

Informe final* del Proyecto HJ031
Peces batoideos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec

Responsable: M en C. Ana María Torres Huerta
Institución: Universidad del Mar
Instituto de Recursos
Dirección: Km 1.5 Carretera a Zipolite, Puerto Angel, Oax, 70902 , México
Correo electrónico: anamaria@angel.umar.mx
Teléfono/Fax: 01(958)5843 057 y 183
Fecha de inicio: Noviembre 16, 2009
Fecha de término: Febrero 20, 2012
Principales resultados: Base de datos, informe final, fotografías.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Torres Huerta A. M. 2012. Peces batoideos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. Universidad del Mar. Instituto de Recursos. **Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. HJ031**. México, D.F.

Resumen:

De 2003 a 2007 se han colectado peces batoideos con arrastres camaroneros realizados entre 13 y 59 metros de profundidad en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. De estos muestreos se cuenta con 1200 registros georreferenciados, correspondientes a 13 especies, una de ellas considerada como nuevo registro para el Golfo de Tehuantepec. Además, se pretende realizar 4 muestreos trimestrales con el Barco de la UMAR ampliando la profundidad de captura hasta 90 metros de profundidad para establecer los límites de distribución espacio-temporal de cada especie. Se determinaran las especies encontradas, su abundancia relativa, riqueza específica a través de curvas de acumulación usando la ecuación de Clench, composición específica y diversidad espacio-temporal. De los organismos capturados se obtendrá la longitud total, peso, sexo y estado de madurez. Se determinaran las especies que usan el Golfo de Tehuantepec como zona de crianza y/o nacimiento, su frecuencia de tallas, proporción de sexos, talla y época de nacimiento, fecundidad y talla de madurez. Además de los datos colectados, se utilizaran dos fuentes de información, literatura primaria arbitrada y ejemplares de museos nacionales, que serán integrados en una base de datos utilizando el modelo de datos BIÓTICA donde se incorporará fundamentalmente información de nomenclatura, geográfica, bibliográfica y biológica. Además, se realizara un catálogo de las especies encontradas incluyendo mapa de distribución de cada especie.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.

INFORME FINAL DEL PROYECTO HJ031

Peces batoideos de la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec

Responsable: M en C. Ana María Torres Huerta

Institución: Universidad del Mar, Instituto de Recursos.

Dirección: Cd. Universitaria s/n. Puerto Ángel, San Pedro Pochutla, Oaxaca, 72902, México

Correo electrónico: anamaria@angel.umar.mx

Teléfono y Fax: 01(958)58 430 57 y 43049 Ext. 115

Fecha de inicio: 16 de noviembre de 2009

Fecha de término: 16 de marzo de 2011

Principales resultados: Estudio de investigación, base de datos, catalogo de las especies

RESUMEN

Se realizaron 114 arrastres de fondo a una profundidad entre 12 y 52 m en la costa de Oaxaca y Chiapas durante diciembre de 2009, marzo, junio y octubre de 2010. En cada lance se realizaron colecta de peces batoideos para establecer los límites de distribución espacio-temporal de cada especie, abundancia relativa, riqueza específica a través de curvas de acumulación y diversidad espacio-temporal. De los organismos capturados se registro la longitud total, peso, sexo y estado de madurez. Un total de 5368 organismos fueron capturados, los cuales corresponden a 16 especies y una de estas fue registrada por primera vez en la zona. El 89.6% de los organismos estuvo representado por las especies *U. chilensis*, *N. vermiculatus*, *U. rogersi*, *U. nana* y *R. leucorhynchus*. Las especies *R. leucorhynchus*, *U. chilensis*, *N. vermiculatus* y *U. rogersi* estuvieron presentes en más del 50% de las estaciones de muestreo. Doces especies estuvieron presentes durante los 4 muestreos de colecta, siendo estas *N. entemedor*, *N. vermiculatus*, *U. rogersi*, *U. chilensis*, *R. steindachneri*, *G. marmorata*, *U. cimar*, *R. leucorhynchus*, *Z. xyster*, *A. narinari*, *D. longus* y *U. nana*. De acuerdo a la curva de acumulación de especies se alcanzo un porcentaje de especies colectadas (q) de 1.0. El mayor número de especies fue registrado entre marzo y octubre de 2010. El 87.5% de las estaciones presentaron diversidades mayores a 1.22 bits. La mayor abundancia de batoideos se localizó asociada a cuerpos de agua continentales como Laguna Superior, Laguna Inferior, Mar Muerto, además de, Barra de Zacapulco, Barra de Tonalá. Con respecto a las tallas presentadas, para aquellas especies en las que se colectó más de un ejemplar, excluyendo a *U. halleri*, *Raja ecuatorialis*, *A. narinari* se obtuvieron organismos de todas las tallas de madurez. Indicando que los organismos realizan su ciclo de vida en zonas aledañas a la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec. Las rayas *G. marmorata*, *N.*

vermiculada, *U. nana* y *R. leucorhynchus* presentaron una presencia constante de individuos maduros a lo largo del año. Los batoideos del Golfo de Tehuantepec exhiben modificaciones a su biología, como son la temprana talla y edad de maduración de los organismos, lo cual se sugiere que es como una respuesta a la explotación pesquera. Los datos colectados fueron integrados en una base de datos utilizando el modelo de datos BIÓTICA donde se incorporaron fundamentalmente información de nomenclatura, geográfica, bibliográfica y biológica. Además, se realizó un catálogo de las especies encontradas incluyendo mapa de distribución de cada especie.

Palabras clave: Rayas, batoideos, Golfo de Tehuantepec.

UNIVERSIDAD DEL MAR
Campus Puerto Ángel



Reporte Final

Proyecto HJ031

**Peces batoideos de la plataforma continental del
Golfo de Tehuantepec**

**Responsable del proyecto: M. en C. Ana María Torres
Huerta**

Puerto Ángel, Oaxaca

Mayo de 2011

INVESTIGADORES E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

INVESTIGADORES

M. en C. Ana María Torres Huerta¹ Responsable del Proyecto

Dra. Alicia Cruz Martínez².

Dr. Margarito Tapia García³

COLABORADORES

P.B.M. Perla Elizabeth Carrasco Bautista¹ Capturista y Tesista

P.B.M. Pedro Luis Díaz Carballido¹ Servicio Social y Tesista

P.B.M. Marco Antonio Montes Sainz¹ Servicio Social y Tesista

P.B.M. Teresita de Jesús Jacinto Hernández¹ Servicio Social y Tesista

INSTITUCIONES

¹ Instituto de Recursos, Universidad del Mar, México.

²Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

³Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México

CONTENIDO

	Pág.
Introducción.....	1
Objetivos.....	4
Área de estudio.....	5
Material y métodos.....	7
Resultados.....	12
Discusión.....	57
Recomendaciones.....	63
Agradecimientos.....	63
Referencias citadas.....	63

I. INTRODUCCIÓN

El Golfo de Tehuantepec es un área importante debido a la presencia de alta biodiversidad de peces, aves, mamíferos, crustáceos y moluscos. En especial, representa una región tradicionalmente pesquera y altamente productiva desde el punto de vista ecológico, por sus procesos físicos y ecológicos durante el año, como es el fenómeno de surgencias, los aportes continentales de agua dulce y la dinámica ecológica de grandes sistemas lagunares, que determinan una producción pesquera alta y sostenida (Tapia-García, 1998). Dentro del área, la pesquería del camarón es un importante recurso como alimento y empleo para las personas que viven aledañas al lugar.

La pesca acompañante del camarón está constituida por más de 170 especies de peces (Tapia-García y García Abad, 1998), que si bien no cuentan con importancia económica, si son parte importante de las tramas tróficas en el océano, fungiendo como depredadores, competidores o presas de las especies que son explotadas comercialmente (Compagno *et al.* 1995). De acuerdo a Tapia-García y García-Abad (1998) la relación peces:camarón (23:1) en el Golfo de Tehuantepec es mucho mayor y sobrepasa en gran medida las proporciones conocidas de 12:1 para el Golfo de México y de 10:1 para la parte central del Pacífico mexicano. Esta pesquería tiene un impacto directo en las poblaciones de elasmobranchios, especialmente en las rayas, ya que presentan una tasa de crecimiento lento, madurez sexual tardía y baja fecundidad (Hoening y Gruber, 1990). Por lo tanto, son considerados como organismos vulnerables para la pesca. La pesca intensiva puede representar un impacto serio en la disminución de las poblaciones de estas

rayas. Como se ha visto en poblaciones de elasmobranquios costeros y oceánicos, eliminando por completo a especies de su área de distribución (Baum *et al.* 2003).

A nivel nacional Castro-Aguirre y Espinosa (1996) han reportado la presencia de 87 rayas incluyendo especies afines. Para el Golfo de Tehuantepec se han reportado la presencia de 22 especies de rayas (McEachran y Notarbartolo, 1995; Amezcua-Linares, 1996; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; Roberson y Allen, 2008). Indicando que el Golfo de Tehuantepec tiene aproximadamente un 25% de las especies reportadas para el país. Lo cual habla de la riqueza específica de la zona y marca una prioridad para poder conocer más sobre la ecología y biología de estos organismos. Sin embargo, los trabajos realizados para el área son muy escasos y están relacionados a la biología de *Urotrygon nana* (Castellanos-Guzmán, 2005) y *Z. xyster* (Cruz-Acevedo, 2010). La presencia y hábitat de cada una de las especies ha sido documentada por Amezcua-Linares (1996); Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996), Robertson y Allen (2008).

Para el caso particular del género *Zapteryx*, McEachran y Notarbartolo (1995). Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez (1996) registran la presencia de *Z. exasperata* (Jordan y Gilbert, 1880) en el Pacífico mexicano. Sin embargo, Robertson y Allen (2008) reportan a *Z. xyster* con distribución desde Mazatlán a Perú y a *Z. exasperata* la ubican en California y en el Golfo de California. De acuerdo a Ebert (2003), ha existido confusión en la identificación de este género y muy probablemente también con *Urotrygon*, lo que ha impedido establecer los límites de su distribución de estos dos especies de batoideos en esta región.

Para el conocimiento de los ciclos de vida de los peces batoideos es muy importante detectar, conocer, y en su caso proteger las áreas de nacimiento, crianza y reproducción para llegar a tener una explotación sustentable de las

poblaciones. Sin embargo, la falta de estos conocimientos en el Golfo de Tehuantepec ha impedido en primera instancia conocer el estado en el que se encuentran las poblaciones, lo que además dificulta la toma de decisiones en políticas de manejo. La diversidad de peces en el Golfo de Tehuantepec tiene una gran importancia en términos socioeconómicos, dado que provee de una importante fuente de trabajo y de ingresos a las comunidades ribereñas. Además, de poder considerar a estos peces como una opción de alimento para la región. De lo anterior, se desprende la importancia que este mar mexicano tiene para Chiapas y Oaxaca, y la utilidad de contar con una línea base de datos que contribuya a la formulación de ordenamientos ecológicos costeros. Por lo anterior, es importante generar información de las especies y su distribución en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec para actualizar la información existente.

II. OBJETIVO GENERAL

Realizar el inventario de peces batoideos en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec y contribuir en el conocimiento de la biología estas especies.

II.1 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Enlistar las especies de peces batoideos presentes en la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.
2. Determinar la distribución espacio-temporal de los peces batoideos.
3. Caracterizar la riqueza específica, abundancia y diversidad temporal y espacial.
4. Describir la estructura por talla y proporción de sexos de las especies presentes.
5. Describir algunos aspectos de la biología reproductiva de los Elasmobranquios.
6. Identificar las especies de Elasmobranquios que utilizan la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec como áreas de reproducción y crianza.

III. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de Tehuantepec se localiza entre las latitudes 15°01'00" y 16°32'30"; y las longitudes 92°41'45" y 95°14'15". Cuenta con una extensión de 125,000 km² (Monreal y Salas de León, 1998), ubicándose entre Puerto Ángel, Oaxaca y Puerto Madero, Chiapas. De acuerdo a García (1988) y Robles *et al.* (1988) presenta la mayor parte del año, un clima cálido-subhúmedo distinguiéndose la Subregión central del Golfo de Tehuantepec (parte del Istmo y oeste de la Laguna del Mar muerto), la Subregión oeste (mayor parte de la costa Oaxaqueña) y la Subregión este (parte de la costa Chiapaneca). La Subregión central es la más importante, ya que presenta variación en sus condiciones ambientales a lo largo del año (Robles *et al.* 1988). Así mismo, presenta dos épocas climáticas bien marcadas correspondientes a la época de lluvias (mayo a octubre) y a la época de secas (noviembre a mayo) (Secretaría de Marina, 1988).

Aunado a las características anteriores y a la influencia de importantes corrientes oceánicas: como la Corriente Nor-Ecuatorial (CNE), la Contracorriente Ecuatorial (CCE), la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR), y en condiciones invernales la Corriente de California (CC) (Wyrтки, 1967) permiten que sean zonas altamente productivas desde el punto de vista ecológico (García, 1988). De acuerdo a Tapia-García y Gutiérrez-Díaz (1998) la costa de Oaxaca y Chiapas se divide en dos regiones: la primera, comprende la mayor parte del Golfo de Tehuantepec, desde Salinas del Márquez, Oaxaca, al río Suchiate en Chiapas; esta región presenta una plataforma continental amplia y de fondos blandos. La segunda región, consta de

escasa plataforma de litoral rocoso, y comprende la mayor parte oeste de la costa oaxaqueña.

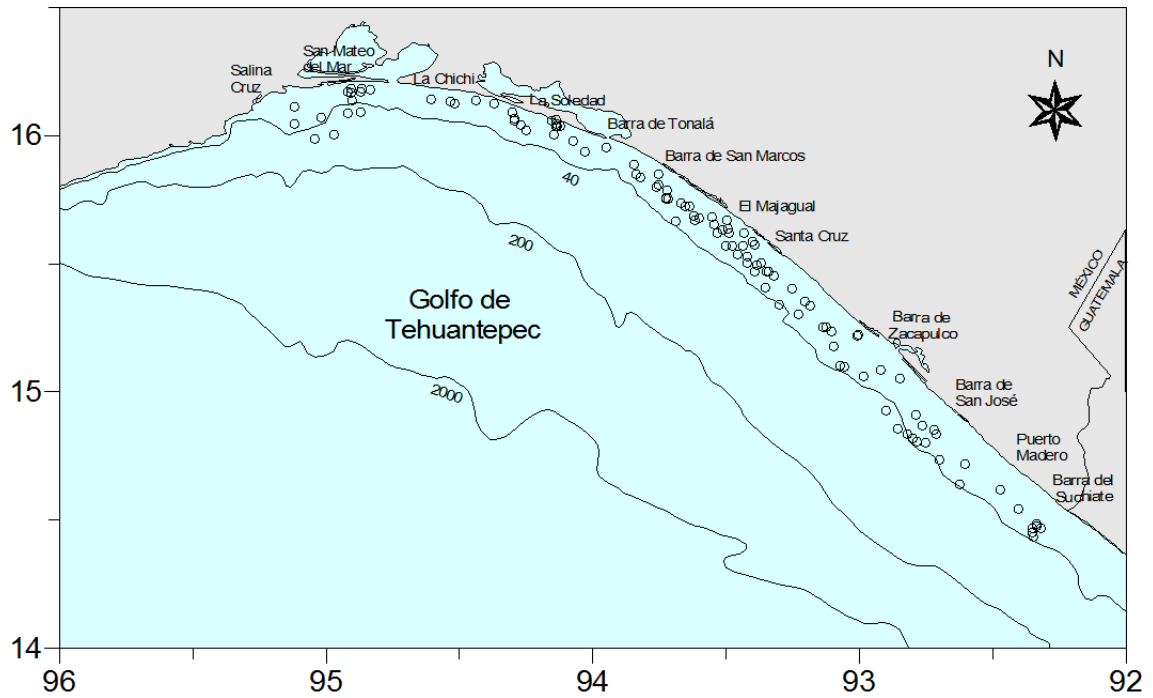


Figura 1. Área de estudio. Los círculos indican las zonas de captura.

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron cuatro colectas de peces batoideos en la costa de Oaxaca y Chiapas durante diciembre de 2009, marzo, junio y octubre de 2010. Tres viajes fueron realizados en el barco UMAR durante la época de pesca de camarón y uno con el barco FIPESCO 22 durante la veda de camarón. En total se realizaron 114 arrastres de fondo a una profundidad entre 12 y 52 metros con una duración promedio de cada viaje de 10 días.

La captura de los organismos se realizaron con dos redes de fondo de 9 m de cala y una abertura de malla de $1 \frac{3}{4}$ pulgadas. Los lances se realizaron durante las 24 horas con un promedio de cinco arrastres por día. La duración promedio de cada arrastre fue de dos horas a una velocidad entre 2 y 3 nudos/min. De cada lance realizado se registró la posición geográfica mediante un GPS FURUNO y la profundidad de captura con una Ecosonda FURUNO.

Los batoideos capturados fueron congelados en la cámara de congelación de cada barco a una temperatura entre -13 y -15 °C para evitar su descomposición, y fueron transportados a las instalaciones de la Universidad del Mar *Campus* Puerto Ángel donde fueron descongelados para su posterior revisión.

Cada organismo fue identificado hasta especie utilizando las claves de Compagno *et al.* (1995); Castro-Aguirre y Espinoza-Pérez. (1996) y Robertson y Allen (2008); además, de registrarse el peso total, sexo, longitud total, ancho de disco y estado de madurez. El sexo se determinó en el caso de los machos por presentar en las aletas pélvicas un par órganos copuladores llamados mixopterigios (Cailliet *et al.*, 1986; Holden y Raitt, 1975). Con el conteo de individuos por sexo se estableció la

proporción por sexos asumiendo una relación 1:1 y probándola mediante una prueba de Chi-cuadrada (Zar, 1996). La madurez sexual gonádica se determinó con base en la siguiente clasificación:

Para la determinación del estado de madurez, se clasificaron hembras y machos de acuerdo al desarrollo gonadal macroscópico propuesto por Acero *et al.* (2008). Las Tablas 1 y 2 muestran los criterios considerados. Adicionalmente, las especies ovovivíparas sus individuos inmaduros fueron detectados en los neonatos con la presencia de la cicatriz de nacimiento en el vientre.

Tabla 1. Escala de desarrollo gonadal macroscópico para hembras (Tomado de Acero *et al.* 2008).

Estado de madurez	Características
Inmadura	Sin desarrollo ovárico, ovarios pequeños de textura blanda, oviductos delgados poco desarrollados.
En maduración	Ovarios delgados, con forma sólida y de apariencia uniforme, sin ovocitos visibles, oviductos delgados.
Madura sin embriones	Ovocitos visibles, oviductos gruesos y útero parcialmente ensanchado.
Madura con embriones	Ovarios con ovocitos, presencia de embriones, útero ensanchado, ocupando gran parte de la cavidad visceral.
Madura Postparto	Útero ensanchado con paredes vascularizadas y flácidas. Abertura cloacal expandida.

Tabla 2. Escala de desarrollo gonadal macroscópico para machos (Tomado de Acero *et al.* 2008).

Estado de madurez	Características
Inmaduro	Testículos blandos, ductos poco diferenciados, mixopterigios pequeños, flácidos, rifiodón cerrado, ausencia de semen y rotación menor a 360 °.
En maduración	Testículos consistentes, ductos bien desarrollados, epidídimos enrollados en la porción anterior y media del ducto eferente, los mixopterigios han aumentando de tamaño y están parcialmente calcificados.
Maduro	Testículos con lóbulos prominentes indicativos de activa producción espermática, conducto deferente se extiende adyacente a la columna vertebral, epidídimo enrollado a lo largo de todo el conducto hasta llegar a la vesícula seminal, mixopterigios totalmente calcificados, rifiodón abierto y presencia de semen. Rotación 360 °.

Para el caso de las hembras grávidas se registró el número de embriones por hembra y el sexo de cada embrión. La fecundidad se estimó mediante el número de ovocitos y embriones encontrados en cada útero por hembra grávida. Para el caso de los machos se tomó la longitud de los mixopterigios (Pratt, 1988).

Para el análisis de la frecuencia de tallas se realizaron histogramas de frecuencia relativa por especie. Posteriormente, se obtuvo el parámetro de suavización asociado a un estimador no paramétrico conocido como estimador de densidad por kernel (EDKs) (Salgado-Ugarte, 2005). Además se aplicó la prueba de bootstrap suavizado de Silverman con 100 repeticiones y por la regla empírica de $\frac{1}{2}$ de la amplitud de banda óptima de Silverman empleando los programas específicos presentados en Salgado-Ugarte (2005) con el paquete estadístico Stata 9.1.

Para cuantificar el porcentaje de especies registradas de acuerdo al arte de pesca utilizado, se evaluó la riqueza específica mediante una curva de acumulación de especies, la cual consiste en graficar el número acumulado de especies en función de la medida del esfuerzo aplicado para obtener esa muestra (Hayek y Buzas, 1997). En donde un esfuerzo de muestreo consistió en una arrastre de fondo (y). El orden de las muestras fue aleatorizado 100 veces con el fin de construir curvas suavizadas utilizando el programa EstimateS 8.0 (Colwell, 2006) y se estimaron ajustando la ecuación de Clench a las curvas de acumulación (Soberón y Llorente, 1993; Colwell y Coddington, 1994).

Se calculó el valor de la pendiente, que determina la tasa de entrada de nuevas especies al inventario con la unidad de esfuerzo obtenida. Dicha pendiente decrece al aumentar el esfuerzo de muestreo, aproximándose a cero a medida que la lista total de especies es completada (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003):

$$r_{(y)} = \frac{a}{1 + (bn)^2}$$

donde:

$$r_{(y)} = \text{Pendiente de la curva para un esfuerzo de muestreo } y$$

De manera que si la pendiente es menor a 0.1 indica que el inventario puede considerarse suficientemente fiable y completo, ya que el esfuerzo para añadir nuevas especies cada vez es mayor, porque probablemente las especies faltantes son raras (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003). La asíntota de la función ajustada se calculó como:

$$S_{Total} = \frac{a}{b}$$

Asimismo, la proporción de fauna registrada se obtuvo mediante la siguiente función:

$$q = \frac{S_n}{a/b}$$

Se estimará la abundancia promedio por muestreo para las especies, así como sus descriptores asociados, para las especies se utilizara el índice de diversidad de Shannon-Wiener. El índice de diversidad de Shannon-Wiener mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Washington, 1984), siendo este:

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i) \ln(p_i)$$

donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

p_j = proporción del número de organismos de cada especie

s = número total de especies identificadas.

Este índice asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

Se realizaron mapas digitales del Golfo de Tehuantepec con ayuda del programa SURFER 8.0 para representar la distribución y abundancia de cada especie, la diversidad en cada estación donde se realizo un arrastre de fondo y la distribución de las mayores concentraciones de neonatos y hembras grávidas que permitan identificar las zonas de crianza.

V. RESULTADOS

Fueron muestreados un total de 16 especies de peces batoideos con un registro de 5368 organismos capturados en las costas de Oaxaca y Chiapas, 5252 peces batoideos corresponden a organismos capturados con redes de arrastre de fondo y 116 con redes de escama.

VI.1 Grupos taxonómicos

De acuerdo a la clasificación de Eschmeyer y Fong (2011), los peces batoideos capturados corresponden a 8 familias, 2 géneros y 16 especies. Quince de estas especies habían sido registradas con anterioridad y la especie *U. cimar* fue registrada por primera vez en la zona.

Orden Torpediniformes

Familia Narcinidae

Narcine entemedor Jordan y Starks, 1895

Narcine vermiculatus Breder, 1928

Orden Rajiformes

Familia Rhinobatidae

Rhinobatos glaucostigma Jordan y Gilbert, 1883

Rhinobatos leucorhynchus Günther, 1867

Zapteryx xyster Jordan y Evermann, 1896

Familia Rajidae

Raja equatorialis Jordan y Bollman, 1890

Familia Dasyatidae

Dasyatis longa (Garman, 1880)

Familia Gymnuridae

Gymnura marmorata (Cooper, 1864)

Familia Myliobatidae

Aetobatus narinari (Euphrasen, 1790)

Rhinoptera steindachneri Evermann y Jenkins, 1891

Familia Urolophidae

Urolophus halleri Cooper, 1863

Familia Urotrygonidae

Urotrygon aspidura (Jordan y Gilbert, 1882)

Urotrygon chilensis (Günther, 1872)

Urotrygon cimar López y Bussing, 1998

Urotrygon nana Miyake y McEachran, 1988

Urotrygon rogersi (Jordan y Starks, 1895)

VI.2 Distribución espacial

El registro de los organismos se realizó en 114 estaciones de pesca encontrando 16 especies registradas, cuatro especies estuvieron presentes en más del 50% de las estaciones de muestreo, siendo estas *R. leucorhynchus*, *U. chilensis*, *N. vermiculatus* y *U. rogersi* (Tabla 2). Las figuras 2 a la 5 muestran las estaciones de captura para estas especies. Las especies que ocurrieron en menos del 44% de las estaciones de muestreo fueron *U. nana* (Fig. 6), *U. cimar* (Fig. 7), *G. marmorata* (Fig. 8), *D. longus* (Fig. 9), *R. steindachneri* (Fig. 10), *N. entemedor* (Fig. 11), *Z. xyster* (Fig. 12), *U. aspidura* (Fig. 13), *A. narinari* (Fig. 14) y *R. glaucostigma* (Fig. 15). Las especies *R. equatorialis* (Fig. 16) y *U. halleri* (Fig. 17) fueron encontradas en solo una estación de muestreo.

Tabla 2. Frecuencia de ocurrencia de peces batoideos en 114 estaciones de muestreo.

Especie	Número de estaciones de ocurrencia	%
<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	82	71.9
<i>Urotrygon chilensis</i>	77	67.5
<i>Narcine vermiculatus</i>	68	59.6
<i>Urotrygon rogersi</i>	66	57.9
<i>Urotrygon nana</i>	50	43.9
<i>Urotrygon cimar</i>	35	30.7
<i>Gymnura marmorata</i>	32	28.1
<i>Dasyatis longus</i>	23	20.2
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	22	19.3
<i>Narcine entemedor</i>	19	16.7
<i>Zapteryx xyster</i>	17	14.9
<i>Urotrygon aspidura</i>	15	13.2
<i>Aetobatus narinari</i>	11	9.6
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	5	4.4
<i>Urobatis halleri</i>	1	0.9
<i>Raja equatorialis</i>	1	0.9

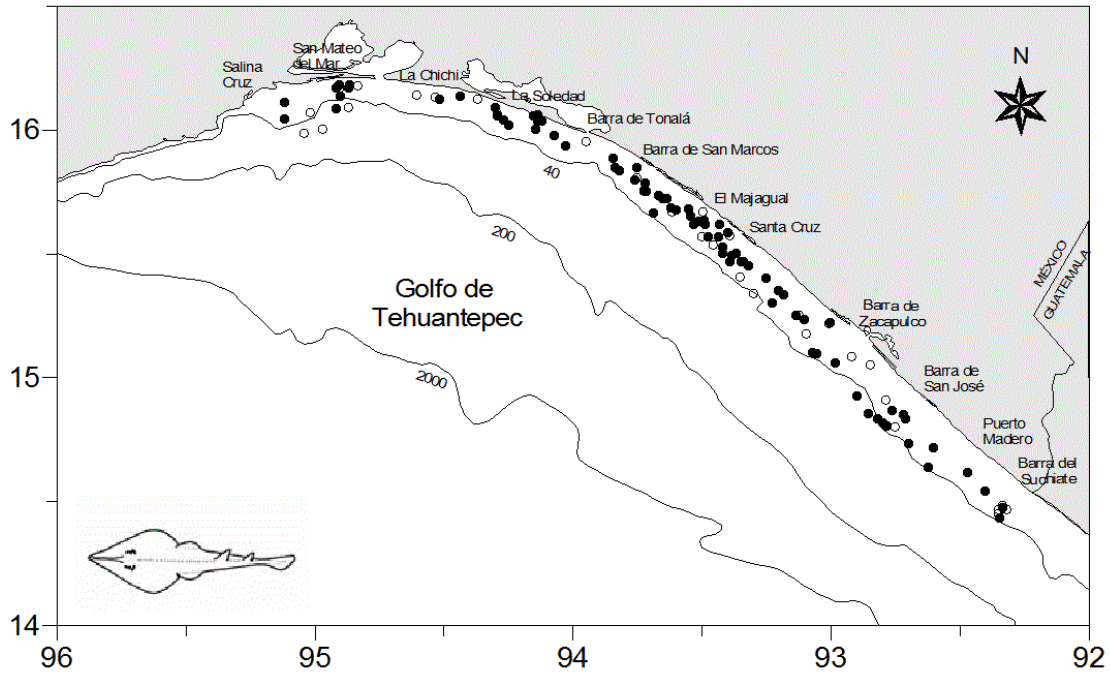


Figura 2. Distribución de *Rhinobatos leucorhynchus*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

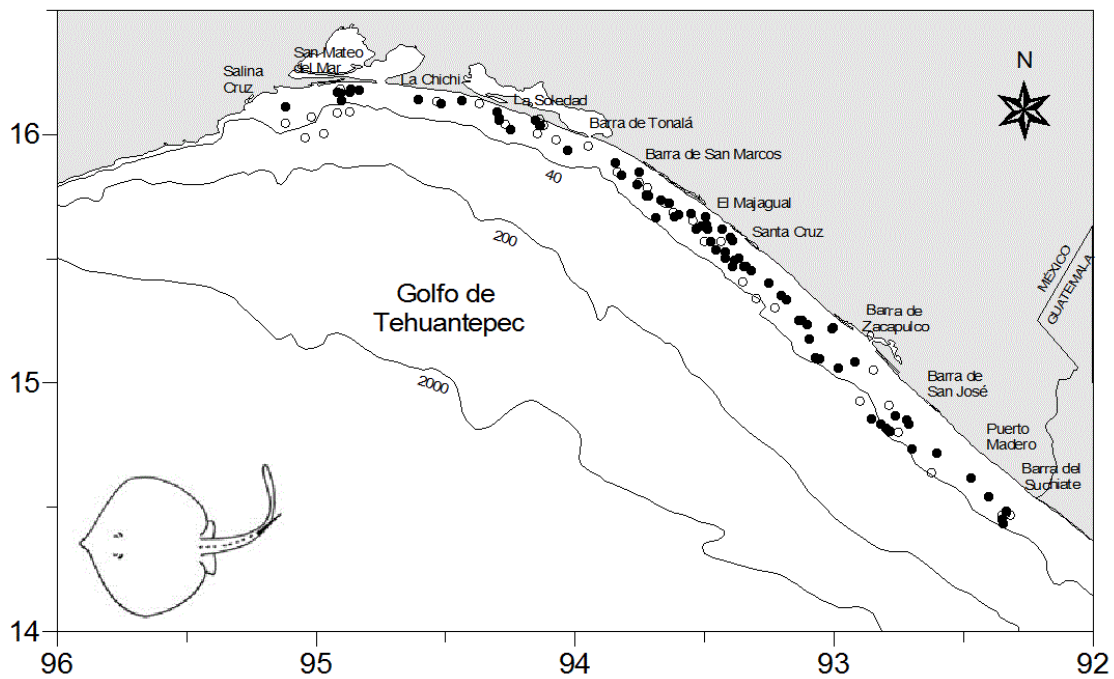


Figura 3. Distribución de *Urotrygon chilensis*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

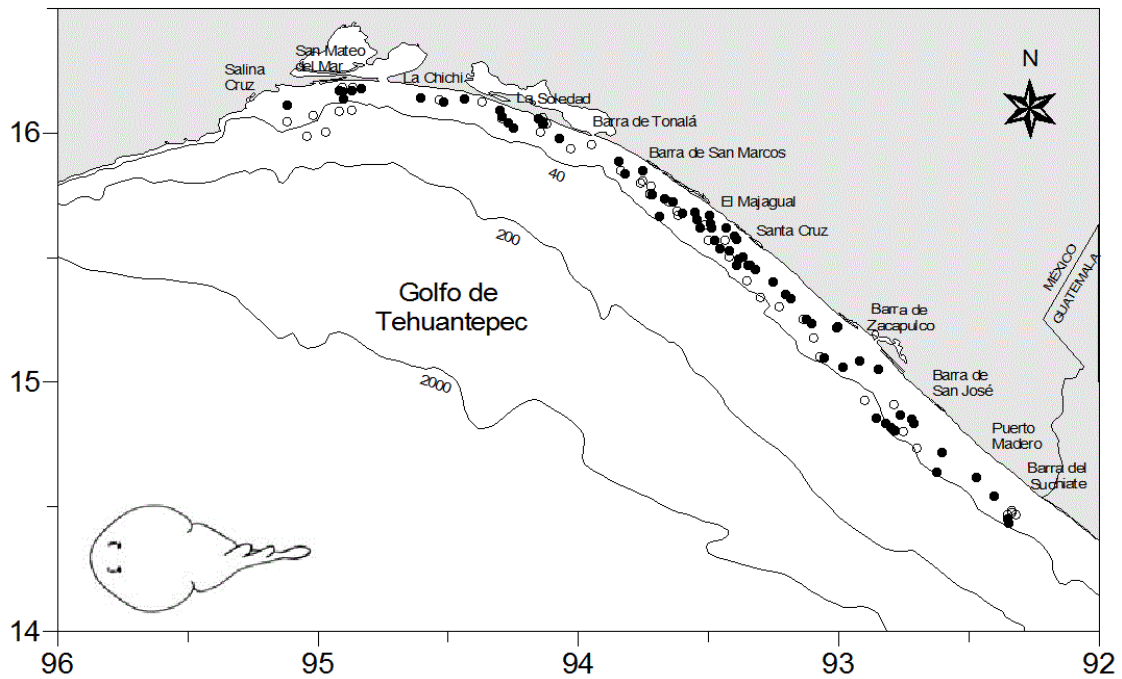


Figura 4. Distribución de *Narcine vermiculatus*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

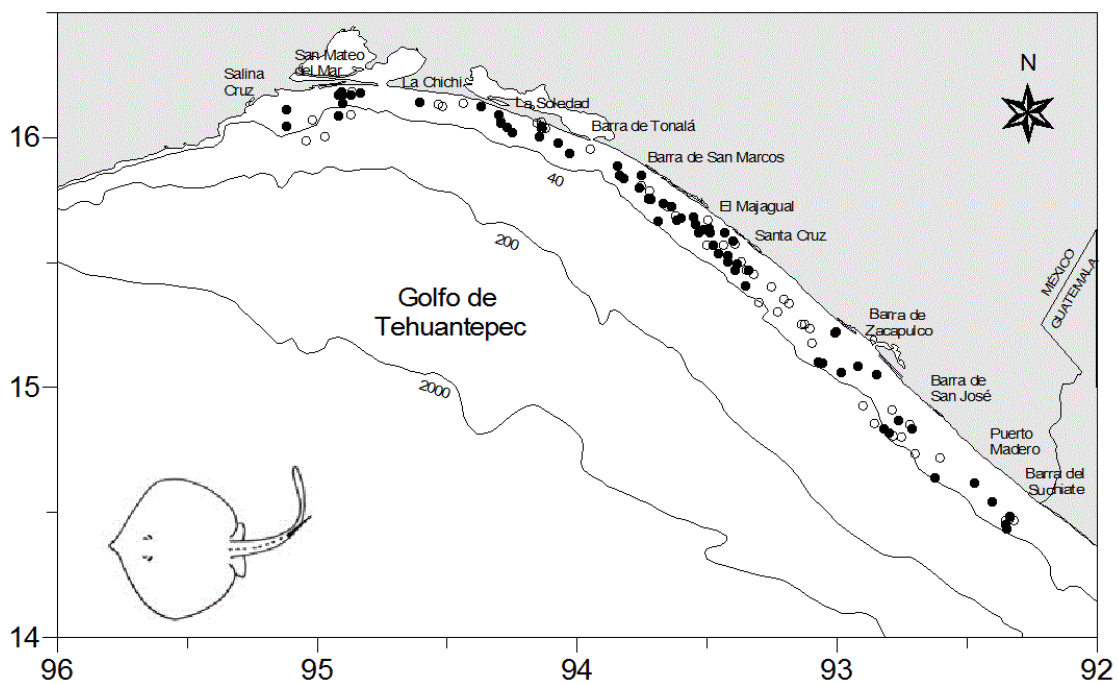


Figura 5. Distribución de *Urotrygon rogersi*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

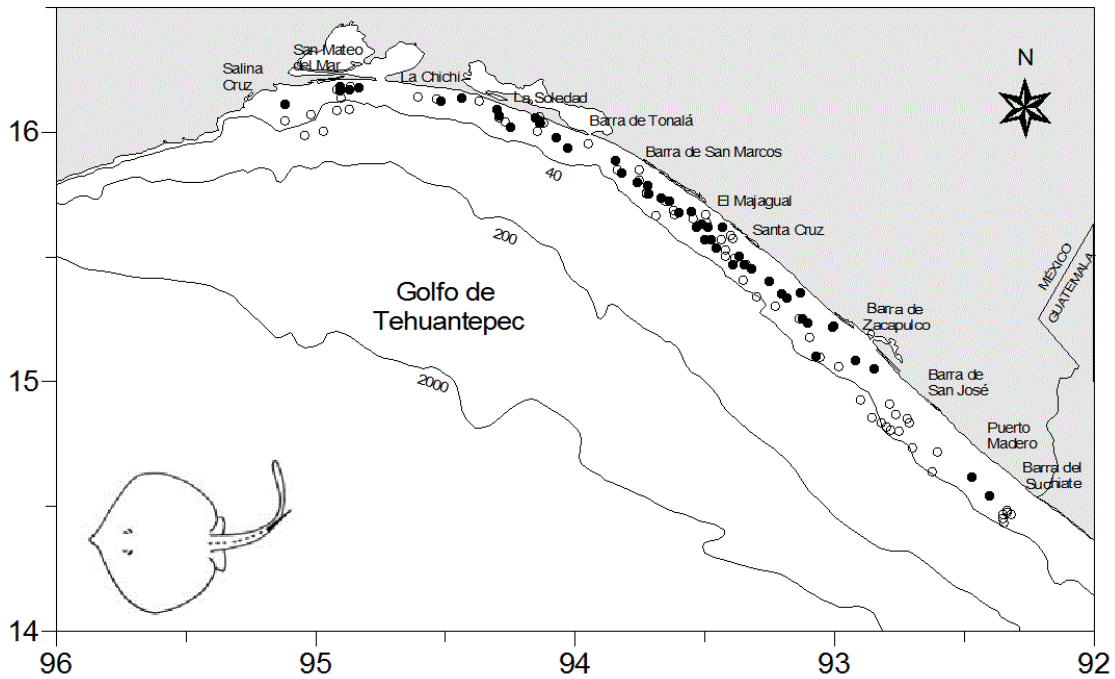


Figura 6. Distribución de *Urotrygon nana*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

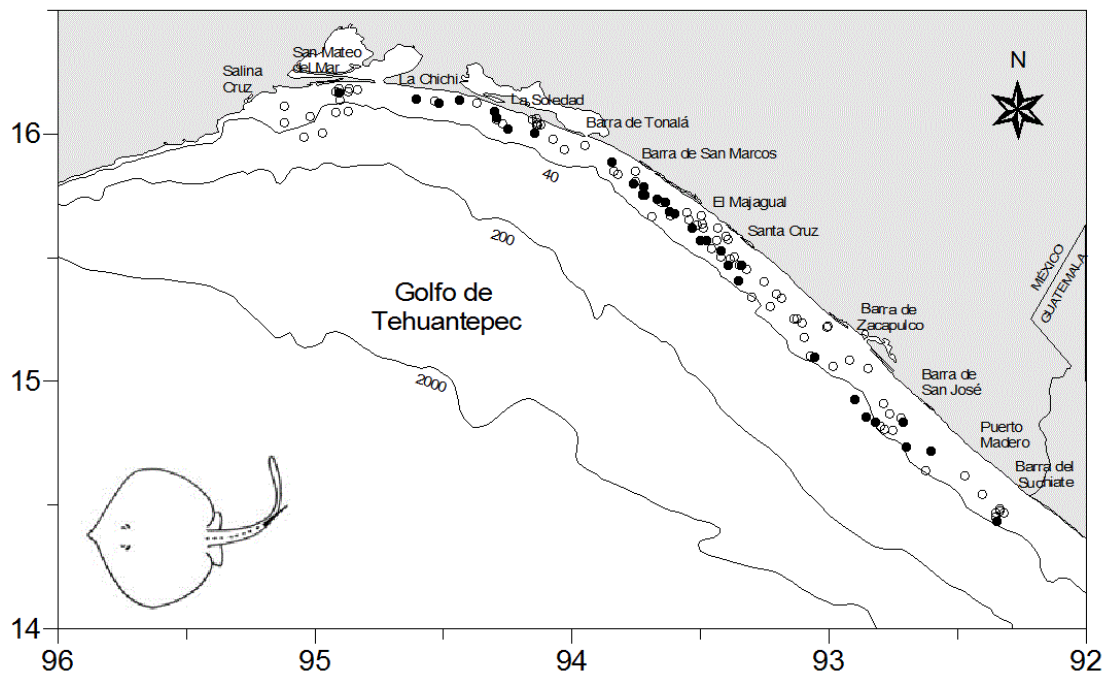


Figura 7. Distribución de *Urotrygon cimar*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie

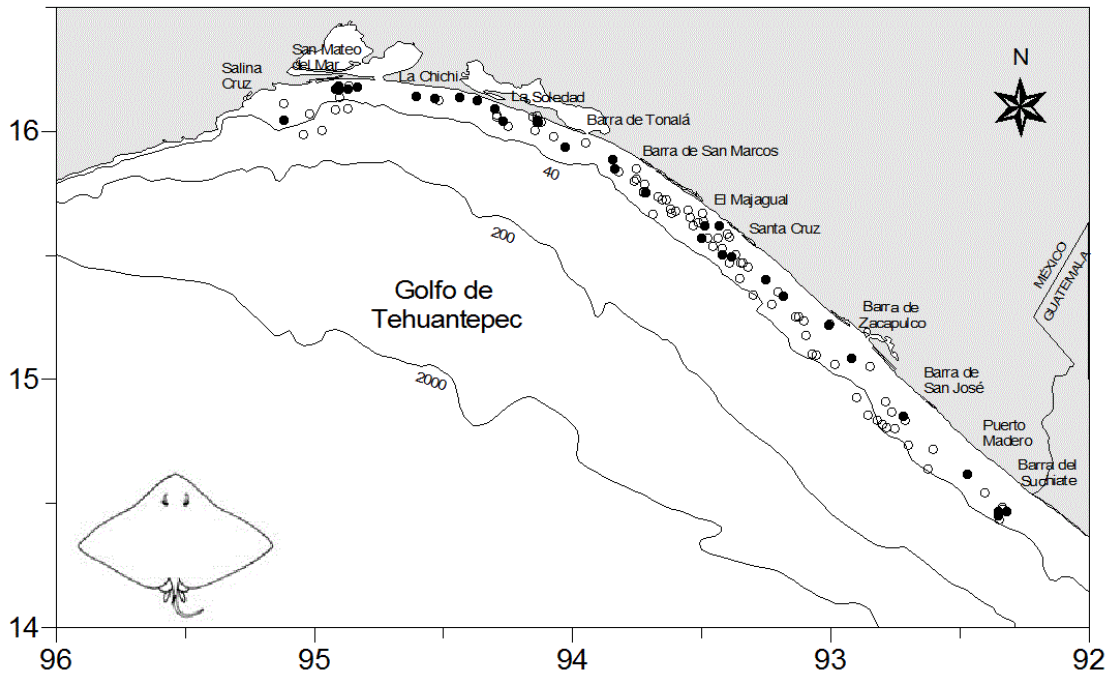


Figura 8. Distribución de *Gymnura marmorata*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

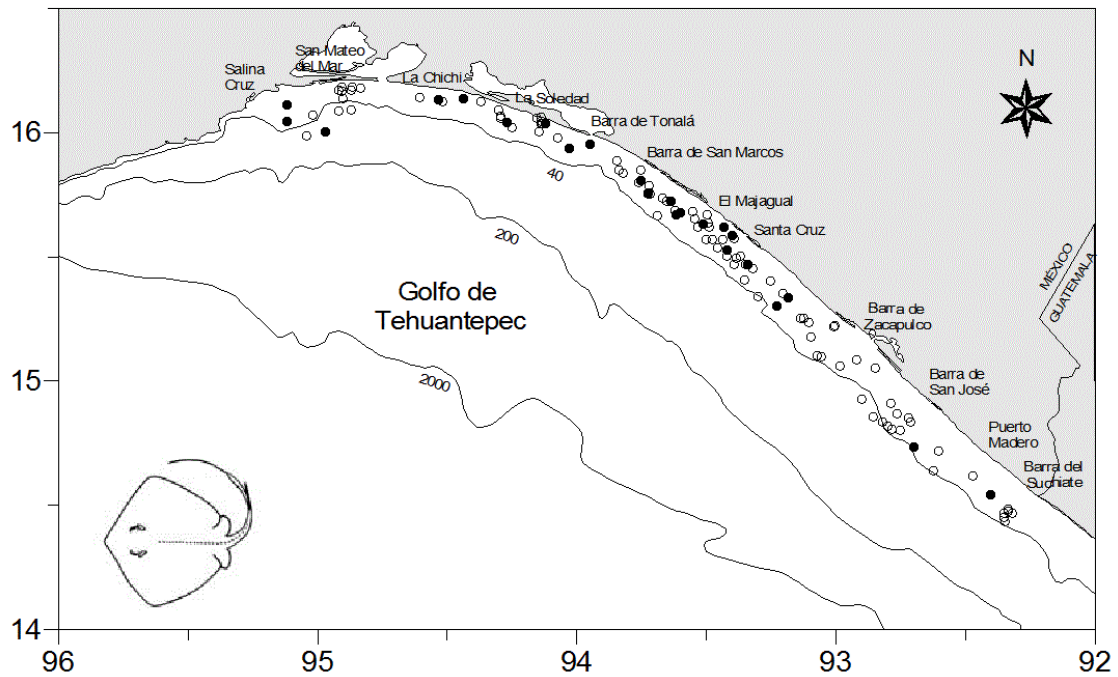


Figura 9. Distribución de *Dasyatis longus*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

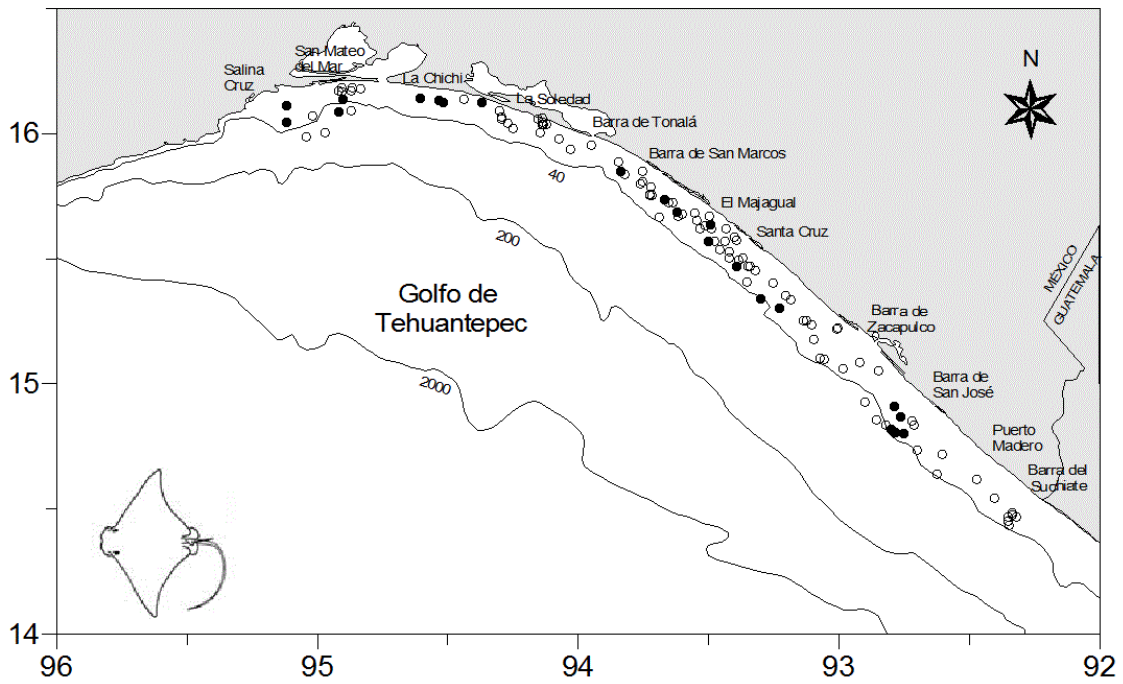


Figura 10. Distribución de *Rhinoptera steindachneri*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

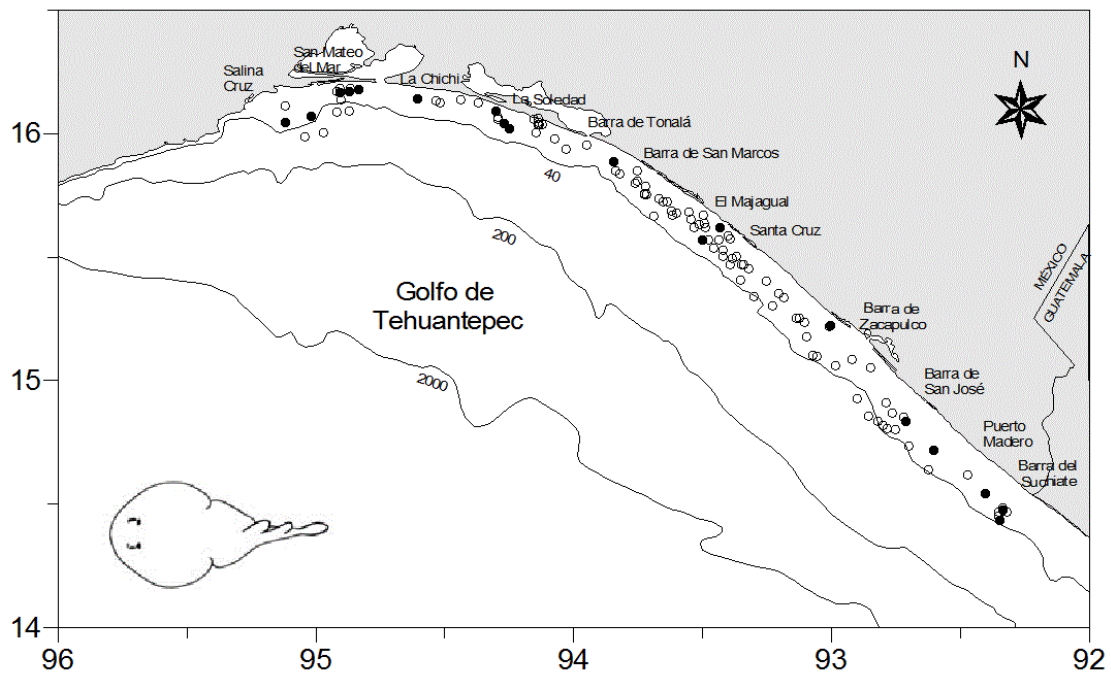


Figura 11. Distribución de *Narcine entemedor*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

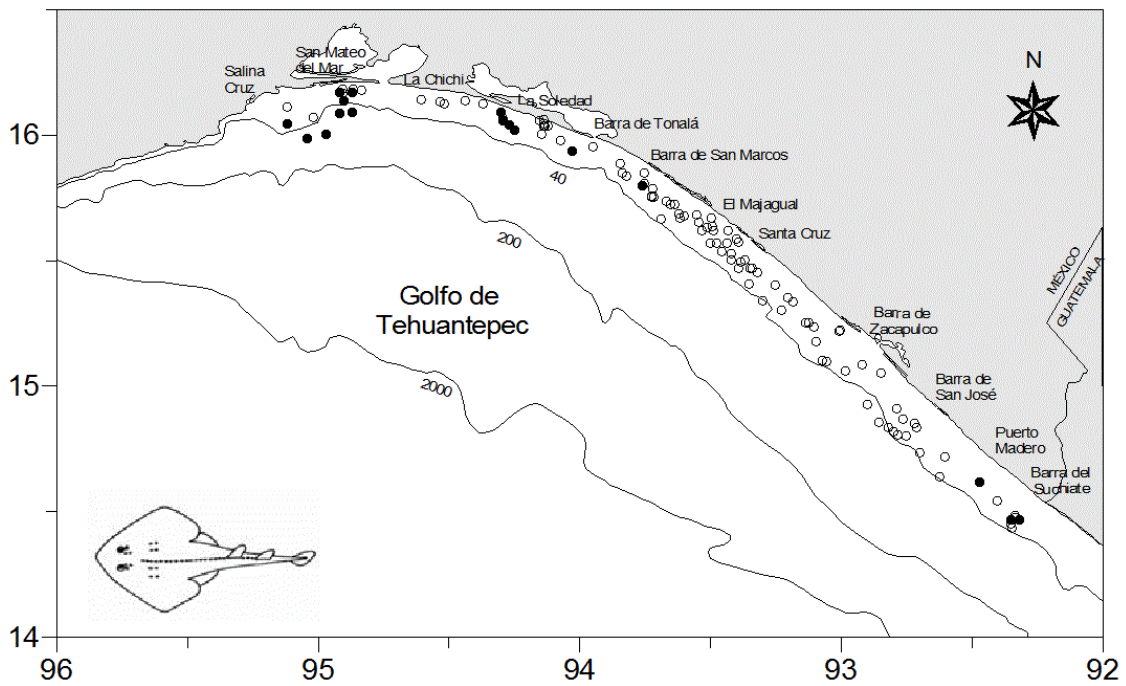


Figura 12. Distribución de *Zapteryx xyster*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

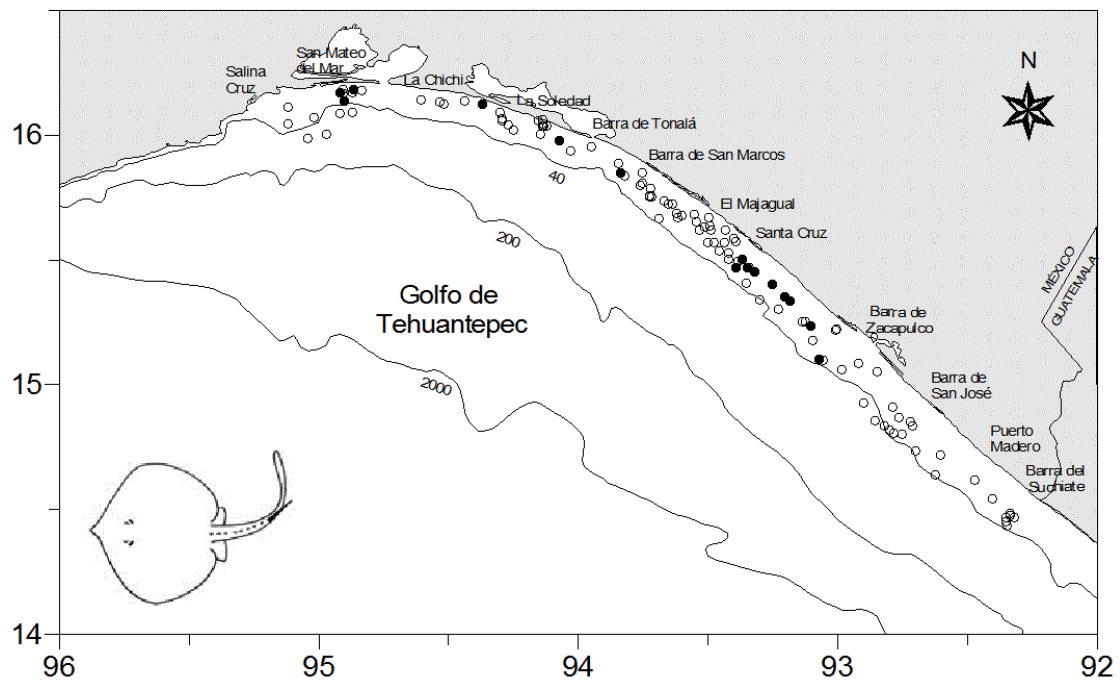


Figura 13. Distribución de *Urotrygon aspidura*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

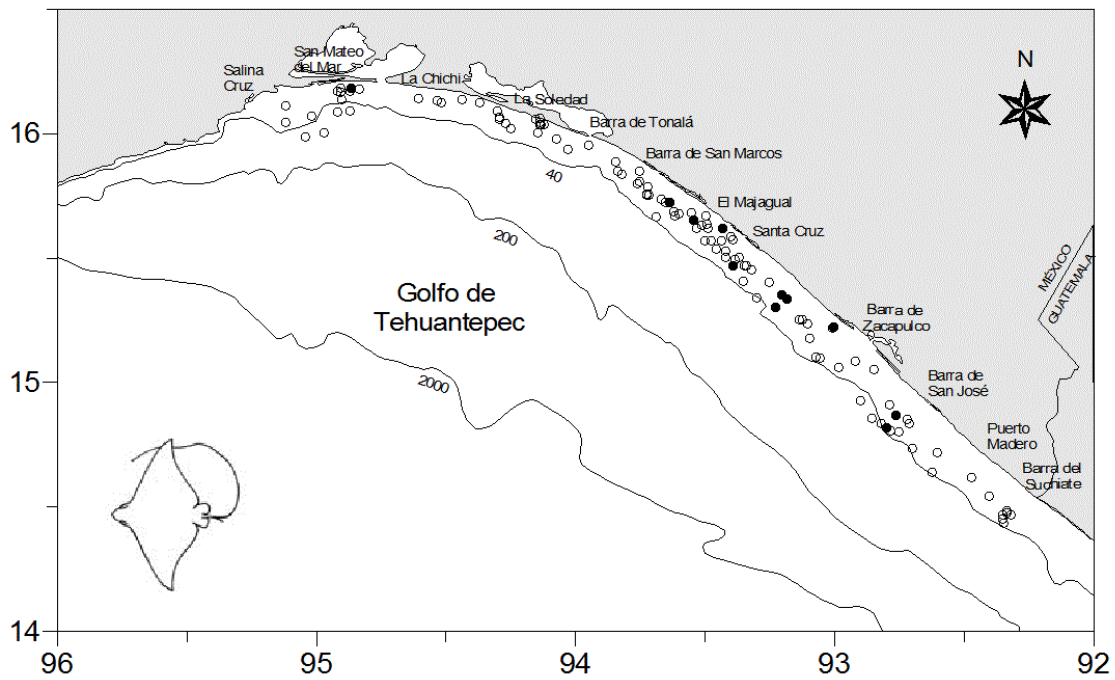


Figura 14. Distribución de *Aetobatus narinari*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

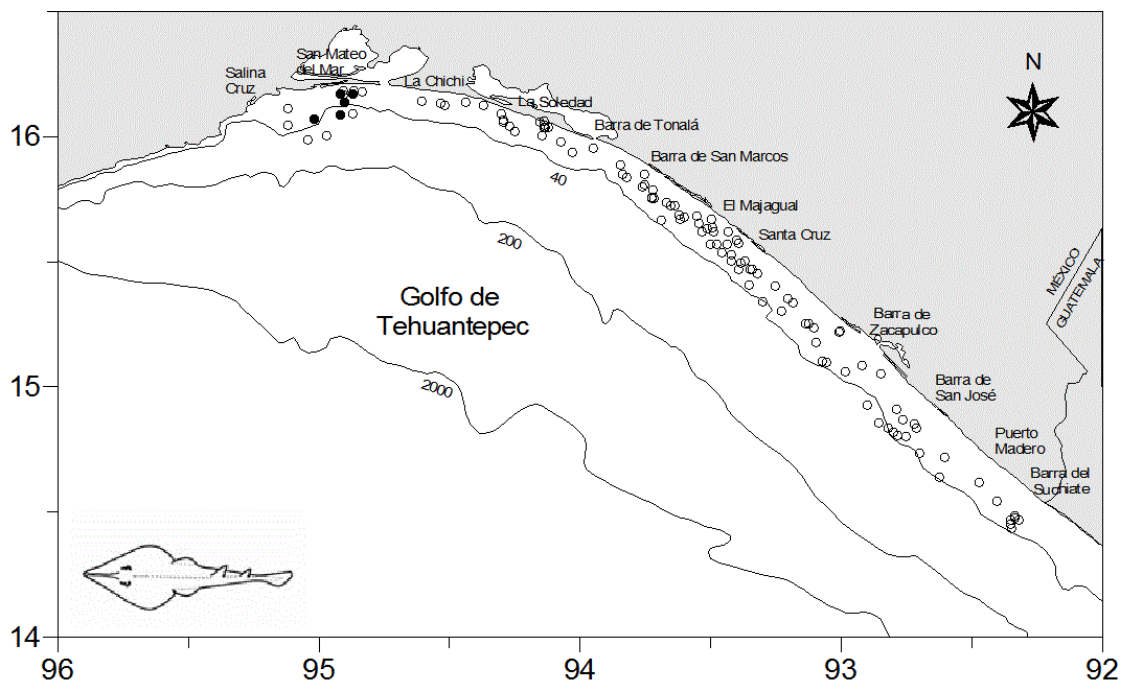


Figura 15. Distribución de *Rhinobatos glaucostigma*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

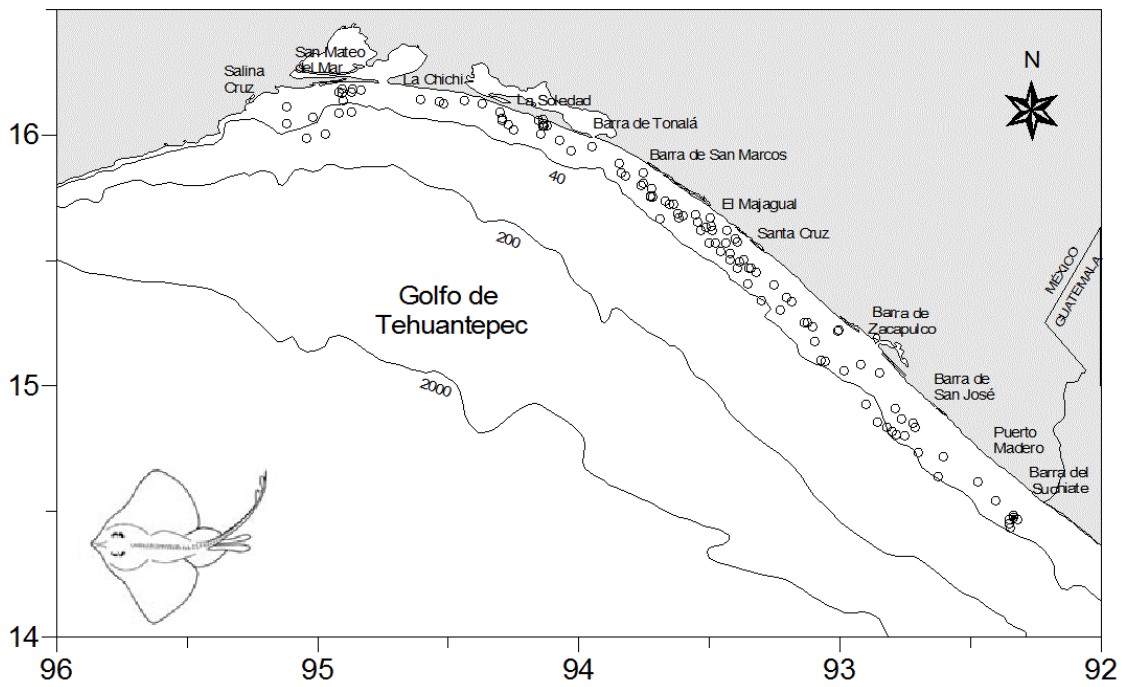


Figura 16. Distribución de *Raja equatorialis*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

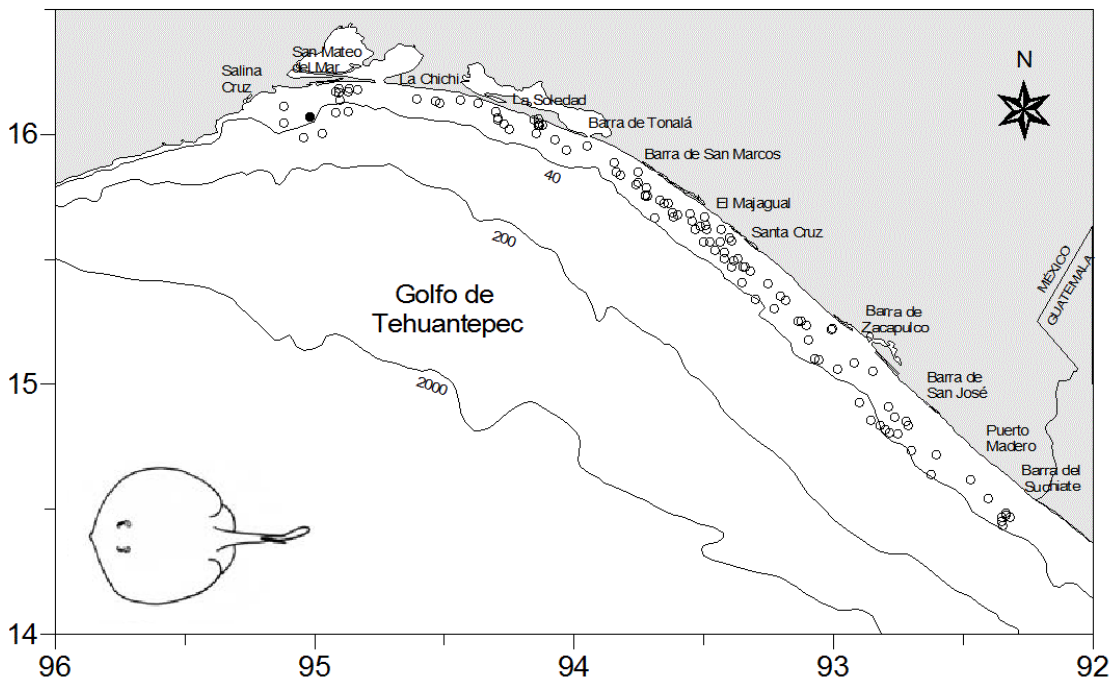


Figura 17. Distribución de *Urobatis halleri*. Los círculos blancos muestran las estaciones de muestreo y los negros las estaciones donde estuvo presente la especie.

VI.3 Distribución temporal

De las 16 especies registradas, 12 estuvieron presentes durante los 4 muestreos de colecta. Estas especies fueron *N. entemedor*, *N. vermiculatus*, *U. rogersi*, *U. chilensis*, *R. steindachneri*, *G. marmorata*, *U. cimar*, *R. leucorhynchus*, *Z. xyster*, *A. narinari*, *D. longus* y *U. nana* (Tabla 3). Dos especies, *U. aspidura* y *R. glaucostigma* se presentaron en tres y dos muestreos de colecta, respectivamente. Las especies *U. halleri* y *R. equatorialis* fueron observadas solo en marzo y octubre de 2010, respectivamente.

Tabla 3. Presencia-Ausencia de peces batoideos por mes de muestreo.

Especie	Presencia-Ausencia			
	Diciembre 2009	Marzo 2010	Junio 2010	Octubre 2010
<i>Narcine entemedor</i>	P	P	P	P
<i>Narcine vermiculatus</i>	P	P	P	P
<i>Urotrygon rogersi</i>	P	P	P	P
<i>Urotrygon chilensis</i>	P	P	P	P
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	P	P	P	P
<i>Gymnura marmorata</i>	P	P	P	P
<i>Urotrygon cimar</i>	P	P	P	P
<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	P	P	P	P
<i>Zapteryx xyster</i>	P	P	P	P
<i>Aetobatus narinari</i>	P	P	P	P
<i>Dasyatis longus</i>	P	P	P	P
<i>Urotrygon nana</i>	P	P	P	P
<i>Urotrygon aspidura</i>	P	P	A	P
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	A	P	A	P
<i>Urobatis halleri</i>	A	P	A	A
<i>Raja equatorialis</i>	A	A	A	P

VI.4 Abundancia

El 89.6% de los organismos capturados estuvo representado por las especies *U. chilensis*, *N. vermiculatus*, *U. rogersi*, *U. nana* y *R. leucorhynchus* (Tabla 4). El

10.4% restante correspondió a once especies, las cuales presentaron porcentajes menores al 2% cada una. Las figuras 18 a la 33 muestran los mapas de abundancias por especie en cada estación de muestreo.

Las especies *U. chilensis* (Fig. 18), *Z. xyster* (Fig. 19) y *U. aspidura* (Fig. 20) presentaron sus mayores abundancias (363, 73 y 33 individuos, respectivamente) frente a laguna Superior e Inferior; *U. rogersi* (522 individuos, Fig. 21) y *G. marmorata* (39 individuos, Fig. 22) frente a laguna Superior, Inferior y Mar Muerto; *U. nana* (260 individuos, Fig. 23) y *D. longus* (7 individuos, Fig. 24) frente a Mar Muerto; *N. vermiculatus* (518 individuos, Fig. 25) entre Santa Cruz y Barra de Zacapulco; *R. leucorhynchus* (181 individuos, Fig. 26) entre Barra de Tonalá y Barra de Zacapulco; *R. steindachneri* (33 individuos, Fig. 27) frente a La Chichi.

Tabla 4. Abundancia por especie de peces batoideos del Golfo de Tehuantepec.

Especie	Número de estaciones de ocurrencia	%
<i>Rhinobatos leucorhynchus</i>	82	71.9
<i>Urotrygon chilensis</i>	77	67.5
<i>Narcine vermiculatus</i>	68	59.6
<i>Urotrygon rogersi</i>	66	57.9
<i>Urotrygon nana</i>	50	43.9
<i>Urotrygon cimar</i>	35	30.7
<i>Gymnura marmorata</i>	32	28.1
<i>Dasyatis longus</i>	23	20.2
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	22	19.3
<i>Narcine entemedor</i>	19	16.7
<i>Zapteryx xyster</i>	17	14.9
<i>Urotrygon aspidura</i>	15	13.2
<i>Aetobatus narinari</i>	11	9.6
<i>Rhinobatos glaucostigma</i>	5	4.4
<i>Urobatis halleri</i>	1	0.9
<i>Raja equatorialis</i>	1	0.9

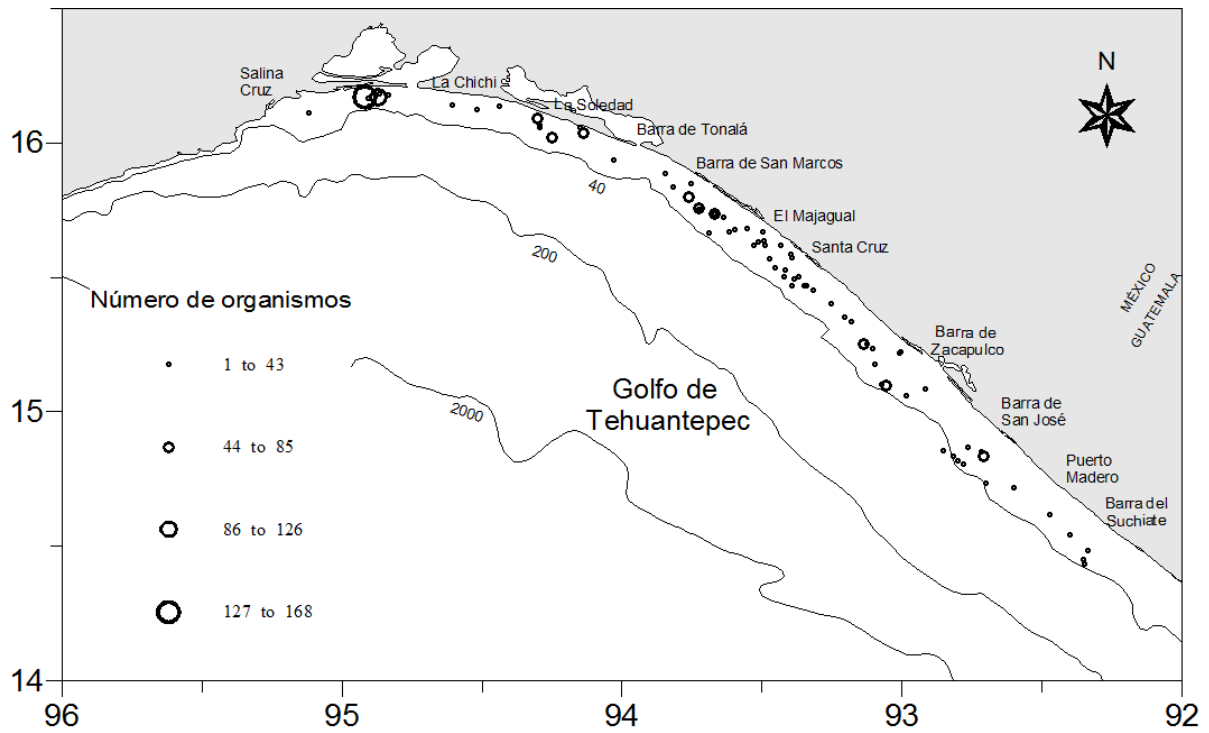


Figura 18. Mapa de abundancia de *Urotrygon chilensis* en las estaciones de captura.

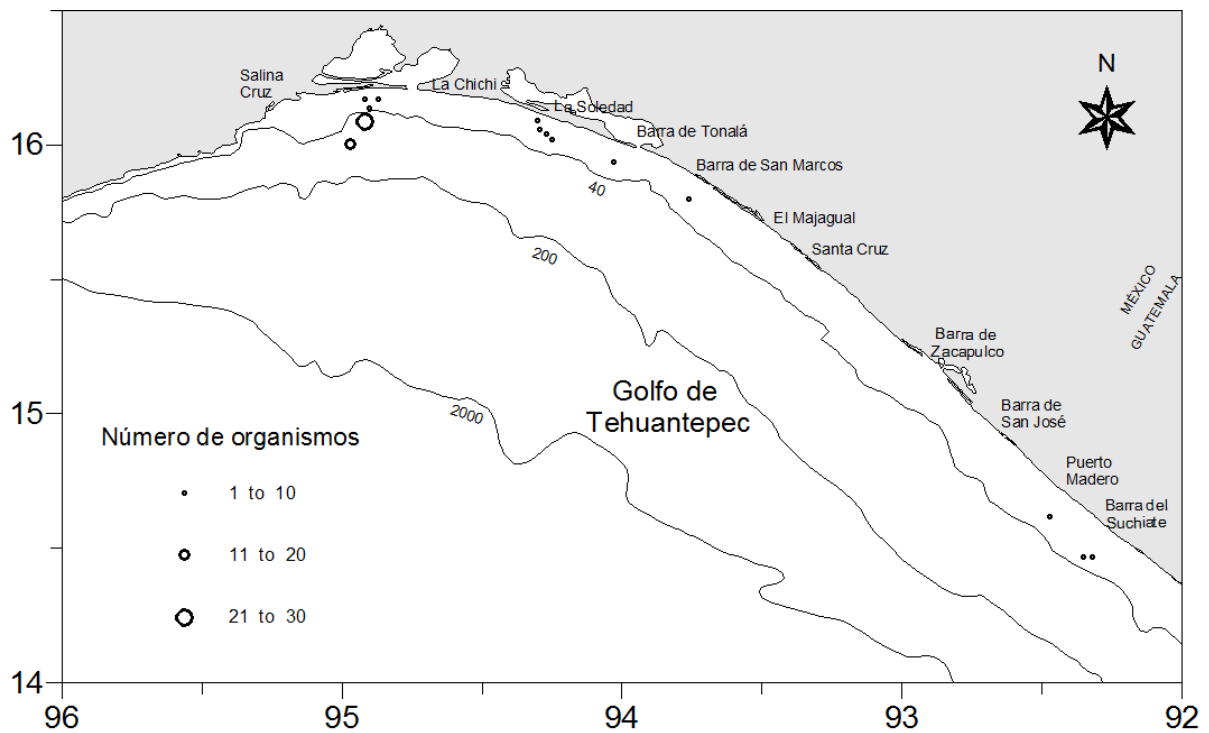


Figura 19. Mapa de abundancia de *Zapteryx xyster* en las estaciones de captura.

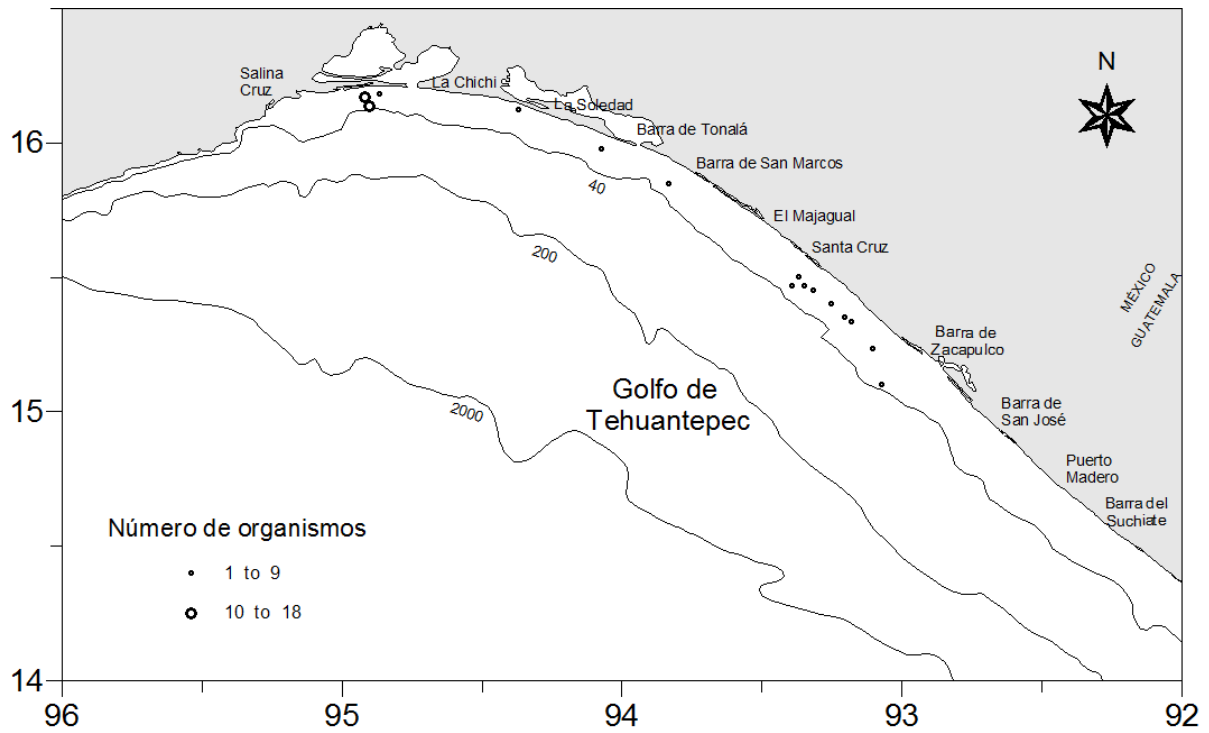


Figura 20. Mapa de abundancia de *Urotrygon aspidura* en las estaciones de captura.

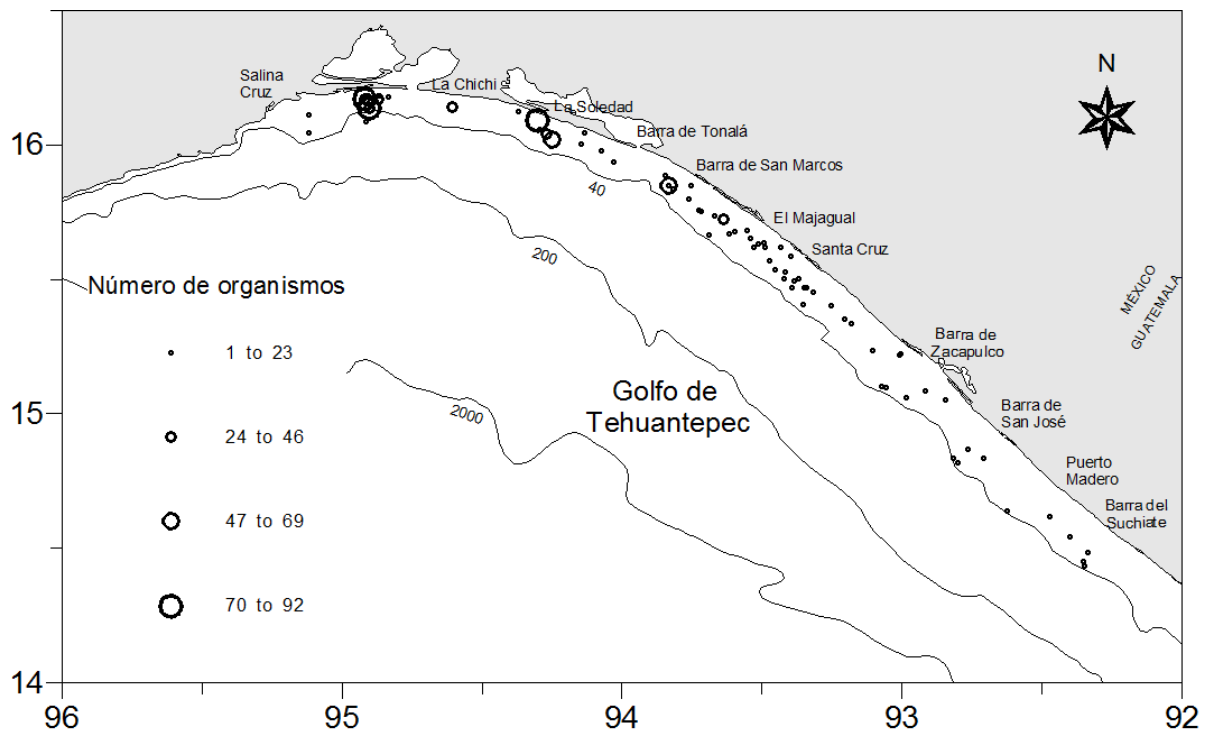


Figura 21. Mapa de abundancia de *Urotrygon rogersi* en las estaciones de captura.

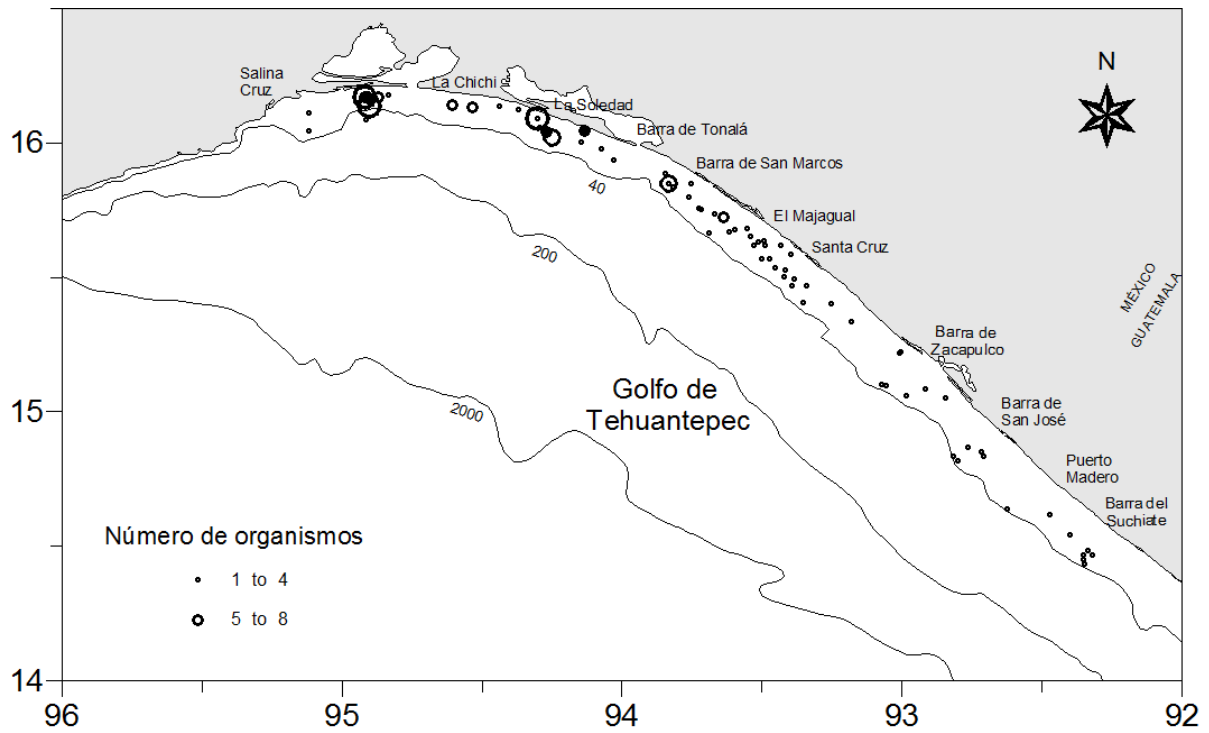


Figura 22. Mapa de abundancia de *Gymnura marmorata* en las estaciones de captura.

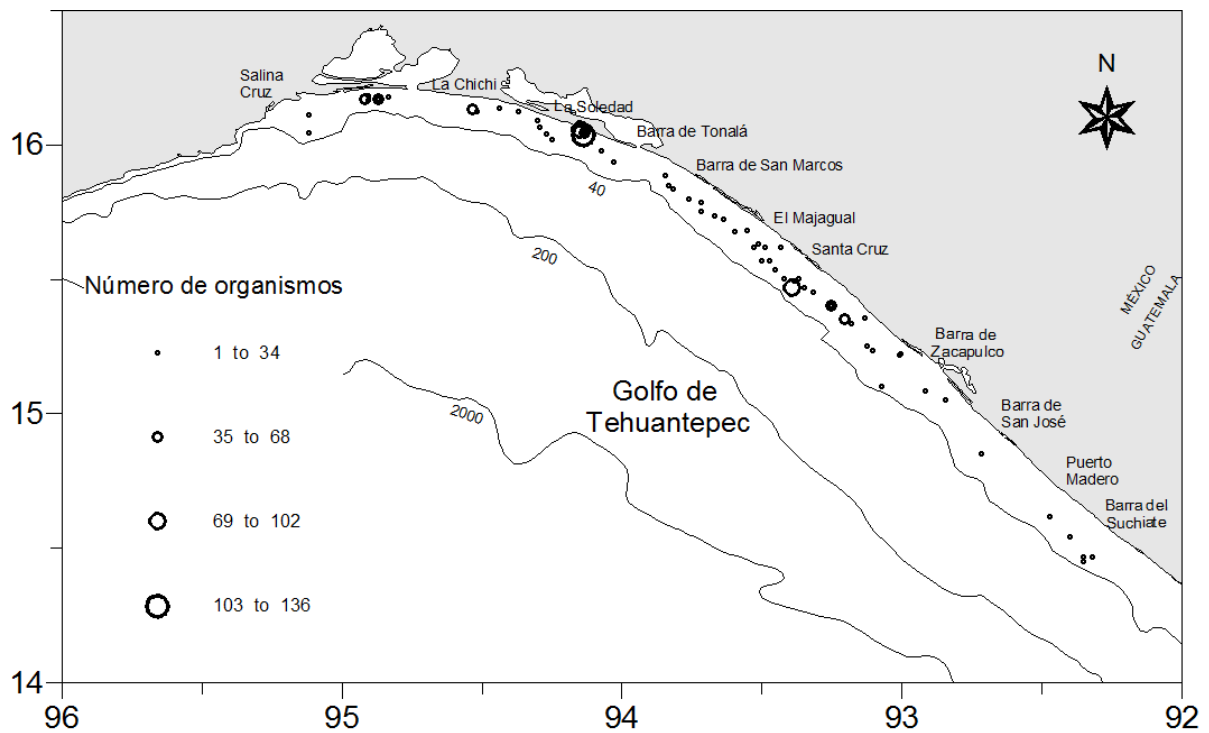


Figura 23. Mapa de abundancia de *Urotrygon nana* en las estaciones de captura.

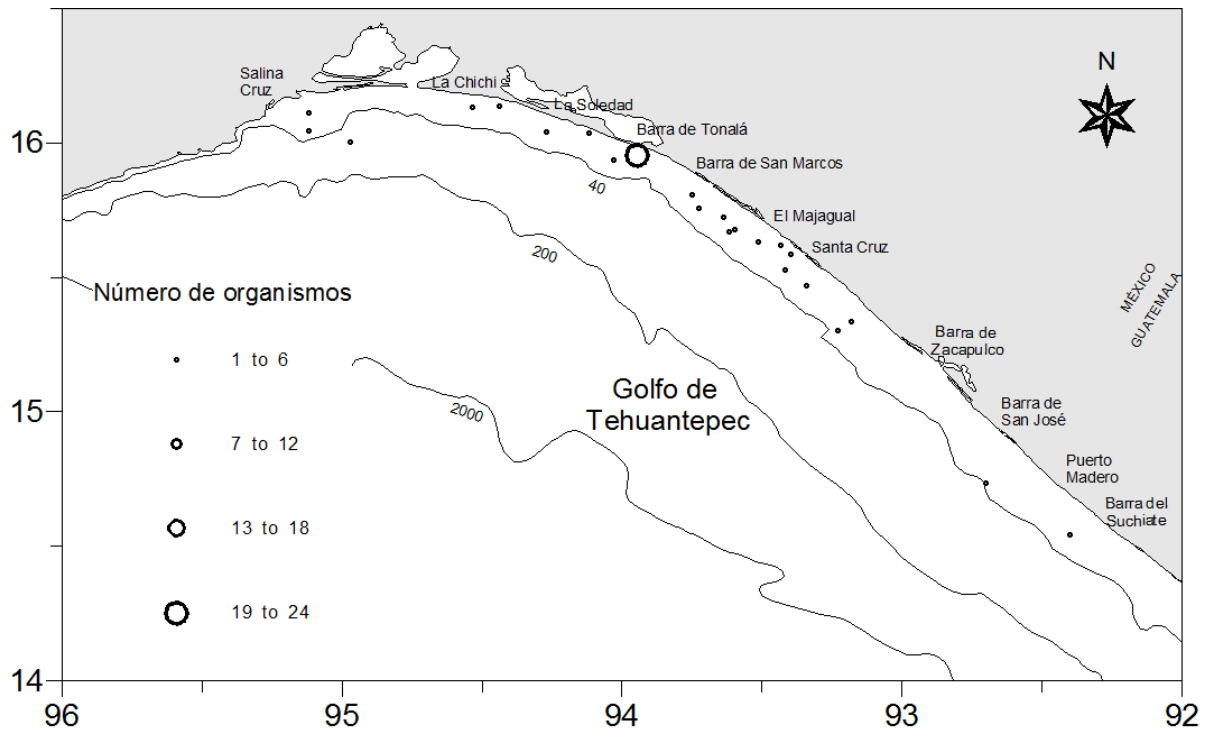


Figura 24. Mapa de abundancia de *Dasyatis longus* en las estaciones de captura.

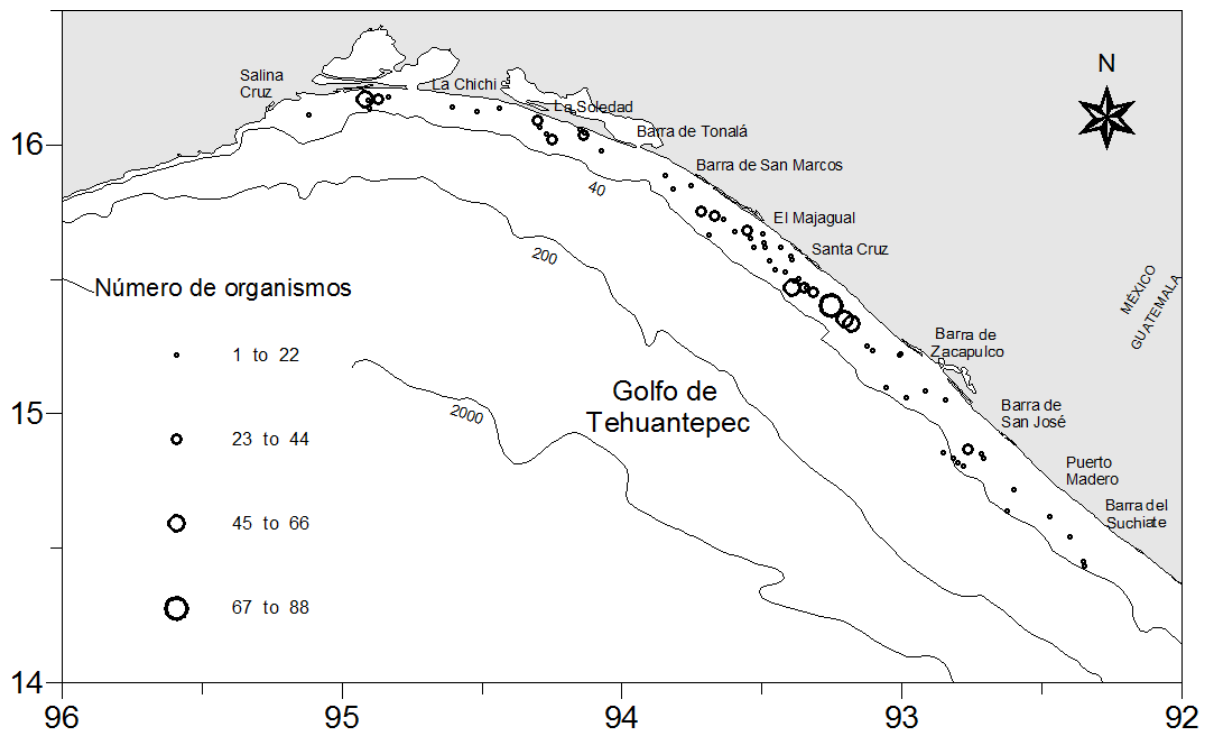


Figura 25. Mapa de abundancia de *Narcine vermiculatus* en las estaciones de captura.

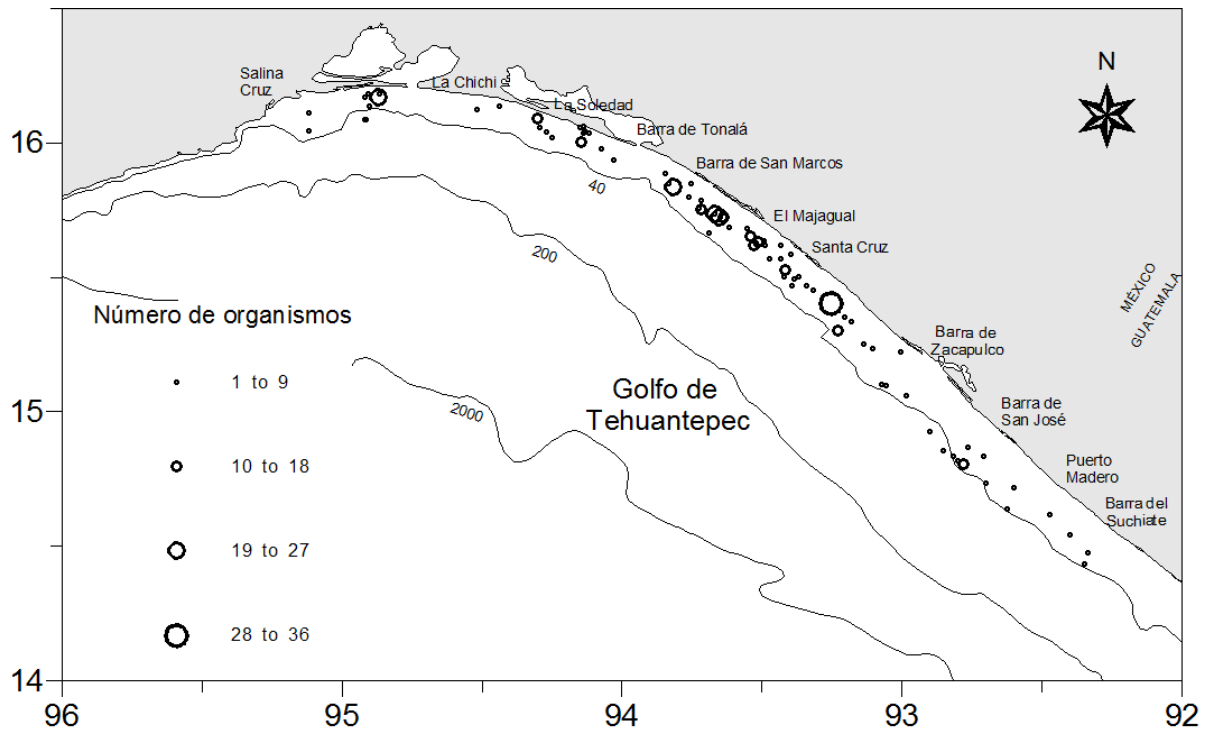


Figura 26. Mapa de abundancia de *Rhinobatos leucorhynchus* en las estaciones de captura.

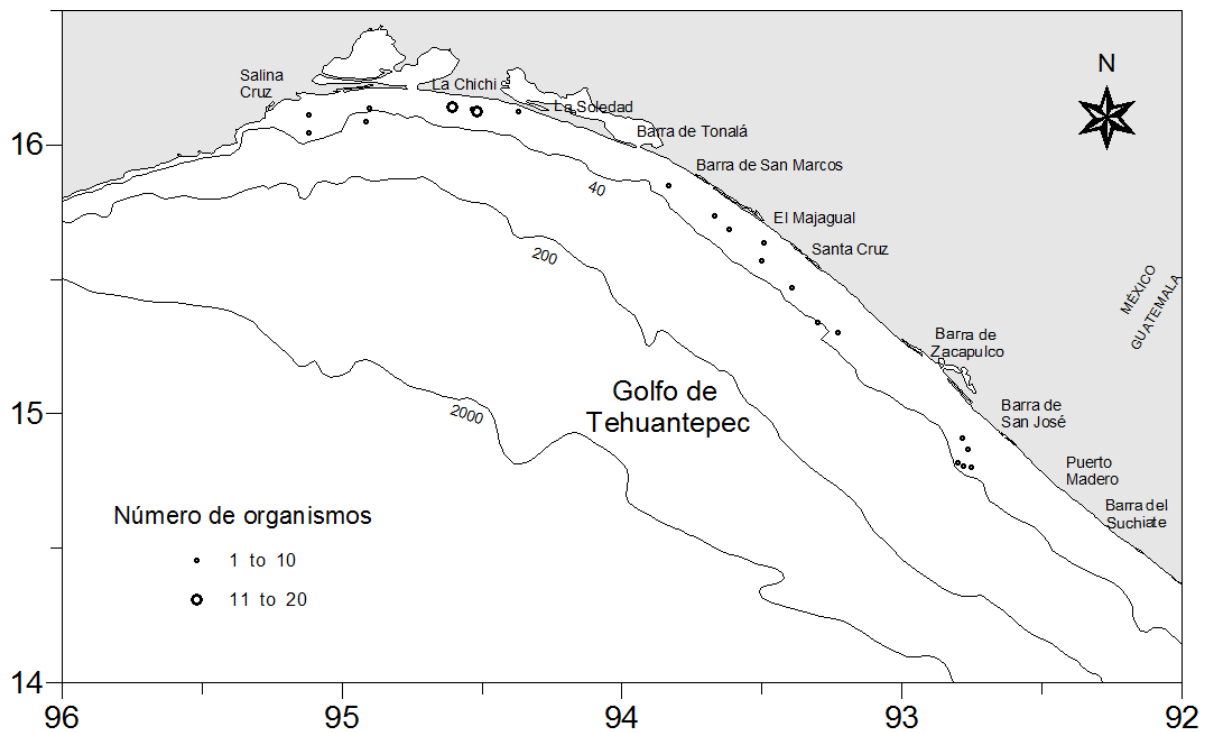


Figura 27. Mapa de abundancia de *Rhinoptera steindachneri* en las estaciones de captura.

VI.5 Riqueza de especies

El ajuste con la ecuación de Clench de la curva de acumulación de especies (fig. 28) indicó que el ajuste al modelo fue alto, de 0.995 (Tabla 5). La pendiente al final de la curva (r_y) inferior a 0.1, indicó que el inventario fue altamente fiable. Se alcanzó un porcentaje de especies colectadas (q) de 1.0.

Tabla 5. Número de especies (S), esfuerzo de muestreo (y), parámetros de la función de Clench (a , b), coeficiente de determinación (R^2), pendiente al final de la curva (r_y), asíntota predicha por la ecuación de Clench (S_{Total}) y porción de fauna registrada (q).

	S	y	a	b	R^2	r_y	S_{Total}	q
Golfo de Tehuantepec	16	99	6.2383	0.3918	0.995	0.004	16	1.00

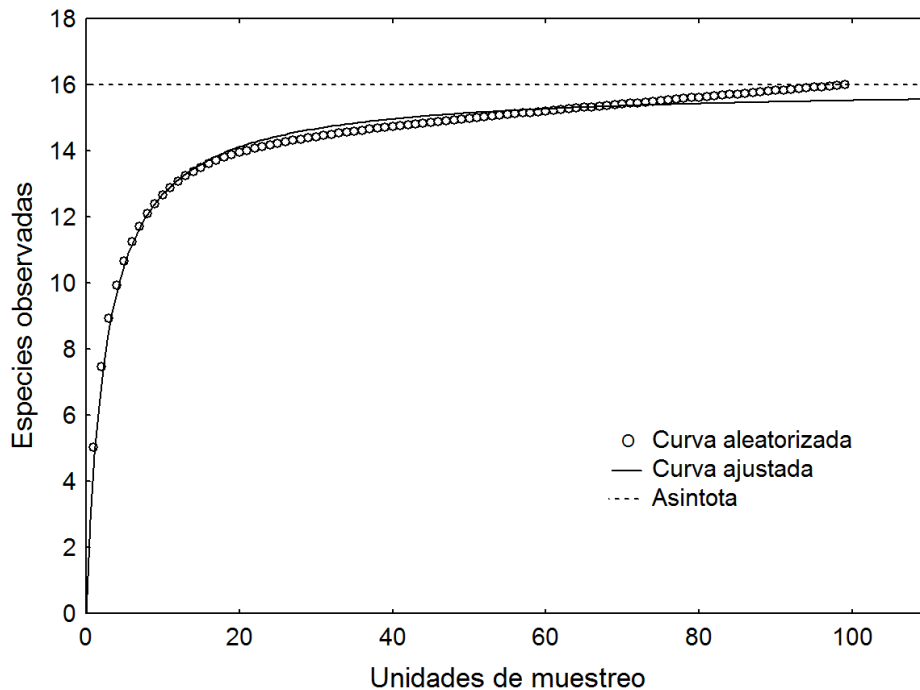


Figura 28. Curva de acumulación de especies para el inventario de peces batoideos ($S_{Total}= 16$; $R^2=0.995$).

VI.6 Diversidad de especies

El mayor número de especies (*S*) fue registrado entre marzo y octubre de 2010; mientras que, la mayor diversidad se registro en marzo y junio de 2010 (Tabla 6).

Tabla 6. Índice de diversidad de peces batoideos.

Mes de muestreo	S	Diversidad (bits)
Diciembre 2009	13	1.66
Marzo 2010	15	2.03
Junio 2010	12	1.90
Octubre 2010	15	1.58

Por estación de captura se observó que el 8% de las estaciones de captura presentaron una diversidad de 0.01 a 0.61 bits, el 43% de las estaciones de 0.62 a 1.22 bits y el 49% de 1.23 a 1.84 bits (Fig. 29). Las estaciones de muestreo del área de Barra de Zacapulco a Puerto Madero presentaron diversidades menores a 1.22 bits, de Puerto Madero a Barra Suchiate las diversidades fueron mayores a 1.22 bits y de Salina Cruz a Barra de Zacapulco el 87.5% de las estaciones presentaron diversidades mayores a 1.22 bits.

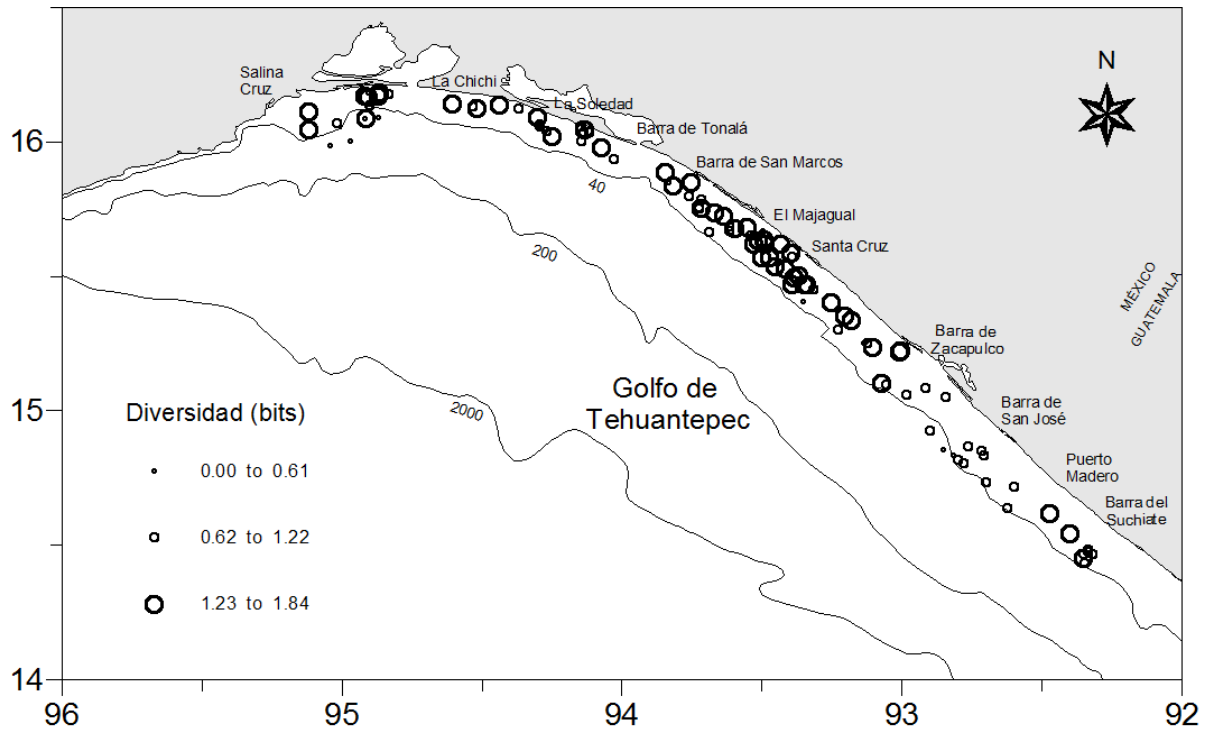


Figura 29. Mapa de diversidad de peces batoideos por estación de captura.

VI.7 Estructura por tallas y proporción de sexos

La especie *A. narinari* fue la única especie de la cual solo fueron registrados individuos juveniles (Fig. 30) con tallas de 31.2 a 54.0 cm de ancho de disco (AD). La proporción de sexos de 1:1.7 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($\chi^2 = 1.32$, $p = 0.251$).

Para *G. marmorata* las tallas en el Golfo de Tehuantepec fueron de 11.0 a 32 cm de AD para juveniles, de 30.2 a 38.7 cm de AD para individuos en maduración y de 34.2 a 84 cm de AD para adultos (Fig. 31a). La mayor abundancia fue para tallas de 32.0 a 36.1 cm ($Mo = 35.2$, Fig. 31b). La proporción de sexos fue de 1:0.8 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($\chi^2 = 0.41$, $p = 0.522$).

Para *R. steindachneri* las tallas fueron de 12.2 a 63.0 cm de AD para juveniles, de 65.0 a 72.4 cm de AD para individuos en maduración y de 73.0 a 87.2 cm de AD

para adultos (Fig. 31c). La mayor abundancia fue para tallas juveniles ($Mo= 43.4$ y 59.2 , Fig. 31d). La proporción de sexos fue de 1:0.7 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($\chi^2= 2.33$, $p= 0.126$).

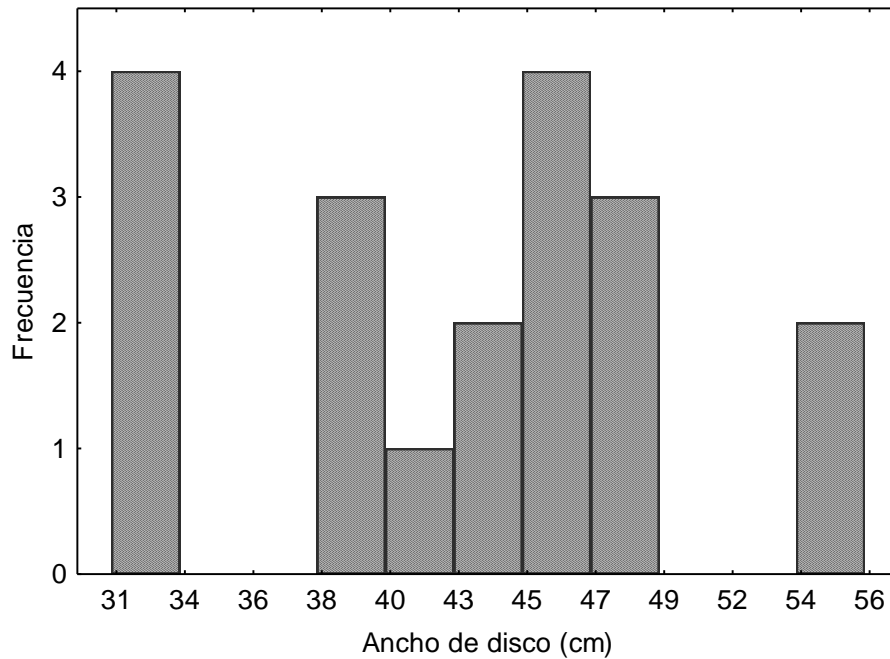


Figura 30.- Frecuencia de tallas de *A. narinari* (n=19).

Para *N. entemedor* las tallas fueron de 13.2 a 32.2 cm de LT para juveniles, de 29.3 a 42.6 cm de LT para individuos en maduración y de 37.4 a 63.5 cm de LT para adultos (Fig. 32a). La mayor abundancia fue para tallas en maduración y maduros ($Mo= 40.9$, Fig. 32b) y juveniles ($Mo= 31.6$). La proporción de sexos fue de 1:1.1 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($\chi^2= 0.03$, $p= 0.861$).

Para *N. vermiculatus* las tallas fueron de 7.6 a 15.6 cm de LT para juveniles, de 11.6 a 16.9 cm de LT para individuos en maduración y de 15.6 a 25.8 cm de LT para adultos (Fig. 32c). La mayor abundancia fue para tallas de 16.3 a 19.6 ($Mo= 16.9$ y 18.9 , Fig. 32d). La proporción de sexos fue de 1:0.8 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($\chi^2= 0.03$, $p<0.001$).

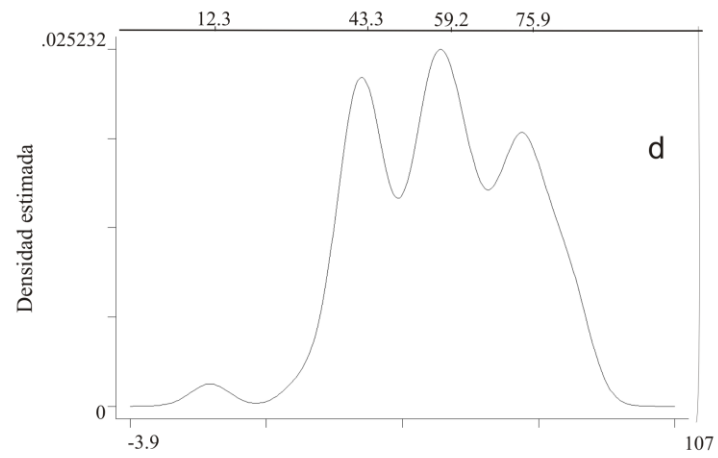
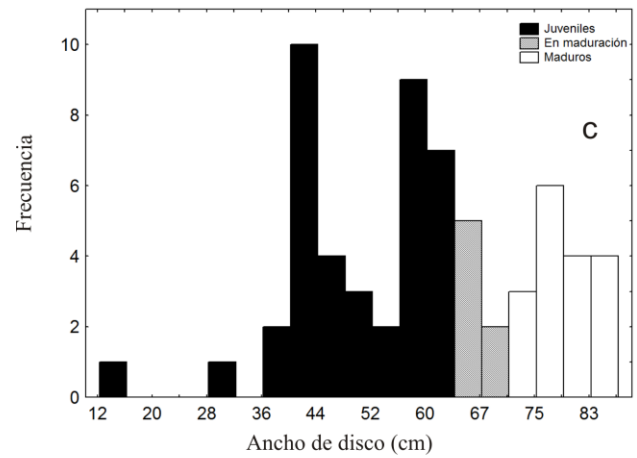
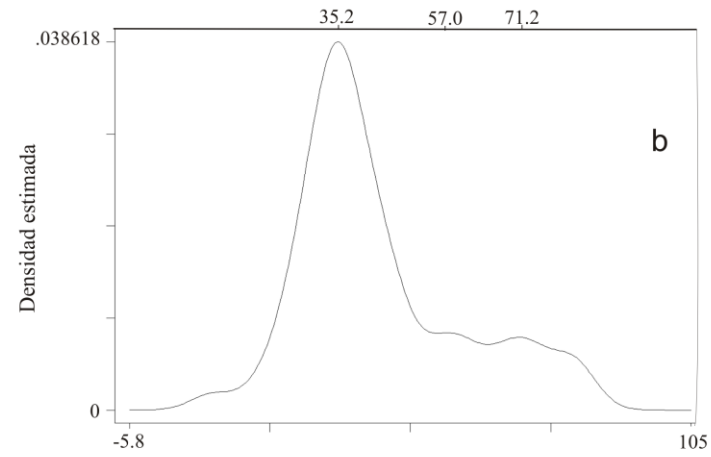
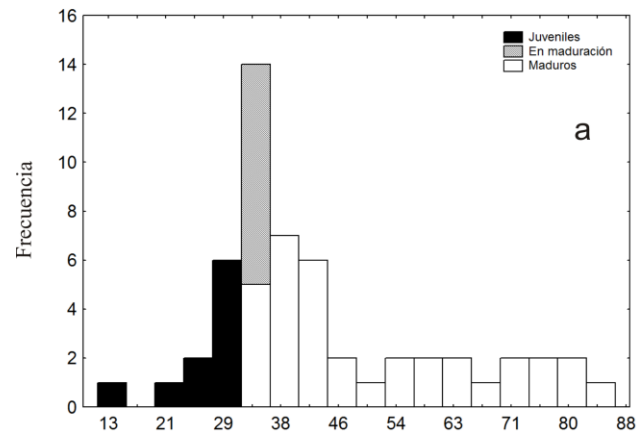


Figura 31.- Histograma de frecuencia de tallas para *G. marmorata* y *R. steindachneri* por estado de madurez (a y c, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=4.19$ y $h=3.97$, respectivamente).

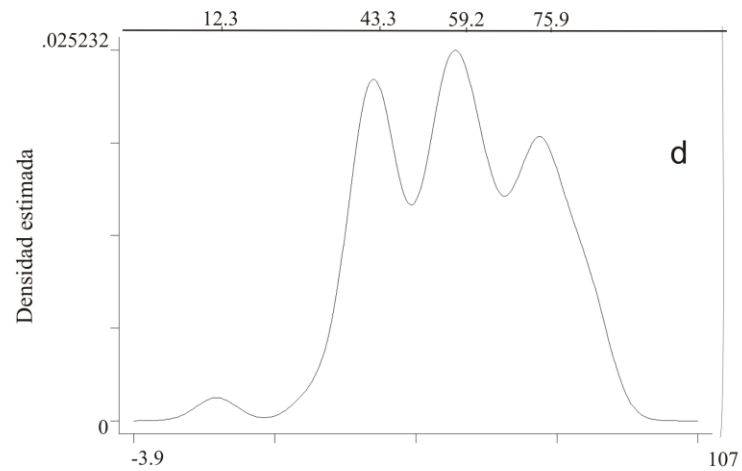
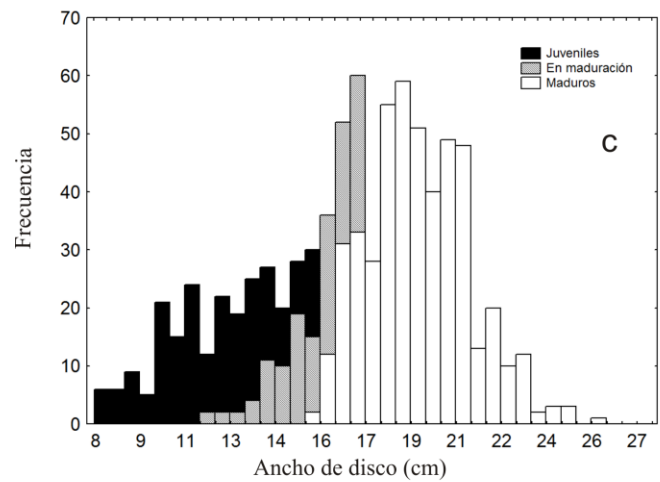
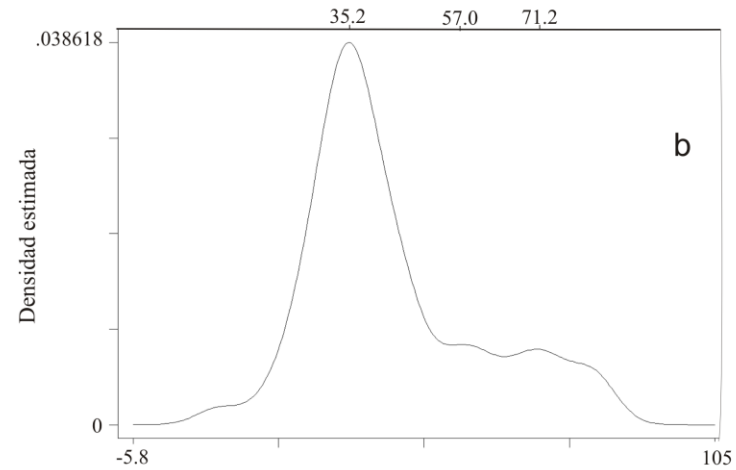
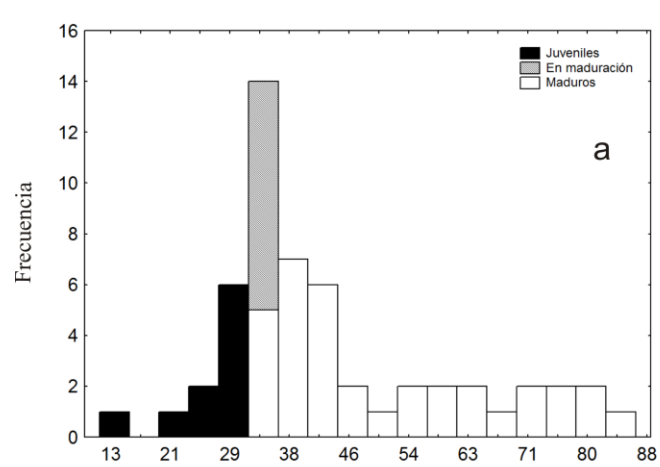


Figura 32.- Histograma de frecuencia de tallas para *N. entemedor* y *N. vermiculatus* por estado de madurez (a y c, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=3.72$ y $h=0.54$, respectivamente).

Para *R. leucorhynchus* las tallas fueron de 11.3 a 33.2 cm de LT para juveniles, de 30.5 a 39.0 cm de LT para individuos en maduración y de 35.5 a 65.0 cm de LT para adultos (Fig. 33a). La mayor abundancia fue para tallas de 31.2 a 37.8 ($Mo=34.8$, Fig. 33b). La proporción de sexos fue de 1:1.2 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2=2.83$, $p=0.092$).

Para *U. aspidura* las tallas fueron de 8.0 a 15.4 cm de AD para juveniles, de 12.0 a 16.2 cm de AD para individuos en maduración y de 14.4 a 20.2 cm de AD para adultos (Fig. 33c). La mayor abundancia fue para tallas de 8.8 a 11.3 ($Mo=10.0$, Fig. 33d). La proporción de sexos fue de 1:0.8 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2=1.14$, $p=0.285$).

Para *Z. xyster* las tallas fueron de 15.0 a 33.6 cm de LT para juveniles, de 31.0 a 45.4 cm de LT para individuos en maduración y de 41.7 a 69.5 cm de LT para adultos (Fig. 34a). La mayor abundancia fue para tallas de 51.3 a 57.4 ($Mo=54$, Fig. 34b). La proporción de sexos fue de 1:1.1 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2=0.08$, $p=0.771$).

Para *D. longus* las tallas fueron de 29.4 a 50 cm de AD para juveniles, de 45.0 a 71.0 cm de AD para individuos en maduración y de 73.0 a 170.0 cm de AD para adultos (Fig. 34c). La mayor abundancia fue para tallas de 29.4 a 42.4 ($Mo=35.9$, Fig. 34d). La proporción de sexos fue de 1:1.1 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2=2.31$, $p=0.128$).

Para *U. chilensis* las tallas fueron de 5.4 a 11.2 cm de AD para juveniles, de 9.5 a 13.6 cm de AD para individuos en maduración y de 12.0 a 25.2 cm de AD para adultos (Fig. 35a). La mayor abundancia fue para tallas de 13.8 a 15.3 y de 7.3 a 8.8 ($Mo=14.3$ y 8.1 , respectivamente; Fig. 35d). La proporción de sexos fue de 1:1.2 (macho:hembras) fue significativamente diferente ($X^2=10.39$, $p=0.0013$).

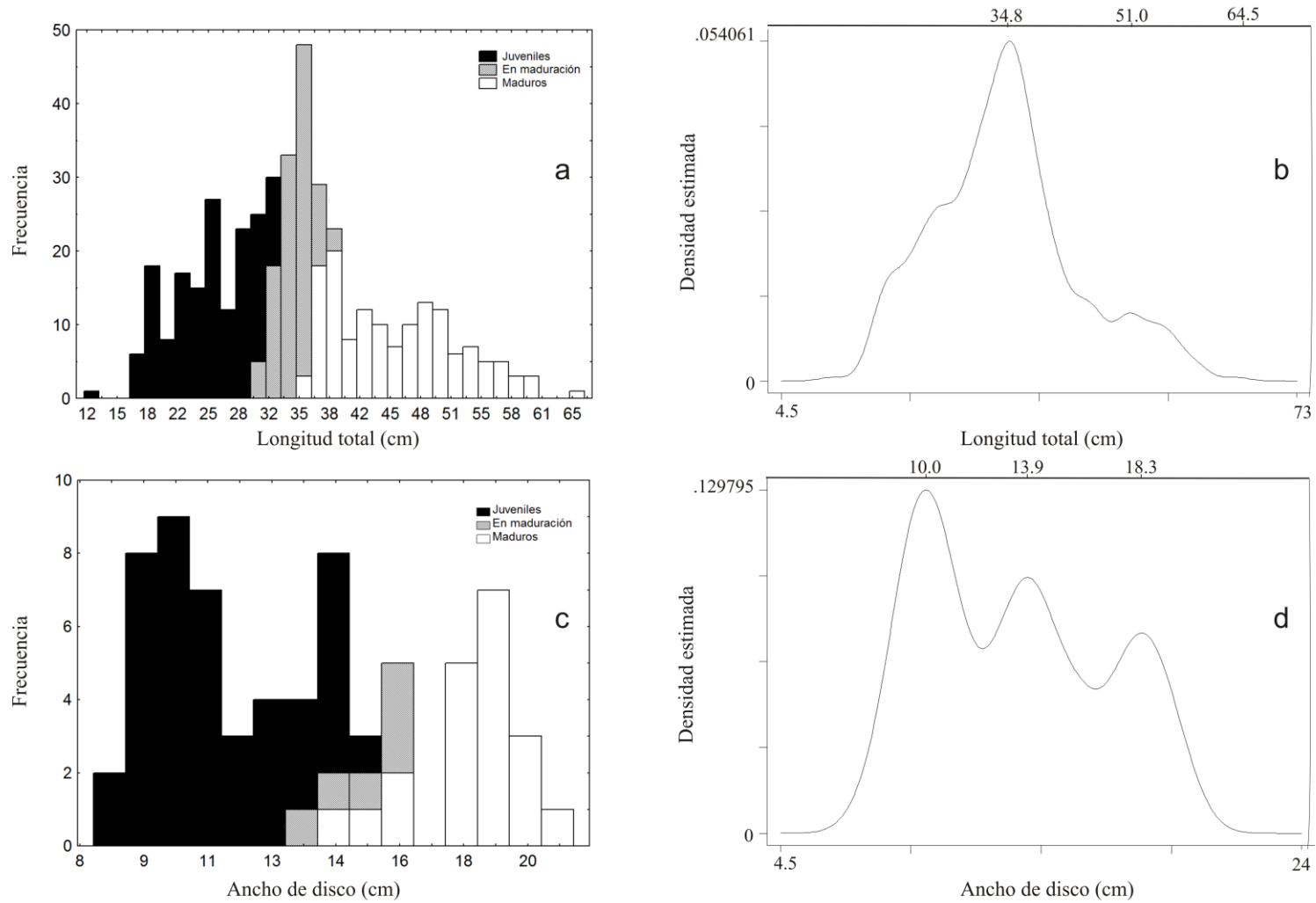


Figura 33.- Histograma de frecuencia de tallas para *R. leucorhynchus* y *U. aspidura* por estado de madurez (a y b, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=1.66$ y $h=0.84$, respectivamente).

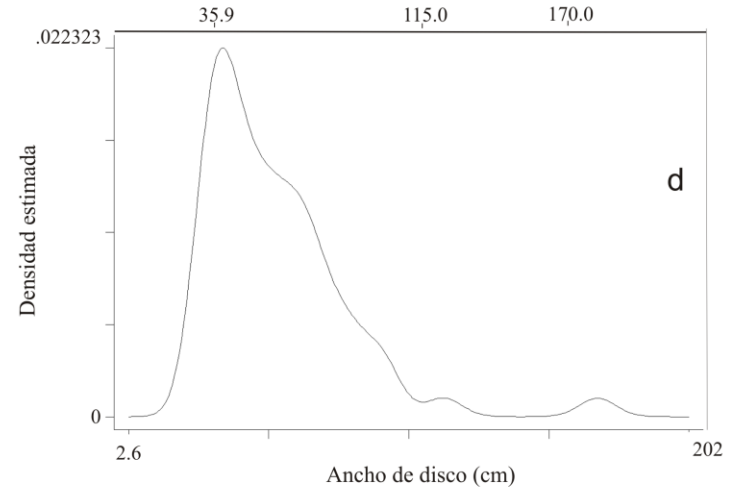
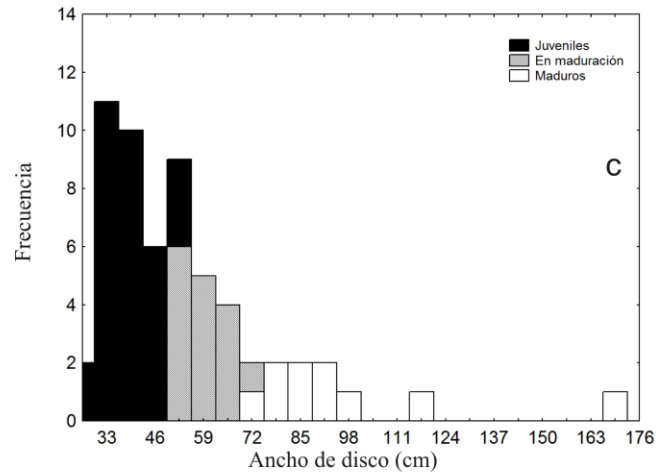
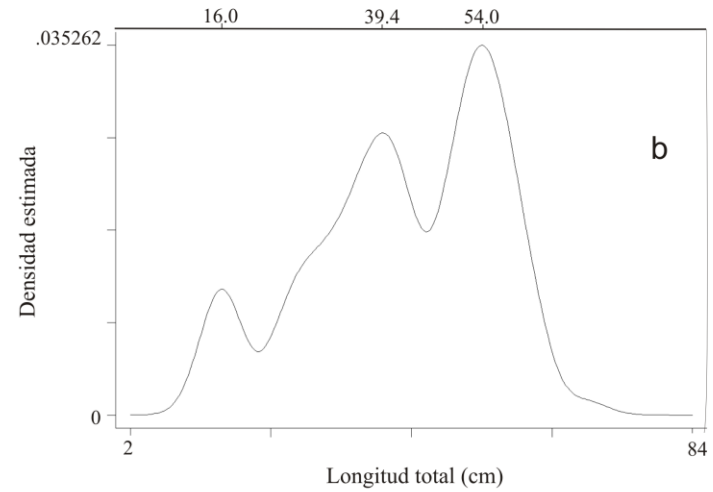
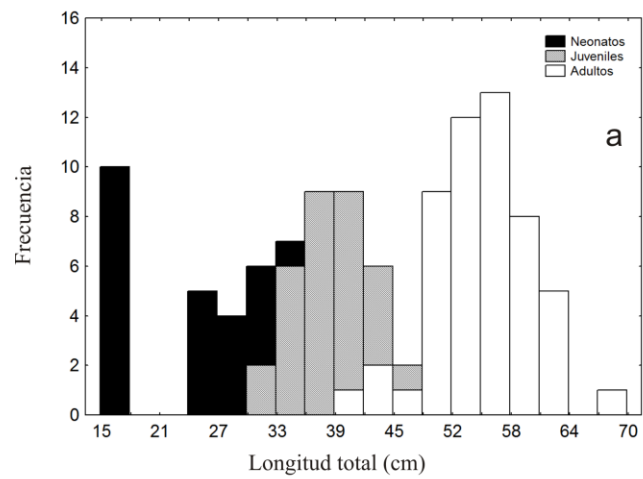


Figura 34.- Frecuencia de tallas para *Z. xyster* y *D. longus* por estado de madurez (a y b, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=3.03$ y $h=6.53$, respectivamente).

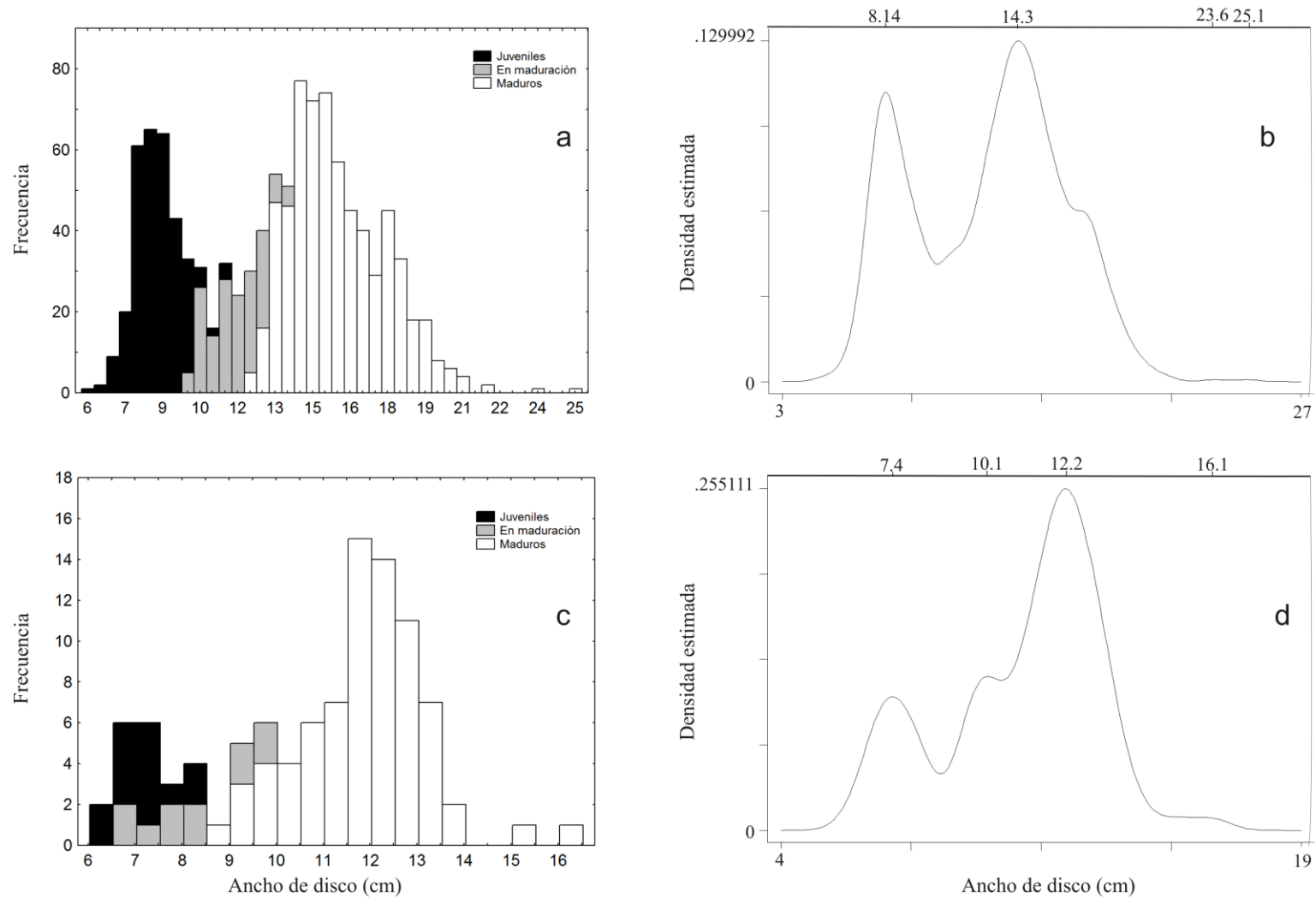


Figura 35.- Frecuencia de tallas para *U. chilensis* y *U. cimar* por estado de madurez (a y b, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=0.50$ y $h=0.48$, respectivamente).

Para *U. cimar* las tallas fueron de 6.4 a 8.0 cm de AD para juveniles, de 7.0 a 10.0 cm de AD para individuos en maduración y de 9.6 a 16.4 cm de AD para adultos (Fig. 35c). La mayor abundancia fue para tallas de 11.7 a 12.7 ($Mo= 12.2$; Fig. 35d). La proporción de sexos fue de 1:0.9 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2= 0.64, p=0.423$).

Para *U. nana* las tallas fueron de 4.3 a 7.2 cm de AD para juveniles, de 5.8 a 7.6 cm de AD para individuos en maduración y de 5.8 a 16 cm de AD para adultos (Fig. 36a). La mayor abundancia fue para tallas de 8.7 a 9.6 ($Mo= 9.1$ y 9.9 ; Fig. 36db). La proporción de sexos fue de 1:1 (macho:hembra) no fue significativamente diferente ($X^2= 0.05, p=0.82$).

Para *U. rogersi* las tallas fueron de 7.4 a 13.2 cm de AD para juveniles, de 10.4 a 15.8 cm de AD para individuos en maduración y de 14 a 38.6 cm de AD para adultos (Fig. 36c). La mayor abundancia fue para tallas de 19.9 a 20.8 y de 23.5 a 26.2 ($Mo= 20.1$ y 24.5 , respectivamente; Fig. 36d). La proporción de sexos fue de 1:1.6 (macho:hembras) fue significativamente diferente ($X^2= 37.98, p>0.01$).

Para *R. glaucostigma* las tallas fueron de 6.4 a 8.0 cm de AD para juveniles, de 7.0 a 10.0 cm de AD para individuos en maduración y de 9.6 a 16.4 cm de AD para adultos (Fig. 37a). La mayor abundancia fue para tallas de 11.7 a 12.7 ($Mo= 12.2$; Fig. 37b). La proporción de sexos fue de 1:0.9 (macho:hembras) no fue significativamente diferente ($X^2= 0.64, p=0.423$). De las especies *Urobatris halleri* y *Raja equatorialis* se capturaron un ejemplar de 30.6 y 27.6 cm de AD, respectivamente.

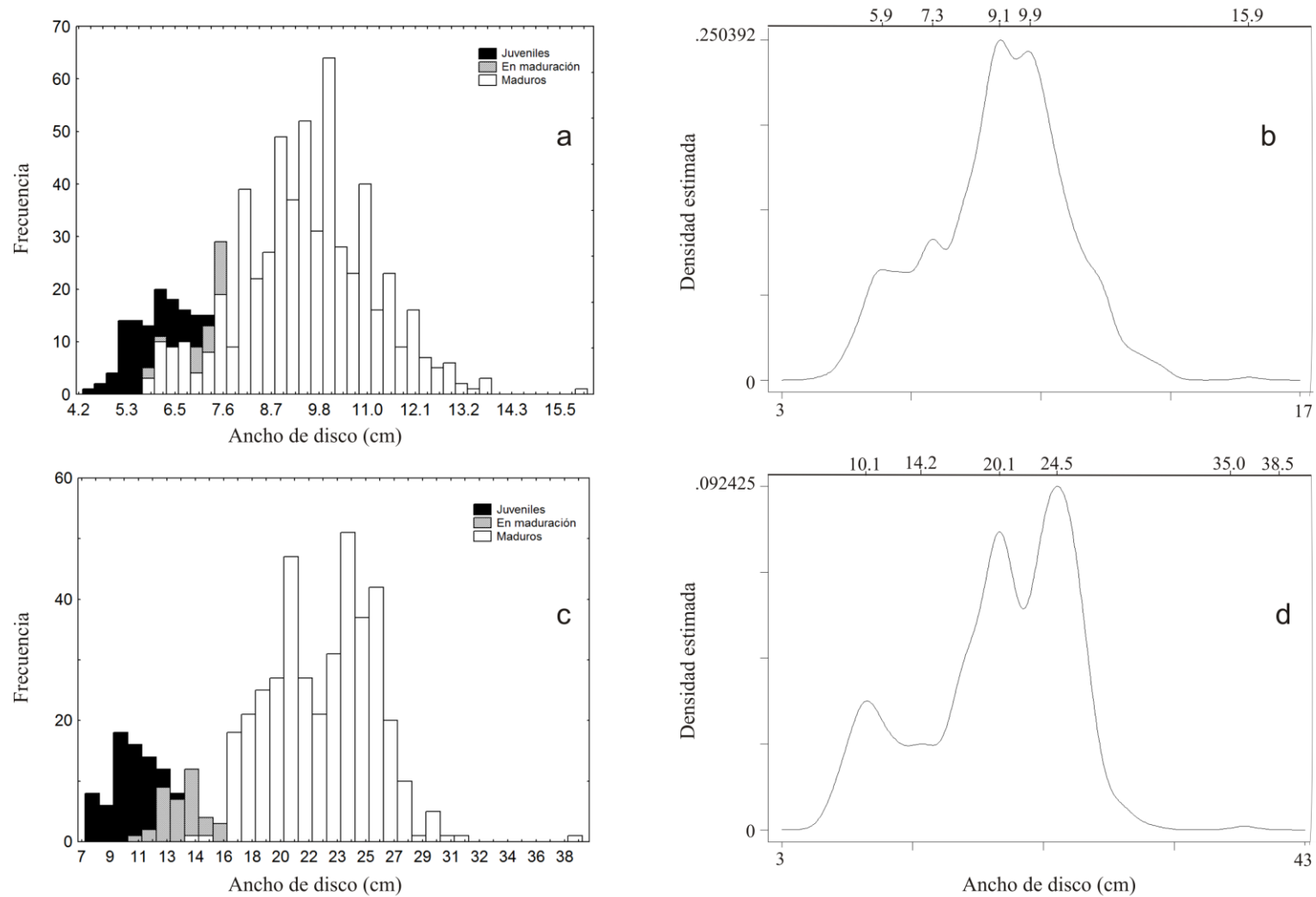


Figura 36.- Frecuencia de tallas para *U. nana* y *U. rogersi* por estado de madurez (a y b, respectivamente) y estimación de densidad por kernel (b y d, $h=0.28$ y $h=0.89$, respectivamente).

VI.8 Biología reproductiva

VI.8.1. *Urotrygon nana*

Para la raya enana los machos adultos con semen fueron capturados en todos los muestreos realizados (Fig. 37). Las tallas de 7.0 a 12.0 cm de AD presentaron mixopterigios calcificados de 1.5 a 2.4 cm de longitud. Los machos con tallas de 7 a 8.2 cm de AD parcialmente calcificado de 1.0 a 1.5 cm de longitud y los machos de 4.3 a 7.4 cm de AD tenía mixopterigios sin calcificar de 0.4 a 1.1 cm de longitud.

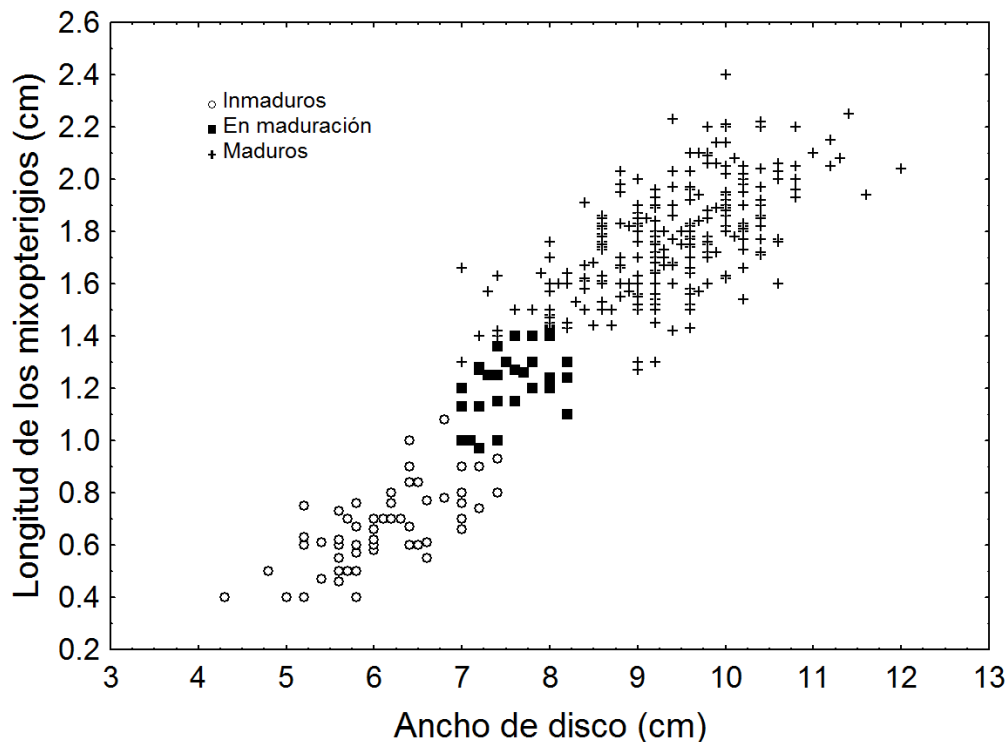


Figura 37. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *U. nana*.

Las hembras adultas con tallas de 5.8 a 12.0 cm de AD también fueron capturadas durante todos los meses de muestreo. La hembra grávida de menor tamaño fue de

7.3 cm de AD. La fecundidad fue de 1 a 3 embriones. Las hembras inmaduras presentaron tallas de 5.5 a 6.8 cm de AD y las hembras en maduración con tallas de 5.7 a 7.0 cm de AD.

VI.8.2. *Urotrygon aspidura*

Los machos adultos de la raya de cola espinosa presentaron tallas de 16.0 a 20.2 cm de AD (Fig. 38). Las tallas de 14.0 a 16.2 cm de AD fueron machos en maduración y las tallas menores a 14.0 cm fueron machos inmaduros.

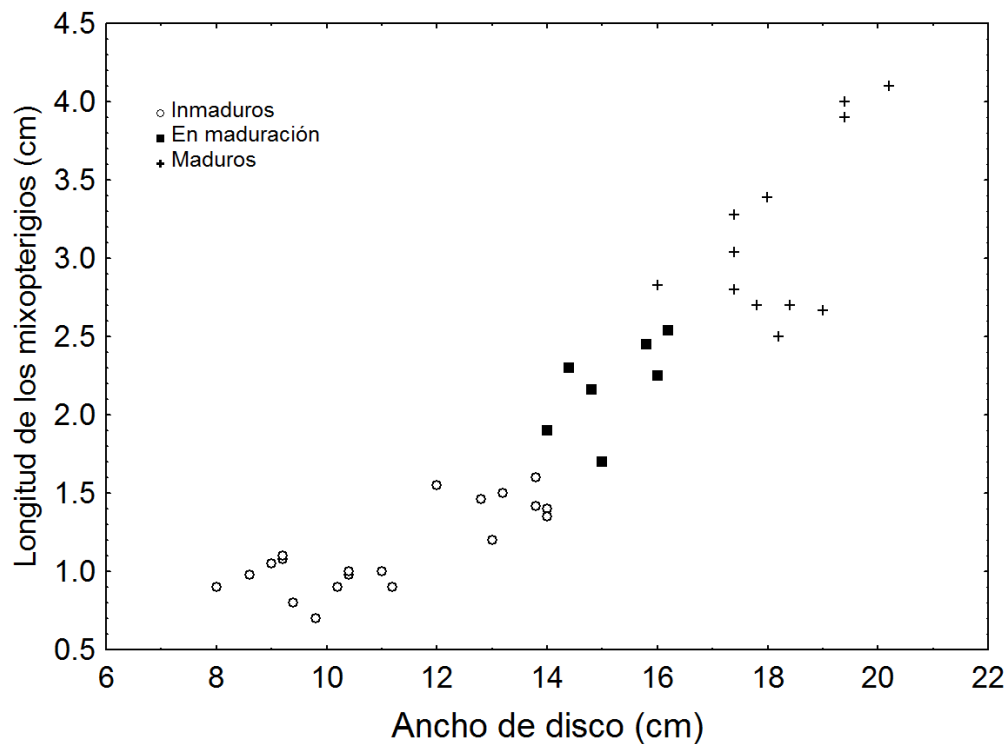


Figura 38. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *U. aspidura*.

Se capturaron siete hembras maduras con tallas de 14.4 a 19.8 cm de AD, ninguna grávida. Una hembra en maduración con tallas de 14.5 cm y las hembras con tallas de 9.4 a 15.4 cm fueron inmaduras.

VI.8.3. *Urotrygon chilensis*

Los machos inmaduros presentaron tallas menores a 16.0 cm de AD (Fig. 39). Los machos en maduración con tallas de 16.0 a 17.5 cm de AD presentaron mixopterigios parcialmente calcificados. Los machos maduros con tallas mayores a 17.5 cm de LT presentaron mixopterigios calcificados, fueron capturados en todos los muestreos con semen en la vesícula seminal.

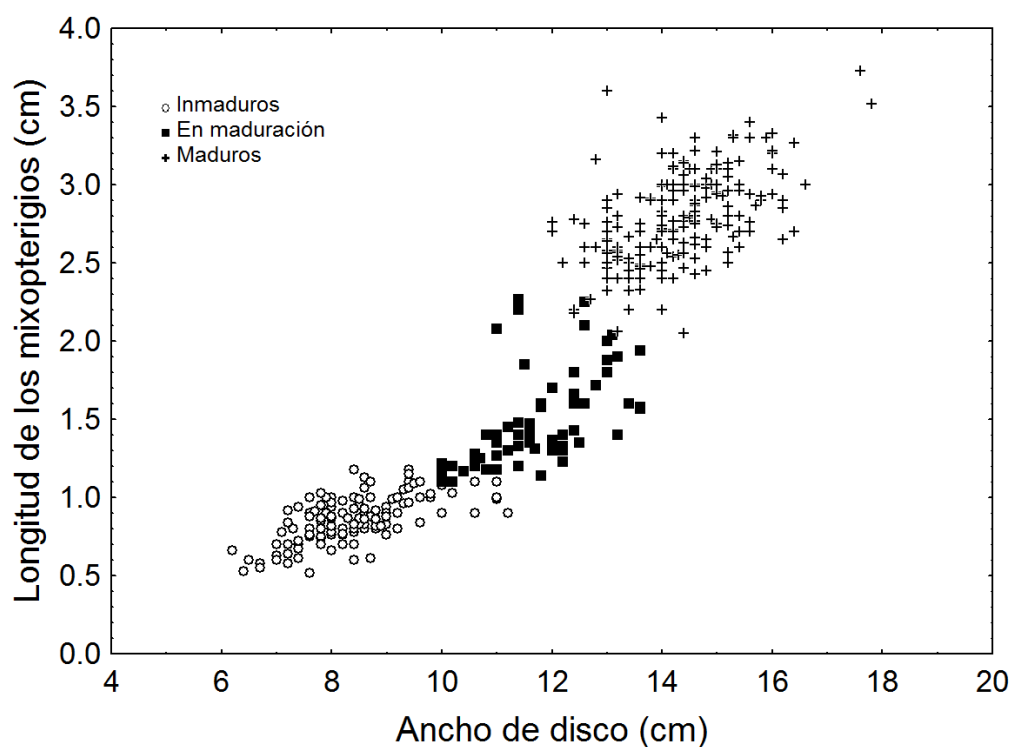


Figura 39. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *U. chilensis*.

Las hembras inmaduras presentaron tallas menores a 9.8 cm de AD, las hembras en maduración tallas de 9.5 a 12.8 cm de AD y las hembras adultas con tallas mínimas de 12.4 y máximas de 21.4 cm.

VI.8.4. *Urotrygon rogersi*

Para los machos adultos de la raya redonda de púas las tallas fueron de 15.2 a 23.2 cm de AD (Fig. 40), la presencia de semen se confirmó en todos los meses de muestreo. Los machos en maduración presentaron tallas de 12 a 15.8 cm de AD y mixopterigios parcialmente calcificados de 1.3 a 2 cm de longitud. Los machos inmaduros presentaron tallas menores a 13.2 cm de AD.

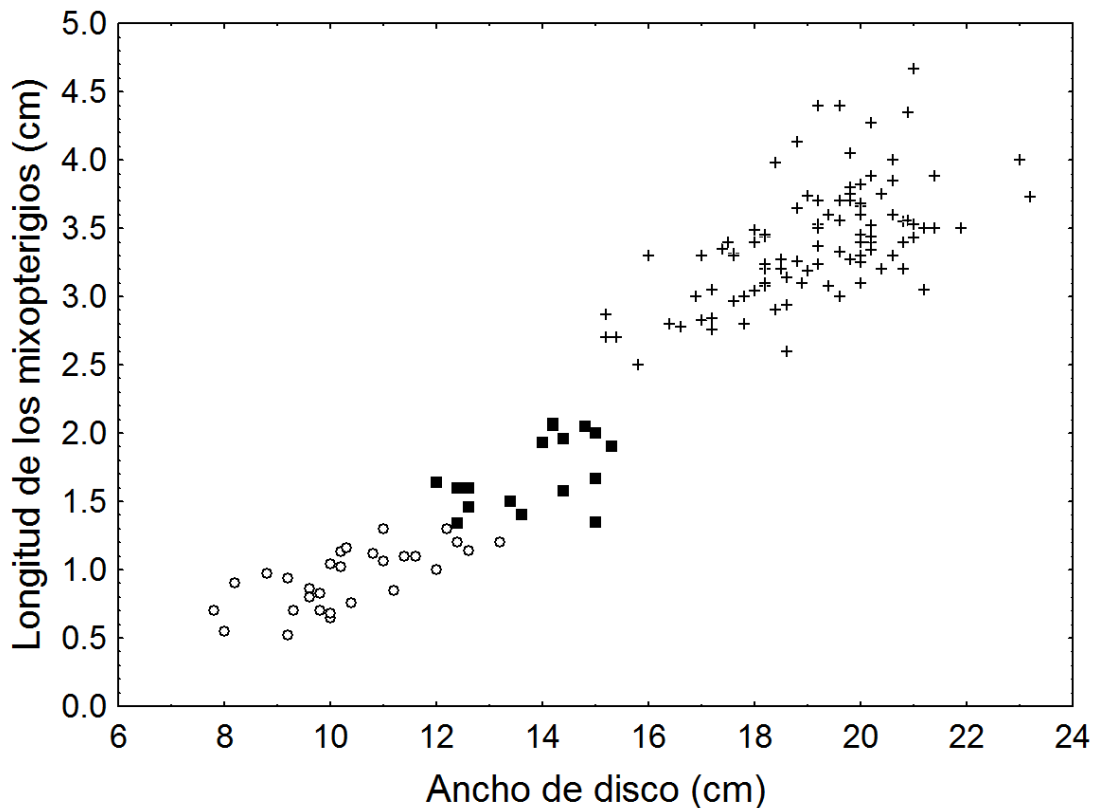


Figura 40. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *U. rogersi*.

Las hembras inmaduras presentaron tallas de 7.4 a 11.8 cm de AD y las hembras en maduración de 10.4 a 15.8 cm de AD. Las tallas de las hembras maduras fueron de 14 a 38.6 cm de AD, la hembra grávida de menor talla fue de 16.5 cm. Se registraron 113 hembras grávidas de entre 16.5 y 38.6 cm de AD. La talla

promedio de los embriones fue de 1.0 a 8.9 cm de AD. La fecundidad fue de 1 a 4 embriones, siendo la proporción de sexos de 1:1.

VI.8.5. *Urotrygon cimar*

El 76% de los machos capturados de la raya redonda denticulada fueron adultos con tallas de 9.8 a 13.7 cm de AD y mixopterigios de 2.0 a 3.13 cm de longitud (Fig. 41). En todos los meses de muestreo se observo machos con semen. Cuatro machos en maduración con tallas de 9.5 a 10 cm fueron registrados y nueve inmaduros con tallas de 6.4 a 9.2 cm de AD.

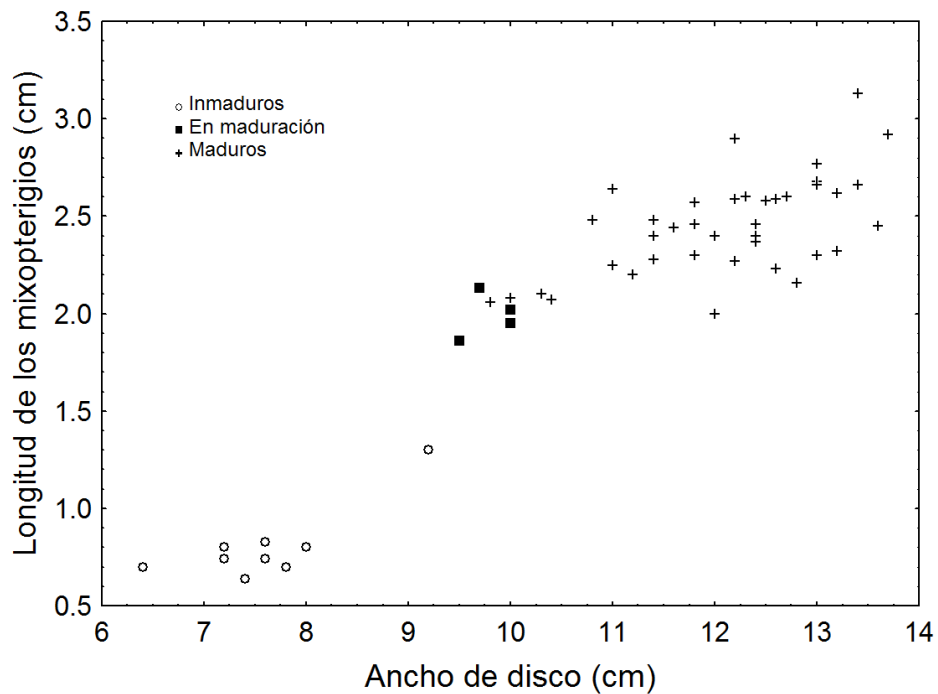


Figura 41. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *U. cimar*.

El 78% de las hembras fueron adultas con tallas de 9.6 a 16.4 cm de AD. Las hembras grávidas fueron observadas en todos los meses de muestreo y la de menor tamaño fue de 9.6 cm. La fecundidad fue de 1 a 3 embriones. Cuatro hembras inmaduras de 6.8 a 7.8 cm de AD fueron capturadas y siete en

maduración de 7.0 a 8.4 cm de AD.

VI.8.6. *Rhinoptera steindachneri*

Para la raya ticolote los machos con tallas menores a 65.0 cm de AD presentaron mixopterigios sin calcificar (Fig. 42). Tres machos con tallas 67.6, 68.0 y 71.0 cm de AD tenían mixopterigios semicalcificados y para los machos con tallas superiores a 72.4 cm de AD estaban completamente calcificados.

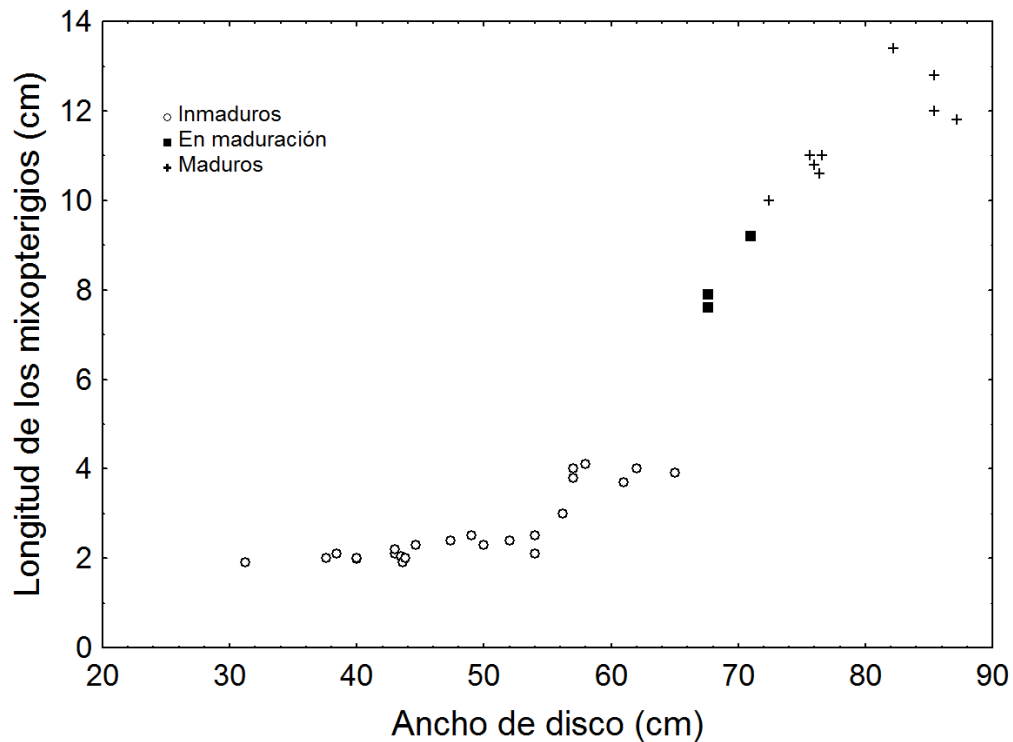


Figura 42. Variación del ancho de disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *R. steindachneri*.

No se observaron hembras adultas y las hembras con tallas menores a 65 cm de AD fueron consideradas juveniles. Dos hembras en maduración presentaron tallas de 80.2 cm de AD.

VI.8.7. *Narcine vermiculata*

Los machos adultos de la raya vermiculada fueron capturados en todos los muestreos realizados (Fig. 43), además en todos los muestreos se observaron machos con semen. Las tallas de 15.6 a 23.4 cm de LT presentaron mixopterigios calcificados de 2.3 a 4.1 cm de longitud. Los machos con tallas de 7.6 a 16 cm de LT presentaron mixopterigios sin calcificar de 0.5 a 1.92 cm de longitud y los machos de 13.6 a 17.4 cm de LT tenían mixopterigios parcialmente calcificados de 1.7 a 2.9 cm de longitud.

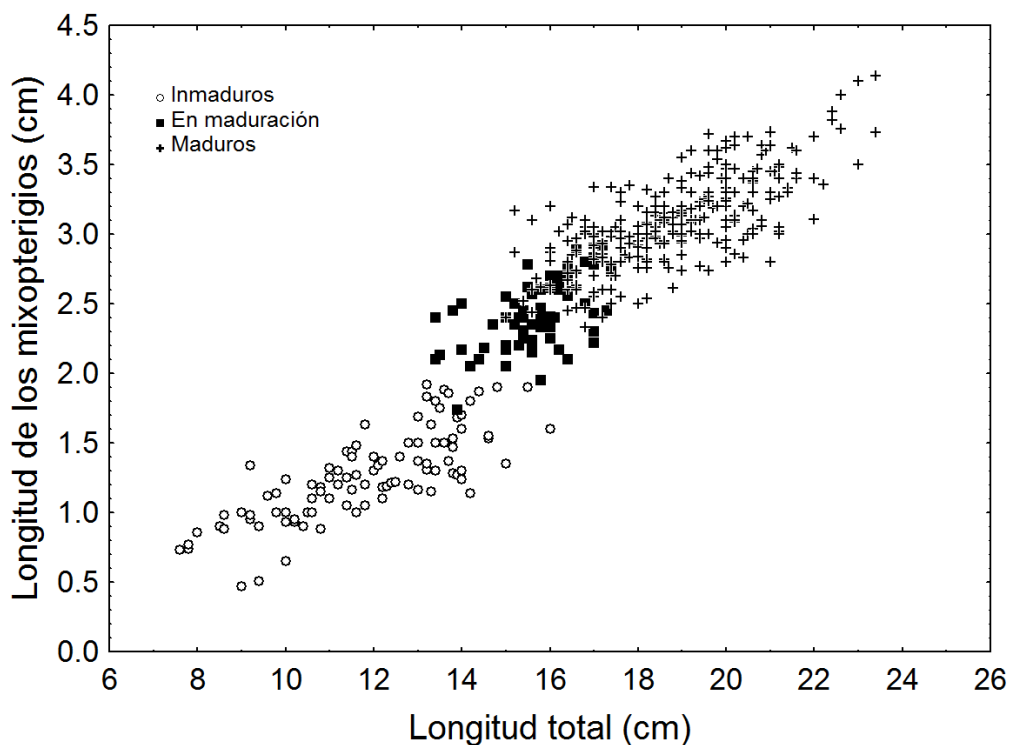


Figura 43. Variación de la longitud total con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *N. vermiculata*.

Las hembras adultas con tallas de 16.0 a 25.8 cm de LT también fueron capturadas durante todos los meses de muestreo. La hembra grávida de menor tamaño fue de 18 cm de LT. La fecundidad fue de 2 a 5 embriones. Las hembras

inmaduras presentaron tallas de 7.6 a 11.4 cm de LT y las hembras en maduración de 10 a 16.6 cm de LT.

VI.8.8. *Rhinobatos leucorhynchus*

Los machos adultos fueron capturados en todos los muestreos realizados y solo en marzo de 2010 se observaron machos con semen. Las tallas de 35.5 a 47.7 cm de LT presentaron mixopterigios calcificados de 5.0 a 7.45 cm de longitud (Fig. 44). Los machos inmaduros presentaron tallas de 11.3 a 33.2 cm de LT y mixopterigios de 1.2 a 3.5 cm de longitud y los macho de 31.4 a 38.6 cm de LT tenía mixopterigios parcialmente calcificados de 3.3 a 6.4 cm de longitud.

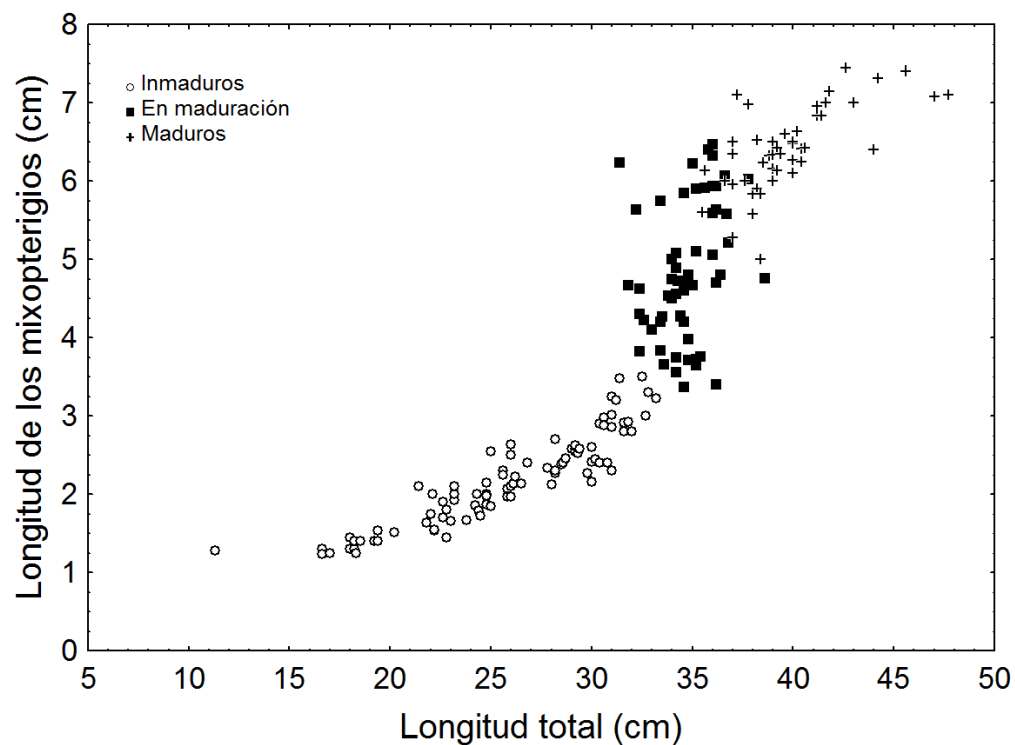


Figura 44. Variación de la longitud total con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *R. leucorhynchus*.

Las hembras adultas presentaron tallas de 35.8 a 65 cm de LT. La hembra grávida

de menor tamaño tenía 42.1 cm. La fecundidad fue de 4 a 8 embriones. Las hembras inmaduras tenían tallas de 16.6 a 31.8 cm y las hembras en maduración de 30.6 a 39 cm.

VI.8.9. *Dasyatis longus*

Entre marzo y junio de 2010 se capturaron cuatro machos adultos de *D. longus* con tallas de 80.0 a 92.2 cm de AD y mixopterigios de 17.5 a 20.0 cm de longitud, todos sin semen (Fig. 45). Los machos con tallas de 29.6 a 43.0 cm de AD presentaron mixopterigios sin calcificar y los machos con tallas de 45.0 a 71.0 cm de AD mixopterigios parcialmente calcificados.

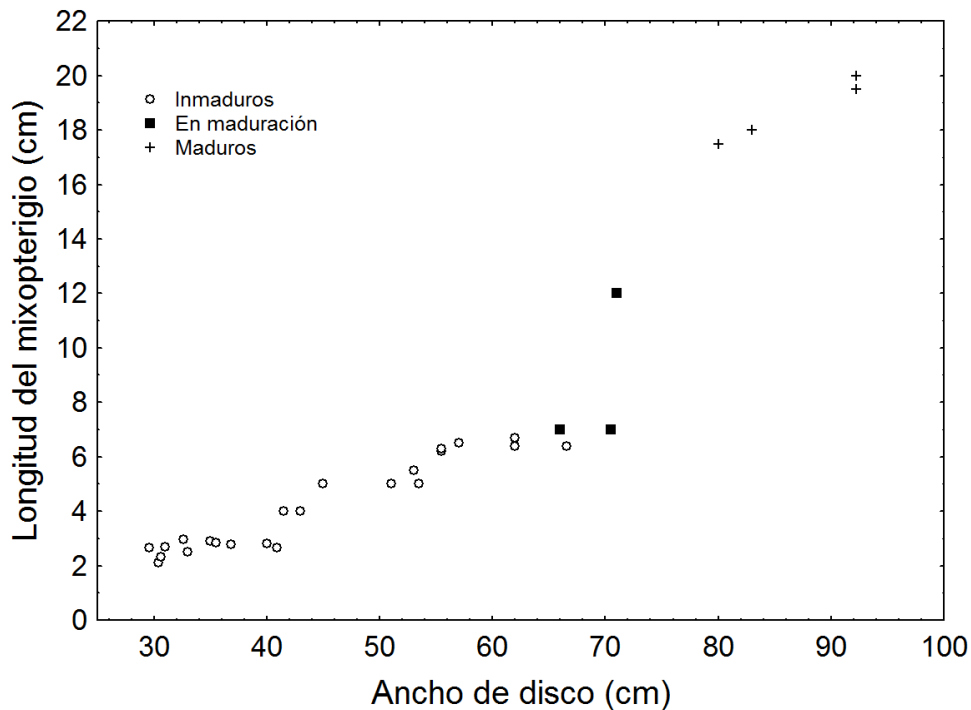


Figura 45. Variación del ancho del disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *D. longus*.

Tres hembras adultas con tallas de 95.0, 115.0 y 170.0 cm de AD fueron capturadas en junio de 2010, las cuales presentaron úteros parcialmente ensanchados. Las hembras inmaduras con tallas de 29.4 a 78.0 cm de AD tenían ovarios y oviductos poco desarrollados. Solo una hembra en maduración con tallas de 82.5 cm de AD fue capturada.

VI.8.10. *Gymnura marmorata*

Los machos adultos de la raya mariposa fueron capturados en todos los muestreos realizados (Fig. 46). Las tallas de 32.8 a 47.0 cm de AD presentaron mixopterigios calcificados de 3.8 a 5.2 cm de longitud, el 92% con semen. Los machos con tallas de 11.0 a 33.4 cm de AD presentaron mixopterigios sin calcificar y un macho de 35.4 cm de AD tenía mixopterigios parcialmente calcificados.

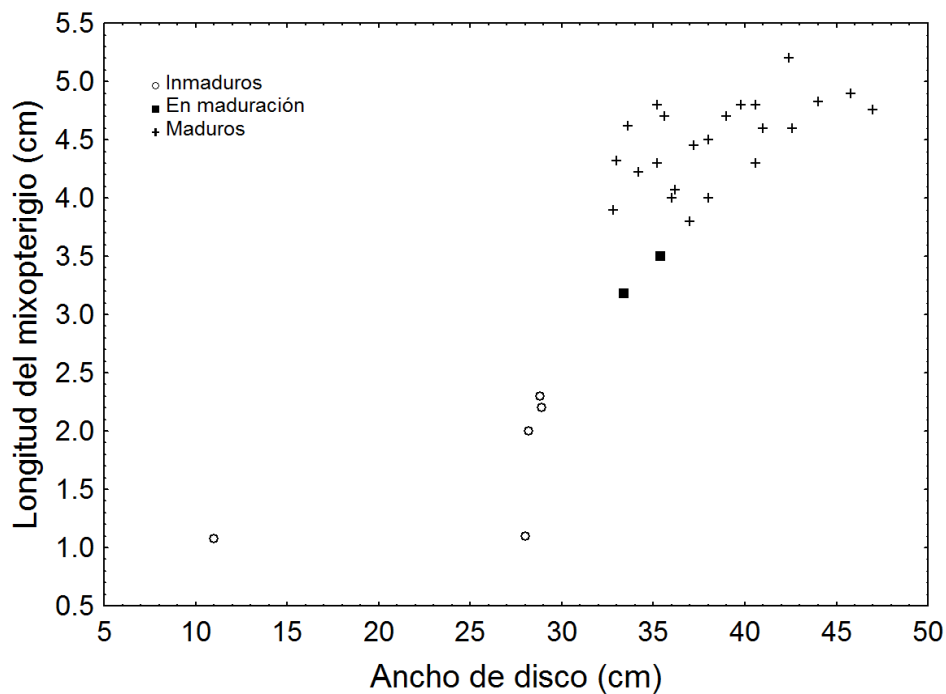


Figura 46. Variación del ancho del disco con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *G. marmorata*.

Las hembras adultas también fueron capturadas en todos los meses de muestreo. Cuatro de estas hembras presentaron embriones con tallas de 3.2 a 10.4 cm de AD. La fecundidad fue de 2 a 7 embriones. Las hembras inmaduras con tallas de 20 a 38.7 cm de AD tenían ovarios y oviductos poco desarrollados. Cinco hembras en maduración con tallas de 36.1 a 46.8 cm de AD fueron capturadas.

VI.8.11. *Narcine entemedor*

Los machos adultos de la raya eléctrica con tallas de 40.0 a 50.0 cm de LT presentaron mixopterigios calcificados de 7.2 a 9.3 cm de longitud (Fig. 47). Un macho con talla de 29.3 cm de LT presentó mixopterigios parcialmente calcificados y con una longitud de 4.4 cm y las tallas de 13.2 a 27.4 cm de LT tenía mixopterigios sin calcificar.

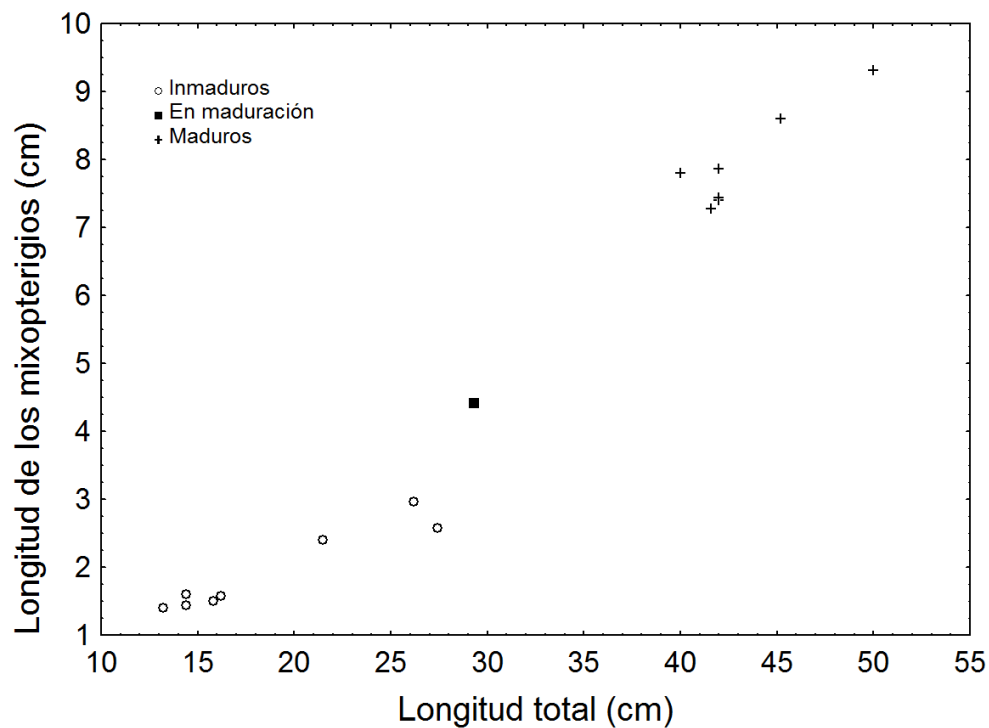


Figura 47. Variación de la longitud total con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *N. entemedor*.

Seis hembras adultas con tallas de 37.4 a 63.5 cm de LT fueron capturadas, una de estas, capturada en abril de 2010 presento una talla de 44.2 cm de LT y tenía un huevo en el útero izquierdo, además ambos úteros estaban completamente desarrollados. Cuatro hembras inmaduras con tallas de 15.4 a 32.2 cm de LT tenían ovarios y oviductos poco desarrollados. Las hembras con tallas menores a 29.4 cm de LT tenían oviductos y ovarios poco desarrollados.

VI.8.12. *Zapteryx xyster*

Los machos adultos de la raya ocelada presentaron tallas de 43.7 a 58.0 cm de LT, solo los machos capturados en marzo tenían semen (Fig. 48). Los machos inmaduros registraron tallas de 15.0 a 42.4 am de AD y en maduración de 38.3 a 45.9 cm.

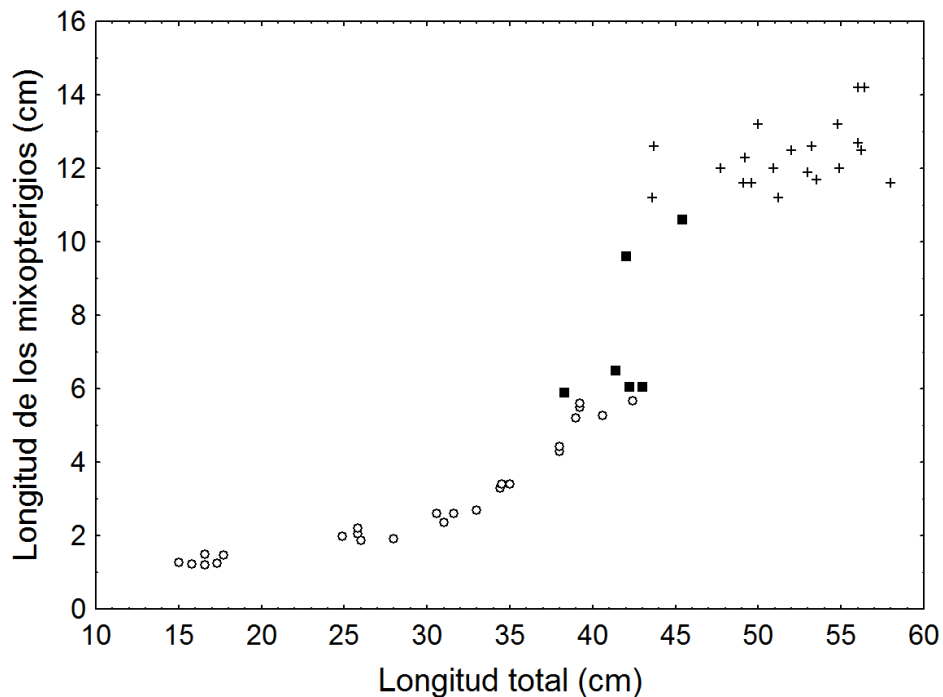


Figura 48. Variación de la longitud total con respecto a la longitud de los mixopterigios en machos de *Z. xyster*.

Las hembras inmaduras con tallas menores a 33.6 cm de LT presentaron ovarios sin desarrollar. Mientras que, las hembras en maduración de 35.6 a 42.4 cm de LT presentaron tanto folículos sin desarrollar como desarrollados. Todas las hembras con tallas superiores a 43.0 cm de LT fueron maduras. Se registraron 7 hembras grávidas, la de menor talla fue de 51.0 cm de LT. La fecundidad fue de 6 a 8 embriones, siendo la proporción de sexos de 1:1.

VI.8.13. *Rhinobatos glaucostigma*

Dos machos adultos de la guitarra punteada fueron capturados en abril y octubre de 2010. Sus tallas fueron de 48.2 y 47.6 cm de LT, mixopterigios de 8.1 y 7.4 cm de longitud y ambos presentaban semen. Además, se capturaron dos machos inmaduros de 13.0 y 13.6 cm de LT y uno inmaduro de 16 cm de LT.

Tres hembras adultas con tallas de 16.6, 17.0 y 19.0 cm de LT se registraron en abril de 2010. Además, de una inmadura en octubre de 2010 de 12.8 cm de LT.

VI.8.14. Resto de las especies

Para las especies *A. narinari*, *R. equatorialis* y *U. halleri* no fueron encontrados ejemplares en maduración y maduros, por lo que no fue posible obtener información referente a su reproducción.

VI.9 Distribución de neonatos y hembras grávidas

La mayor concentración de neonatos de todas las especies se realizó frente a Mar Muerto en octubre de 2010 (Fig. 49). Mientras que, la mayor concentración de

hembras grávidas fue también en octubre de 2010 frente a Mar Muerto y La Chichi (Fig. 50).

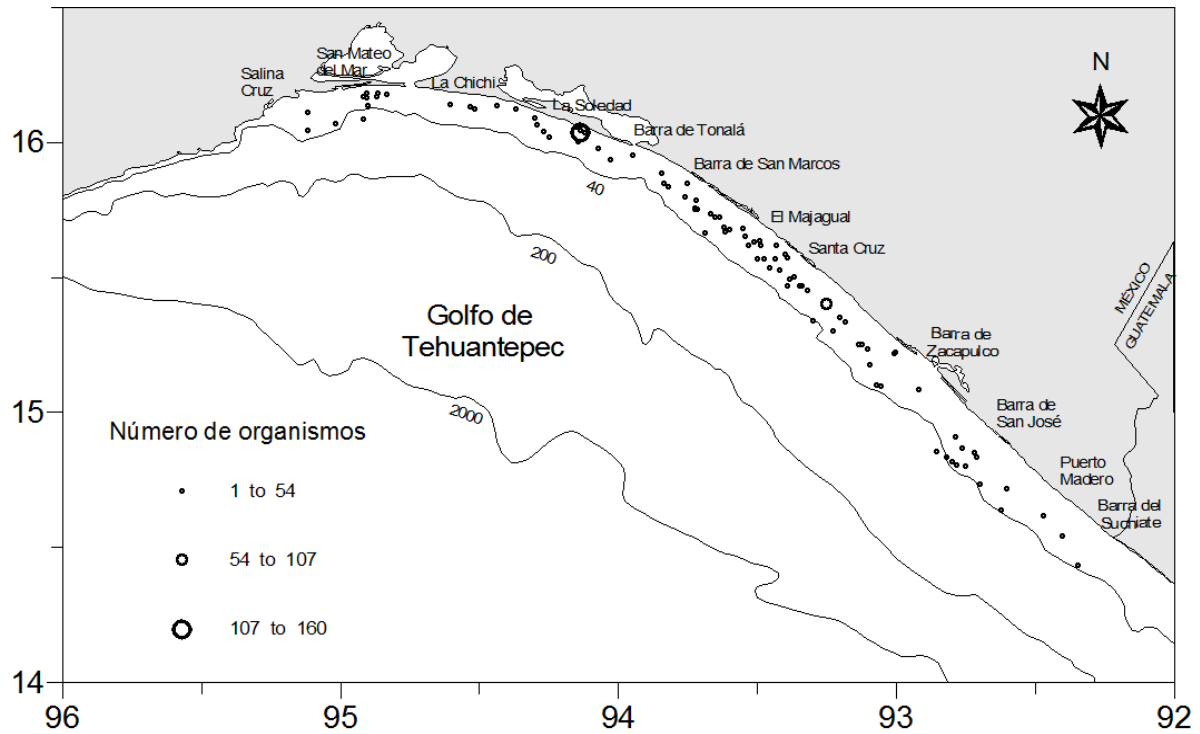


Figura 49. Mapa de densidad de individuos neonatos de peces batoideos en el Golfo de Tehuantepec

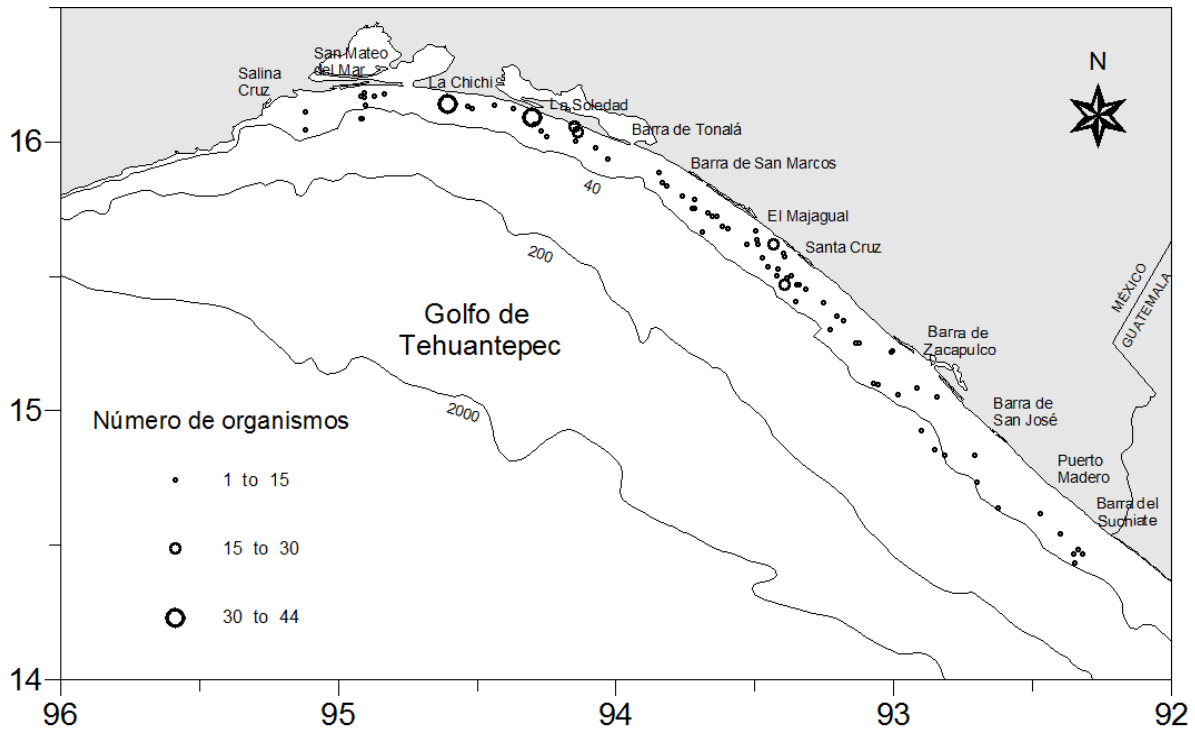


Figura 50. Mapa de densidad de hembras grávidas de peces batoideos en el Golfo de Tehuantepec

VI.10 Ejemplares colectados

Se colectaron 12 organismos de las especies *Z. xyster*, *U. cimar*, *U. rogersi*, *U. chilensis*, *U. nana*, *D. longus*, *A. narinari*, *G. marmorata*, *N. entemedor*, *N. vermiculata*, *R. glaucoestigma* y *R. leucorhinchus*, los cuales fueron depositados en la *Colección Nacional de Peces* del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

VI.11 Base de datos

La información taxonómica y biológica obtenida fue integrada en una base de datos del programa BIÓTICA que incluye 2000 registros, de los cuales 1200 fueron registrados de abril de 2003 a febrero de 2007 y 600 registros de diciembre de 2010 a octubre de 2010.

En esta base se incluye información referente al número de colecta, fecha de colecta, fecha de determinación, profundidad de captura, número de individuos, hábitat, sexo y abundancia

VI. DISCUSIÓN

Dieciséis especies de batoideos habitan en la plataforma del Golfo de Tehuantepec, lo cual ha sido corroborado por los 5368 registros obtenidos durante la época de muestreo (diciembre de 2009 hasta octubre de 2010). De las cuáles 15 especies de batoideos han sido reportadas para el Golfo de Tehuantepec (Robertson y Allen, 2008). Algunas especies de batoideos, no habían existido registros recientes para la zona de estudio, debido principalmente a la confusión con otras especies o bien, por falta de estudios en el Golfo de Tehuantepec o claves de identificación que no presentan todas las especies de organismos o existe confusión para su correcta identificación (Allen y Robertson, 1994; Fischer *et al.* 1995; Castro-Aguirre y Espinosa-Pérez, 1996; Tapia-García, 1998; Corro-Espinosa y Ramos-Carrillo, 2004). *Urotrygon cimar*, no ha sido reportada su presencia para el Golfo de Tehuantepec. En caso contrario *Zapteryx xyster* es una especie cuyo último registro para la zona fue en 1973 (Scripps, 1973).

Los batoideos capturados se encontraron desde profundidades de 12 hasta los 62 metros de la plataforma continental de Oaxaca que va desde Salina Cruz hasta la Barra del Suchiate en la plataforma Chiapaneca. La mayor abundancia de estos organismos se localizó asociada a cuerpos de agua continentales como Laguna Superior, Laguna Inferior, Mar Muerto, además de, Barra de Zacapulco, Barra de Tonalá. Para el caso de los organismos costeros, ellos se encuentran ubicados cercanos a los aportes de nutrientes provenientes de la parte continental, donde obtienen alimento (Wetherbee, 1990).

De las 16 especies de batoideos localizadas, 12 especies tuvieron una frecuencia constante a lo largo del período de muestreo, es decir, se presentaron en todas las épocas de muestreo, mientras que *U. aspidura* se presentó en 3 épocas de muestro, *R. glaucostigma* se presentó en 2 épocas de muestreo. *R. ecuatorialis* y *U. halleri* sólo se presentaron en una sola época de muestreo y con un sólo individuo respectivamente.

La mayor abundancia de batoideos estuvo representada por 5 géneros principalmente *U. chilensis*, *N. vermiculatus*, *U. rogersi*, *U. nana* y *R. leucorhynchus* en relación al total capturado. La menor abundancia la mostraron *U. halleri* y *R. ecuatorialis* con la captura de sólo un organismo en marzo de 2010 y octubre de 2010 respectivamente. Cabe mencionar que las especies de batoideos (*U. cimmar*, *G. marmorata*, *D. longus*, *R. steindachneri*, *N. entemedor*, *Z. xyster*, *U. aspidura*, *A. narinari*, *R. glaucostigma*) con menor abundancia no se presentaron en junio de 2010. Probablemente la presencia constante de los batoideos en el Golfo de Tehuantepec este asociado con la alta productividad presente en la zona, la cual es derivado del desarrollo invernal de surgencias costeras y fuerte mezcla vertical por viento perpendicular a la costa, proceso que provee nutrientes a la capa superficial. Asociada a este tipo de surgencia se ha visto que la mayor pesca se realiza entre los meses de enero a marzo.

La riqueza específica fue mayor para los meses de marzo y octubre de 2010. En relación a la mayor diversidad, está se observó para los meses de marzo y junio de 2010, se presentaron en forma de parches, se determino una mayor diversidad de 1.23 a 1.84 en lugares como: Salina Cruz (Oaxaca), La Chichi (Oaxaca) a Barra de Tonalá (Chiapas), Barra de San Marcos a Barra del Suchiate (Chiapas).

Con respecto a las tallas presentadas, para aquellas especies en las que se colectó más de un ejemplar, excluyendo a *U. halleri*, *Raja ecuatorialis*, *A. narinari* se obtuvieron organismos de todas las tallas de madurez. Indicando que los organismos realizan su ciclo de vida en zonas aledañas a la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec.

En relación a las tallas presentes de los batoideos, se encontraron organismos juveniles de 14 especies de rayas con abundancias mayores a un ejemplar. Las excepciones fueron de *R. ecuatoriales* y *U. halleri*, quiénes sólo se encontraron un sólo organismo. Las tallas más grandes para organismos juveniles las presentaron *A. narinari* y *D. longus*, desafortunadamente no se capturaron organismos en maduración y adultos para *A. narinari*. Sin embargo, *D. longus* mostró ser el batoideo más largo de acuerdo al ancho del disco tanto para organismos en maduración así como para adultos. De acuerdo a lo establecido por Baum *et al.* 2003, los elasmobranquios con estas tallas largas pueden ser vulnerables a la captura, es decir, puede existir una disminución en las poblaciones de estos organismos. Los organismos con tallas que le siguieron a *A. narinari*, fueron: *G. marmorata*, *N. entemedor*, *R. steindachneri*, *Z. xyster*.

La presencia de organismos juveniles puede indicar que estos organismos están presentes en la zona de estudio debido al tipo de alimentación requerida. Se ha visto que especies de tiburones pueden ocupar un área en específico y los organismos utilizan los diferentes recursos en una variedad de espacio y tiempo (Bethea *et al.* 2004), lo cual puede reducir la presión de competencia entre las especies de batoideos. Situación que se puede extender a organismos en maduración y adultos. Existe semejanza entre la abundancia de organismos juveniles y adultos, es decir, son 6 especies de batoideos presentaron una mayor abundancia de organismos juveniles (*U. nana*, *U. chilensis*, *U. aspidura*, *R. steindachneri*, *D. longus*, *N. vermiculatus*, *R.*

leucorhynchus) y 7 especies de batoideos tuvieron una mayor abundancia de organismos adultos (*U. cimar*, *U. rogersi*, *U. chilencis*, *R. glaucostigma*, *N. entemedor*, *Z. xyster*). Situación que permite señalar la presencia de un buen reclutamiento de este grupo de organismos a las poblaciones adultas. En relación a la proporción de sexos, sólo dos batoideos mostraron diferencias significativas entre sexos, *U. chilencis* y *U. rogersi*, en estos casos se están realizando estudios adicionales para determinar si las diferencias se deben a una segregación de sexos para reproducirse o alimentarse.

La captura de los batoideos en todas las épocas de muestreo, indica la presencia de estos organismos en la fauna incidental de la captura del camarón o de especies de escama. Lo cual se ve reflejado por un corto período como organismos en maduración, observado en durante el análisis del estado de madurez de los organismos capturados así como la edad de madurez observada para *Zapteryx xyster* y *Urotrygon rogersi*, quienes maduran a la edad de un año (Carrasco-Bautista, 2011, Montes-Sainz, 2011). Con base en la información anterior se propone que los organismos batoideos que habitan la plataforma del Golfo de Tehuantepec presentan ciertas estrategias reproductivas, algunos batoideos (*G. marmorata*, *N. vermiculada*, *U. nana*, *R. leucorhynchus*) presentaron una presencia constante de individuos maduros a lo largo del año, otro batoideo (*N. entemedor*) mostró evidencia del desarrollo de ambos úteros. También se observó que los organismos de tallas grandes y el tamaño de los mixopterigios es similar encontrado en otros elasmobranquios, los tiburones. Para aquellas especies de tallas pequeñas, el patrón mostrado en los mixopterigios es casi líneal. Los elasmobranquios del Golfo de Tehuantepec exhiben modificaciones a su biología, como son la temprana talla y edad de maduración de los organismos, lo cual se sugiere que es como una respuesta a la explotación pesquera. Estas modificaciones

se propone que consideren como dos estrategias observadas para los batoideos del Golfo de Tehuantepec.

Las tallas con mayor abundancia son especies de tallas medianas, organismos con tallas mayores, presentaron muy poca abundancia. En otros batoideos se ha observado la disminución de las poblaciones, como ha sucedido en pesquerías del Mar Irlandés con la raya *Diptus batis* la cual esta cerca de la extinción local (Brander, 1981). Además, se ha visto que especies de rayas de tallas largas han experimentado severas declinaciones en su abundancias, situación que ha sido compensada por el incremento en las abundancias de especies más pequeñas (Dulvy *et al.* 2000). Patrones similares se han observado con las rayas del Mar del Norte, en la cual las especies grandes han experimentado severas declinaciones seguidas por el incremento y expansión de pequeñas especies (Walker y Heesen 1996; Walker y Hislop 1998). Este patrón general se ha visto ampliamente corroborado por comparaciones históricas sobre periodos de tiempo pequeños (Rogers y Ellis, 2000). Dado que son organismos que han sufrido de una constante explotación pesquera. La más severa consecuencia de una intensa explotación es la desaparición de algunas especies de gran tamaño como *Rostroraja alba*, y *Dipturus oxyrinchus* ambas localizadas en el Mar Irlandés y el Canal Bristol (Brander, 1981; Dulvy *et al.* 2000). El tiburón ángel *Squatina squatina* ha desaparecido del Mar Irlandés (Rogers y Ellis 2000).

Por otro lado, las especies pequeñas pueden ser más resilientes a las pesquerías como se ha visto que ocurre con la raya *Amblyraja radiata* (Walker y Heessen, 1996). Otra explicación puede ser la diferente vulnerabilidad a la mortalidad pesquera (Rogers y Ellis, 2000). La mayor abundancia de batoideos con tallas intermedias puede ser

debido a la disponibilidad de alimento o al descenso en la competencia con especies que pueden tener un solapamiento en la dieta con estos organismos de tallas intermedias (Ellis *et al.* 1996; Walker y Heesen, 1996; Dulvy *et al.* 2000).

Los elasmobranchios se habían pensado que son más vulnerables a la explotación que los peces teleósteos debido a sus características de las historias de vida (Bonfil, 1994; Cortés, 2000; Stevens *et al.* 2000). Lo cual ha sido confirmado (Myers y Worm 2005). Una prueba de ello es la importancia que la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) ha puesto en las especies de elasmobranchios. Para el año 2010 se mostró que 3 especies de batoides capturadas en el Golfo de Tehuantepec son consideradas como especies casi amenazada (Near Threatened, NT) bajo esta categoría pertenecen: *Aetobatus narinari* (spotted eagle ray), *N. vermiculatus* (vermiculate electric ray), *R. steindachneri* (Pacific cownose ray). Para la categoría de especie con datos insuficientes (Data Deficient, DD) son 9 batoides bajo esta categoría: *Dasyatis longa* (Longtail Stingray), *U. chilensis* (thorny round stingray), *U. rogersi* (Roger's round ray), *U. nana* (dwarf round stingray), *G. marmorata* (California butterfly ray), *N. entemedor* (giant electric ray), *Z. xyster* (Southern banded guitarfish), *U. aspidura* (spiny-tail round ray), *R. equatorialis* (Equatorial skate). La categoría denominada como preocupación menor (least concern) esta únicamente a *Urobatis halleri* (round stingray). Finalmente se capturaron 3 especies de rayas (*R. leucorhynchus*, *R. glaucostigma*, *U. cimar*) que no tienen ningún tipo de condición en la lista roja del IUCN. Al observar los números de especies que son consideradas como vulnerables a disminuir las poblaciones de organismos se determinaron que son 12 especies, de 16 especies que se registraron para el Golfo de Tehuantepec, lo cual incrementa la importancia de este tipo de estudio realizado para la zona, ya que se ha

visto en elasmobranquios que las especies desaparecen y se ha detectado esta situación una vez que se ha hecho el análisis de los datos. Como es el caso de Canadá.

En conclusión, el estudio de los batoideos ha sido casi siempre dejado a un lado, pues se les considera organismos poco importantes en la economía de las naciones. Sin embargo, son organismos que juegan el papel de controlar las poblaciones de otros organismos.

VII.RECOMENDACIONES

Los futuros estudios deben de enfocarse en probar la relación entre especies dirigidas y no dirigidas a la pesca, en la cual involucren a los elasmobranquios.

VIII. AGRADECIMIENTOS

Al financiamiento proporcionado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad para la realización de este trabajo. A la Universidad del Mar por el apoyo logístico y administrativo.

IX. REFERENCIAS

Acero, P., M. Grijalba-Bendeck, F. Moreno, K. Acevedo y E. González. 2008. Histología comparada del sistema reproductivo de cuatro especies de rayas caribeñas (Chondrichthyes: Batoidea). Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(125): 581-596.

- 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, 327pp.
- Amezcu-Linares, F. 1996. Peces demersales de la plataforma continental del Pacífico central de México. UNAM. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. México, 186 pp.
- Baum, J. K., R. A. Myers; D. G. Kehler; B. Worn; S. J. Harley y P. A. Doherty. 2003. Collapse and conservation of shark population in the Northwest Atlantic. *Science* 299: 389-392.
- Bethea, D. M., J. A. Buckel y J. K. Carlson. 2004. Foraging ecology of the early life stages of four sympatric shark species. *Marine Ecology Progress Series*. 268: 245-264.
- Bonfil, R. 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. Fisheries Technical Paper 341. Food and Agricultural Organization, Rome, Italy.
- Brander, K. M. 1981. Disappearance of common skate *Dipturus batis* from the Irish Sea. *Nature* 290: 48-49.
- 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.
- Castellanos-Guzmán, A. B. 2005. Biología de la raya *Urotrygon nana* (Miyake y McEachran, 1988) (Myliobatidae: Urolophidae) durante el período de veda de camarón – 2003 en el Golfo de Tehuantepec, México. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. 86 p.
- Castro-Aguirre, J. L. y H. 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, 75 p.
- Colwell, R. K. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.

- Colwell, R. K. y J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. Royal Soc. London B*, 345: 101-118.
- 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. Schneider, C. Sommer, K. E. Carpenter and V.H. Niem (Eds.), Vol. II: 648-746.
- Corro-Espinosa, D. y S. Ramos-Carrillo. 2004. Guía para la identificación de las principales especies de rayas de México en el Océano Pacífico (para fines pesqueros). SAGARPA.
- Cortés, E. 2000. Life history patterns and correlations in sharks. *Reviews in Fisheries Science* 8: 299-344.
- Cruz-Acevedo, E. 2010. Descripción morfológica del aparato reproductor de la raya ocelata *Zapteryx xyster* (Jordan and Everman, 1896) (Chondrichthyes: Rhinobatodae) en el Golfo de Tehuantepec. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. 82 p.
- Dulvy, N. K., J. D. Metcalfe; J. Glanville; M. G. Pawson y J. D. Reynolds. 2000. Fishery stability, local extinctions and shifts in community structure in skates. *Conservation Biology* 14: 284 – 293.
- Ellis, J. R., M.G. Pawson y S.E. Shackley. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the U.K.* 76: 89–106.
- Eschmeyer, W. N. y J. D. Fong. 2011. Species of Fishes by family/subfamily. Versión de internet del día 05 de mayo de 2011. <http://research.calacademy.org>
- Fischer, W; F. Krupp; W. Schneider; C. Sommer; K. E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. PACIFICO CENTRO-ORIENTAL. Vol II. Roma.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen. *Inst. Geog. Universidad Autónoma de México*. 213 p.
- Hayek, C.L. y Buzas M.A. 1997. *Surveying Natural Populations*. Columbia University Press. New York. United States of America. 563pp.

- Hoening, J. M. y S. H. Gruber, 1990. Life history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. Pages 1-16 En: J. Pratt, Jr. S. H. Gruber and T. Taniuchi, editors. Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematic, and the status of fisheries. Technical Report NMFS 90. National Oceanographic and Atmospheric Administration, Washington D.C. U.S.A.
- Jiménez-Valverde, A. y Hortal, J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Rev. Ibérica de Aracnología. Vol. 8: 151-161.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- McEachran, J. D. y G. Notarbartolo, D. 1995. Peces Batoideos. *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 & V.H Niem (Eds.), Vol. II: 746-792.
- 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.
- Myers, R. A. y B. Worm. 2005. Extinction, survival or recovery of large predatory fishes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 360: 13-20.
- Pratt, H. L. 1988. Elasmobranch Gonad Structure: A description and survey. *Copeia* 729p
- Robertson, D. R. y G. R. Allen. 2008. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: Sistema de información en línea. Versión 1.0. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá. www.neotropicalfishes.org/sftep, www.stri.org/sftep.
- Robles, J. M.; García, 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.
- Rogers, S. I. y J. R. Ellis. 2000. Changes in the demersal fish assemblages of British coastal waters during the 20th century. *ICES Journal of Marine Science* 57: 866-881.
- Salgado-Ugarte I. H., Gómez-Márquez J. L. y Peña-Mendoza B. 2005. Métodos actualizados para análisis de datos biológico-pesqueros. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM. 239 p.
- Secretaría de Marina. 1988. Compendio de estudios oceanográficos, *En: Monreal, G. M. A y Salas de León. D. A. 1998. Dinámica y estructura termohalina, Cap. 2: 13-26. En: Tapia-García (Ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. 240 p.*
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol. Vol. 7: 480-488.*
- Stevens, J. D., R. Bonfil; N. K. Dulvy y P. A. Walker. 2000. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science* 57: 476-494.
- Tapia-García, M. 1998. Evaluación ecológica de la ictiofauna demersal. 10:129-148. *En: M. Tapia-García (ed). El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, 240 pp. UAM-Iztapalapa, México.*
- Tapia-García, M. y B. Gutiérrez-Díaz. 1998. Recursos pesqueros de los Estados de Oaxaca y Chiapas. Pp. 149-162. *En: M. Tapia-García (ed.) El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, México.*
- Walker, P. A. y H. J. L. Heessen, 1996. Long-term changes in ray populations in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 53: 1085-1093.
- Walker, P. A. y J. R. G. Hislop. 1998. Sensitive skates or resilient rays? Spatial and temporal shifts in ray species composition in the central and north-western North Sea between 1930 and the present day. *ICES Journal of Marine Science* 55: 392-402.

- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Res.* 6:653-694.
- Wyrski, K. 1967. Circulación and water masses in the Eastern Pacific Ocean. *Internacional Journal of Oceanology and Limnology.* 1:117-147. *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.*
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical analysis.* Tercera edición. Prentice Hall, EUA. 662 p.