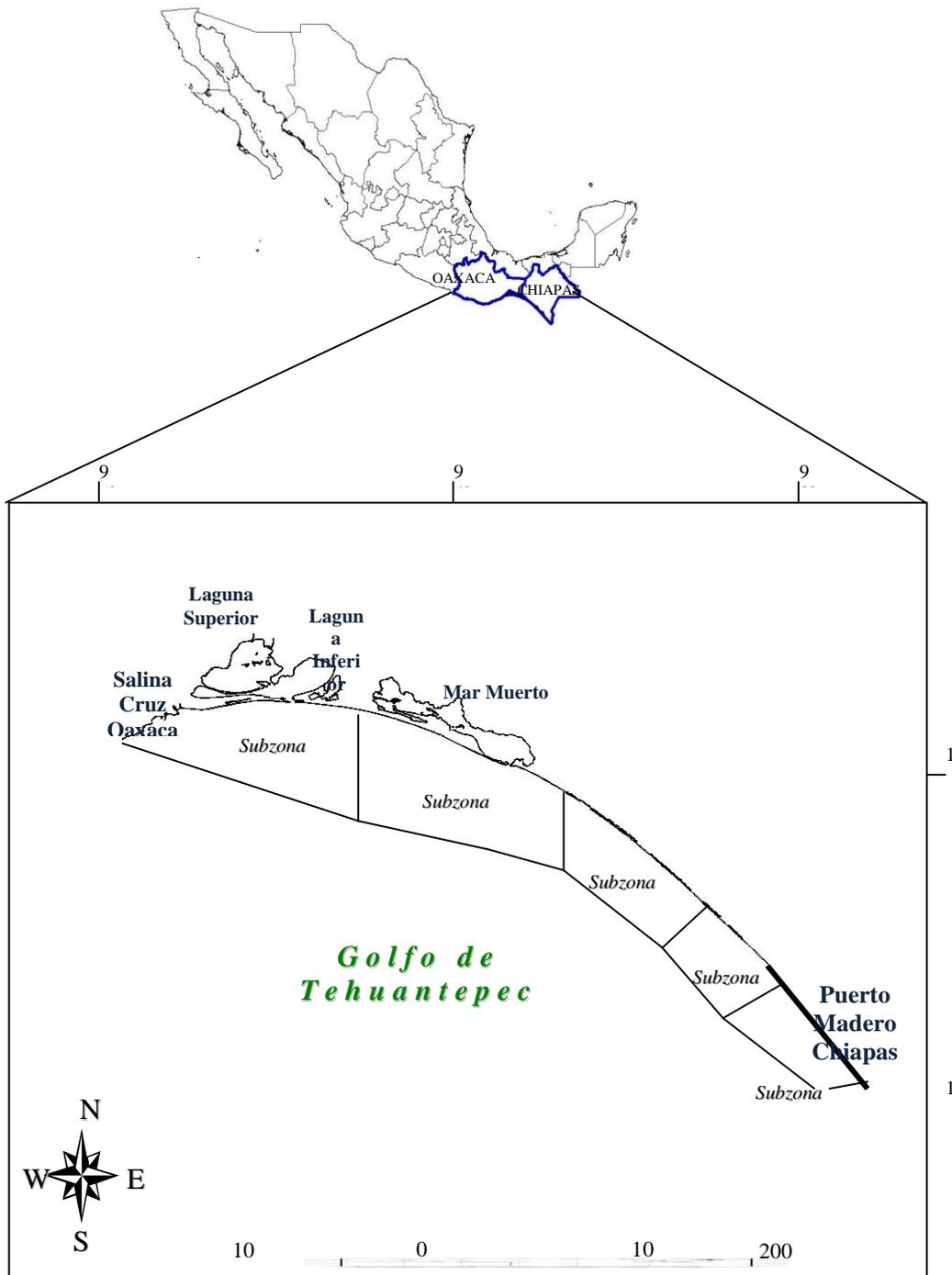


Figura 2. Localización geográfica del área de captura de *U. chilensis* en el Golfo de Tehuantepec, delimitando las cinco subzonas de pesca 91, 92, 93, 94 y 95.

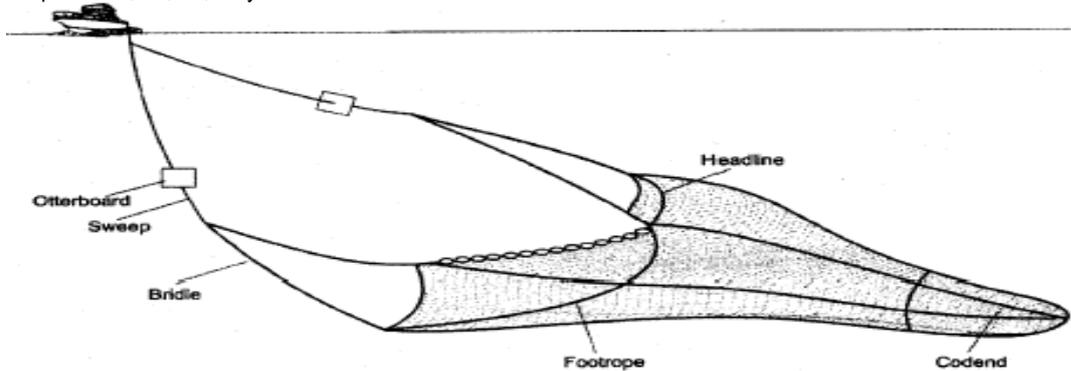


Figura 3. Barco camarero, con portalones y red de arrastre, tomado de Kumar y Deepthi (2006).

2.1.3 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 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: Batoideiomorpha) 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, Batoideo) (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 ovoocitos maduros en el ovario, huevos y/o embriones en el



oviducto (Springer, 1967; Pratt, 1979). Para poder describir las tallas en la raya chilena, complementariamente se midió la longitud total (LT), a partir de la punta del disco (hocico) hasta la punta de la aleta caudal y en los casos en los que las rayas no presentaron aleta caudal, se midió la longitud del disco (LD), esto es desde el hocico hasta el borde de las aletas pectorales (Fig. 4 Anexo); esto se hizo con un metro convencional con precisión de un cm, a las rayas de tallas pequeñas se les midió con un vernier digital (0.01 cm de precisión) marca Mitutoyo.

2.1.3.1 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. 5 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. 6 Anexo).

2.1.4 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).

2.1.5 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).

2.1.6 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_j = es el peso de todos los organismos presa de una categoría alimentaria.

P_j = 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.



2.1.7 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.

2.1.8 Riqueza de especies (S).

Esta fue utilizada para medir la diversidad en número de presas encontradas en los tractos digestivos.

2.1.9 Índice de Shannon-Wiener (H').

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_i = 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):

$$t = \frac{H_1 - H_2}{\sqrt{VarH_1 + VarH_2}}$$



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.

2.1.9 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:

$$B_i = 1 / \left(1 + \frac{1}{\sum_{j=1}^n P_{ij}^2} \right)$$

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.

2.1.10 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:

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

Donde:

$C\lambda$ = índice de Morisita–Horn traslape entre el depredador x y el depredador y.

P_{xi} = proporción de presas i del total de presas consumidas por el depredador x.

P_{y} = 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).

2.1.12 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.

2.1.13 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; utilizando el programa Statistica *StatSoft* versión 7.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS.

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 fueron considerados con alimento y 68 se encontraron vacíos. En los tractos con alimento se identificaron 1038 componentes alimentarios de los cuales 717 correspondieron a gusanos poliquetos (68.88%) identificando 3 órdenes, 6 familias y 2 géneros; de acuerdo al orden de importancia por familia: Lumbrinidae (32.18%), Onuphidae (23.73%), Nereididae (5.76%), Phyllodocidae (3.46%), Polynoidae (2.31%) y Flabeligeridae (1.44%). Seguidos por 318 crustáceos (30.55%) crustáceos identificando 4 órdenes, 3 familias y una especie en el siguiente orden de importancia: Misyde (19.50%), Amphipoda (7.88 %), Decapada (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 Componente alimentario encontrados en los tractos digestivos de *Urotrygon 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 100 tractos digestivos de *Urotrygon 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
Total crustáceos	318	30.55
<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
Total poliquetos	717	68.88
<i>Bothus leopardinus</i>	6	0.58
Total peces	6	0.58
Total presas encontradas	1041	100.00

3.1.1 Curvas de Acumulación de presas.



De los 192 tractos digestivos que presentaron alimento se cuantificaron un total de 10 categorías alimentarias constituidas principalmente por poliquetos, crustáceos y de manera muy ocasional peces. Restos de poliquetos, restos de crustáceos y materia orgánica no identificable fueron encontrados pero no se incluyeron en los análisis de datos debido al bajo porcentaje que presentaron. Poliquetos lumbrinideos y nereidideos, así como crustáceos anfípodos y decapados fueron registrados como el número de presas o tipos de alimento inicial 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, a los 37, 53, 70, y 97 dos nuevas presas sumando un total de 10 categorías alimentarias bien identificadas. El número de presas acumuladas relacionadas con el número de tractos digestivos analizados mostró una curva de tipo asintótica, que decreció y permaneció constante al llegar a los 97 tractos, a pesar de que se revisó el número total de estos. Al alcanzar la curva una constante indicó que el tamaño de la muestra analizada fue suficientemente para describir los componentes alimentarios encontrados en la raya chilena (Fig. 12).

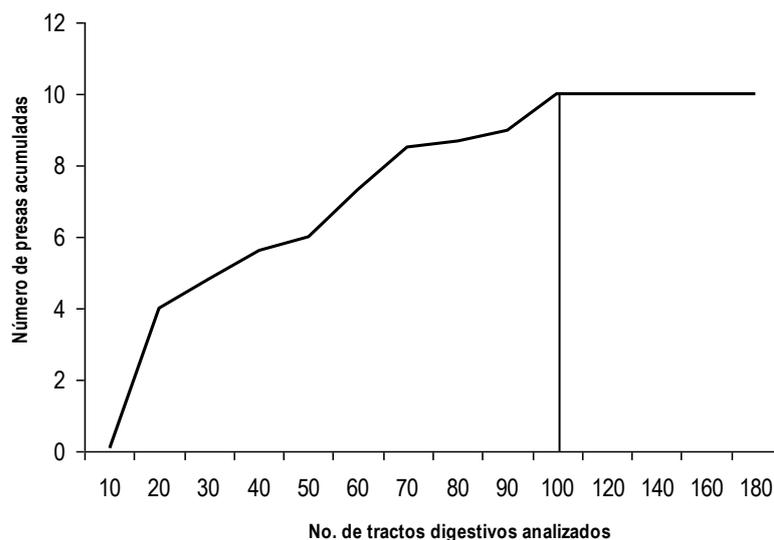


Figura 12. Relación del número de tracto digestivo con el número de tipo presas encontradas en *Urotrygon chilensis* capturada en el Golfo de Tehuantepec.

3.1.3 Descripción de los componentes alimentarios de acuerdo al sexo en *U. chilensis*.

En hembras: El peso total de presas encontradas en 100 estómagos fue de 371.03 gr., el método numérico (%N), mostró que se alimentaron principalmente de poliquetos de la familia Lumbrinidae (32.02%), seguido por la familia Onuphidae (25.36%) y finalmente por la familia de crustáceos Mysidae (15.34%). El método de frecuencia de ocurrencia (%FO) indicó que la familia a Lumbrinidae fue el grupo presa más importante (21.69%), seguida por la familia Mysidae (18.84%), Onuphidae (14.95%) y por el orden Amphipoda (9.02%). El método gravimétrico (%P) presentó a las familias Onuphidae y Lumbrinidae como las mejor representadas en peso (29.65% y 26.94% respectivamente) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8%. Finalmente el índice de importancia relativa (%IIR) confirmó que de acuerdo al espectro trófico encontrado los poliquetos de la familia Lumbrinidae (43.45%) fue la más importante y representativa, aunque su representación en peso no fue significativa, el segundo ítem de mayor importancia fue la familia Onuphidae (26.62 %); la familia Mysidae se ubicó en tercer lugar de importancia (16.80 %).

En machos: El peso total de presas encontradas en 92 estómagos fue de 444.53 gr., 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%). 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). 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%). El índice de importancia relativa (%IIR) caracterizó y confirmó 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 7).

Tabla 7. Composición cuantitativa en *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec. N = número; FO = frecuencia de ocurrencia; W = peso (g); IIR = índice de importancia relativa de un total de 192 tractos digestivos con alimento.

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
O. Amphipoda	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
Total crustáceos	68	167	42.77	48.13	36	32	37.11	36.78	51.51	133.36	16.58	36.55	705.8	791	21.97	28.84
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. Phyllodoceidae	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. Flabelligeridae																
<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
Total poliquetos	85	181	53.46	52.16	54	55	55.67	63.22	249.5	231.5	80.29	63.45	2456.5	1950.76	76.48	71.16
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
Total peces	6	0	3.77	0.00	7	0.00	7.22	0.00	9.73	0.00	3.13	0.00	49.83	0.00	1.55	0.00
Total presas	159	348	100	100	97	87	100	100	310.74	364.86	100	100	3212.09	2741.56	100.00	100.00

VII.6 Variación intraespecífica de acuerdo al estado de desarrollo y sexos a diferentes profundidades de captura.

Hembras y machos de *U. chilensis* se capturaron entre los 15.2m y 39.3m de profundidad, las mayores abundancias de presas para neonatos, juveniles y adultos se presentaron a los 15, 32 y 37m de profundidad. El espectro trófico estuvo constituido por 14 grupos presa o ítems de los cuales 6 de estos, correspondieron a poliquetos siendo las mayores categorías, 4 grupos de alimento correspondieron a crustáceos y el resto a peces, RP, RC y moni.

Espectro trófico para hembras: Se analizaron 100 estómagos, el espectro trófico se constituyó principalmente de 13 tipos de presas, correspondientes a 8 órdenes que incluyen a 3 familias

(una especie) de crustáceos, 6 familias de poliquetos y una de peces; restos de crustáceos, poliquetos y materia orgánica no identificada. De acuerdo al análisis por sexo, el método numérico (N%), mostró que las hembras se alimentaron principalmente de poliquetos de la familia Lumbrinidae (32.02%), seguido por la familia Onuphidae (25.36%) y finalmente por la familia de crustáceos Mysidae (15.34%); el resto del porcentaje lo constituyeron anfípodos (5.95%), pendidos (5.91%), nereidos (5.52%), filodocidos (3.61%), polinoideos (1.81%), RP (1.66%), RC (1.35%), flabeligeridos (0.76%), stomatopodos (0.69%) y lenguados (0.46%). El método de frecuencia de ocurrencia (FO%) indicó que la familia a Lumbrinidae fue el grupo presa más importante (21.69%), seguida por la familia Mysidae (18.84%), Onuphidae (14.95%) y por Amphipoda (9.02%) el resto lo constituyo el resto de los grupos presa encontrados. El peso total para las presas en hembras fue de 371.03 gr. El método gravimétrico (P%) presentó la familia Onuphidae y Lumbrinidae como las mejor representadas en peso (29.65% y 26.94% respectivamente) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8%. Finalmente con el índice de importancia relativa (IIR%) caracterizo y confirmo que de acuerdo al espectro trófico encontrado los poliquetos de la familia Lumbrinidae (43.45%) fue la más importante y representativa, aunque su representación en peso no fue significativa, el segundo ítem de mayor importancia fue la familia Onuphidae (26.62 %); la familia Mysidae se ubicó en tercer lugar de importancia (16.80 %).

En el análisis gráfico propuesto para la determinación del tipo de estrategia alimenticia en las hembras de la raya *U. chilensis*, se observa que la mayor proporción de organismos presa cayeron distribuidos a la izquierda del gráfico. Esto es, que las rayas en los tres estados de desarrollo comparten preferencias alimenticias, sin embargo las familias de presas no fueron consumidas con la misma preferencia, lo cual significaría que los ítems encontrados fueron consumidos solo por una fracción de las rayas capturadas. Los poliquetos de las familias Lumbrinidae y Onuphidae se presentaron como presas dominantes dentro de la ingesta de la



raya chilena de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia; por lo que podría sugerirse que estos organismos presas son de preferencia para las hembras (Fig. 16).

Neonatos (♀): Las tallas a partir de los 9 a 15 cm de LT correspondieron a neonatos en hembras, las cuales 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) (Fig. 14a). La familia Lumbrinidae (20.1%) constituyeron las presas mayormente encontradas de acuerdo al número de estómagos analizados, seguidos por la familia Mysidae (19.9%) (Fig. 14b). 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% (Fig. 15a). 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 6) (Figura 15b).

Juveniles (♀): Las rayas entre los 16 y 29 cm de LT consumieron un total de 178 presas, 47 crustáceos, 126 poliquetos y el restante fue de RC y RP. 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 %) (Fig. 14a). 60 estómagos fueron analizados encontrando que las presas más frecuentes fueron Lumbrinidae (23.33 %), Mysidae (18.33%), Onuphidae (15%), Amphipoda (11.67%), Nereididae (10%) y Penaeidae (6.67%) (Fig. 14b). 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%) (Fig. 15a); de acuerdo al espectro trófico para este estado de desarrollo las



presas de familia Onuphidae fue la importante seguida por las presas de la familia Lumbrinidae y Mysidae (Tabla 6) (Fig. 15b).

Adultos (♀): Apartir de los 26 cm de LT se consideraron hembras adultas de las que se analizaron 15 estómagos, con 288 organismos presa. De acuerdo al método numérico los poliquetos constituyeron el 71.72% siendo la familia Lumbrinidae (47.93%) la más frecuente al igual que Onuphidae (18.97%) (Fig. 14a). 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. Las familias con mayor porcentaje de aparición fueron Lumbrinidae y Mysidae ambas con el 20% seguidas por la familia Onuphidae con el 13.33% (Fig. 14b). 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 (Fig. 15a). 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 6) (Fig. 15b).

Espectro trófico para machos: Se analizaron un total de 92 estómagos con alimento, en el cual el espectro trófico se representó principalmente de 10 tipos de presas, que a diferencia de las hembras no presentaron estómagos con peces o restos de estos. El método numérico (N%), en machos mostró que se alimentaron principalmente de crustáceos de la familia Mysidae (28.03%) y Amphipoda (14.88%), poliquetos de la familia Lumbrinidae (16.45%), seguido por la familia Onuphidae (14.96%); el resto del porcentaje lo constituyeron nereidos (9.10%), filodocidos (4.16%), RP (3.87%), RC (2.37%), flabeligeridos y polinoideos (2.09%) y finalmente por peneideos (2.01%). El método de frecuencia de ocurrencia (FO%) indicó que la familia 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%), el resto lo constituyó el resto de los grupos presa encontrados. El peso total para las presas en machos fue



de 444.53 gr., el método gravimétrico (P%) presentó la familia Lumbrinidae y Mysidae como las mejor representadas en peso (27.52% y 23.13% respectivamente), seguidas de las familias Onuphidae (17.27%) y Amphipoda (9.84%) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8%. Finalmente con 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 7).

En machos la estrategia alimenticia indicó que los organismos presa estuvieron distribuidos al igual que en las hembras del lado izquierdo del gráfico; consumiendo preferencialmente dos familias de poliquetos (F. Lumbrinidae y Onuphidae) y dos de crustáceos (F. Squillidae y Penaeidae) pues fueron las mayores frecuencias de ocurrencia, aunque siguen compartiendo de forma diferente la ingesta de las presas entre diferentes estados de desarrollo (Fig. 19).

Neonatos (♂): Las tallas a partir de los 10 a 15 cm de LT correspondieron a neonatos en machos, los cuales consumieron un total de 89 presas; el método Numérico (N%) indicó contrario a las hembras en las que los poliquetos del género *Ninoe sp* fue la presa más importante; los machos la esta talla fueron os crustáceos los que constituyeron las presas más importantes, la familia Mysidae y Amphipoda constituyeron el 23.60% cada una. Seguidas por poliquetos de las familias Lumbrinidae (15.85%), Onuphidae y Nereididae el 12.36% cada una, consumiendo escasamente penaeideos, filodocidos, polinoideos y flabeligeridos (Fig. 17a). La familia Lumbrinidae (22.22%) constituyo la mayor representación de presas de acuerdo al número de estómagos analizados (Fig. 17b). El peso más representativo fue de 17.69% correspondiente a RC; de acuerdo al espectro trófico encontrado por el IIR%, la familia Lumbrinidae (37.92%), Onuphidae (24.45%), Mysidae (15.34%) y Amphipoda (9.65%) fueron las más representativas e importantes (Tabla 7) (Fig. 18 a,b).



Juveniles (♂): Las rayas entre los 16 y 26 cm de LT consumieron un total de 155 presas, 70 crustáceos, 56 poliquetos y el restante fue de RC y RP. El número total de presas identificadas taxonómicamente indican que los crustáceos fueron en número los más abundantes, siendo la familia la Mysidae (35.48 %) la más significativa seguida por la familia Lumbrinidae (13.55 %) (Fig. 171). 60 estómagos igual que en las hembras fueron analizados encontrando que las presas más frecuentes fueron Lumbrinidae (20%), Penaeidae (16.67%), Amphipoda (11.67%) y Onuphidae (10%) (Fig. 17b). El peso total para las presas encontradas en los juveniles fue de 221.38 gr, de los cuales los poliquetos aportaron el mayor porcentaje (61.4%) seguidos por los crustáceos (25.4%); de acuerdo al espectro trófico para este estado de desarrollo las presas de familia Lumbrinidae, Mysidae y Onuphidae fueron las presas más importantes (Tabla 7) (Fig. 18).

Adultos (♂): Apartir de los 26 cm de LT se consideraron hembras adultas de las que se analizaron 14 estómagos. De acuerdo al método numérico los poliquetos constituyeron el 59.85% siendo la familia Onuphidae (23.48%) la más frecuente al igual que la familia Lumbrinidae (18.94%) y Nereididae (13.64%) (Figura 17a). El peso total para las presas fue de 125.34 gr, aportando las familias Lumbrinidae el 31.44% en peso, Mysidae 27.14% y Onuphidae el 20.70% (Figura 17b). De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR%) las familias más importantes en la dieta de las rayas en esta etapa de desarrollo fueron la familia Lumbrinidae específicamente con *Ninoe sp* (37.92%), Onuphidae (21.45%) y Mysidae (15.34%) (Tabla 7) (Figura 18a). Los crustáceos aportaron el 40.15% con la familia Mysidae (25%) y Amphipoda (11.36%) como las más frecuentes. Las familias con mayor porcentaje de aparición fueron Onuphidae con el 28.57%, Lumbrinidae 21.43%, y las familias Nereididae y Amphipoda (14.29% cada una) (Figura 18b).



Tabla 6. Composición cuantitativa en hembras por estados de desarrollo en *U. chilensis* capturadas a diferentes profundidades en el Golfo de Tehuantepec. Donde N = número; FO = frecuencia de ocurrencia; W = peso (g); IIR = índice de importancia relativa de un total de 100 estómagos con alimento.

Clasificación de presas encontradas	(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
Profundidad de captura para hembras de 15.2 a 40 metros en las subzona de pesca 91,92, 93, 94 y 95																								
P. ARTHROPODA																								
SP. Crustácea																								
C. Malacostrácea																								
O. Amphipoda	11	12	8	8.33	6.70	2.76	2	7	1	8	11.67	6.67	12.57	9.2	2.37	14.63	8.58	1.33	183.69	178.30	27.27	7.73	5.93	0.86
O. Decapoda																								
F. Penaeidae	17	3	9	12.88	1.68	3.10	4	4	1	16	6.67	6.67	1.14	0.05	3.22	1.33	0.05	1.81	227.29	11.48	32.76	9.57	0.38	1.04
O. Myside																								
F. Mysidae	16	32	46	12.12	17.88	15.86	5	9	3	20	15	20	1	15.22	21.81	1.16	14.19	12.26	265.70	481.04	562.49	11.18	16.00	17.80
O. Stomatopoda																								
F. Squillidae																								
<i>Squilla hancocki</i>	0	0	6			2.07			1			6.67			1.2			0.67			18.29			0.58
Totales crustáceos	44	47	69	33.33	26.26	23.79	11	20	6	44	33.33	40	14.71	24.47	28.6	17.12	22.82	16.08	676.68	670.83	640.81	28.48	22.32	20.28
P. ANNELIDA																								
SP. Polychaeta																								
O. Eunicida																								
F. Lumbrinidae																								
<i>Ninoe sp</i>	38	34	139	28.79	18.99	47.93	5	14	3	20	23.33	20	21.78	12	78.11	25.35	11.19	43.92	1082.68	704.30	1836.95	45.57	23.43	58.12
F. Onuphidae	33	57	55	25.00	31.84	18.97	3	11	2	12	18.33	13.33	20.21	41.97	45.1	23.52	39.14	25.36	582.23	1301.30	590.97	24.51	43.29	18.70
O. Phyllodocida																								
F. Nereididae	8	15	6	6.06	8.38	2.07	1	6	1	4	10	6.67	12	9.7	0.2	13.96	9.05	0.11	80.10	174.25	14.54	3.37	5.80	0.46
F. Phyllodocidae	3	14	2	2.27	7.82	0.69	2	3	1	8	5	6.67	0.5	4.2	0.1	0.58	3.92	0.06	22.84	58.69	4.97	0.96	1.95	0.16
F. Polynoidae	0	6	6		3.35	2.07		3	1	0	5	6.67		0.2	0.2		0.19	0.11		17.69	14.54		0.59	0.46
O. Flabelligerida																								
F. Flabelligeridae																								
<i>Piromis sp</i>	3			2.27			1			4			2.7	0.002	0.002	3.14			21.66			0.91		
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
P. CHORDATA																								
C. Actinopterygii																								
O. Pleuronectiformes																								
F. Bothidae																								
<i>Bothus leopardinus</i>	0	0	4	0	0	1.38			1			6.67			1.2			0.67			13.69			0.43
Totales peces	0	0	4			1.38			1			6.67			1.2						13.69			0.43
Restos de poliquetos	4	1	4	3.03	0.56	1.38	1	2	0		3.333		0.77	9.00	7.33	0.90	8.39	4.12		29.8368			0.99263	
Restos de crustáceos	1	4	3	0.76	2.23	1.03	1	1	0		1.667		0.05	3.10	1.86	0.06	2.89	1.05		8.54225			0.28419	
Materia orgánica no identificada													13.21	2.60	15.16	15.37	2.42	8.52		0			0	
Total	134	178	288	101.52	99.44	99.31	25	60	15	92	100	100	85.93	107.24	177.86	100.00	100.00	99.33	2466.19	2965.44	3116.49	103.80	98.66	98.60



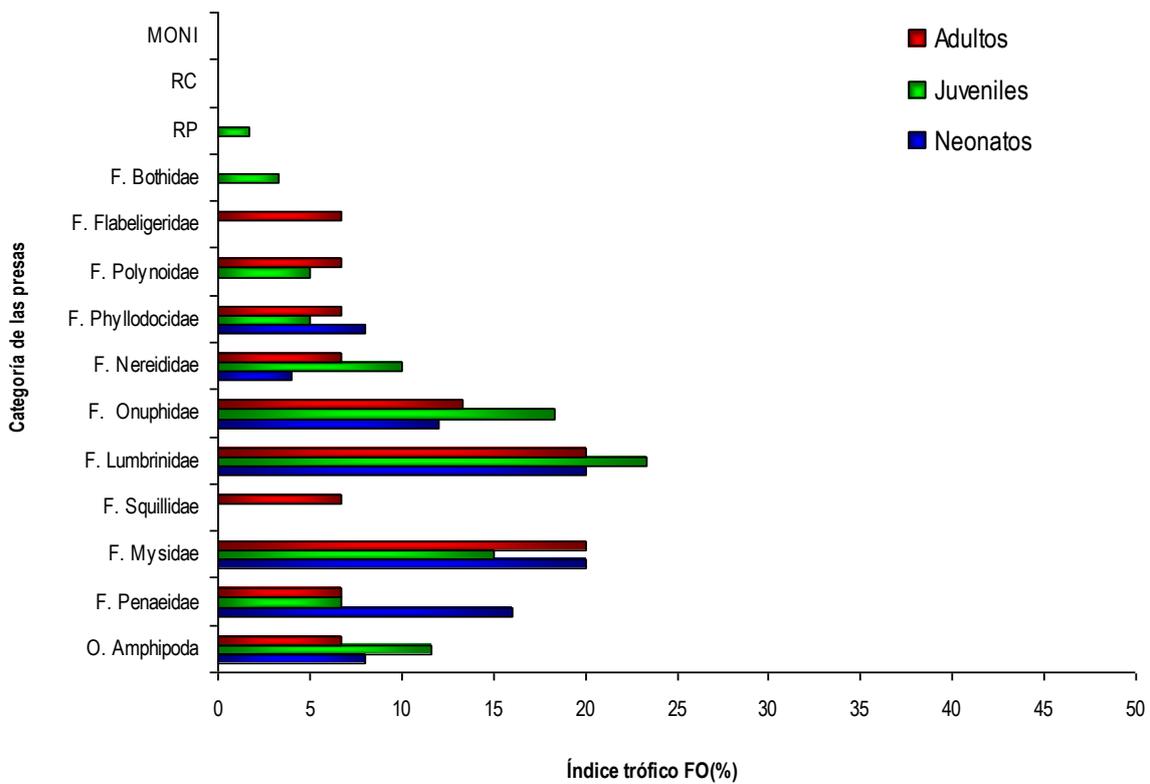
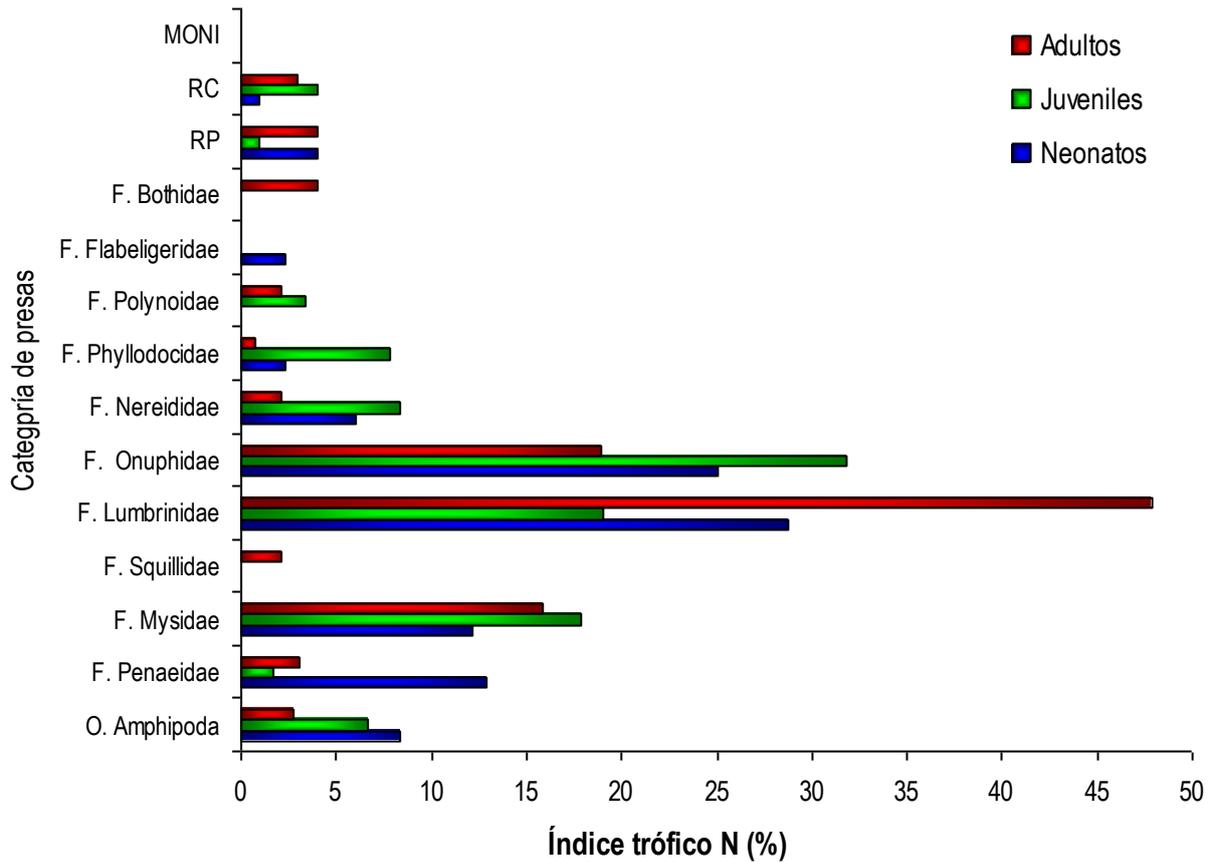


Figura 14. Representación porcentual del espectro alimentario en los diferentes estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades. a) método numérico N%, b) método frecuencia de ocurrencia FO%.



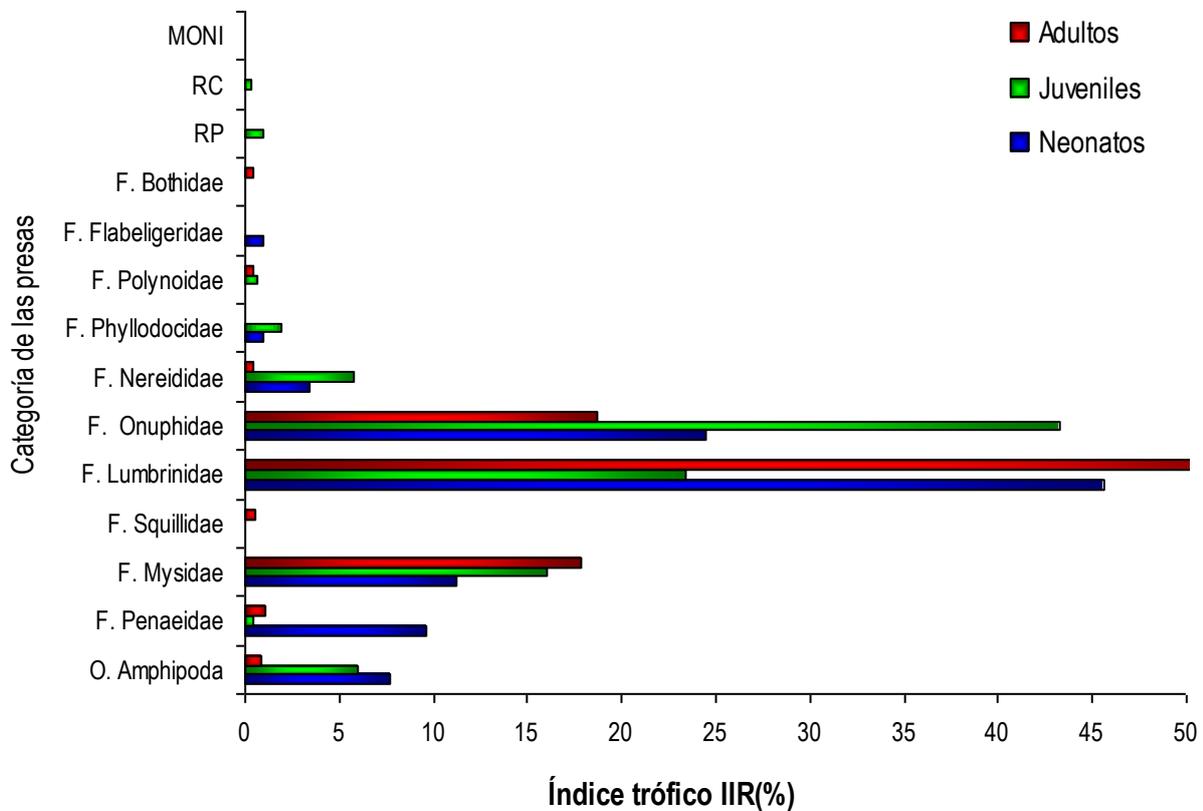
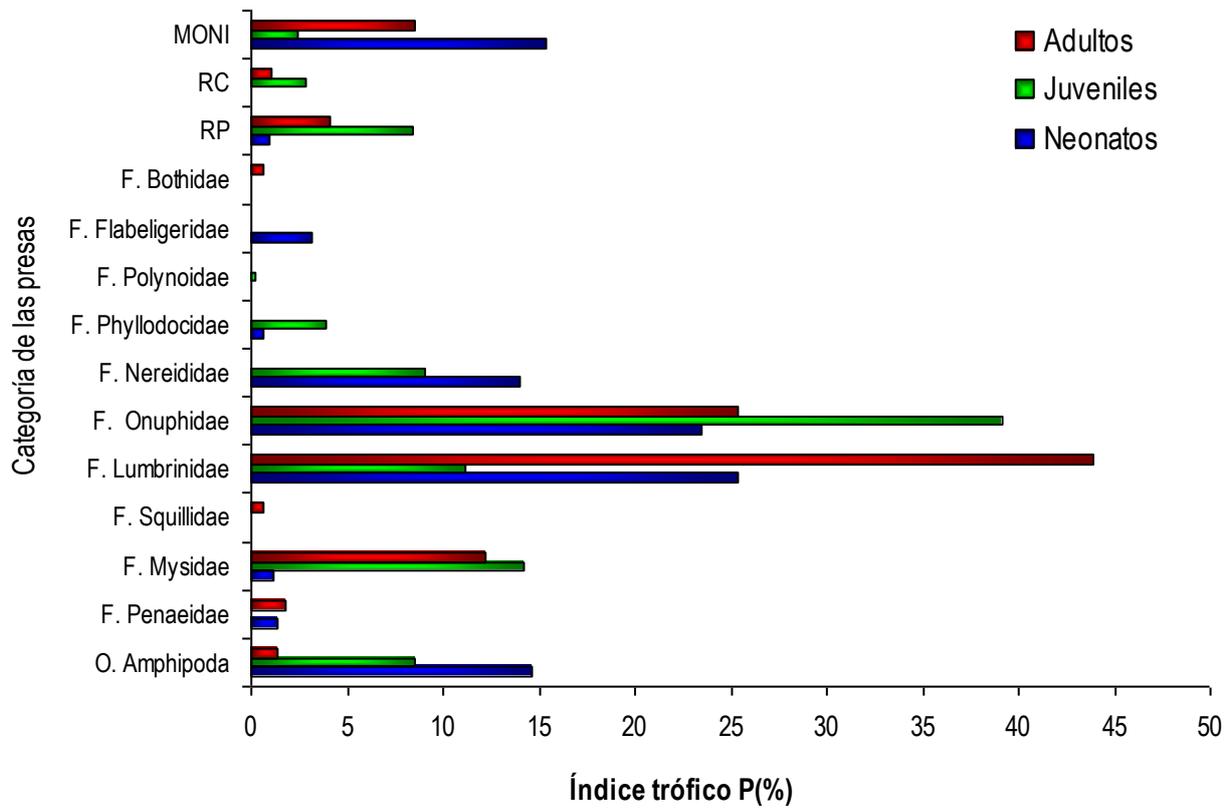


Figura 15. Representación porcentual del espectro alimentario en los diferentes estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades. a) método gravimétrico P%, b) Índice de importancia relativa IIR%.

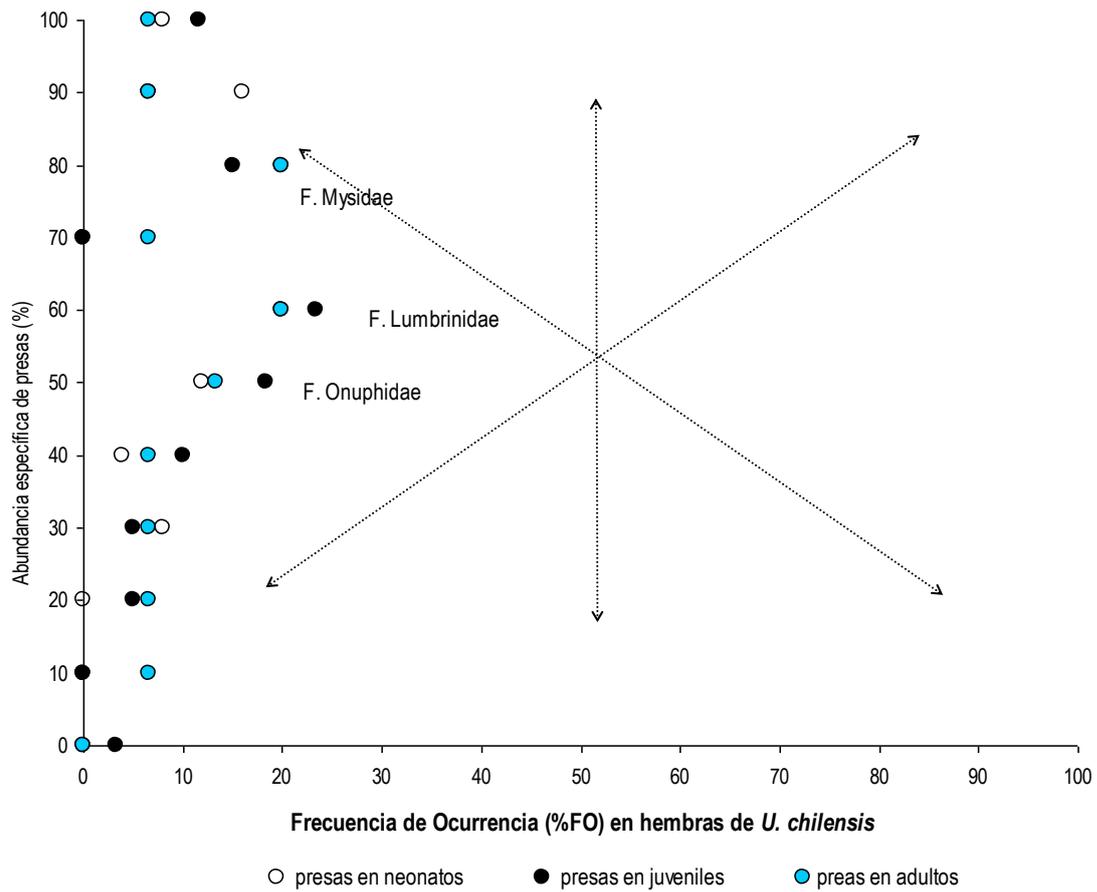
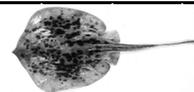


Figura 16. Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen *et al.* 1996, en los diferentes estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades.

Tabla 7. Composición cuantitativa en machos por estados de desarrollo en *U. chilensis* capturadas a diferentes profundidades en el Golfo de Tehuantepec. Donde N = número; FO = frecuencia de ocurrencia; W = peso (g); IIR = índice de importancia relativa de un total de 92 estómagos con alimento.

Clasificación de presas encontradas	(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	
Profundidad de captura para machos de 15.2 a 40 metros en las subzona de pesca 91,92, 93, 94 y 95																									
P. ARTHROPODA																									
SP. Crustácea																									
C. Malacostrácea																									
O. Amphipoda	21	15	15	23.60	9.68	11.36	1	7	2	5.556	11.67	14.286	15.11	7.23	9.61	15.45	3.2659	7.92708	216.91	151.005	275.5817	15.354	6.98257	8.4391	
O. Decapoda																									
F. Penaeidae	2	0	5	2.25	0.00	3.79	4	10	1	22.22	16.67	7.1429	0.5		4.01	0.511	0	3.30776	61.2975		50.68315	4.3389	0	1.5521	
O. Myside																									
F. Mysidae	21	55	33	23.60	35.48	25.00	1	5	1	5.556	8.333	7.1429	15	49	32.9	15.34	22.134	27.1385	216.285	480.148	372.4178	15.31	22.2023	11.405	
O. Stomatopoda																									
F. Squillidae																									
<i>Squilla hancocki</i>	0	0	0																						
Totales crustáceos	44	70	53	49.438	45.161	40.152	6	22	4	33.33	36.67	28.571	30.61	56.23	46.52	31.3	25.4	38.3733	494.493	631.153	698.6827	35.002	29.1849	21.396	
P. ANNELIDA																									
SP. Polychaeta																									
O. Eunicida																									
F. Lumbrinidae																									
<i>Ninoe sp</i>	15	21	25	16.85	13.55	18.94	4	12	3	22.22	20.00	21.43	10.20	77.52	38.11	10.43	35.02	31.44	606.27	971.30	1079.48	42.91	44.91	33.06	
F. Onuphidae	11	14	31	12.36	9.03	23.48	2	6	4	11.11	10.00	28.57	9.33	39.84	25.10	9.54	18.00	20.70	243.32	270.28	1262.55	17.22	12.50	38.66	
O. Phyllodocida																									
F. Nereididae	11	2	18	12.36	1.29	13.64	2	4	2	11.11	6.67	14.29	4.50	2.99	0.20	4.60	1.35	0.16	188.45	17.61	197.16	13.34	0.81	6.04	
F. Phyllodocidae	2	10	5	2.25	6.45	3.79	1	4	1	5.56	6.67	7.14	3.50	5.10	0.10	3.58	2.30	0.08	32.36	58.37	27.65	2.29	2.70	0.85	
F. Polynoidae	1	8		1.12	5.16	0.00	1	3		5.56	5.00	0.00		10.10	0.20	0.00	4.56	0.16		48.62	0		2.25	0	
O. Flabelligerida																									
F. Flabelligeridae																									
<i>Piromis sp</i>	5	1	0	5.62	0.65		2	2		11.11	3.33		4.5	0.3		4.601	0.136	0	113.54	2.60		8.04	0.12		
Totales poliquetos	45	56	79	50.562	36.129	59.848	12	31	10	66.67	51.67	71.429	32.03	135.9	63.71	32.75	61.365	52.553	1183.94	1368.78	2566.834	83.805	63.2934	78.604	
P. CHORDATA																									
C. Actinopterygii																									
O. Pleuronectiformes																									
F. Bothidae																									
<i>Bothus leopardinus</i>																									
Totales peces																									
Restos de poliquetos		18			11.613			4			6.67		4.66	14.20	4.11	4.76	6.41	1.86		120.18				5.557	
Restos de crustáceos		11			7.0968			3			5		17.30	3.10	5.50	17.69	1.40	4.54		42.49				1.965	
Materia orgánica no identificada													13.21	12.00	4.30	13.51	5.42	3.55		0					
Total	89	155	132	100	100	100	18	60	14	100	100	100	97.81	221.4	125.3	100	100	100.87	1678.44	2162.60	3265.52	118.81	100	100.000	



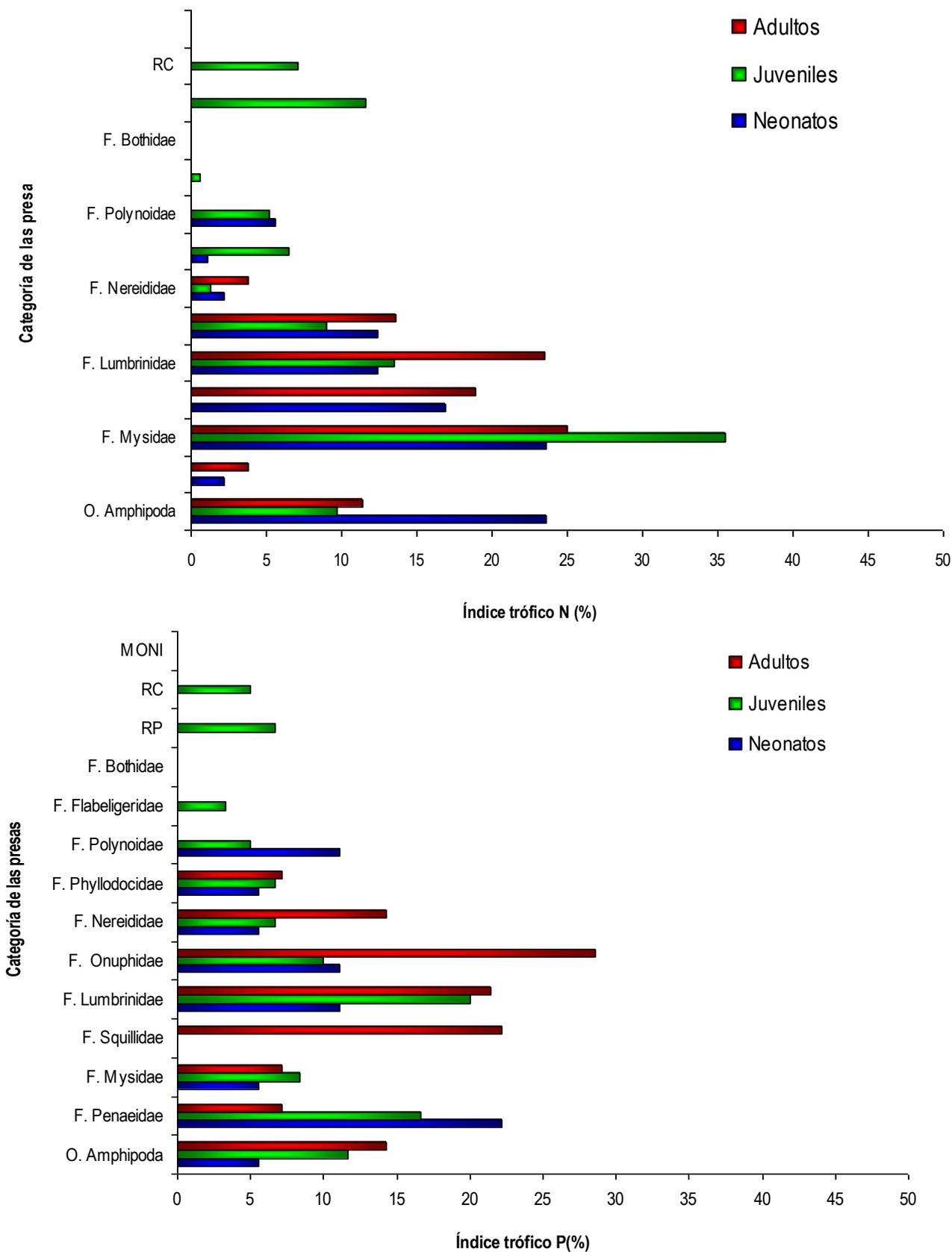


Figura 17. Representación porcentual del espectro alimentario en los diferentes estados de desarrollo en machos de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades. a) método numérico N%, b) método frecuencia de ocurrencia FO%.



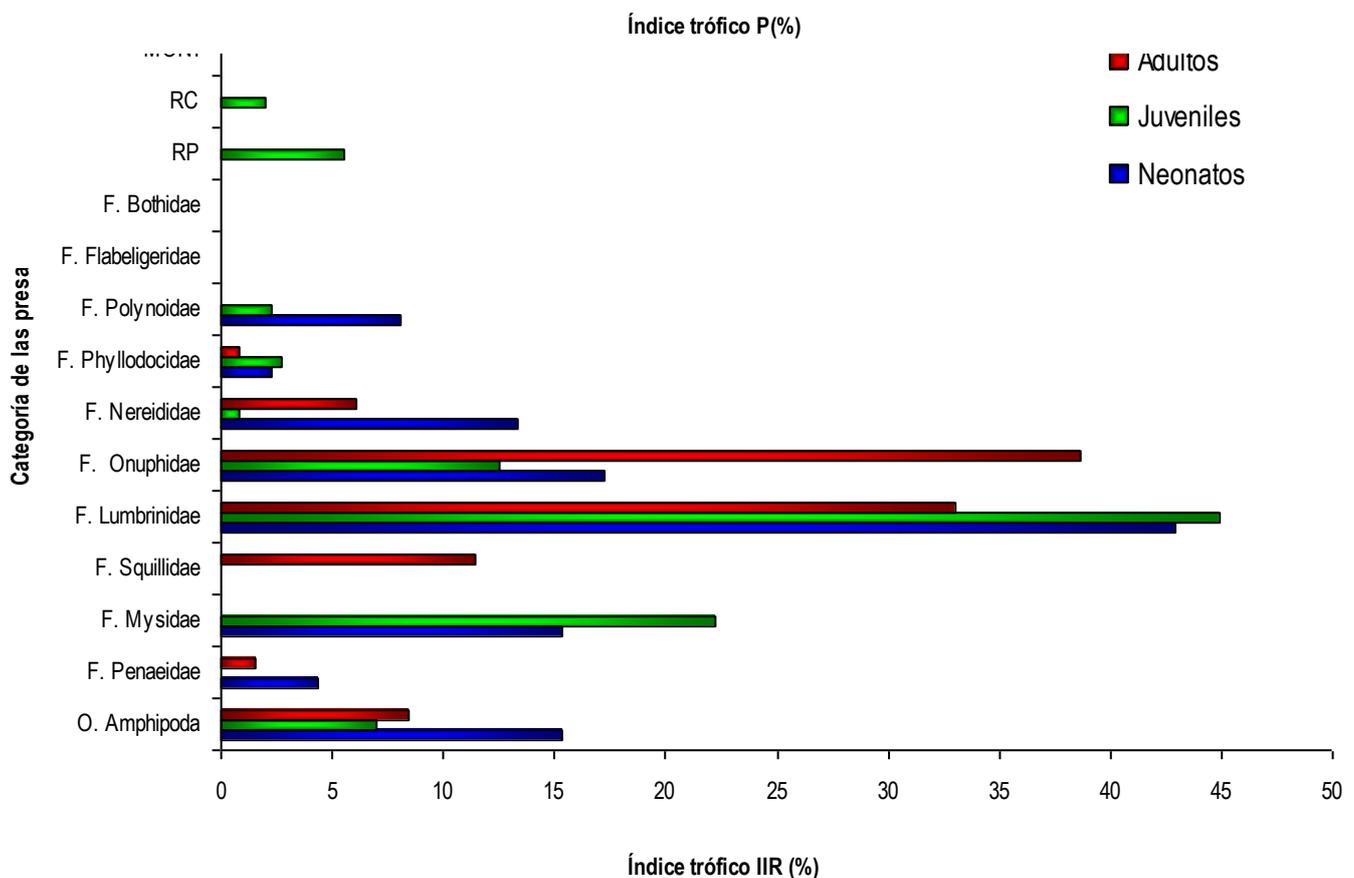
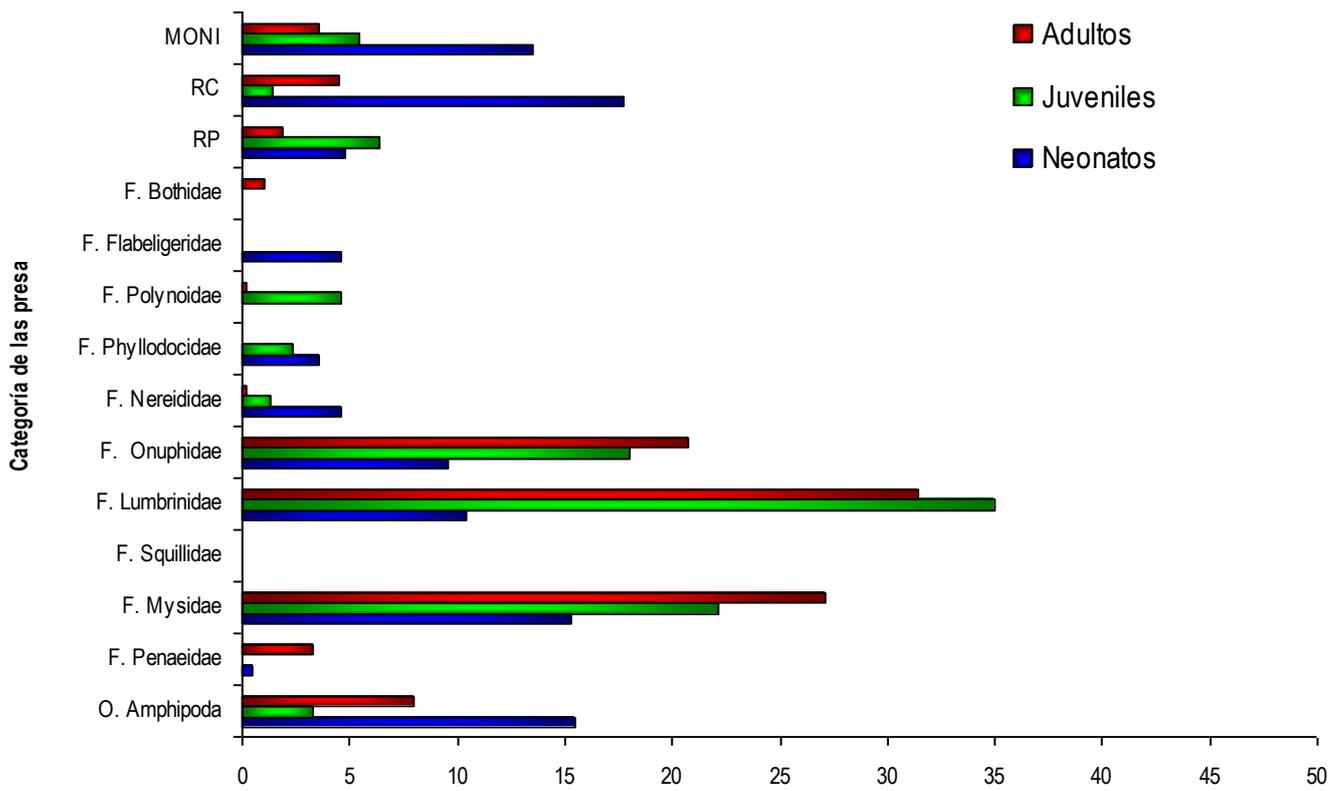


Figura 18. Representación porcentual del espectro alimentario en los diferentes estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades. a) método gravimétrico P%, b) Índice de importancia relativa IIR%.

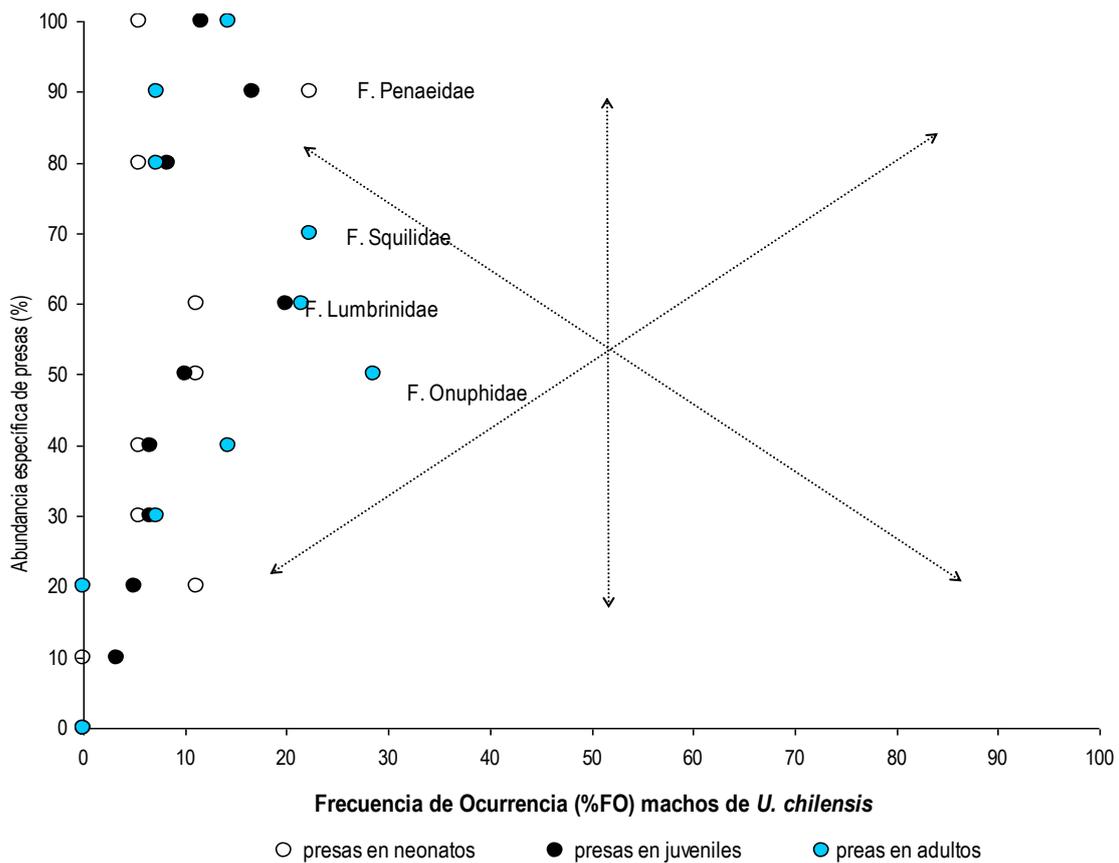


Figura 19. Representación gráfica de la estrategia alimenticia de acuerdo al método de Amundsen *et al.* 1996, en los diferentes estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis*, capturada en el Golfo de Tehuantepec a diferentes profundidades.

Diversidad de presas consumidas y el traslape trófico de acuerdo al estado de desarrollo y sexos a diferentes profundidades de captura.

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, el espectro trófico de *U. chilensis* en juveniles fue más diverso en la suzona 93 en el intervalo de profundidad de captura de 20.5 m a 37.5 m ($H' = 2.16$ bits/individuo) que el encontrado en adultos y neonatos en la subzona 91 y 92 en los intervalos de profundidad de 15.2 m a 32 m ($H' = 1.51$ bits/individuo) ($t = 3.56$; g.l. = 128.2; $p < 0.05$). De acuerdo a la prueba t de Hutchetson ($t = 0.63$) existe un traslape de alimento (presas) en *U. chilensis* en los tres estados de desarrollo (neonatos, juveniles y adultos) a diferentes profundidades de captura; sin embargo, este no parece ser significativo. De acuerdo al índice de diversidad el espectro trófico en hembras fue mayor ($H' = 3.00$ bits/individuo) que en machos



($H' = 1.79$ bits/individuo); sin embargo no existe diferencia significativa entre sexos ($t = 1.30$; g.l = 260.4; $p > 0.05$). 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. Los valores de la diversidad calculada y máxima por sexos y estadios de desarrollo en las hembras de la raya chilena, sugieren que sus preferencias de acuerdo a lo encontrado en los estómagos son poliquetos, crustáceos y peces, sin embargo, esto no significa que estas presas sean de su exclusiva preferencia. La variación entre sexos encontrada indicó que en las hembras es más diversa de acuerdo al valor de condición (1.13 ± 0.05) diferente al de machos (0.77 ± 0.01). La raya *U. chilensis* de acuerdo al estado de desarrollo capturada a diferentes profundidades 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 que la raya chilena distribuida en el golfo de Tehuantepec es un depredador bentónico especialista 0.37, con una dieta dominada principalmente por poliquetos. La superposición o traslape de dieta entre sexos registró un valor de $C\lambda = 0.89$, es decir que comparten un área específica consumiendo las presas más abundantes, como los poliquetos a los que muchas veces succionan completos. Entre neonatos, juveniles y adultos hembras el valor obtenido fue de $C\lambda = 0.87$ y para los mismos estados de desarrollo en machos fue de $C\lambda = 0.85$; lo cual nos indicó que entre estados de desarrollo existe un traslape, el cual fue corroborado mediante el análisis de similitud ANOSIM, debido a que el R global de la prueba fue de 0.033 ($P = 0.05$), indicando que no existe segregación alimentaria por sexo ni estadio de desarrollo ya que comparten una área de alimentación, consumiendo varios tipos de presas en diferentes proporciones.



VII.6 Variación intraespecífica entre sexos y estados de desarrollo en los diferentes meses de captura.

Hembras y machos de *U. chilensis* se capturaron entre los 15.2m y 39.3m de profundidad, las mayores abundancias de presas para neonatos, juveniles y adultos se presentaron a los 15, 32 y 37m de profundidad. El espectro trófico estuvo constituido por 14 grupos presa o ítems de los cuales 6 de estos, correspondieron a poliquetos siendo las mayores categorías, 4 grupos de alimento correspondieron a crustáceos y el resto a peces, RP, RC y moni.

Índices tróficos para hembras: Se analizaron 100 estómagos, el espectro trófico se constituyó principalmente de 13 tipos de presas, correspondientes a 8 órdenes que incluyen a 3 familias (una especie) de crustáceos, 6 familias de poliquetos y una de peces; restos de crustáceos, poliquetos y materia orgánica no identificada. De acuerdo al análisis por sexo, el método numérico (N%), mostró que las hembras se alimentaron principalmente de poliquetos de la familia Lumbrinidae (32.02%), seguido por la familia Onuphidae (25.36%) y finalmente por la familia de crustáceos Mysidae (15.34%); el resto del porcentaje lo constituyeron anfípodos (5.95%), pendidos (5.91%), nereidos (5.52%), filodocidos (3.61%), polinoideos (1.81%), RP (1.66%), RC (1.35%), flabeligeridos (0.76%), stomatopodos (0.69%) y lenguados (0.46%) (Figura 14a). El método de frecuencia de ocurrencia (FO%) indicó que la familia a Lumbrinidae fue el grupo presa más importante (21.69%), seguida por la familia Mysidae (18.84%), Onuphidae (14.95%) y por Amphipoda (9.02%) el resto lo constituyó el resto de los grupos presa encontrados. El peso total para las presas en hembras fue de 371.03 gr. (Figura 15d). El método gravimétrico (P%) presentó la familia Onuphidae y Lumbrinidae como las mejor representadas en peso (29.65% y 26.94% respectivamente) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8% (Figura 14b). Finalmente con el índice de importancia relativa (IIR%) caracterizo y confirmo que de acuerdo al espectro trófico encontrado los poliquetos de la familia Lumbrinidae (43.45%)



fue la más importante y representativa, aunque su representación en peso no fue significativa, el segundo ítem de mayor importancia fue la familia Onuphidae (26.62 %); la familia Mysidae se ubicó en tercer lugar de importancia (16.80 %) (Figura 15c).

Neonatos (♀): Las tallas a partir de los 9 a 15 cm de LT correspondieron a neonatos en hembras, las cuales 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) (Figura 14a). La familia Lumbrinidae (20.1%) constituyeron las presas mayormente encontradas de acuerdo al número de estómagos analizados, seguidos por la familia Mysidae (19.9%) (Figura 15d). 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% (Figura 14b). 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 6) (Figura 15c).

Juveniles (♀): Las rayas entre los 16 y 29 cm de LT consumieron un total de 178 presas, 47 crustáceos, 126 poliquetos y el restante fue de RC y RP. 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 %) (Figura 14a). 60 estómagos fueron analizados encontrando que las presas más frecuentes fueron Lumbrinidae (23.33 %), Mysidae (18.33%), Onuphidae (15%), Amphipoda (11.67%), Nereididae (10%) y Penaeidae (6.67%) (Figura 15d). 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%) (Figura 14b); de acuerdo al espectro trófico para este estado de desarrollo las presas de familia Onuphidae fue la importante seguida por las presas de la familia Lumbrinidae y Mysidae (Tabla 6) (Figura 15c).

Adultos (♀): Apartir de los 26 cm de LT se consideraron hembras adultas de las que se analizaron 15 estómagos, con 288 organismos presa. De acuerdo al método numérico los poliquetos constituyeron el 71.72% siendo la familia Lumbrinidae (47.93%) la más frecuente al igual que Onuphidae (18.97%) (Figura 14a). 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. Las familias con mayor porcentaje de aparición fueron Lumbrinidae y Mysidae ambas con el 20% seguidas por la familia Onuphidae con el 13.33% (Figura 15d). 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 (Figura 14b). 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 6) (Figura 15c).

Índices tróficos para machos: Se analizaron un total de 92 estómagos con alimento, en el cual el espectro trófico se representó principalmente de 10 tipos de presas, que a diferencia de las hembras no presentaron estómagos con peces o restos de estos. El método numérico (N%), en machos mostró que se alimentaron principalmente de crustáceos de la familia Mysidae (28.03%) y Amphipoda (14.88%), poliquetos de la familia Lumbrinidae (16.45%), seguido por la familia Onuphidae (14.96%); el resto del porcentaje lo constituyeron nereidos (9.10%), filodocidos (4.16%), RP (3.87%), RC (2.37%), flabeligeridos y polinoideos (2.09%) y finalmente por peneideos (2.01%). El método de frecuencia de ocurrencia (FO%) indicó que la familia 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%), el resto lo constituyó el resto de los grupos presa encontrados. El peso total para las presas en machos fue de 444.53 gr., el método gravimétrico (P%) presentó la familia Lumbrinidae y Mysidae como las mejor representadas en peso (27.52% y 23.13% respectivamente), seguidas de las familias Onuphidae (17.27%) y Amphipoda (9.84%) el resto de las categorías estuvieron por debajo del 8%. Finalmente con 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 7).

Neonatos (♂): Las tallas apartir de los 10 a 15 cm de LT correspondieron a neonatos en machos, los cuales consumieron un total de 89 presas; el método Numérico (N%) indicó contrario a las hembras en las que los poliquetos del género *Ninoe sp* fue la presa más importante; los machos la esta talla fueron os crustáceos los que constituyeron las presas más importantes, la familia Mysidae y Amphipoda constituyeron el 23.60% cada una. Seguidas por poliquetos de las familias Lumbrinidae (15.85%), Onuphidae y Nereididae el 12.36% cada una, consumiendo escasamente penaeideos, filodocidos, polinoideos y flabeligeridos (Figura 16e). La familia Lumbrinidae (22.22%) constituyo la mayor representación de presas de acuerdo al número de estómagos analizados (Figura 17h). El peso más representativo fue de 17.69% correspondiente a RC; de acuerdo al espectro trófico encontrado por el IIR%, la familia Lumbrinidae (37.92%), Onuphidae (24.45%), Mysidae (15.34%) y Amphipoda (9.65%) fueron las más representativas e importantes (Tabla 7) (Figura 16f y 17g).

Juveniles (♂): Las rayas entre los 16 y 26 cm de LT consumieron un total de 155 presas, 70 crustáceos, 56 poliquetos y el restante fue de RC y RP. El número total de presas identificadas taxonómicamente indican que los crustáceos fueron en número los más abundantes, siendo la familia la Mysidae (35.48 %) la más significativa seguida por la familia Lumbrinidae (13.55 %). 60



estómagos igual que en las hembras fueron analizados encontrando que las presas más frecuentes fueron Lumbrinidae (20%), Penaeidae (16.67%), Amphipoda (11.67%) y Onuphidae (10%) (Figura 16e). El peso total para las presas encontradas en los juveniles fue de 221.38 gr, de los cuales los poliquetos aportaron el mayor porcentaje (61.4%) seguidos por los crustáceos (25.4%); de acuerdo al espectro trófico para este estado de desarrollo las presas de familia Lumbrinidae, Mysidae y Onuphidae fueron las presas más importantes (Tabla 7) (Figura 16f).

Adultos (♂): Apartir de los 26 cm de LT se consideraron hembras adultas de las que se analizaron 14 estómagos. De acuerdo al método numérico los poliquetos constituyeron el 59.85% siendo la familia Onuphidae (23.48%) la más frecuente al igual que la familia Lumbrinidae (18.94%) y Nereididae (13.64%) (Figura 16e). Los crustáceos aportaron el 40.15% con la familia Mysidae (25%) y Amphipoda (11.36%) como las más frecuentes. Las familias con mayor porcentaje de aparición fueron Onuphidae con el 28.57%, Lumbrinidae 21.43%, y las familias Nereididae y Amphipoda (14.29% cada una) (Figura 17h). El peso total para las presas fue de 125.34 gr, aportando las familias Lumbrinidae el 31.44% en peso, Mysidae 27.14% y Onuphidae el 20.70% (Figura 16f). De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR%) las familias más importantes en la dieta de las rayas en esta etapa de desarrollo fueron la familia Lumbrinidae específicamente con *Ninoides* sp (37.92%), Onuphidae (21.45%) y Mysidae (15.34%) (Tabla 7) (Figura 17g).

Diversidad de presas consumidas y el traslape trófico de acuerdo al estado de desarrollo y sexos a diferentes profundidades de captura.

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, el espectro trófico de *U. chilensis* en juveniles fue más diverso en la subzona 93 en el intervalo de profundidad de captura de 20.5 m a 37.5 m ($H' = 2.16$ bits/individuo) que el encontrado en adultos y neonatos en la subzona 91 y 92 en los intervalos de profundidad de 15.2 m a 32 m ($H' = 1.51$ bits/individuo) ($t = 3.56$; g.l. = 128.2; $p < 0.05$). De acuerdo a la prueba t de Huchetson ($t = 0.63$) existe un traslape de alimento (presas) en *U.*



chilensis en los tres estados de desarrollo (neonatos, juveniles y adultos) a diferentes profundidades de captura; sin embargo, este no parece ser significativo. De acuerdo al índice de diversidad el espectro trófico en hembras fue mayor ($H'=3.00$ bits/individuo) que en machos ($H'=1.79$ bits/individuo); sin embargo no existe diferencia significativa entre sexos ($t = 1.30$; $g.I = 260.4$; $p>0.05$). 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. Los valores de la diversidad calculada y máxima por sexos y estadios de desarrollo en las hembras de la raya chilena, sugieren que sus preferencias de acuerdo a lo encontrado en los estómagos son poliquetos, crustáceos y peces, sin embargo, esto no significa que estas presas sean de su exclusiva preferencia. La variación entre sexos encontrada indicó que en las hembras es más diversa de acuerdo al valor de condición ($1,27\pm 0.05$) diferente al de machos ($0,43\pm 0.01$). La raya *U. chilensis* de acuerdo al estado de desarrollo capturada a diferentes profundidades 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 que la raya chilena distribuida en el golfo de Tehuantepec es un depredador bentónico especialista 0.37, con una dieta dominada principalmente por poliquetos. 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 abundantes, como los poliquetos a los que muchas veces succionan completos. Entre neonatos, juveniles y adultos hembras el valor obtenido fue de $C\lambda=0.87$ y para los mismos estados de desarrollo en machos fue de $C\lambda=0.85$; lo cual nos indicó que entre estados de desarrollo existe un traslape, el cual fue corroborado mediante el análisis de similitud ANOSIM, debido a que el R global de la prueba fue de 0.033 ($P=0.05$), indicando que no existe segregación alimentaria por sexo ni estadio de desarrollo ya que comparten una área de alimentación, consumiendo varios tipos de presas en diferentes proporciones (Figura 16e).



VII.8 Número y forma de dientes

Al analizar la mandíbula superior e inferior en machos se encontró que, los neonatos presentaron de 23 a 27 hileras de dientes superiores y de 30 a 32 en la mandíbula inferior, los juveniles de 26 a 37 en la superior y de 28 a 38 en la inferior y los adultos de 38 a 44 en ambas mandíbulas. Los neonatos hembra presentaron de 26 a 28 hileras de dientes en ambas mandíbulas, los juveniles de 31 a 38 y los adultos de 38 a 41.

La forma de los dientes en machos adultos con tallas mínimas de 18.8 cm de Lt fueron de tipo aguzados, con una ligera curvatura hacia dentro; tanto en la mandíbula superior como en la inferior (Figura 25 A, B). Los machos juveniles menores de 18 cm de Lt, presentaron dientes con una cúspide aguda (Figura 25 E). Las hembras exhibieron dientes tipo mosaico que se caracterizaron por ser aplanados, sin cúspides en los tres estados de madurez (Figura 14 C, D, F).

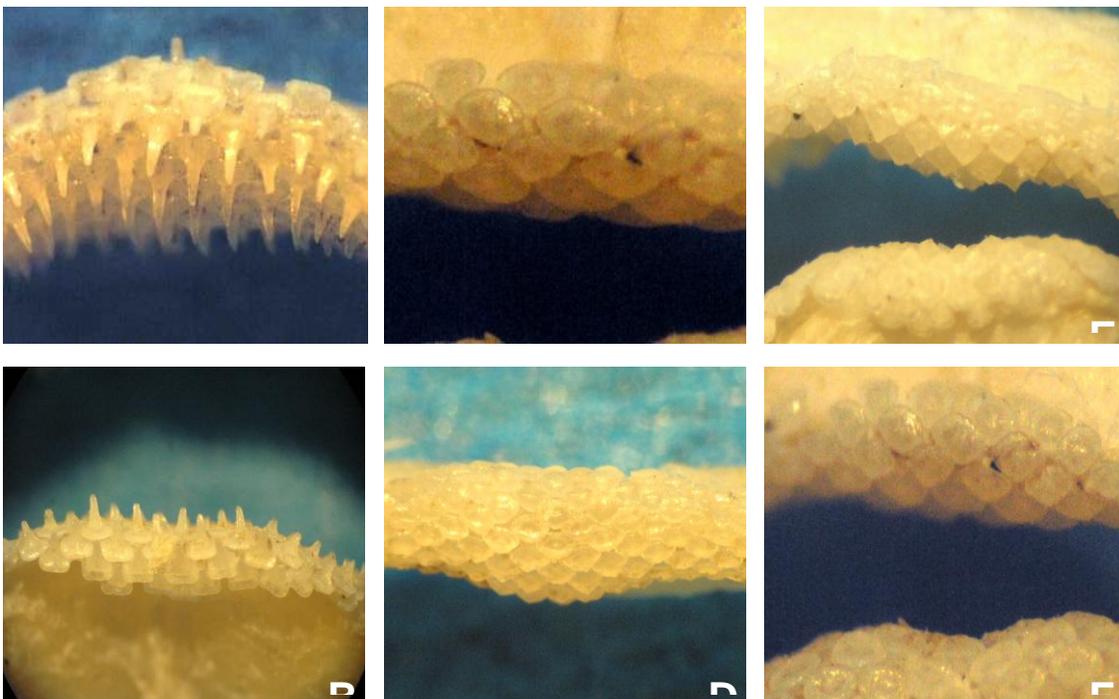


Figura 14. A, B) Mandíbula superior e inferior macho adulto; C, D) mandíbula superior e inferior hembra adulta; E) mandíbula de macho juvenil; F) mandíbula de hembra juvenil de *U. chilensis* en el Golfo de Tehuantepec.

VIII. DISCUSIONES

Los índices de vacuidad fueron relativamente bajos, indicando que la frecuencia alimentaria es mayor (Pianka, 1982), los valores bajos pueden ser un indicio de la disponibilidad del alimento y/o de la frecuente actividad trófica de los peces (Caragitsou y simenidis, 1982; Wahbeh y Ajjad, 1985; Casadevall et al., 1994), lo cual puede ser la razón principal por la que en éste estudio se presentó una baja ocurrencia de estómagos vacíos se presento un espectro trófico relativamente amplio, basado principalmente en pequeños crustáceos y poliquetos lo cual indica que *U. chilensis* donde los cladóceros representaron el 50% de importancia. Estudios realizados sobre alimentación en peces tropicales (Lowe McConel, 1987), indican que estos peces no presentan especializaciones tróficas, casi siempre son euritróficos, cambian su dieta conforme se alteran sus biotopos y las fluctuaciones estacionales. Los moluscos, escamas e insectos fueron ingeridos rara vez lo cual ocurre casi siempre con presas pequeñas (Rinewalt et al., 2007; Robinson et al., 2007), indicando esto que son presas incidentales. McPherson (1981) indica que los generalistas pueden explotar muchos recursos diferentes y que pueden arreglárselas en ambientes de amplias fluctuaciones ecológicas. Estudios de alimentación realizados en otras zonas (Yañez-Arancibia y Amezcua-Linares, 1978; Capape y Zaouali, 1992; Castro-Aguirre et al., 1993; Amezcua-Linares, 1996; Gray et al., 1997; Platell et al., 1998; Valadez et al., 2001; Pasian et al., 2006; Collins et al., 2007).

Los crustáceos son una gran fuente de alimento debido a que estos se encuentran de manera abundante en los diferentes ambientes marinos, además los peces en general presentan diferentes estrategias alimentarias lo cual permite que ciertos grupos muestren preferencia al consumir cierto tipo de crustáceo que otro (Valadez et al., 2001). Conducta que puede ser causada por que muchas especies tienen la capacidad de regular la estructura de la comunidad bentónica a través de su fuerza depredadora (Minello y Zimmerman, 1984), ante esto, Norton (1995) explicó como las presas



no son elementos pasivos en su interacción depredador-presa, indicando como los depredadores pueden diferir en sus estilos para capturar las presas. Los dividió en cuatro grupos por el estilo funcional que ellos representaban para el depredador. “Presas de agarre o queladas” como los isópodos y cangrejos, es decir, presas que son móviles y son capaces de adherirse a un sustrato. “Presas gigantes o adheridas”, como las algas bénticas, poliquetos sedentarios y pólipos de coral, hace referencia a las presas que son más grandes que el tamaño de la boca de su depredador o están permanentemente adheridas a un objeto que no puede ser ingerido por el depredador. “Presas evasivas”, son presas que son capaces de evitar su captura por su habilidad locomotora, como los peces, misidáceos y copépodos calanoideos. Finalmente, “Presas fáciles”, las que no tienen mayor defensa morfológica a través de la captura cuando son descubiertos, como los anfípodos, cladóceros, huevos de peces, copépodos harpacticoides. Esto ayuda a explicar la razón por la cual los cladóceros fueron encontrados en gran cantidad, además demuestra que las rayas en estudio, son especies oportunistas que capturan todo tipo de presas quizá influenciadas tanto por la morfología de estas como por la abundancia de los recursos disponibles.

En general se logró analizar la dieta general en *U. chilensis* presentan una marcada similitud en la composición de las dietas, siendo esta del 81%, ya que ambas especies mostraron preferencia por diferentes grupos de crustáceos y poliquetos, pero esto no indica necesariamente que se este dando competencia trófica entre las especies, ya que como lo indica Cosel (1986), la elevada densidad de presas potenciales puede favorecer a coexistencia de las especies minimizando así la competencia interespecífica, y permitiendo, como se observo en los resultados, que las especies entren en una interacción donde convivan en simpatria. Resultados similares en rayas han sido reportados en otras especies simpátricas (dos especies que se desarrollan en una misma área geográfica), como en el estudio de Bizarro et al. (2007), Ebert y Bizarro (2007), quienes estudiaron las dietas de cuatro especies pertenecientes a la familia Rajidae, encontrando que a pesar de que estas especies



presentaron dietas similares no reportaron traslape de dietas o no fue lo suficientemente intenso, esto es quizás debido a que encuentran la segregación del nicho trófico, en forma de selección de sus componentes, permitiendo la coexistencia congénérica (Desselle et al., 1978).

Las especies simpátricas desarrollan mecanismos de repartición de los recursos, además se sabe que especies con características morfológicas similares y que explotan los recursos del mismo hábitat, presentan un traslape en el uso de los recursos alimenticios. La comida y el espacio son los principales factores limitantes en peces (Ross, 1986), sin embargo, los resultados indican una aparente abundancia de recursos en las zonas de muestreo, de tal manera que las variaciones en la dieta dependerán de las variaciones en la disponibilidad de las presas como consecuencia de los hábitos de las mismas. Un incremento momentáneo de uno o más componentes alimentarios, es frecuentemente captado o resuelto por agregaciones de población, por incremento de movilidad o por depredadores oportunistas que utilizan y moderan este suministro extra (Caddy y Sharp, 1988). Todo ello se debe a que los peces están en función de los cambios que presente el hábitat que ocupan y la disponibilidad estacional o temporal de alimento, de tal manera se pueden considerar como depredadores oportunistas. Ross (1986) concluye que cuando las especies marinas co-ocurren en una misma área, el alimento y el hábitat son recursos comúnmente repartidos entre estas especies, y que pueden ser repartidos también a nivel temporal. De está interrelación dinámica van a depender los constantes intercambios y transformaciones de la energía, los cuales son necesarios para los procesos de crecimiento, reproducción, movimiento, respiración y funcionamiento de órganos y tejidos en general.

Con respecto al análisis por clases de talla (lo cual se determino de forma arbitraria), no se observó una clara diferenciación de los espectros tróficos de las distintas clases de talla. Está situación puede ser explicada con base en la menor segregación espacial entre las diferentes tallas, razón por la cuál todos los organismos podrán incidir con la misma magnitud sobre los recursos disponibles en



sus áreas de distribución. Sin embargo, Babel (1967), Yañez y Amezcua (1979), Gray et al. (1997), señalan que el cambio de la dieta con el crecimiento es una característica común, lo que difiere en gran medida con el presente estudio, en el cuál no se observó variación, esto quizá debido a que la mayoría de estómagos analizados pertenecían a clases de tallas medias o pequeñas. Las diferencias tróficas ontogenéticas representan mecanismos que permiten a las especies coexistir, reduciendo la competencia intraespecífica y, a su vez, reflejan la incapacidad de los peces pequeños para capturar a ciertas presas debido a limitaciones de su aparato alimentario o bien de su movilidad (Sumpton y Greenwood, 1990). También se debe aclarar, que otra razón, quizás la principal, por la cual no se vieron diferencias significativas en las dietas de las especies estudiadas de acuerdo a la talla, es porque, las diferentes clases de talla no siempre estuvieron bien representadas, sesgando esto posiblemente los resultados.

IX. CONCLUSIONES

La composición de tallas en hembras fue de 9.2 a 43 cm LT y en machos de 10.3 a 37.7 cm LT. La madurez sexual es alcanzada en machos a los 25.3 cm y en hembras a los 26.2 cm LT.

La proporción de sexos fue dominada por las hembras durante todo el periodo de muestreo.

La dieta de *U. chilensis* es altamente dominada por la presencia de una gran cantidad de poliquetos en su dieta.

Tanto hembras como machos de *U. chilensis* son depredadores oportunistas que pueden explotar diferentes tipos de presa, consumiendo organismos de epifauna e infauna.

No se encontraron diferencias entre neonatos, juveniles y adultos de acuerdo a la dieta, lo que indica que la disponibilidad del recurso fue alta no solo temporalmente sino espacialmente.

El Golfo de Tehuantepec es un importante sistema de alimentación para las rayas chilenas *U. chilensis*.



X. BIBLIOGRAFIA

- 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.
- 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 pp.
- Amundsen, P.A., H.M. Gabler & 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.
- Amundsen, P.A., H.M. Gabler & 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. & 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.
- Barton, E. D.; A. J. Brown.; P. M. Kosro.; M. Lavin.; J. M. Robles.; R. L. Smith.; H. S. Velez y 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. 119p.



- 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., y 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. y 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. y E. Alfred W. 1986. *FISHES: A field and Laboratory Manual on Their Structure, Identification and History*. Waveland Press, Inc. Illinois. 183 p.
- Capape, C., y Zaouali, J. (1992). Le régime alimentaire de la pastenague Marbree, *Dasyatis marmorata* (Pises, Dasyatidae). *Des eaux Tunisiennes. Vie Males* 42(3-4), 269-276.
- Carrier, C. J.; H. L. Pratt, Jr. y 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 & A. Cid del Prado-Vera 2002. Elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec, litoral chiapaneco. CONABIO, México. 47 p.
- Castro, A. J. L. & H. E. Pérez. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Univ. 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 Espinosa-Pérez. 1996. Listados Faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). 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. 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.*
- 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.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.
- 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. y 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.
- Davis, G.A. y 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 (Annélida: 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., y 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., y 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 pp.
- Ferry-Lara, A. y G. M. Cailliet. 1996. Simple size and data análisis: 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 y 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. & 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.



- Gallegos, G. A. & 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. y W. Stephenson. 1966. Branchyura of the Pacific Coast of America. Brachyrhyncha: 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, C. A. Bricia. 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 licenciatura en Biología Marina. Universidad del Mar. 75 p.
- Hall, M. A., Alverson, D. L., y 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. Vol. 15 No.1 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.
- 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.
- 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 & Mario. L. Lasta. 2000. Feeding habits and prey selection by the skate *Dipturus chilensis* (Elasmobranchii: Rajidae) from the south-western Atlantic.



- Ludwing, J. A. y 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. y 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. D.; Katherine A. Dunn y 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. y 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. y 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. y 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.



- 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. a. 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. y 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. & 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. & 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. y 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, systematics, and the status of the fisheries*, U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 90, 509-510.



- Pratt, H. L., y Cassey, J. G. (1990). Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries with a review of Holden's method of estimating growth-parameters. In Pratt, H. L., Gruber, S. H., y Taniuchi, T. (Eds): Elasmobranchs as living resources. 97-109, US. Department 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.
- 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.I., J.A. De León-González y H. Salaices-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, y 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 y 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. y M. T. Zaret. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*: 1248-1253.

Smith, P. E. y 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 smoothound, *Mustelus californicus*, the brown smoothound, *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. & 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. y 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. y 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. & 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. y 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 y Enric Cortés. 2004. En: Carrier, C. J.; H. L. Pratt, Jr. y J. I. Castro. 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.
- 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.



ANEXOS

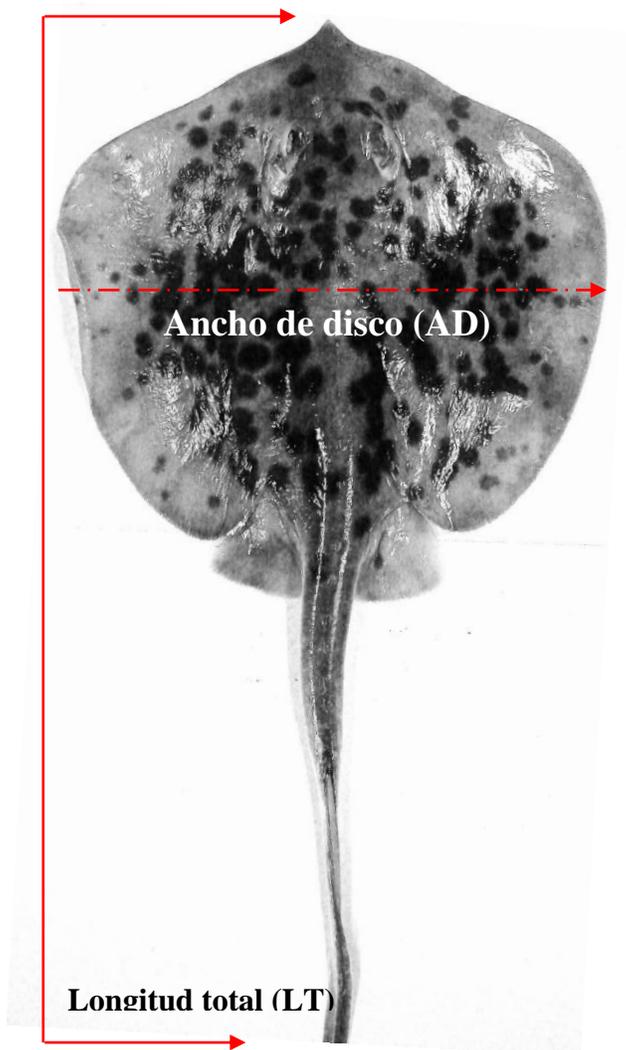


Figura 4. Medidas corporales tomadas para hembras y machos de *Urotrygon chilensis* capturadas en el golfo de Tehuantepec. Foto: Castellanos A. B.

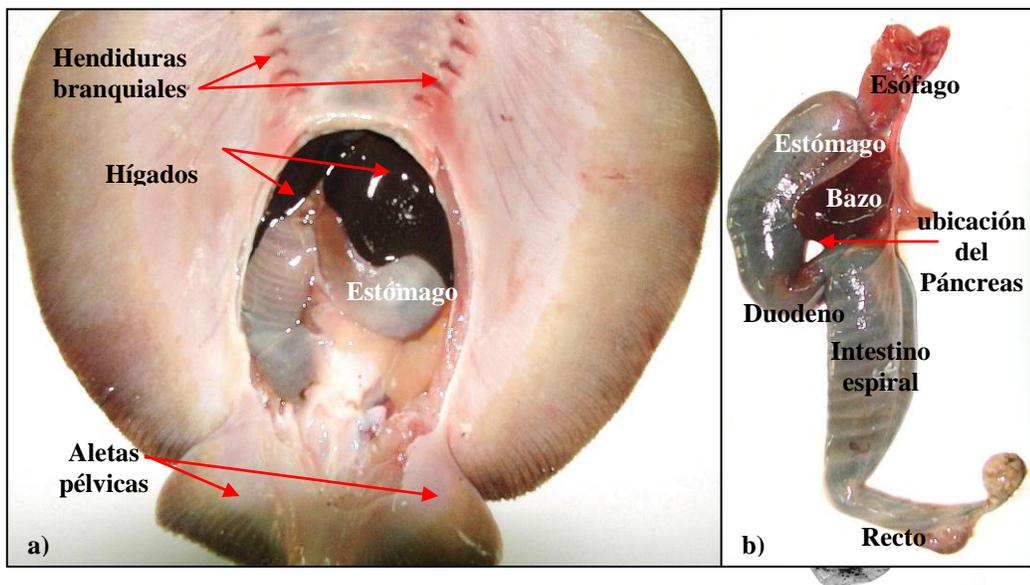


Figura 5. a) Vista ventral y b) tracto digestivo y glándulas de *U. Chilensis* capturada en el golfo de Tehuantepec. Foto: Castellanos A. B.

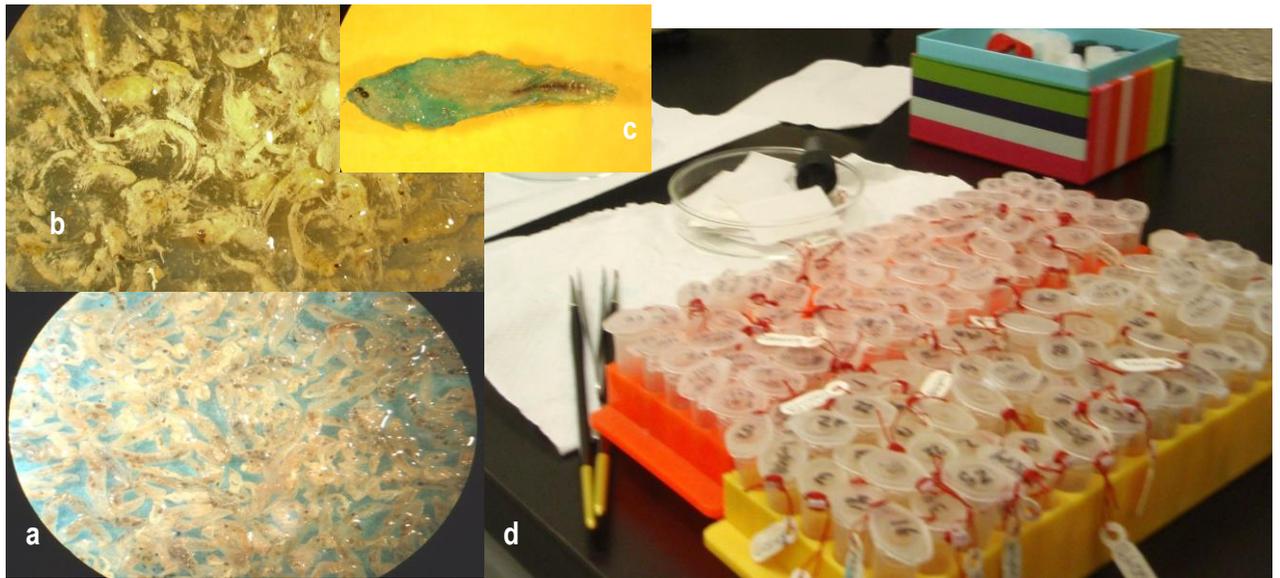


Figura 6. a,b y c) ítems en el tracto digestivo de *U. Chilensis* d) muestras de ítems en viales de plástico de 0.5m. Foto: Castellanos A. B.

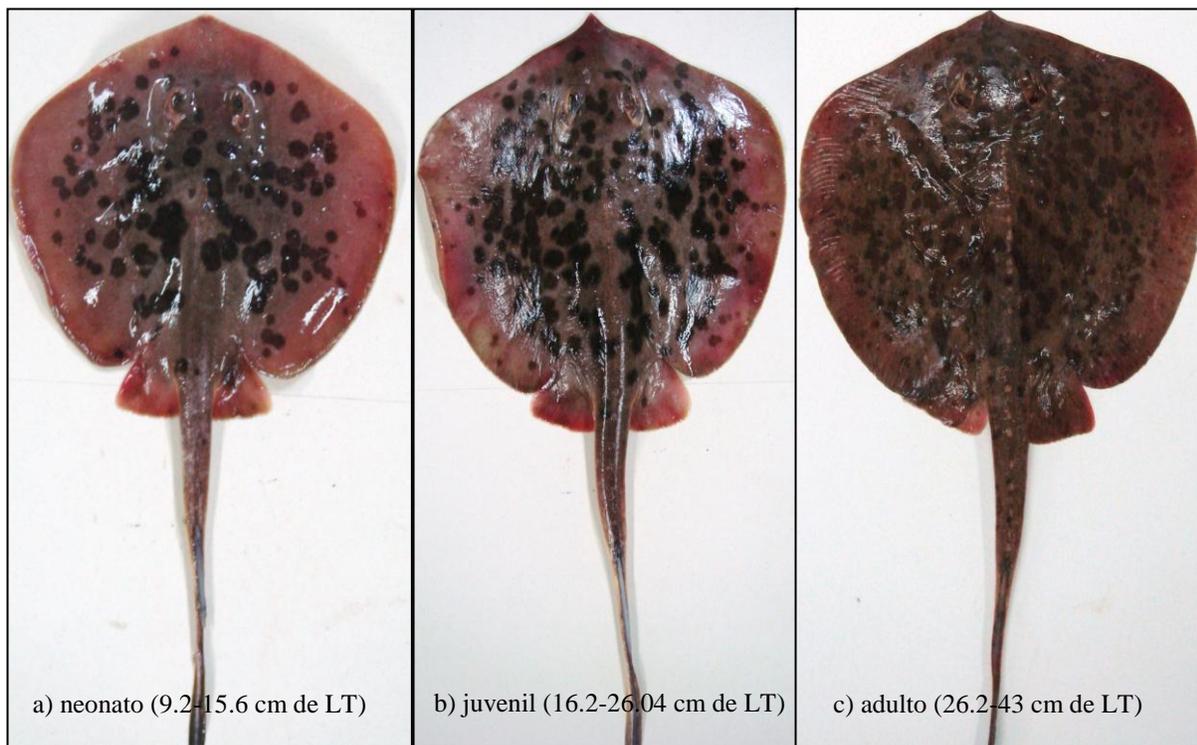


Figura 10. Estados de desarrollo en hembras de *U. chilensis* capturadas en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto. Foto: Castellanos A. B.

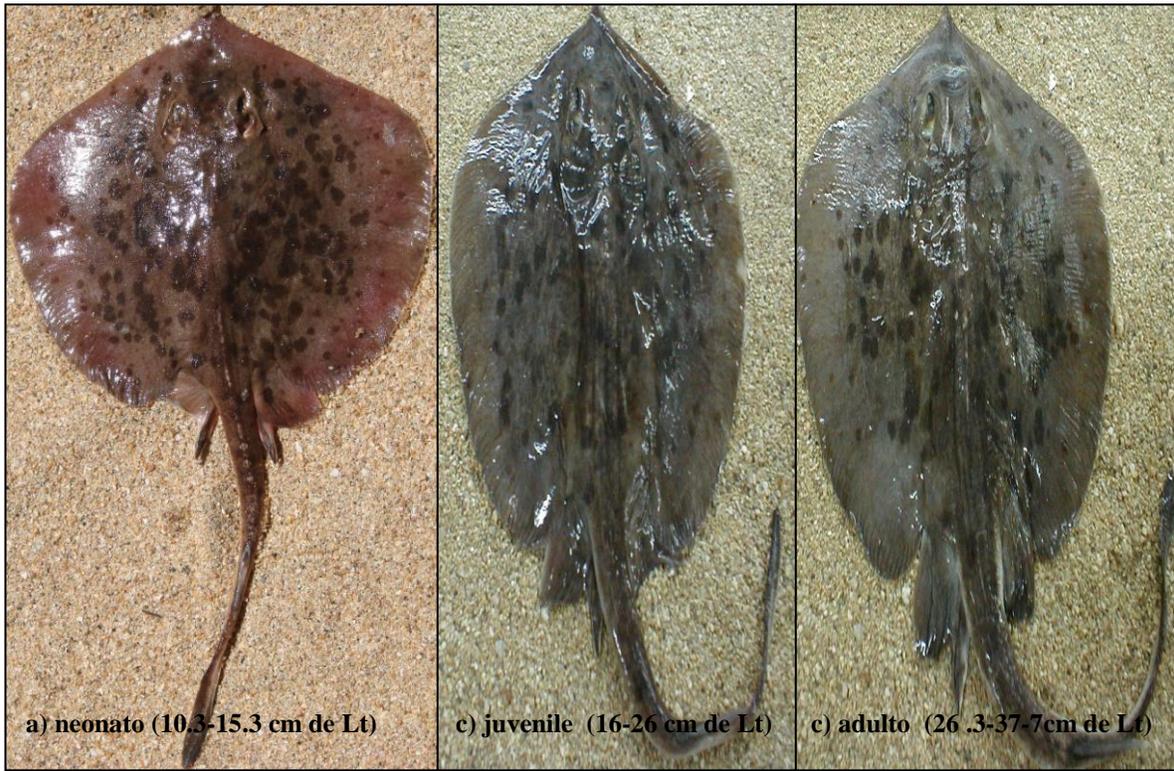


Figura 11. Estados de desarrollo en machos de *U. chilensis* capturados en el Golfo de Tehuantepec a) neonato, b) juvenil y c) adulto. Foto: Castellanos A. B.

