

**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD**  
**DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES**  
**CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS**

**DINÁMICA POBLACIONAL DEL PEZ GUITARRA**  
**(*Rhinobatos* spp), COMPONENTE DE LA FAUNA DE**  
**ACOMPañAMIENTO DE LA PESCA DE CAMARÓN EN EL**  
**GOLFO DE CALIFORNIA**

TESIS PROFESIONAL

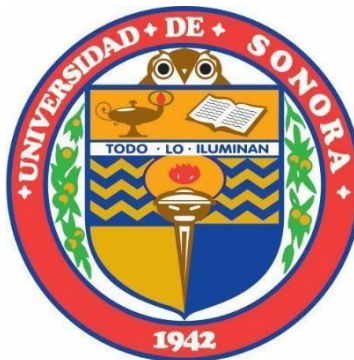
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA  
CON OPCIÓN EN ECOLOGÍA MARINA

PRESENTA:  
ISAURA MICHELLE ABASCAL MONROY

HERMOSILLO, SONORA

JUNIO 2011

# Repositorio Institucional UNISON



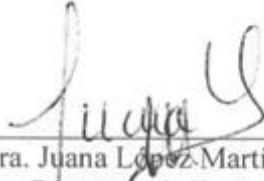
"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## APROBACIÓN

Los miembros del Jurado designado para revisar la Tesis Profesional de Isaura Michelle Abascal Monroy, la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito parcial para obtener el Título de Biólogo, con Opción en: Ecología Marina.




---

Dra. Juana López-Martínez  
Directora de Tesis  
Presidente del Jurado



---

Dr. José Eduardo Valdez Holguín  
Asesor Interno



---

M.C. Luz María Yépez Velázquez  
Secretario Vocal



---

M.C. José Carlos Aguirre Rosas  
Suplente

## **Dedicatoria**

### **A mis padres:**

Isaura Monroy Rodríguez y Mariano Abascal Toledo, por todo su amor, esfuerzo y enseñanza, por no haber dudado de mí y apoyarme para que yo pudiera realizar una carrera. Les dedico este trabajo de tesis para que con el puedan ver una muestra de que gracias a ellos obtuve mi grado de licenciatura y que en unas líneas no puedo mostrar todo lo importante que ha sido para mí contar con su apoyo en todos los aspectos para que yo pueda lograr todo lo que me propongo. Les estaré siempre muy agradecida por todo lo que han hecho por mí, espero algún día se puedan sentirse orgullosos de mí como yo lo estoy de que ellos sean mis padres y espero nunca defraudarlos.

### **A mis hermanos:**

Mariano Abascal Monroy y Nadia Marisa Abascal Monroy, quienes con su cariño, buenos deseos, palabras de ánimo y ejemplo a seguir me mostraron que uno puede lograr lo que se proponga, espero algún día ellos se sientan satisfechos de lo que he logrado.

### **A mis abuelos:**

Guillermina Rodríguez Mercado, María Enriqueta Toledo Armenta y Mariano Abascal Toledo, quienes en vida siempre me brindaron cariño y apoyo, aun cuando ya no estén conmigo les dedico este trabajo como ejemplo de que logré el objetivo que años atrás me propuse el de obtener mi grado de licenciado en Biología.

**A mis amigos:**

Carolina Ponce, Angie Cortez, Cintya Nevárez, Manuel Lastra, Carlos Maldonado, Ricardo Manríquez, Daniela Ruiz, Edgar Arzola, Christian Minjarez y Dulce Ruiz; por su cariño, apoyo y ayuda incondicional que tal vez sin darse cuenta con el simple hecho de contar con su amistad ha sido de gran importancia para mí.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora la oportunidad de haber podido realizar mis estudios de licenciatura en Biología. Agradezco a los maestros que forman parte del equipo de la escuela por compartirme sus conocimientos y también por brindarme su apoyo cuando lo necesite.

Agradezco al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR Unidad Sonora Campus Guaymas) por el apoyo brindado para el desarrollo de este trabajo de tesis, específicamente al Proyecto 26-2009-1797 de Fundación Produce Sonora intitulado “IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES PESQUERAS EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA” y al proyecto EP12.

Al Instituto Nacional de la Pesca (INAPESCA) por proporcionar las facilidades en la obtención del material e información de campo analizado en este trabajo, con los cruceros que fueron realizados en conjunto con el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR Guaymas), de donde se obtuvieron parte de las muestras de FAC que se ocuparon para la realización de esta tesis.

También agradezco de manera muy especial a la Dra. Juana López Martínez, directora de esta tesis, por brindarme su dedicación, paciencia, apoyo, así como también por compartirme sus conocimientos y comentarios que llevaron a la realización de este trabajo de tesis.

A los miembros del comité revisor de tesis: Dr. José Eduardo Valdez Holguín, M.C. Luz María Yépiz Velázquez y M.C. José Carlos Aguirre Rosas por formar parte de éste, así como también por sus observaciones, correcciones y sugerencias hechas para el mejoramiento de este trabajo de tesis.

Agradezco al personal del laboratorio de especialidades en pesquerías del CIBNOR (Unidad Guaymas, Sonora) y a la M.C. Eloísa Herrera Valdivia por brindarme todo su apoyo y asesoría para los análisis biológicos, así como también sus comentarios para la realización de este trabajo.

También agradezco al Biol. Mar. Jesús Guadalupe Padilla Serrato por brindarme su ayuda para la realización de los mapas mediante el programa Surfer v.8. Así como también al Biol. Edgar Arnoldo Arzola Sotelo por compartirme consejos y conocimientos a la hora de realizar este documento.

A cada uno de ustedes, muchas gracias en verdad por toda su ayuda.

## Índice

Acta de Aprobación .....	I
Dedicatoria.....	li
Agradecimientos.....	Iv
Índice.....	Vi
Índice de figuras.....	Ix
Índice de tablas.....	Xii
Índice de ecuaciones.....	Xiv
Índice de anexos.....	Xv
<b>I. RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>III. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
III.1 Pesquería de camarón.....	6
III.2. Elasmobranquios como recurso pesquero.....	8
III.3. Biología de la especie.....	10
III.3.1. Morfología.....	11
III.3.2. Alimentación.....	14
III.3.3. Reproducción.....	14
III.3.4. Tamaño.....	16
III.3.5. Distribución.....	17
III.4. Medidas de conservación para <i>Rhinobatos productus</i> .....	19
<b>IV. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>21</b>



<b>V.</b>	<b>HIPÓTESIS</b> .....	22
<b>VI.</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	23
	VI.1. Objetivo general.....	23
	VI.2. Objetivos específicos.....	23
<b>VII.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	24
	VII.1. Muestreo.....	24
	VII.2. Trabajo en el laboratorio.....	27
	VII.3. Trabajo de gabinete.....	29
	VII.3.1. Distribución latitudinal, batimétrica y abundancias relativas.....	29
	VII.3.2. Estructuras de tallas y cohortes.....	29
	VII.3.3. Relaciones biométricas.....	30
	VII.3.4. Estimación de crecimiento y sus parámetros.....	31
	VII.3.5. Longevidad.....	32
	VII.3.6. Mortalidad natural.....	33
	VII.3.7. Mortalidad total.....	33
	VII.3.8. Mortalidad por pesca.....	34
	VII.3.9. Tasa de explotación.....	34
	VII.3.10. Patrón de reclutamiento.....	34
	VII.3.11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña.....	35
<b>VIII.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	36
	VIII.1. Especies de pez guitarra ( <i>Rhinobatos</i> spp).....	36

VIII.2. Distribución latitudinal.....	38
VIII.3. Distribución batimétrica.....	39
VIII.4. Abundancias relativas.....	41
VIII.5. Relaciones biométricas.....	44
VIII.6. Estructuras de tallas y cohortes.....	46
VIII.7. Estimación del crecimiento y sus parámetros.....	51
VIII.8. Longevidad.....	54
VIII.9. Mortalidad natural, por pesca, total y tasa de explotación.....	55
VIII.10. Patrón de reclutamiento.....	56
VIII.11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña.....	60
<b>IX. DISCUSIÓN.....</b>	<b>61</b>
<b>X. CONCLUSIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>XI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>72</b>
<b>XII. APÉNDICES.....</b>	<b>81</b>

## Índice de figuras

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
Figura 1.	Morfología del pez guitarra (Guía FAO, 1995)	13
Figura 2.	Distribución de <i>Rhinobatos productus</i> de acuerdo con la FAO (1995).	17
Figura 3.	Distribución de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> de acuerdo con la FAO (1995).	18
Figura 4.	Zonas de pesca de la flota camaronera en la temporada 2004-2005.	25
Figura 5.	Estaciones de muestreo del crucero de veda del camarón de altamar efectuado en el 2004.	25
Figura 6.	Estaciones de muestreo del crucero de veda del camarón de altamar efectuado en el 2005.	26
Figura 7.	Medidas que se realizaron a los organismos durante el muestreo biológico en el laboratorio: Lt= Longitud total, Ad= Ancho del disco.	28
Figura 8.	Organismo perteneciente a la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> .	36
Figura 9.	Organismo perteneciente a la especie <i>Rhinobatos productus</i> .	37
Figura 10.	Mapa de distribución latitudinal de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para los años 2004 y 2005.	38
Figura 11.	Mapa de distribución latitudinal de <i>Rhinobatos productus</i> para los años 2004 y 2005.	39
Figura 12.	Distribución batimétrica en metros de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> en los años 2004 y 2005.	40
Figura 13.	Distribución batimétrica en metros de <i>Rhinobatos productus</i> en los años 2004 y 2005.	41

Figura 14.	Abundancia relativa de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> en el Golfo de California. a) 2004 y b) 2005.	42
Figura 15.	Abundancias relativas de <i>Rhinobatos productus</i> en el Golfo de California. a) 2004 y b) 2005.	43
Figura 16.	Relación longitud/peso de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> en el Golfo de California.	44
Figura 17.	Relación biométrica ancho del disco/longitud total de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> en el Golfo de California.	45
Figura 18.	Relación longitud/peso de <i>Rhinobatos productus</i> en el Golfo de California.	45
Figura 19.	Relación biométrica ancho del disco/longitud total de <i>Rhinobatos productus</i> en el Golfo de California.	46
Figura 20.	Estructura de talla de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> de los organismos obtenidos en el año 2004.	47
Figura 21.	Estructura de talla de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> de los organismos obtenidos en el año 2005.	47
Figura 22.	Estructura de talla de <i>Rhinobatos productus</i> de los organismos obtenidos en el año 2004.	48
Figura 23.	Estructura de talla de <i>Rhinobatos productus</i> de los organismos obtenidos en el año 2005.	48
Figura 24.	Cohortes para <i>Rhinobatos glaucostigma</i> mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.	50
Figura 25.	Cohortes para <i>Rhinobatos productus</i> mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.	51
Figura 26.	Curva de crecimiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> de las muestras obtenidas del 2004 en el Golfo de California.	52

Figura 27.	Curva de crecimiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> de las muestras obtenidas del 2005 en el Golfo de California.	53
Figura 28.	Curva de crecimiento de <i>Rhinobatos productus</i> de las muestras obtenidas del 2004 en el Golfo de California.	53
Figura 29.	Curva de crecimiento de <i>Rhinobatos productus</i> de las muestras obtenidas del 2005 en el Golfo de California.	54
Figura 30.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el año 2004 en el Golfo de California.	56
Figura 31.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el año 2005 en el Golfo de California.	57
Figura 32.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos productus</i> para el año 2004 en el Golfo de California.	58
Figura 33.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos productus</i> para el año 2005 en el Golfo de California.	59
Figura 34.	Comparación de las estructuras de tallas para <i>Rhinobatos productus</i> obtenidas por los dos diferentes artes de pesca.	60

## Índice de tablas

<b><u>Tabla</u></b>		<b><u>Página</u></b>
Tabla I.	Posición Taxonómica del Pez Guitarra	11
Tabla II.	Abundancias de organismos de pez guitarra presentes en las muestras de los años 2004 y 2005. N.O.2004: Número de Organismos del 2004, N.O. 2005: Número de Organismos del 2005, %2004: Abundancia en porcentaje del 2004, %2005: Abundancia en porcentaje del 2005, %Total: Porcentaje total.	37
Tabla III.	Grupos modales o cohortes para <i>Rhinobatos glaucostigma</i> mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.	49
Tabla IV.	Grupos modales o cohortes para <i>Rhinobatos productus</i> mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.	50
Tabla V.	Parámetros de crecimiento de pez guitarra para el año 2004. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza), $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.	51
Tabla VI.	Parámetros de crecimiento del pez guitarra para el año 2005. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza), $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.	52
Tabla VII.	Longevidad estimada del pez guitarra. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento, $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero, $3/K + t_0 =$ Longevidad.	55
Tabla VIII.	Índices de mortalidad del pez guitarra para el año 2004. M: Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F: Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación.	55
Tabla IX.	Índices de mortalidad del pez guitarra para el año 2005. M: Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F: Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación.	55

Tabla X.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el año 2004 en el Golfo de California.	56
Tabla XI.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el año 2005 en el Golfo de California.	57
Tabla XII.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos productus</i> para el año 2004 en el Golfo de California.	58
Tabla XIII.	Patrón de reclutamiento de <i>Rhinobatos productus</i> para el año 2005 en el Golfo de California.	59

## Índice de ecuaciones

<b><u>Ecuación</u></b>		<b><u>Página</u></b>
1	Relación tentativa estimada en la relación biométrica longitud vs peso.	30
2	Modelo de crecimiento de von Bertalanffy.	31
3	Ecuación empírica propuesta por Pauly (1980) para la obtención de $t_0$ .	32
4	Ecuación para la obtención de longevidad (Beverton y Holt,1959).	32
5	Ecuación empírica propuesta por Pauly (1987) para la estimación de la mortalidad natural (M).	33
6	Ecuación para estimar la mortalidad total (Z) mediante el método de la Curva de Captura Linealizada basada en tallas.	33
7	Ecuación utilizada para la estimación de la mortalidad por pesca (F).	34
8	Ecuación para estimar la tasa de explotación (E).	34
9	Ecuación de la prueba de ji cuadrada de bondad de ajuste.	35



## Índice de apéndices

<u>Apéndice</u>		<u>Página</u>
Apéndice 1.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de julio del 2004.	81
Apéndice 2.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de septiembre del 2004.	81
Apéndice 3.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de octubre del 2004.	82
Apéndice 4.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de noviembre del 2004.	82
Apéndice 5.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de diciembre del 2004.	83
Apéndice 6.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de enero del 2005.	83
Apéndice 7.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de marzo del 2005.	84
Apéndice 8.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos glaucostigma</i> para el mes de agosto del 2005.	84
Apéndice 9.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de julio del 2004.	85
Apéndice 10.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de septiembre del 2004.	85
Apéndice 11.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de octubre del 2004.	86
Apéndice 12.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de noviembre del 2004.	86

Apéndice 13.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de diciembre del 2004.	87
Apéndice 14.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de enero del 2005.	87
Apéndice 15.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de febrero del 2005.	88
Apéndice 16.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de marzo del 2005.	88
Apéndice 17.	Estructura de talla de la especie <i>Rhinobatos productus</i> para el mes de agosto del 2005.	89
Apéndice 18.	Comparativo de las curvas de crecimiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2004.	89
Apéndice 19.	Comparativo de las curvas de crecimiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2005.	90
Apéndice 20.	Comparativo del patrón de reclutamiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2004.	90
Apéndice 21.	Comparativo del patrón de reclutamiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2005.	91

## I. RESUMEN

La pesquería de camarón en el Golfo de California es una de las actividades con mayor importancia económica y tiene como rasgo distintivo que en sus capturas se colecta gran cantidad de organismos (peces, crustáceos, etc.) conocidos en conjunto como fauna de acompañamiento del camarón FAC, de cuya biología se conoce muy poco. El objetivo de este trabajo es determinar las estructuras de tallas y la dinámica poblacional del pez guitarra capturado incidentalmente. Se efectuaron colectas de muestras de FAC durante 2004 y 2005, a bordo de la flota camaronera de Guaymas, Sonora, así como en cruceros en veda. Se colectaron 281 organismos de *Rhinobatos* spp, 149 fueron de *R. glaucostigma* y 132 de *R. productus*, con un rango de tallas de 59.5 a 753 mm de longitud total (Lt) para el segundo y de 120 a 817 mm de Lt para el primero. Las tallas fueron analizadas siguiendo métodos basados en tallas. El crecimiento de *R. glaucostigma* fue  $K/año_{2004} = 0.15$  y  $L_{\infty 2004} = 794$  mm Lt y  $K/año_{2005} = 0.12$  y  $L_{\infty 2005} = 788$  mm de Lt (2005), para *R. productus* un valor de  $K/año_{2004} = 0.24$  y  $L_{\infty 2004} = 1003$  mm Lt y  $K/año_{2005} = 0.24$  y  $L_{\infty 2005} = 1003$  mm de Lt. La mortalidad natural (M) para *R. glaucostigma* fue  $M_{2004} = 0.19$  y la mortalidad total  $Z_{2004} = 0.39$ , la mortalidad por pesca fue  $F_{2004} = 0.20$ ,  $M_{2005} = 0.14$  año,  $Z_{2005} = 0.32$  y una mortalidad por pesca  $F = 0.17_{2005}$ . En el caso de *R. productus* se obtuvo una  $M_{2004} = 0.29$  año,  $Z_{2004} = 0.65$  año y  $F_{2004} = 0.36$  año,  $M_{2005} = 0.29$   $Z_{2005} = 0.70$  y una  $F_{2005} = 0.41$  año. El reclutamiento para *R. glaucostigma* se presentó en los meses de abril a julio en el 2004 y de abril a octubre en el 2005 y para *R. productus* en los meses de abril a agosto en el 2004 y de abril a septiembre en el 2005. Se concluye que *R. glaucostigma* es más longeva que *R. productus* y que esta misma especie es más afectada por la pesca de altamar en comparación con *R. glaucostigma* así como que hay una diferencia entre las tallas de *R. productus* capturados de altamar con los capturados por la pesca ribereña.

**Palabras clave:** *Rhinobatos*, Golfo de California, crecimiento, mortalidad, reclutamiento.

## II. INTRODUCCIÓN

El Golfo de California es uno de los mares con mayor riqueza biológica del mundo, se encuentra ubicado en la región noroeste de México, es decir, abarca entre la Península de Baja California y los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, ocupando un área de 257,000 km<sup>2</sup>; se sabe que el Golfo de California forma un mar largo con características de una cuenca de evaporación, debido al exceso de evaporación sobre la precipitación, presentando así un rango anual de temperaturas y salinidades relativamente altas.

La actividad pesquera de camarón es una de las más importantes en el Golfo de California, se realiza entre los 9 a 90 m de profundidad, La flota está integrada de 1200 de barcos arrastreros, mismos que emplean redes de arrastre no selectivas y que operan en regiones específicas del Golfo, conocidos como “caladeros” donde se lleva a cabo casi el 100% de la actividad pesquera (García-Caudillo y Gómez-Palafox, 2005; López-Martínez *et al.*, 2008).

La pesquería de camarón va dirigida a capturar especies de camarones peneidos de tallas comerciales, de los cuales se sabe que los más importantes son el camarón café *Farfantepenaeus californiensis*, camarón azul *Litopenaeus stylirostris* y el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*, si bien se presentan algunas otras especies de menor importancia económica (López-Martínez *et al.*, 2000; García-Juárez, 2009).

Para la captura de este recurso se utilizan dos grandes redes de arrastre de fondo que se emplean simultáneamente una a cada lado del barco y son arrastradas a velocidades que van de dos a tres nudos, con una duración de una a tres horas por lance. Debido a que estas redes son no selectivas, esta pesca ha sido frecuentemente señalada por la gran cantidad de especies que captura de manera incidental, esta captura es conocida en su

conjunto como fauna de acompañamiento del camarón (FAC). Se ha considerado típicamente que por cada kilogramo de camarón se capturan 10 kilogramos de fauna de acompañamiento (Nava-Romo, 1995), entre los componentes de la fauna de acompañamiento del camarón se pueden mencionar especies de moluscos, equinodermos crustáceos, esponjas y peces principalmente (López-Martínez *et al.*, 2008; Rábago-Quiroz *et al.*, 2008; López-Martínez *et al.*, 2010; Rábago-Quiroz *et al.*, 2011).

Entre los componentes del grupo de peces de la FAC se encuentran especies de la familia Rhinobatidae, conocidos comúnmente con el nombre de pez guitarra (López-Martínez *et al.*, 2010). Estos organismos son habitantes bentónicos poco activos de los mares tropicales y templados, viven sobre fondos arenosos o fangosos en aguas costeras marinas, estuarinas y ocasionalmente dulces. El pez guitarra se alimenta de pequeños peces e invertebrados bentónicos y todas las especies son vivíparas aplacentadas (Márquez-Farias, 2007).

Un aspecto que es considerado muy interesante en los elasmobranquios es la reproducción, de la cual se conocen por lo menos cinco formas entre los tiburones y rayas (Wourms, 1977; Compagno, 1990) y en términos generales, las formas de reproducción se pueden agrupar fundamentalmente en: ovíparos, vivíparos placentarios y vivíparos aplacentarios (también llamados ovovivíparos), este último es considerado una derivación de la viviparidad pero sin conexión con la placenta. A pesar de esta variedad de formas de reproducción, las rayas tienen como característica reproductiva que son menos variadas en formas que los tiburones, ya que con excepción de los Rajiformes (que son ovíparos), el resto de los órdenes de rayas son vivíparos aplacentarios.

En comparación con otros recursos pesqueros que son capaces de soportar una intensa explotación comercial, como es el caso de la sardina y el camarón, las poblaciones de elasmobranquios pueden ser abatidas más fácilmente, teniendo niveles moderados de mortalidad por pesca (Holden, 1974; Walker, 1998; Musick, 1999). Esto es debido a los atributos biológicos de los elasmobranquios los cuales son: lento crecimiento individual, alta longevidad, tardía madurez y una supuesta estrecha relación denso dependiente entre los reclutas y la población adulta (Márquez-Farías, 2007). Son con frecuencia considerados como estrategias tipo  $K$  (MacArthur y Wilson, 1967), por ser especies con una tasa de renovación de la población muy baja, hecho que debe ser considerado con fines de conservación y manejo de las pesquerías de elasmobranquios (Cortés, 2004; Márquez-Farías, 2007).

La pesquería artesanal de rayas del Golfo de California es una actividad de suma relevancia socioeconómica en la región, que la ubica como una alternativa de subsistencia para cientos de pescadores cuando otros recursos de mayor valor económico como la sierra, jaiba y camarón escasean o se encuentran en veda. Cuando las rayas se acercan a la costa se vuelven extremadamente vulnerables a las redes utilizadas en la pesca artesanal (Márquez-Farías, 2002).

En el Golfo de California, las rayas no solamente son capturadas en la pesca artesanal, también forman parte de la fauna de acompañamiento en pesquerías de escama y de arrastre para el camarón, la cual puede ser de grandes dimensiones (Márquez-Farías, 2002).

En el presente trabajo se pretende determinar la dinámica poblacional de *Rhinobatos glaucostigma* y *Rhinobatos productus*, incluyendo el crecimiento individual promedio, la mortalidad tanto natural como por pesca, el patrón del reclutamiento y por

ultimo realizar una comparación de estructura de tallas entre muestras de altamar y muestras de la pesca ribereña. Con esta información se espera proporcionar conocimiento básico que coadyuve al manejo sustentable de estas especies.

### III. ANTECEDENTES

#### III.1. Pesquería de camarón.

La pesquería de camarón con redes de arrastre de fondo en el Golfo de California tuvo sus inicios a finales de la década de los treinta del siglo pasado y debido a las capturas incidentales de esta actividad, se ha despertado el interés científico sobre el estudio de estas especies que forman lo que se conoce como fauna de acompañamiento. Un reporte de la FAO estimó que la captura anual de la FAC en las pesquerías de camarón en los trópicos fue de alrededor de 9 millones de toneladas, 35% del total de captura incidental de todas las pesquerías del mundo (Alverson *et al.* 1994; Everett 1995).

Más recientemente, se estimó que la tasa de descarte anual de las pesquerías del mundo es de 8%, lo que significa que en el periodo de 1992-2001 los descartes fueron de 7.3 millones de toneladas/año, representando el descarte de las pesquerías de arrastre de camarón y escama demersal el 50% del total. Las pesquerías de camarón explicaron el 27.3% (contra el 35% previamente estimado, que se considera sobreestimado). Las altas tasas de captura incidental son derivados de varios factores, mismo que fueron señalados por Kelleher (2005):

1. El camarón es menos del 20% de la biomasa demersal de la mayoría de áreas de pesca de camarón.
2. La relativamente pequeña luz de malla requerida para capturar el camarón inevitablemente resulta en altas tasas de FAC
3. Los barcos son diseñados para la retención del camarón y tienen limitada capacidad de bodega y sistema de enfriamiento para el manejo de la FAC



4. Los caladeros de camarón están a una distancia considerable de los mercados de las especies con bajo valor comercial componentes de la FAC, por lo que su retención y transporte en grandes volúmenes no es costoso.
5. Las especies de la FAC son de pequeño tamaño y su valor relativamente bajo en el mercado hace la retención de la FAC no costoso.

A principios y mediados de la década de los sesentas del siglo pasado empezó a surgir un gran interés en la posibilidad de utilizar la fauna de acompañamiento como fuente de alimento de bajo costo. Por esto, para detectar recursos pesqueros potenciales dentro del Golfo de California, se comenzaron a realizar estudios tanto cualitativos como cuantitativos de esta fauna (Ramírez *et al.*, 1965; Castro-Aguirre *et al.*, 1970; Pérez-Mellado y Findley, 1985, entre otros).

En la década de los setentas fue cuando se empezó a reportar la posibilidad de alguna afectación sobre las comunidades bentónicas debido al uso de este tipo de artes de pesca en el Golfo de California, por lo que se iniciaron los primeros estudios del impacto que este tipo de redes causaban en las comunidades.

Pérez-Mellado (1980) realizó estudios para determinar la composición específica de la fauna de acompañamiento en la pesquería de camarón en el Golfo de California durante 1978 a 1979 y encontró una relación promedio de camarón: FAC de 1:9.7. Este mismo autor mostró que las mayores cantidades de fauna se capturas durante el primer mes de la temporada y disminuyen drásticamente a partir del segundo mes, hecho que coincide con lo reportado por Rosales (1976) y Romero (1978). Este hecho de acuerdo al autor puede ser atribuible a una combinación de circunstancias: por un lado el arrastre de las redes es mayor durante los primeros meses de pesca, pero también la temperatura del agua de mar disminuye. En su mismo trabajo, muestra una estrecha asociación entre temperatura y

fauna. Así mismo, coincide la disminución de la temperatura con la retirada de los barcos a mayores profundidades buscando elevar las capturas de camarón. Este periodo de ausencia podría permitir la recuperación de las poblaciones de fauna acompañante del camarón. Sin embargo, el mismo autor comenta que hace falta más investigación a efecto de comprobar ésta hipótesis (Pérez-Mellado, 1998).

López-Martínez *et al.* (2008) llevaron a cabo una evaluación de los efectos de las redes de arrastre en el Golfo de California donde se determinó una relación Camarón: FAC 1:9.7, y se analizó el efecto de las redes de arrastre en los fondos marinos y su componente biótica y abiótica, llegando a la conclusión de que los arrastres si bien generaban una perturbación, los fondos se recuperan en un tiempo aproximado de dos meses (López-Martínez *et al.*, 2007). Así mismo, Rábago-Quiroz *et al.* (2008, 2011) llevó a cabo un análisis de las especies de lenguado componentes de la FAC en la pesca de arrastre y su comparación con la pesca de ribera, llegando a la conclusión de que ambas pesquerías no compiten por el lenguado debido a diferencias en tallas, áreas de pesca y estacionalidad de la misma.

### **III.2. Elasmobranquios como recurso pesquero.**

Debido al interés que presentan los elasmobranquios como recurso pesquero, en años recientes se han estudiado algunos aspectos biológicos en diversas especies (Cailliet *et al.*, 1986; Pratt y Casey, 1990).

En general, los elasmobranquios presentan una fecundidad baja y un crecimiento individual lento, así como una relación stock-reclutamiento que es generalmente densodependiente, lo que los hace muy sensibles a la sobreexplotación (Ebert, 1986; Carrier y Luer, 1990; Bransletter, 1993; Cortés, 1999; Simpfendorfer, 2004). En un trabajo

realizado por Pratt y Casey (1990), se concluyó que una población impactada por la pesquería, tiene una recuperación lenta y en ocasiones se necesitan varias décadas para alcanzar sus antiguos niveles poblacionales.

De los pocos estudiados que se han realizado del pez guitarra para la región, cabe notar que casi todos hacen referencia a *Rhinobatos productus* (Ayes 1856), dado que es la única especie que se explota comercialmente en la costa occidental del Océano Pacífico, en la Bahía de Monterey, California y en la Península de Baja California, siendo esta especie la única que se comercializa como si fuera una especie de tiburón.

En el Océano Pacífico, la pesca de rayas se desarrolló con la introducción de las redes agalleras de fondo en el Alto Golfo de California, en la cual los pescadores las utilizaban para la captura de peces de escama.

La pesquería de rayas es artesanal y presenta características muy similares a la pesquería del tiburón (Castillo-Géniz *et al.*, 1998). Esta actividad pesquera, al igual que otras de la misma naturaleza artesanal, representa una fuente generadora de empleo y alimento que opera con base en la abundancia estacional, la actividad se realiza todo el año, con máximos de esfuerzo durante cuaresma (Márquez- Farías, 2007).

Para la captura de estos organismos se utilizan redes de monofilamento con diferentes tamaños de luz de malla que va desde las 4'' hasta las 15'' y se utiliza de manera semipermanente, sacándolas del agua únicamente para limpiarlas o repararlas, Las faenas de pesca duran de uno a tres días y participan hasta tres pescadores (Dowton-Hoffmann, 2007), otro tipo de arte pero menos común es con palangre, el cual consiste en una línea principal desde la cual penden líneas secundarias en el extremo de los cuales se colocan anzuelos. Durante su operación, la línea madre se encuentra dividida en secciones

delimitadas y sostenidas por líneas con un flotador en su extremo superficial, este equipo trabaja a la deriva, en algunos casos unido a las embarcaciones que lo operan.

La carne de las rayas se vende en fresco y principalmente en seco-salado, la mayoría del producto que es utilizado para consumo humano es obtenido de organismos maduros de tallas grandes, sin embargo, también suelen aparecer organismos de tallas pequeñas; también puede ser posible encontrar en tiendas de curiosidades a organismos pequeños disecados, principalmente neonatos (Dowton- Hoffmann, 2007).

Las rayas forman parte importante de la fauna de acompañamiento del camarón y su aprovechamiento se ha incrementado en los últimos años. Actualmente existen en Sonora comunidades pesqueras de diferentes tipos desde donde se dirige el esfuerzo de pesca a las rayas, algunas comunidades que se dedican a esta actividad son: Yavaros, Guaymas, Bahía de Kino, Puerto Peñasco, el Choyudo, El Cardonal, El Sahuimaro, entre otros.

### **III.3. Biología de la especie.**

El pez guitarra del género *Rhinobatos spp* (Tabla I), tiene reportada tres especies presentes en el Océano Pacífico de México: *R. productus* (Ayres, 1856), *R. glaucostigma* (Jordan & Gilbert, 1883) y *R. leucorhynchus* (Günther, 1867) (FAO, 1995).

Tabla I. Posición taxonómica del pez guitarra

Filo	Chordata
Clase	Chondrichthyes
Subclase	Neosalachii
Orden	Rajiformes
Familia	Rhinobatidae
Género	<i>Rhinobatos</i>

### III.3.1. Morfología.

El pez guitarra, posee la cabeza y la parte anterior del tronco moderadamente achatados, el hocico triangular y más o menos puntiagudo a ampliamente redondeado. Disco más largo que ancho a tan largo como ancho; cartílago rostral robusto, prolongado o no hasta el extremo del hocico o bien completamente ausente; ojos y espiráculos situados en el dorso de la cabeza; orificios nasales grandes, transversales a oblicuos, completamente separados y con un lóbulo medial ya sea corto, cubriendo parcial o totalmente la narina, o muy expandido posteriormente y hacia el plano medio, formando una cortina nasal casi continua, sólo interrumpida delante de la boca por un istmo estrecho; boca moderadamente pequeña y transversal a levemente arqueada; dientes mandibulares pequeños, numerosos y dispuestos en patrón quincuncional. Presentan aletas pectorales moderadamente a bien desarrolladas, extendiéndose desde cerca del extremo o la mitad de la longitud del hocico hasta el origen de las aletas pélvicas; poseen dos aletas dorsales bien desarrolladas y

ampliamente separadas, la primera situada levemente por detrás del extremo de las pélvica; tienen la aleta caudal con un lóbulo dorsal bien desarrollado, pero sin lóbulo ventral bien definido. Presentan una cola robusta, escualiforme a moderadamente esbelta más larga que el disco y con un pliegue longitudinal a cada lado. Tienen cuerpo, cola y aletas cubiertas con pequeñas escamas, excepto entre las aberturas branquiales de algunas especies. Presentan tubérculos frecuentemente en el hocico, las regiones orbitaria y nugal y a lo largo de la línea media hasta el origen de la primera aleta dorsal. Presentan un color en la cara dorsal de café a grisácea ornamentada de manchas y/o franjas claras u oscuras, mientras que la cara ventral esta coloreada como la dorsal o blanquecina. En el hocico y bordes de las aletas a menudo presentan marcas oscuras.

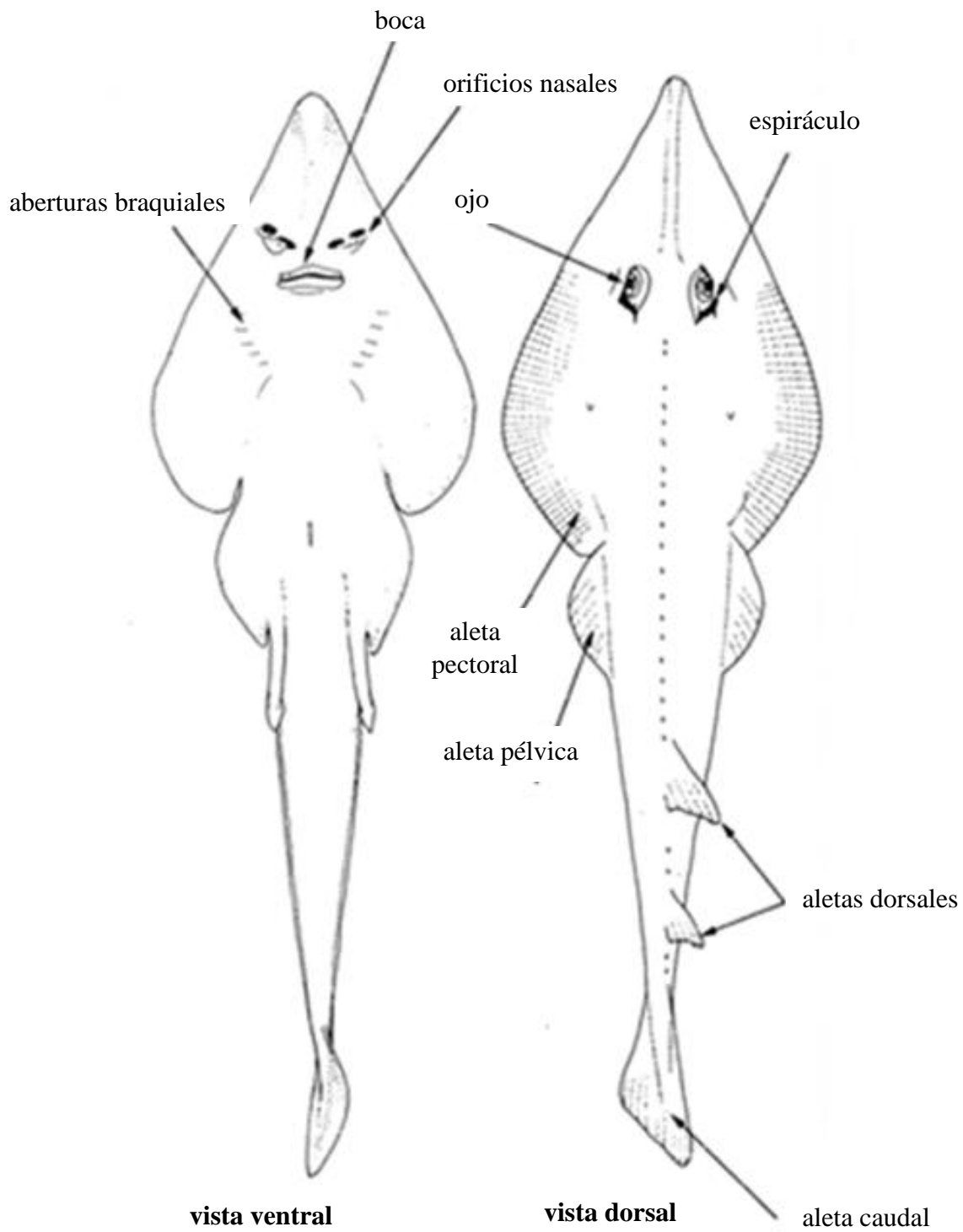


Figura 1. Morfología del pez guitarra (Guía FAO, 1995).

### **III.3.2. Alimentación.**

Los batoideos por ser depredadores tope, tener una diversidad de especies y mayor abundancia, podrían jugar papeles importantes en las redes alimenticias de las comunidades bentónicas marinas, relacionándose con interacciones ecológicas del tipo de competencias y depredación (Murawski, 1991; Mayo *et al.*, 1992; Fogarty y Murawski, 1998; Link *et al.*, 2002; Orlov, 2004).

Se ha reportado que algunos grupos de batoideos como es el caso de la familia Rhinobatidae juega un papel importante en el cambio de la fauna de la comunidad bentónica de sustrato de fondo blando (Von Blaircom, 1982; Rossuow, 1983; Ebert y Crowley, 2003).

En el caso del *Rhinobatos productus* se encontró que en su mayoría se alimenta de crustáceos según Talent (1982), en un trabajo realizado en el estuario Elkhorn Slough California.

En un estudio realizado por Downton- Hoffmann (2007) reportó que *R. productus* se alimenta principalmente de crustáceos como: el camarón *Farfantepenaeus californiensis*, y de cangrejos *Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus*, para la zona de Bahía Almejas y en el caso de la laguna de San Ignacio de: estomatópodos *Hemiesquilla ensigera californiensis* y *Hemiesquilla sp.*, langostilla *Pleuroncodes planipes* y del camarón *F. californiensis*, cabe aclarar que estas dos zonas de estudio se encuentran en el estado de Baja California Sur en México.

### **III.3.3. Reproducción.**

El pez guitarra es una especie ovovivípara, o bien vivípara aplacentaria (Musick y Ellis, 2005), las cápsulas fertilizadas son depositadas en el útero y están envueltas en una



membrana elástica café semitransparente en donde el embrión se desarrollará. No hay conexión placentaria y el embrión consumirá gradualmente el contenido del saco vitelino mientras crece y dependerá de este hasta su nacimiento. La fecundación es interna, por lo que es necesaria la cópula para lograr la fertilización (Márquez-Farías, 2007).

*R. productus*, se aparea durante una estación muy marcada, la cual se le asocia a los meses de verano posterior al alumbramiento. Se conoce que este patrón es similar para las poblaciones de la costa occidental de Baja California y para la del golfo de California.

Ya realizada la cópula, los gametos masculinos son depositados en los oviductos de la hembra por medio del cláster, el semen recorre el oviducto inferior, el cual posteriormente formará el útero durante la preñez y la fertilización de los óvulos se cree que se realiza en la glándula oviducal, de forma similar a lo que ocurre en otros elasmobranquios. Para la población de la costa occidental de Baja California se ha reportado que tiene una fecundidad de 6 a 16 embriones (Villavicencio-Garayzar, 1993).

Las hembras del pez guitarra presentan dos ovarios funcionales de tipo externo (Pratt, 1988) los cuales tienen dos oviductos a todo lo largo de la cavidad visceral, en medio trayecto de la parte anterior a la parte posterior se localiza lo que se conoce como una glándula oviducal en cada oviducto. En hembras grávidas, la parte posterior del oviducto se extiende notablemente ya que en estos se almacenan las cápsulas fertilizadas en las glándulas oviducuales.

Los machos por su parte presentan dos testículos alargados semicilíndricos, que se localizan sobre la pared superior del órgano epigonal. En organismos de mayor tamaño, los testículos se observan de color rosa y con aspecto granuloso y en el caso de los adultos, los testículos se observan engrosados.

Se han encontrado diferencias en la talla de nacimiento del pez guitarra de la costa de Sonora, la cual es de 175 mm de longitud total (Márquez-Farías, 2007), mientras que para los organismos de la costa occidental de Baja California se reportó una talla de 240 mm de longitud total (Downton-Hoffmann, 2001).

El pez guitarra, utiliza zonas someras como bahías o sistemas lagunares para el nacimiento de sus crías y probablemente también para el apareamiento (Castro, 1993; Heupel *et al.*, 2007). La utilización de áreas de crianza tiene una serie de ventajas para garantizar la supervivencia de los recién nacidos, ya que en dichas áreas los neonatos encuentran abrigo y alimento durante sus primeros días de vida, para posteriormente migrar hacia zonas de juveniles mayores y adultos (Castro, 1993). *R. productus*, es notablemente abundante en los meses de primavera, justamente cuando las hembras grávidas se aproximan a la costa para el alumbramiento.

#### **III.3.4. Tamaño.**

En Monterey, California, en un estudio realizado por Timmons y Bray (1997), se reportó una longitud total máxima de 1300 mm en hembras y 1140 mm de longitud total en machos de la especie *R. productus*. En el caso de Bahía Almejas, Baja California Sur en un trabajo realizado por Downton-Hoffmann (1996) se reportó para *R. productus* una talla máxima de longitud total de 1415 mm para hembras y de 1140 mm para machos, alcanzando la talla de primera madurez en las hembras a los 990 mm de longitud total y a los 800 mm en machos.

Para la costa de Sonora, la longitud total máxima reportada es de 1010 mm para hembras y de 660 mm de longitud total para machos para la especie *R. productus* (Márquez-Farías, 2007).

### III.3.5. Distribución.

El pez guitarra, *R. productus*, se distribuye desde las costas de California, EEUU, hasta las costas de Guerrero, incluyendo el Golfo de California (Beebe y Tee-Van 1941; Fisher *et al.*, 1995) (Figura 2) y para el caso de *R. glaucostigma* presenta una distribución que va del centro del Golfo de California hasta Ecuador ( Guía FAO, 1995) (Figura 3).

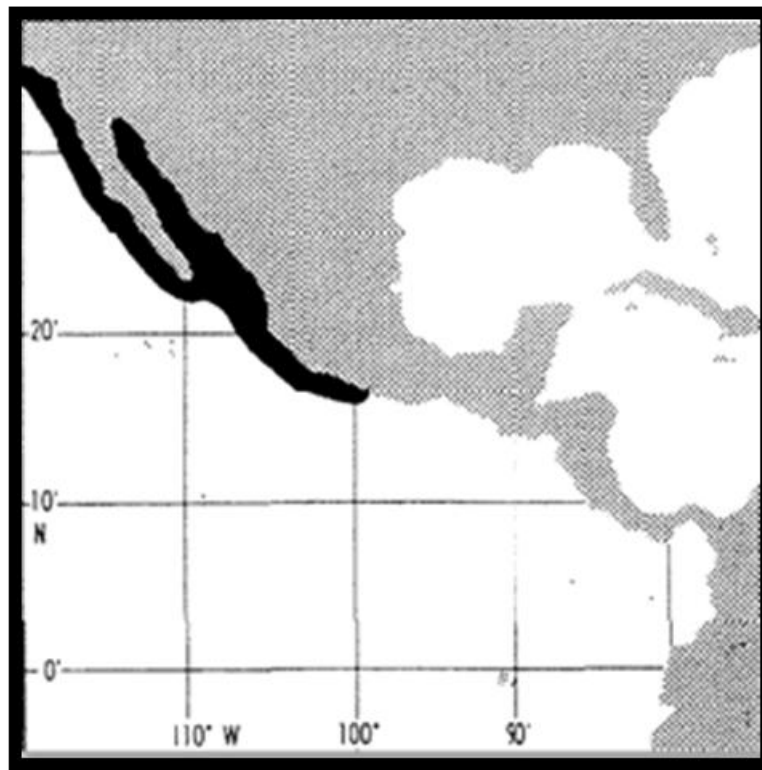


Figura 2. Distribución de *Rhinobatos productus* de acuerdo con la FAO (1995).

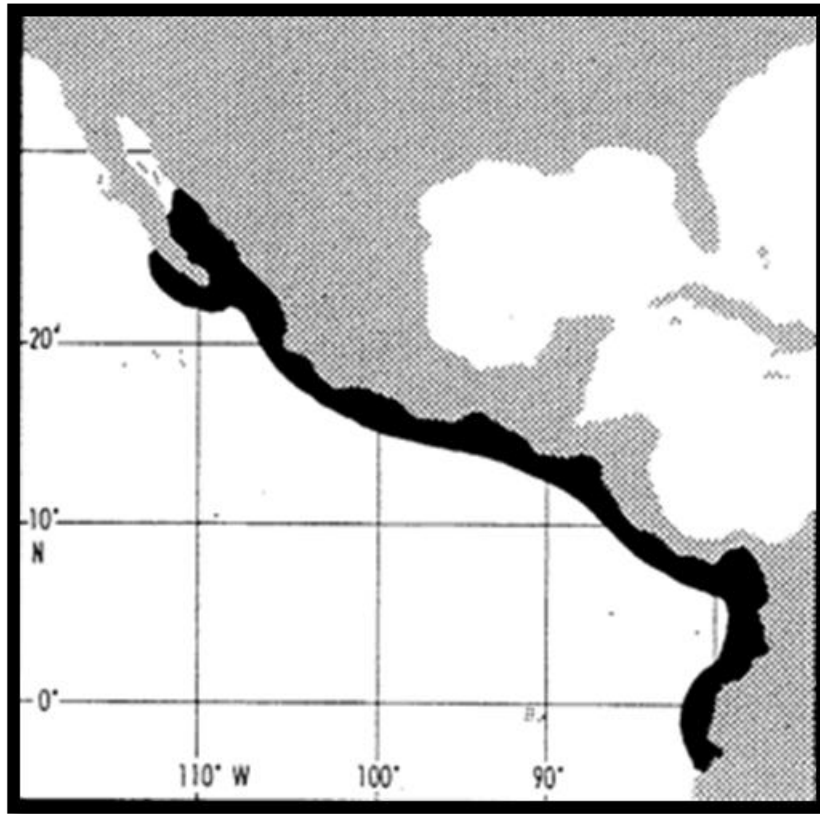


Figura 3. Distribución de *Rhinobatos glaucostigma* de acuerdo con la FAO (1995).

En cuanto a estudios de distribución de *R. productus* se ha determinado que existen diferencias en cuanto a los patrones genéticos de las poblaciones que se encuentran en el Golfo de California y en el Océano Pacífico (Sandoval *et al.*, 2004), dado que en el caso del Océano Pacífico más específicamente en la Bahía de Monterey, California (conocido como el límite norte de su distribución), en un estudio realizado por Herald *et al.* (1960) encontraron que los meses con mayor abundancia son mayo y junio, mientras que Talent (1985), registró un mayor número de organismos en los meses de agosto y noviembre.

En cuanto a la Península de Baja California, se sabe que esta especie presenta su mayor abundancia en el mes de agosto en el Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja

California, área que es utilizada por esta especie como lugar de reproducción (Beltrán *et al.*, 1986).

Más al sur de la Península se encuentra Bahía Almejas, Baja California Sur en donde Villavicencio-Garayzar (1993) y Downton-Hoffmann (1996) observaron claramente la mayor abundancia de esta especie en los meses de mayo a agosto, esto con mayor dominancia de hembras, mientras que en el caso de los machos maduros entran en el mes de julio a lo que son las zonas de reproducción.

#### **III.4. Medidas de conservación para *Rhinobatos productus*.**

*R. productus*, esta propuesta para entrar a la lista roja de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) con el estatus de cerca de la amenaza, es por eso que es importante revisar las medidas de conservación que se tienen para esta especie.

Sin embargo actualmente no hay medidas de conservación para esta especie en Estados Unidos ni en aguas mexicanas. En México, una moratoria en la asignación de las licencias de pesca adicionales de elasmobranquios fue decretada en 1993, pero no se ha realizado ningún plan de manejo para *R. productus* específicamente o la mayoría de los otros condriictios en México. Sin embargo, la legislación se está desarrollando actualmente en México para establecer un plan de manejo nacional de la industria pesquera de los elasmobranquios. Las capturas de elasmobranquios en México son pobremente monitoreadas y carecen de información detallada sobre cada especie. Todos los batoideos generalmente son llamados mantarrayas. Improvisar en la claridad de las capturas proporcionaría las bases esenciales para detectar las tendencias de la industria pesquera y como es necesario que se ha tratado la especie. La ampliación de los monitoreos de los elasmobranquios dirigidos hacia la captura de estos así como de su fauna de

acompañamiento en México son necesarios para proporcionar información valiosa en cuanto al status de la población de estas rayas. Los estudios sobre esta y otras pesquerías independientes de elasmobranquios demersales también son necesarios para proporcionar estimaciones sobre la abundancia y biomasa. El desarrollo y la puesta en práctica de planes de manejo ya sea nacional o regional, por ejemplo, bajo el plan internacional para la conservación y la gestión de tiburones (IPOA) hecho por FAO. Este plan de conservación sobre tiburones, puede facilitar la conservación y el manejo sustentable de todas las especies de condricios en los Estados Unidos y México (<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/60171/0>).

#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

Las redes de arrastre que se utilizan para la pesca de camarón en altamar, tienen como consecuencia la captura de diversas especies, las cuales son conocidas como fauna de acompañamiento de camarón, en ella podemos encontrar al pez guitarra.

La mayoría de los trabajos sobre el pez guitarra en el Golfo de California, son basados en las pesquerías ribereñas, dando esto como resultado una nula existencia de los registros poblacionales sobre este organismo en la pesquería de altamar.

Por lo que en este trabajo se presenta la información sobre la estructura de tallas y la dinámica poblacional de las especies de pez guitarra capturadas de manera incidental en la pesca de camarón del Golfo de California.

## **V. HIPÓTESIS**

La fracción poblacional de pez guitarra capturada por barcos camaroneros con redes de arrastre no es igual a la fracción poblacional capturada en la pesca ribereña, debido a que esta actividad se realiza con diferentes tipos de arte, cada uno de ellos con diferente selectividad, por lo que las estructuras de tallas de esta fracción no serán las mismas de la otra fracción poblacional.



## **VI. OBJETIVO**

### **VI. 1. Objetivo General.**

Determinar la estructura de tallas y la dinámica poblacional de las especies de Pez Guitarra (*Rhinobatos* spp.), componente de la fauna de acompañamiento de la pesca de camarón en el Golfo de California.

### **VI. 2. Objetivos Específicos.**

- a. Determinar la distribución latitudinal, batimétrica y abundancia relativa de cada especie de pez guitarra presente en la FAC del Golfo de California.
- b. Determinar las estructuras de tallas del pez guitarra presente en la FAC del Golfo de California.
- c. Estimar las relaciones biométricas, el crecimiento y la longevidad de cada una de las especies de pez guitarra.
- d. Estimar la mortalidad natural, por pesca y total para cada una de las especies de pez guitarra.
- e. Obtener el patrón de reclutamiento para cada una de las especies.
- f. Comparar la composición de especies y la estructura de tallas de pez guitarra obtenida en la pesca de arrastre y la pesca artesanal de Sonora.

## **VII. METODOLOGÍA**

### **VII.1. Muestreo.**

Se analizaron muestras de pez guitarra, obtenidas de la flota camaronera llevadas a cabo en el Golfo de California, comprendiendo el periodo de septiembre a marzo de la temporada de pesca camaronera de 2004-2005, así como también muestras de los cruceros de veda realizados por el INAPESCA y CIBNOR en julio y agosto del 2004 y 2005.

En el caso de las muestras obtenidas por la flota camaronera, estas fueron colectadas por 10 observadores a bordo, realizando muestreos de los viajes de pesca en los meses antes mencionados y tomando una muestra de aproximadamente 20 kg en toda la zona de pesca de la flota camaronera (figura 4). El tamaño de muestra fue determinado siguiendo el método de Pielou (1987).

En el caso de las muestras obtenidas de los cruceros de veda, estos cruceros se realizaron en los meses de julio y agosto del 2004 y 2005, cubriendo un total de 70 estaciones siguiendo un derrotero previamente definido por el INAPESCA en el Golfo de California (Figura 5 y Figura 6).

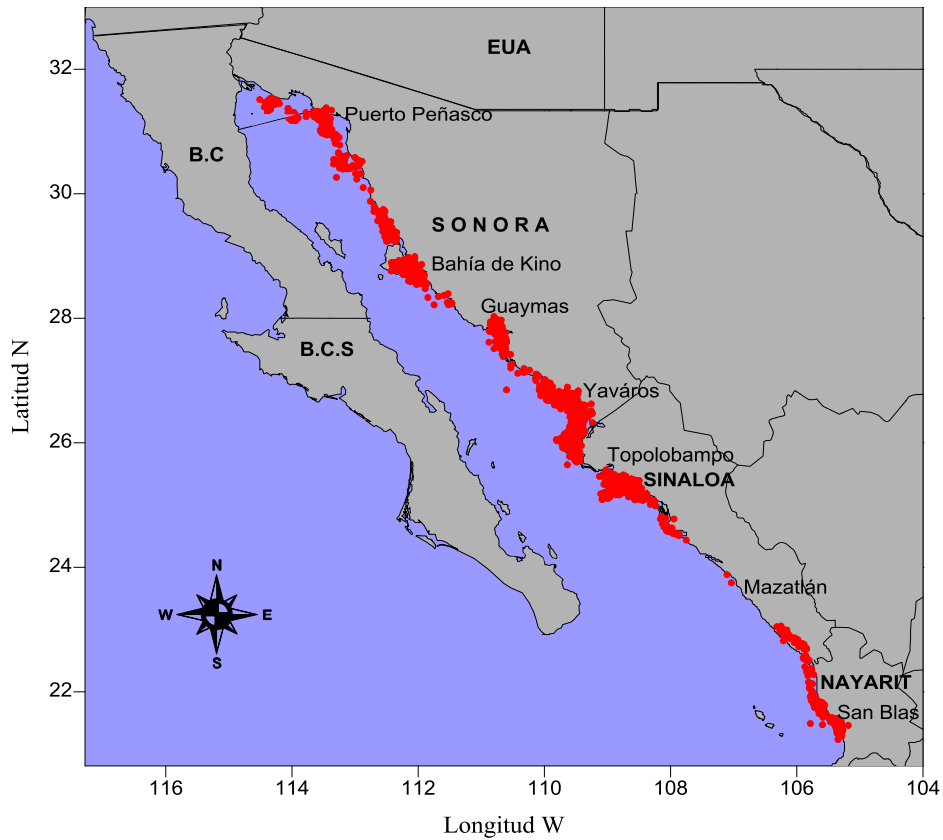


Figura 4. Zonas de pesca de la flota camaronera en la temporada 2004-2005.

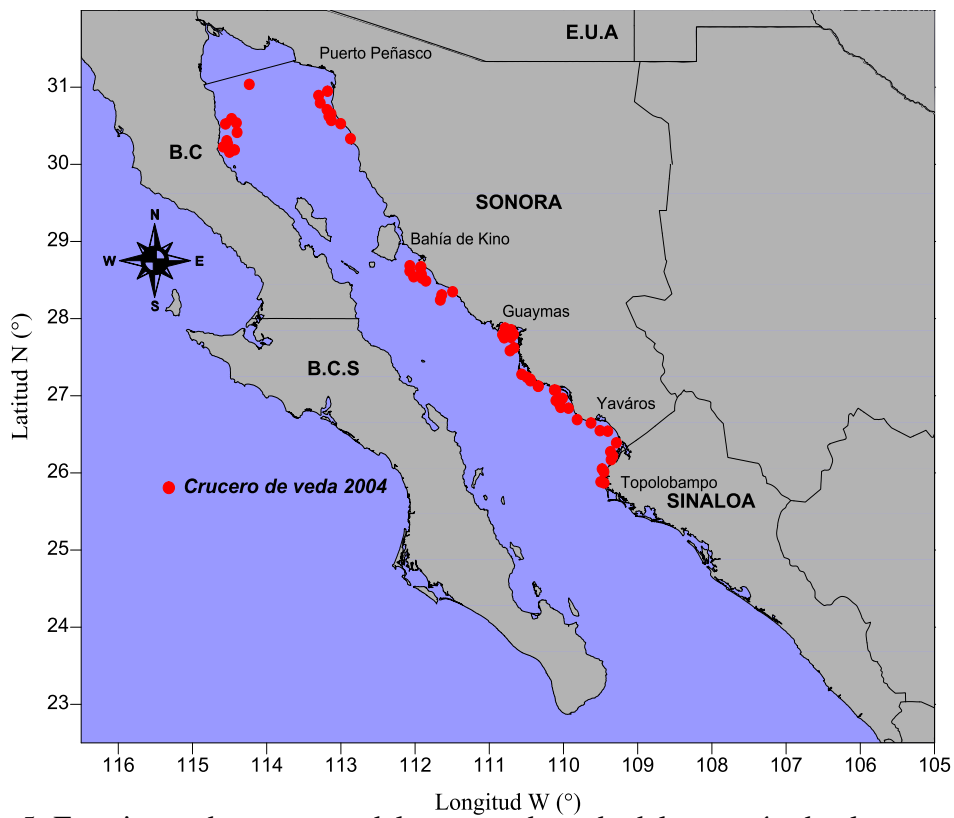


Figura 5. Estaciones de muestreo del crucero de veda del camarón de altamar efectuado en el 2004.

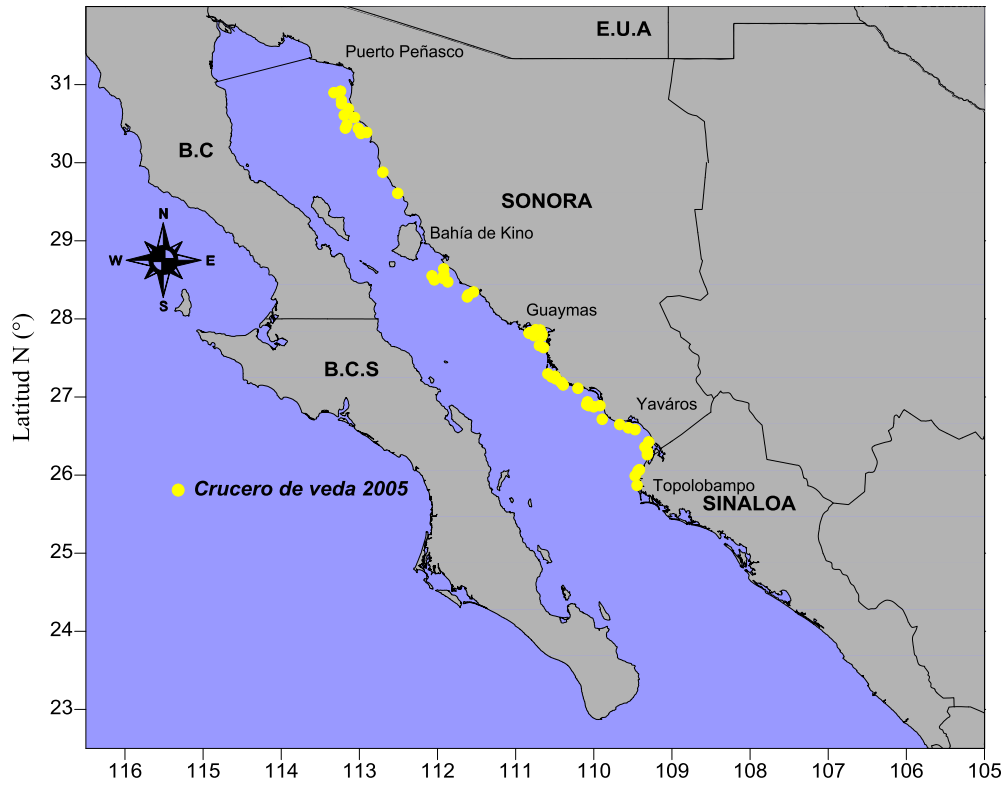


Figura 6. Estaciones de muestreo del crucero de veda del camarón de altamar efectuado en el 2005.

De las diferentes embarcaciones se obtuvo la información de cada lance como fue: profundidad, velocidad de arrastre, distancia recorrida, posición inicial y final del lance, composición de la captura, etc. Una vez que los copos de las redes fueron abiertos y la captura fue vertida en la cubierta de la embarcación, se procedió a separar la fauna de acompañamiento por grupos taxonómicos o en algunos casos por especies.

Dado que la captura era muy abundante, se tomó una muestra de 20 Kg de la fauna de acompañamiento capturada, procurando que esta fuera homogénea y por último se estimó la proporción que represento la FAC de la captura total.

Esta fauna de acompañamiento se guardó en una bolsa previamente etiquetada con los datos propios del lance y se congeló hasta su procesamiento en el laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas, Sonora.

## **VII.2. Trabajo en el laboratorio**

En el Laboratorio de Especialidades de Pesquerías del CIBNOR Unidad Guaymas de las muestras obtenidas en cada lance se procedió a separar el camarón y la fauna asociada, para su posterior identificación taxonómica. Para la identificación taxonómica se usaron las claves de Robertson y Allen (2002), Fisher *et al.* (2004) y Froese y Pauly (2007).

En el caso de los peces guitarra, las claves usadas fueron Robertson y Allen (2002) y Nelson (2009). Después de la identificación se procedió a realizar el muestreo biológico en cada uno de los organismos, el cual consistió en medir la longitud total (Lt) y ancho del disco (Ad) (figura 7), pesar (Pt) y determinar el sexo, esto se realizó notándose la presencia de mixopterigio, el cual es el órgano copulador y está unido a las aletas pélvicas.

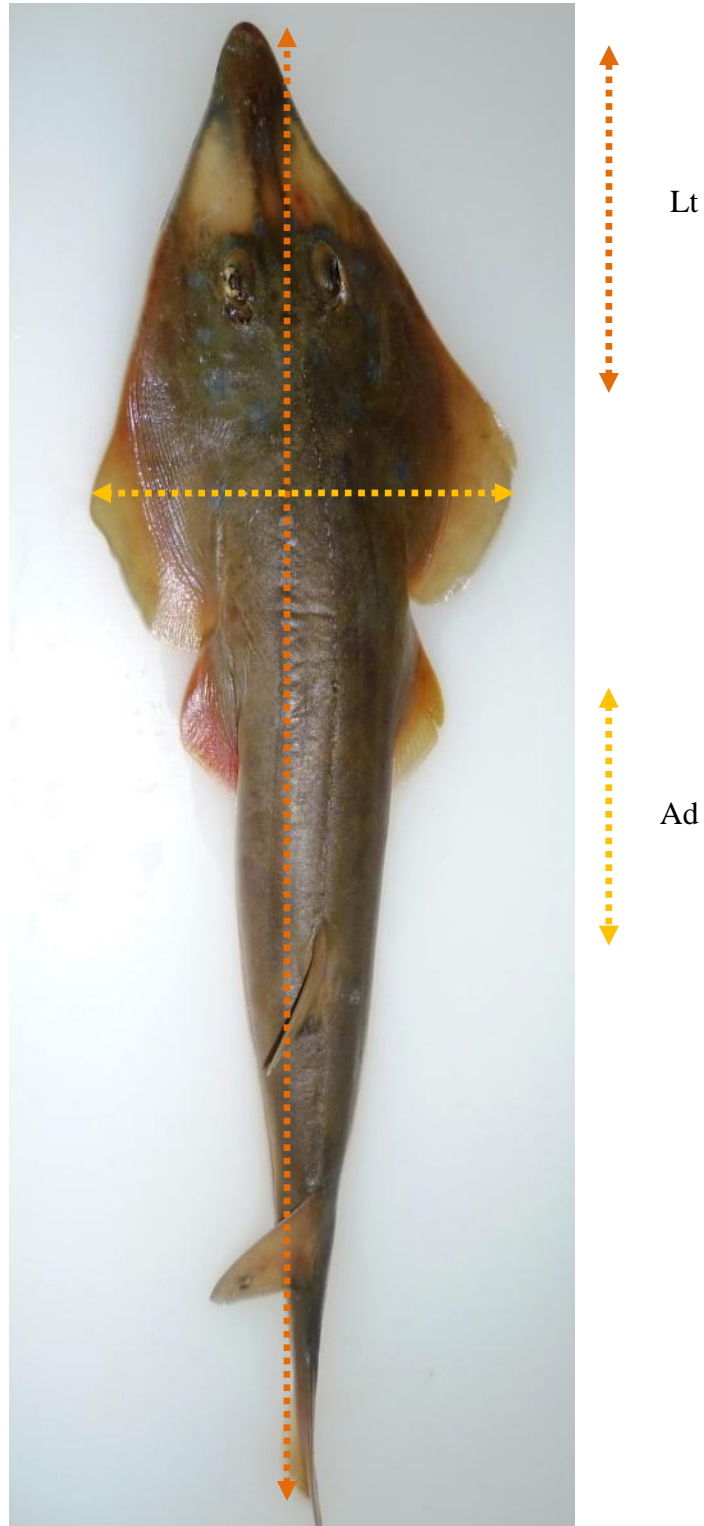


Figura7. Medidas que se realizaron a los organismos durante el muestreo biológico en el laboratorio: Lt= Longitud total, Ad= Ancho del disco.

### **VII.3. Trabajo de gabinete**

Posterior a obtener los datos del muestreo biológico se conformó una base de datos, en la cual se vertió la información que se ocupó para el análisis, la cual incluyó: datos del muestreo de campo y las medidas y datos obtenidos en el trabajo de laboratorio.

#### **VII.3.1. Distribución latitudinal, batimétrica y abundancias relativas.**

Para poder determinar la distribución latitudinal se ubicaron las estaciones en las cuales aparecieron las especies de pez guitarra y se efectuaron los mapas, marcándose aquellas estaciones en las cuales aparecieron los organismos. En el caso de la distribución batimétrica (por profundidad), las muestras fueron separadas en intervalos de 5 m, para poder así realizar el gráfico necesario para poder mostrar en cantidades porcentuales la aparición de estos organismos en los diferentes intervalos de profundidad.

Para determinar las abundancias relativas de los organismos de las diferentes especies de pez guitarra se obtuvieron calculándolo el total de organismos que aparecieron durante los muestreos y este se dividió entre el número de organismos de cada muestra en la que aparecieron, luego se ubicaron estas zonas en un mapa el cual se realizó utilizando el programa Surfer v 8., esta abundancia se muestra de manera porcentual

#### **VII.3.2. Estructura de tallas y cohortes.**

Para obtener las estructuras de tallas de cada especie, se utilizaron los datos de longitud total, los cuales fueron agrupados en intervalos de talla de 15 mm, estas estructuras de tallas sirven de base para los análisis de crecimiento individual promedio.

Para determinar el número de cohortes, es decir, los grupos de organismos nacidos en el mismo periodo y lugar que se encuentran presentes en las capturas y suponiéndose una distribución de tallas normal alrededor de la talla media de cada una de las cohortes (Sparre y Venema,1995), para esto se utilizó el método propuesto por Bhattacharya,1967. El cual consiste básicamente en separar las distribuciones normales, cada una de estas separaciones representa una cohorte de los organismos encontrada en la distribución de frecuencias total, comenzando por el lado izquierdo de ésta. Una vez que se determina la primera distribución normal, ésta es eliminada de la total y se repite el mismo procedimiento hasta que ya no sea posible separar otras distribuciones normales de la total, y todas estas se transforman en una línea recta, ya que se remplazan los números por sus logaritmos y se calculan las diferencias entre valores logarítmicos consecutivos (Sparre y Venema,1995).

### **VII.3.3. Relaciones biométricas.**

En el caso de la relación biométrica longitud vs peso por especie, se obtuvo mediante una regresión no lineal y usando como procedimiento de estimación los mínimos cuadrados. Como criterio de ajuste se utilizó el coeficiente de determinación. La relación tentativa que se estimó fue:

$$W = aL^b \quad (1)$$

Donde:

W = peso del organismo (en gramos).

L = longitud del organismo (en mm).

a y b = son los parámetros de la relación longitud-peso.



#### VII.3.4. Estimación de crecimiento.

Para obtener el estimado de crecimiento de las especies de pez guitarra se utiliza el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, suponiendo que los organismos de las diferentes especies de pez guitarra crecen siguiendo la cinética del modelo. El modelo tiene la siguiente fórmula:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)}) \quad (2)$$

Donde:

$L_t$  = longitud a un tiempo  $t$

$L_\infty$  = longitud asintótica

$K$  = coeficiente de crecimiento en base anual

$t_0$  = tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud cero

Para la obtención de los diferentes parámetros del modelo de von Bertalanffy se utilizaron métodos basados en tallas.

El parámetro  $K$  (coeficiente instantáneo de crecimiento) se obtuvo por medio de dos métodos: el primero fue el método NSLCA (New Sheperd's Length Composition Analysis) (Sheperd, 1987) y el segundo fue el método ELEFAN I (Electronic Frequency Analysis) (Pauly y David, 1981; Pauly, 1987).

Para determinar el valor de  $L_\infty$  (longitud asintótica), se utilizó el método de Powell-Wetherall (Powell, 1979; Wetherall *et al.*, 1987).

Estos parámetros se calcularon utilizando el software FISAT II.

El último parámetro de la ecuación  $t_0$  (tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero), este valor se calculó usando la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980):

$$t_0 = 1 * 10^{[-0.3922 - (0.2752 * \log L_\infty) - (1.038k * \log K)]} \quad (3)$$

Obteniendo estos tres parámetros de la ecuación de von Bertalanffy se procedió a realizar las gráficas de edad vs longitud total y la obtención de la ecuación que representa el crecimiento para cada una de las especies de pez guitarra.

### VII.3.5. Longevidad.

Para la obtención de la longevidad de cada una de las especies se utilizó la ecuación propuesta por Taylor (1962), en el cual se ha demostrado que el parámetro de curvatura de von Bertalanffy,  $K$ , se relaciona con la longevidad de los peces (Beverton y Holt, 1959), la ecuación es la siguiente:

$$t_{\max} = 3/K + t_0 \quad (4)$$

Donde:

$t_{\max}$  = Longevidad ( edad máxima que alcanza un organismo)

$K$  = Coeficiente de crecimiento

$t_0$  = tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero

### VII.3.6. Mortalidad natural.

Para la estimación de la mortalidad natural (M), se usó la ecuación empírica propuesta por Pauly (1980, 1987), la cual se basa en el supuesto de que existe una relación directa entre el crecimiento, la temperatura y la mortalidad natural. La ecuación es la siguiente:

$$\ln = -0.0152 - 0.279 * \ln L_{\infty} + 0.6543 * \ln K + 0.463 * \ln T \quad (5)$$

Dónde:

$L_{\infty}$  (mm) y K (anual) son parámetros de la ecuación de von Bertalanffy

T es la temperatura media anual del hábitat medida en °C.

### VII.3.7. Mortalidad total.

La mortalidad total se estimó usando el método de la Curva de Captura Linealizada basada en tallas, el cual utiliza los tres parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy para convertir las tallas en edad. El modelo presenta la siguiente fórmula:

$$\ln (N/\Delta t_i) = a + b * t_i \quad (6)$$

Donde:

N = número de peces en la clase i

$\Delta t_i$  = tiempo necesario para que el pez crezca en la clase i

$t_i$  = edad correspondiente a la clase i

b = estimado de Z

Para obtener este estimado se utilizó el software FISAT II.

### **VII.3.8. Mortalidad por pesca.**

Para la obtención de la mortalidad por pesca, se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$Z = M + F \quad (7)$$

$$F = Z - M$$

Donde:

Z = mortalidad total

M = mortalidad natural

F= mortalidad por pesca

### **VII.3.9. Tasa de explotación**

La tasa de explotación se obtuvo usando los valores de la mortalidad por pesca y de la mortalidad total, la fórmula que se utilizó fue la siguiente:

$$E = F/Z \quad (8)$$

Donde:

E= Tasa de explotación

F= Mortalidad por pesca

Z= Mortalidad total

### **VII.3.10. Patrón de reclutamiento.**

Para realizar la estimación del patrón de reclutamiento se utilizó el método ELEFAN II (Electronic Length Frequency Análisis II), el cual proyecta las muestras de longitudes de frecuencias presentes en las capturas, hacia atrás en el eje del tiempo, utilizando para ello

los estimados de los parámetros de crecimiento obtenidos de la ecuación de von Bertalanffy y con el cual genera el patrón de reclutamiento, esto es la distribución en el tiempo de los reclutas.

### **VII.3.11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña.**

Adicionalmente durante 2006 y 2007 personal del Laboratorio de Pesquerías de la Unidad Guaymas del CIBNOR efectuó muestreos de la pesca ribereña en diversos campos pesqueros de Sonora, mismos que fueron utilizados para obtener los datos de las especies y tallas de pez guitarra que captura la pesca ribereña. Estos datos fueron agrupados en intervalos de talla de 15 mm, los cuales sirvieron para realizar una comparación entre las muestras obtenidas de la pesca de altamar con la de la pesca ribereña.

Después se procedió a realizar una prueba de ji-cuadrada de bondad de ajuste la cual sirve para decidir si ambas distribuciones de frecuencias obtenidas son iguales o diferentes estadísticamente hablando. Esta prueba tiene la siguiente fórmula:

$$\chi^2_v = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} \quad (9)$$

Donde:

$o_i$ = frecuencia de altamar

$e_i$ = frecuencia en pesca ribereña

## VIII. RESULTADOS

### VIII.1. Especies de pez guitarra (*Rhinobatos spp*)

De las dos fuentes de información (observadores a bordo de la flota camaronera y cruceros) con las que se contó de los años 2004 y 2005 se colectaron un total de 281 organismos de pez guitarra, de los cuales 224 especímenes pertenecieron al año 2004 y 21 organismos para el año 2005. Estos organismos analizados se ubicaron en dos especies: *Rhinobatos glaucostigma* y *Rhinobatos productus* (figuras 8 y 9).

Las dos especies presentaron diferentes abundancias porcentuales, siendo *Rhinobatos glaucostigma* la especie que presentó más abundancia en ambos años (Tabla II).



Figura 8. Organismo perteneciente a la especie *Rhinobatos glaucostigma*.



Figura 9. Organismo perteneciente a la especie *Rhinobatos productus*.

Tabla II. Abundancias por especie de pez guitarra presentes en las muestras de FAC durante 2004 y 2005. N.O.2004: Número de Organismos del 2004, N.O. 2005: Número de Organismos del 2005, %2004: Abundancia en porcentaje del 2004, %2005: Abundancia en porcentaje del 2005, %Total: Porcentaje total.

Especie	N.O. 2004	% 2004	N.O. 2005	%2005	Total	% Total
<i>R. glaucostigma</i>	124	55.35%	13	61.90%	137	55.92%
<i>R. productus</i>	100	44.64%	8	38.09%	108	44.08%

En cuanto a proporción de sexos se encontró que *R. glaucostigma* presentó una relación 1M:1.06H , con un total de 71 machos y 66 hembras. Para *R. productus* se encontró una proporción de 1H:1.12M, esto es 51 hembras y 57 machos en total.

## VIII.2. Distribución latitudinal

El pez guitarra se encontró en diferentes partes del Golfo de California, siendo *Rhinobatos glaucostigma* la especie que presentó una distribución más restringida (Figura 10) y *Rhinobatos productus*, presentó una distribución más amplia (Figura 11).

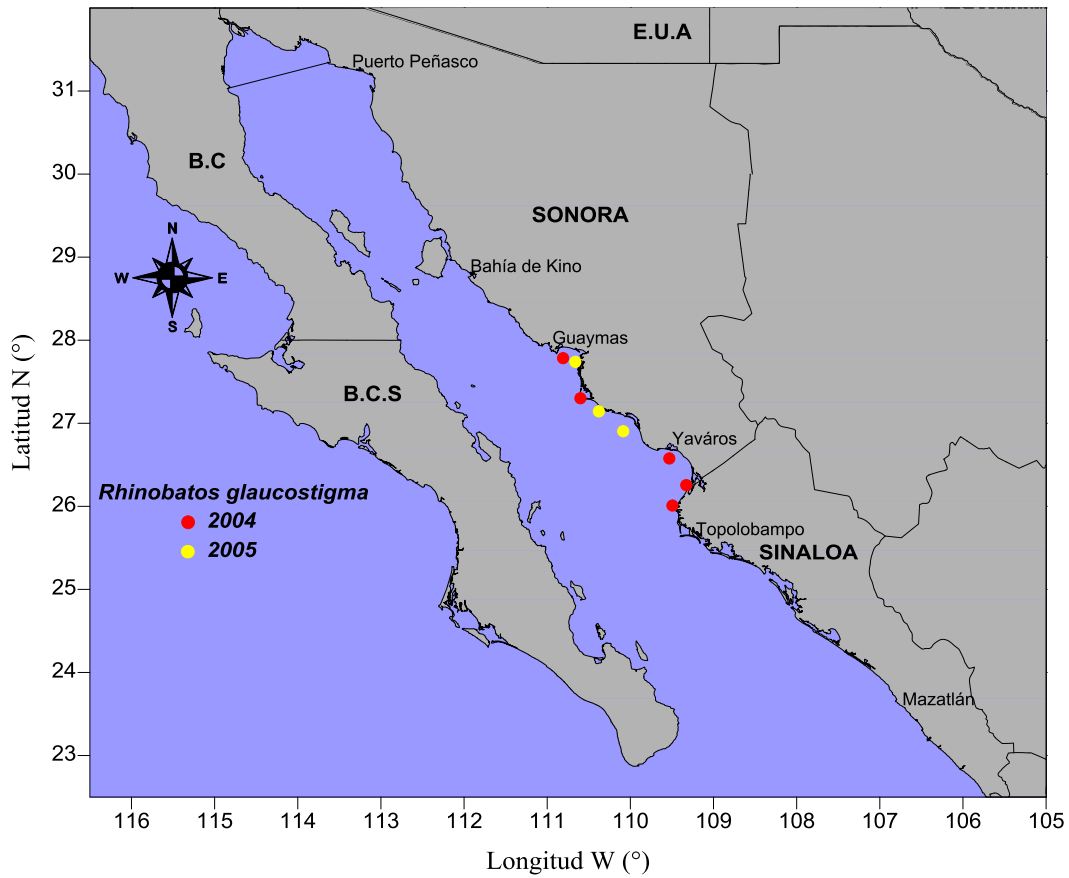


Figura 10. Mapa de distribución latitudinal de *Rhinobatos glaucostigma* para los años 2004 y 2005.



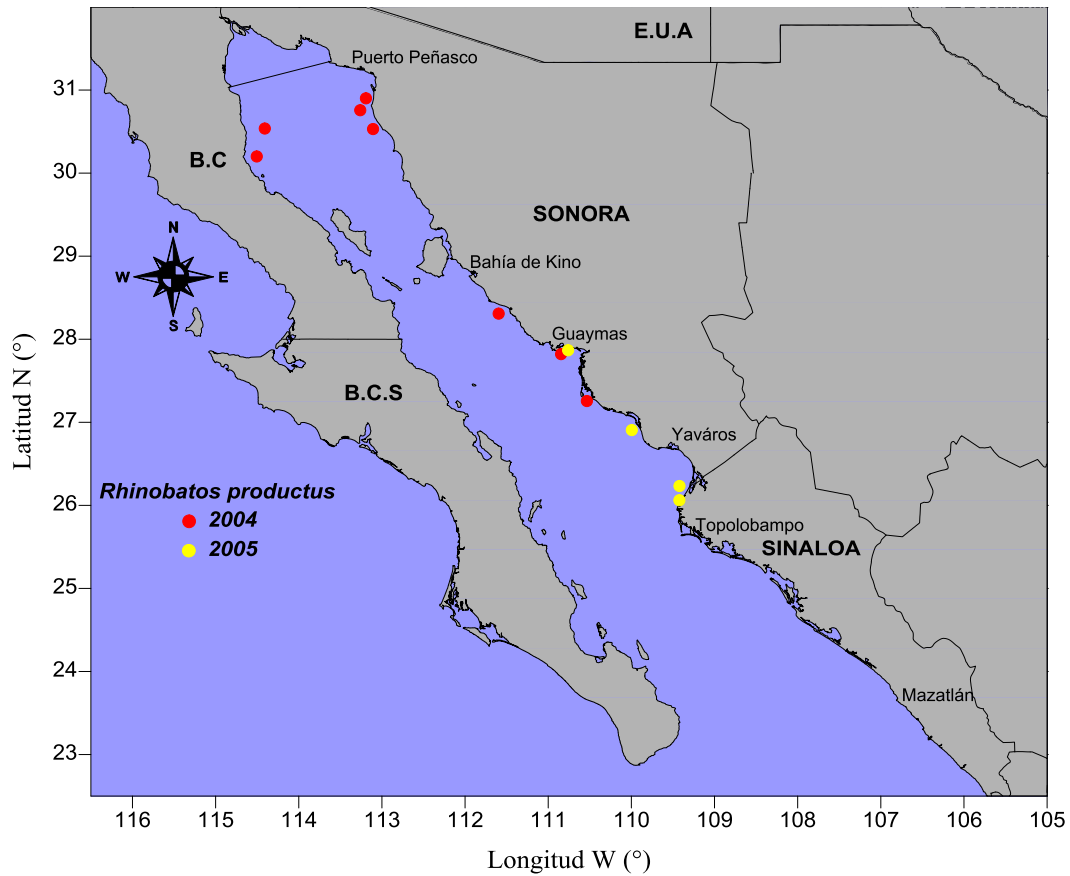


Figura 11. Mapa de distribución latitudinal de *Rhinobatos productus* para los años 2004 y 2005.

### VIII.3. Distribución batimétrica

En cuanto a la distribución batimétrica, el género *Rhinobatos spp* se presentó en el rango de los 12 a los 57 metros de profundidad. Por especie, durante 2004, *R. glaucostigma* se encontró en profundidades de los 12 a 47 metros (siendo los 12 metros la zona de mayor incidencia, 60% de los individuos). Durante 2005, *R. glaucostigma* se presentó a profundidades de 24 a 38 metros (más restringida), siendo a los 24 metros donde se encontró al 50% de los individuos (figura 12).

*R. productus*, se presentó a profundidades de los 17 a 57 metros, con el 35% de los individuos concentrados en una profundidad de 35 metros. Durante 2005 *R. productus* se

encontró a una profundidad de los 10 a los 20 metros de profundidad, encontrándose al 80% de los individuos a una profundidad de entre los 10 y 13 metros (figura 13).

Esta diferencia entre los rangos de profundidad de un año con otro se debió a que en el año 2005 los lances se efectuaron a menores profundidades en comparación con el 2004.

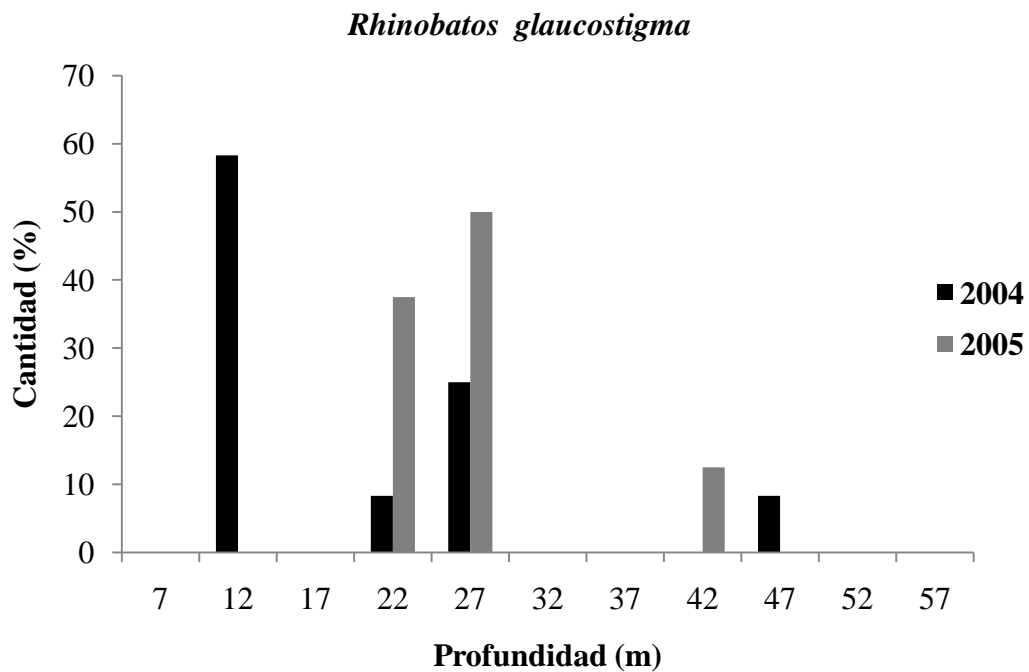


Figura 12. Distribución batimétrica en metros de *Rhinobatos glaucostigma* en los años 2004 y 2005.

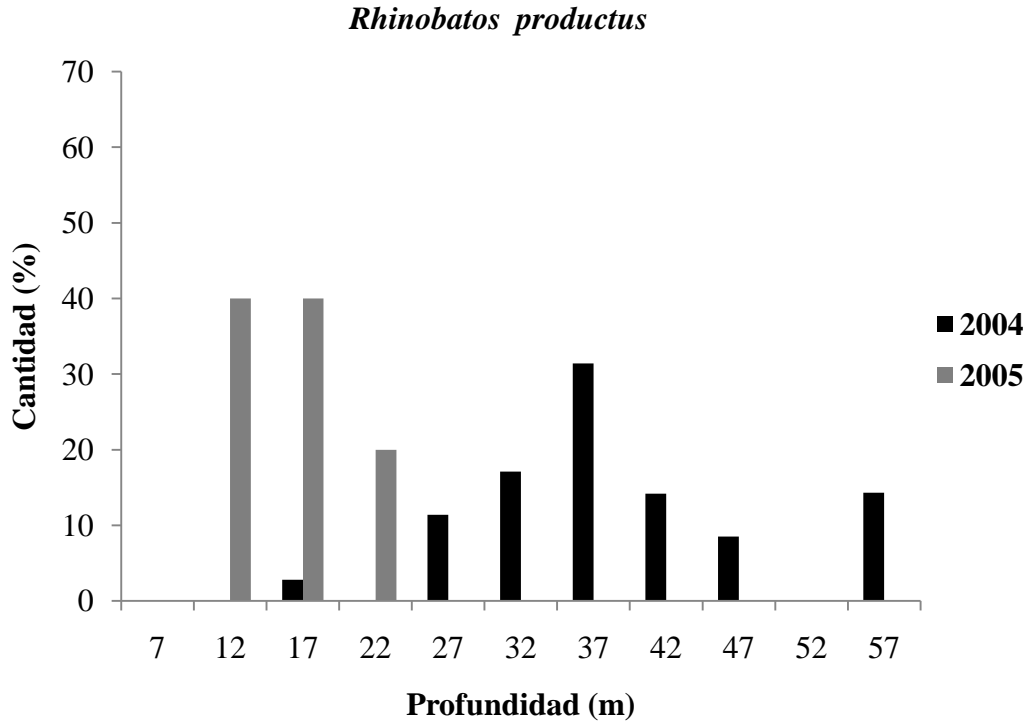


Figura 13. Distribución batimétrica en metros de *Rhinobatos productus* en los años 2004 y 2005.

#### VIII.4. Abundancias relativas

Las abundancias relativas (%) para cada una de las especies fueron diferentes. *R. glaucostigma* presentó mayor abundancia en la zona centro y sur del litoral sonoreense en ambos años (Figura 14). *R. productus* presentó sus mayores abundancias durante 2004 en la costa este de Baja California y para el año del 2005 se presentó principalmente en la zona centro y sur del litoral sonoreense (Figura 15).

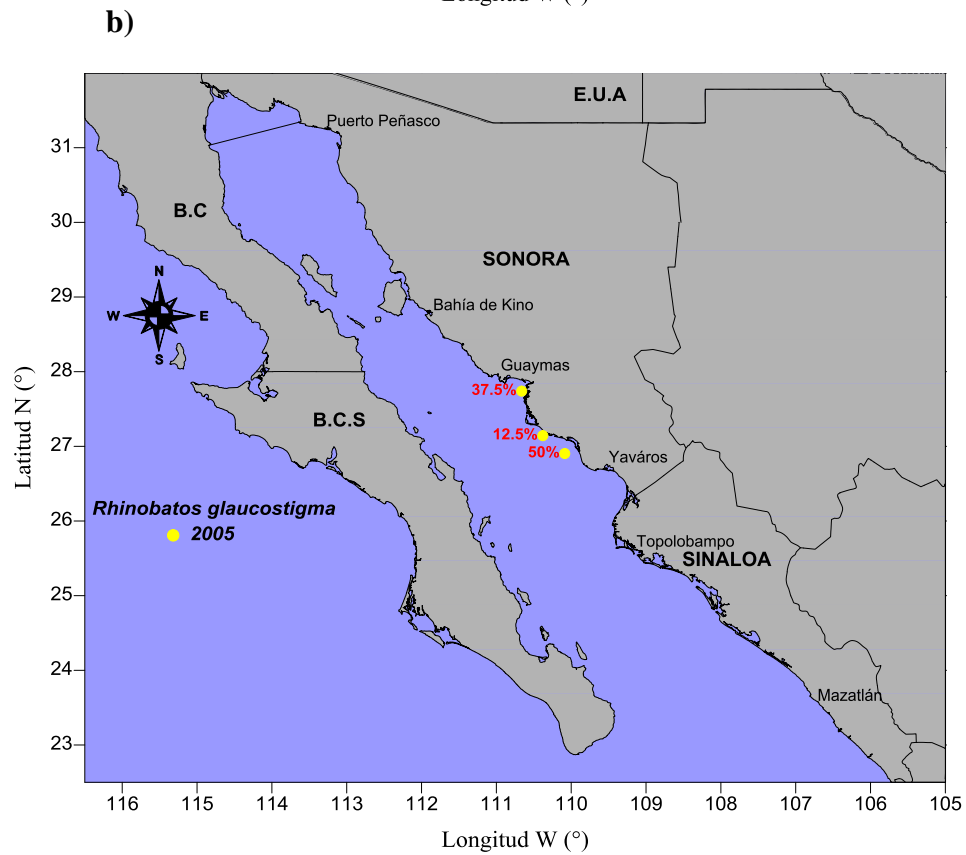
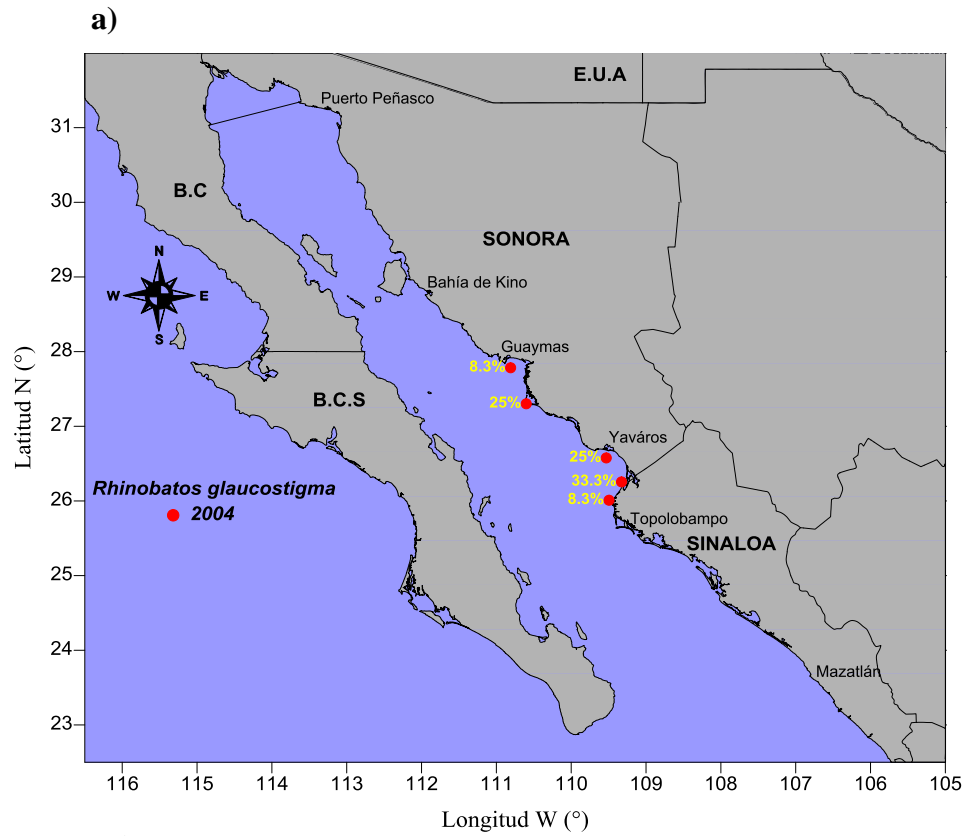


Figura 14. Abundancia relativa de *Rhinobatos glaucostigma* en el golfo de California. a) 2004 y b) 2005.

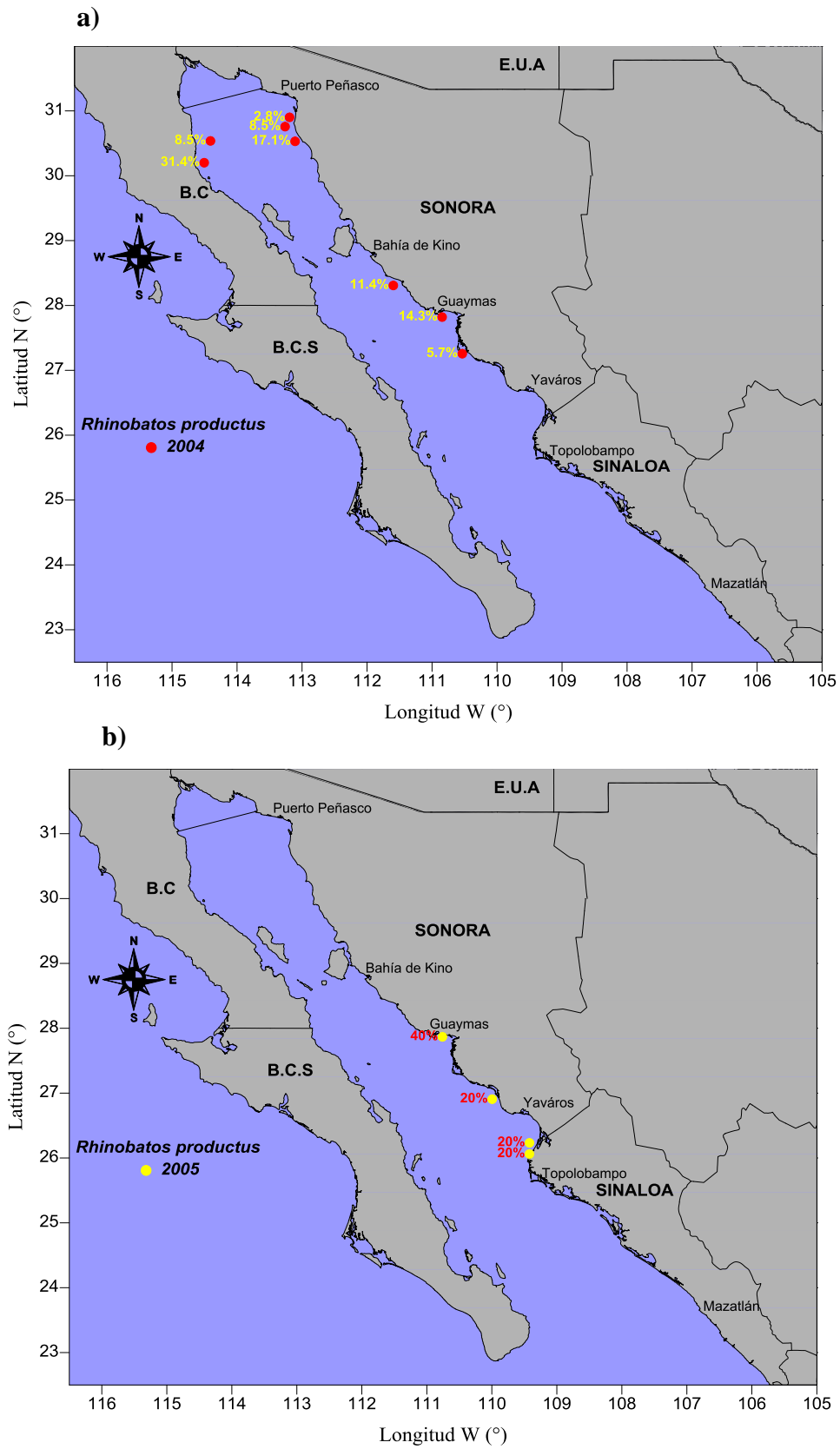


Figura 15. Abundancias relativas de *Rhinobatos productus* en el Golfo de California. a) 2004 y b) 2005.

### VIII.5. Relaciones biométricas.

La relación biométrica, longitud vs peso fueron obtenidas de las dos especies de pez guitarra tomando en cuenta el número total de organismos de cada especie y siguiendo un modelo de tipo potencial (figuras 16 y 18).

Se realizó también la relación biométrica ancho del disco/ longitud total para ambas especies (figuras 17 y 19).

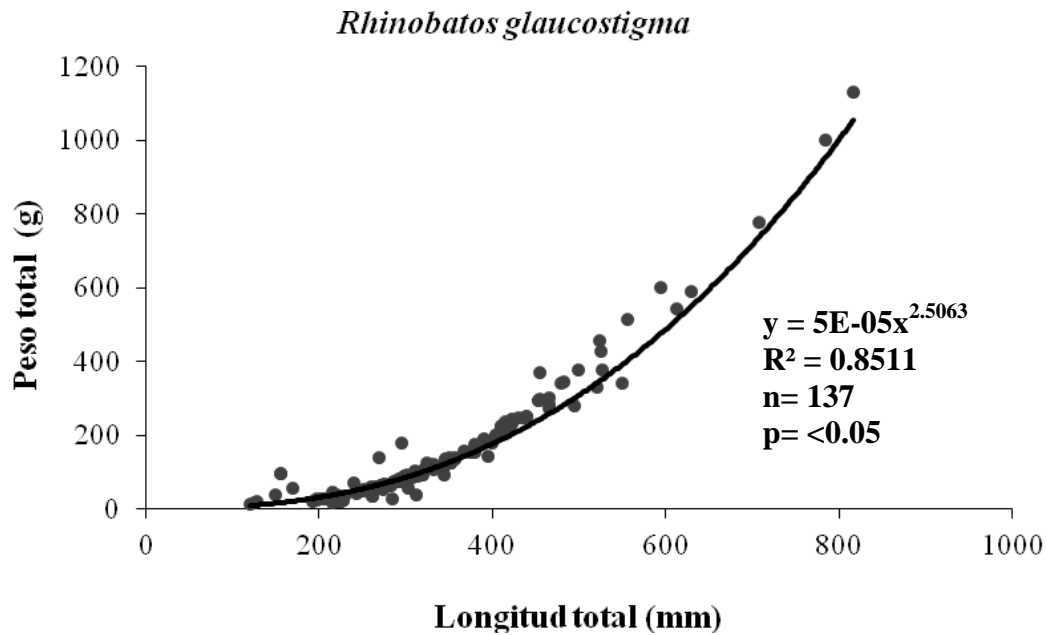


Figura 16. Relación longitud/peso de *Rhinobatos glaucostigma* en el Golfo de California.

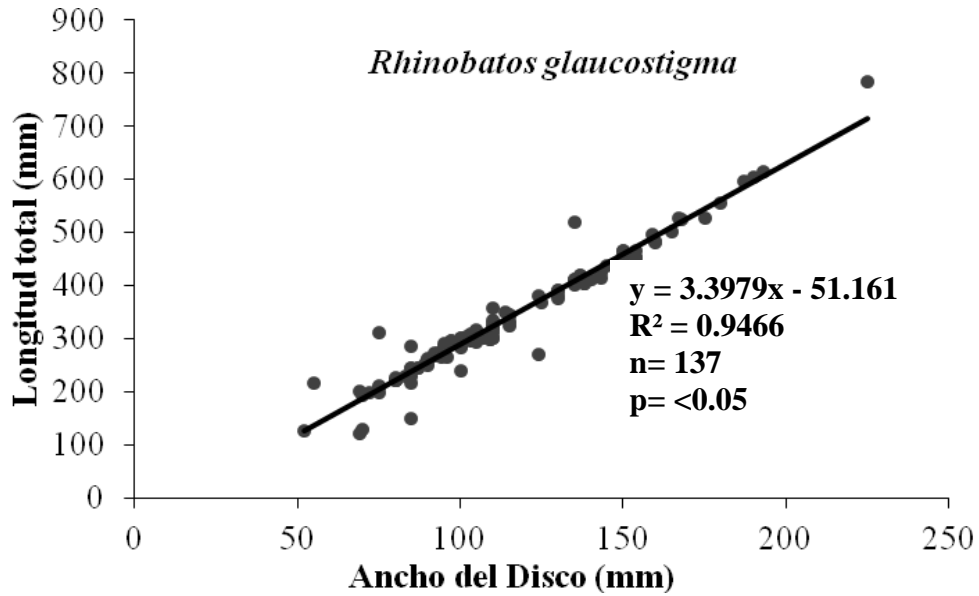


Figura 17. Relación biométrica ancho del disco/longitud total de *Rhinobatos glaucostigma* en el Golfo de California.

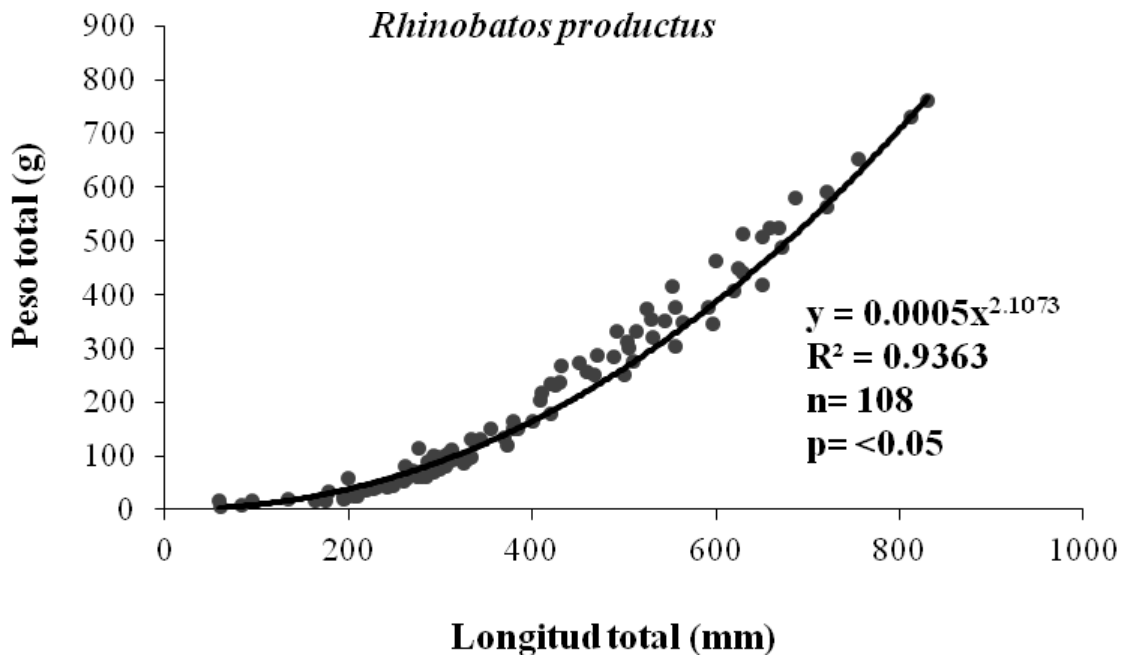


Figura 18. Relación longitud/peso de *Rhinobatos productus* en el Golfo de California.

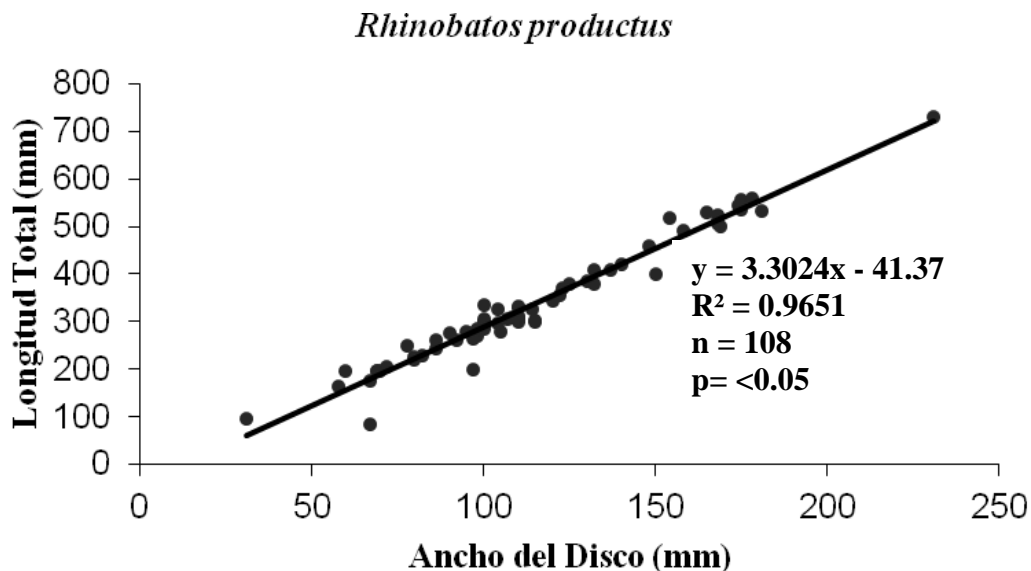


Figura 19. Relación biométrica ancho del disco/longitud total de *Rhinobatos productus* en el Golfo de California.

En ambas especies se observó un crecimiento de tipo alométrico ( $b \neq 3$ ).

#### VIII.6. Estructuras de tallas y cohortes

Las estructuras de tallas de ambas especies de pez guitarra muestra la aparición de individuos de diferentes tallas. *R. glaucostigma* durante 2004 presentó un rango de 127 a 787 mm de longitud total (LT), siendo los individuos más frecuentes los de tallas de 277 y 307 mm (Figura 20), mientras que para el año 2005 presentó un rango de 202 a 697 mm, siendo los individuos más frecuentes los de tallas de 262 y 337 mm (Figura 21). En los apéndices del 1 al 8 se muestran las estructuras de tallas por mes.

*R. productus* durante 2004 presentó un rango de tallas de 62 a 777 mm LT, siendo los individuos más frecuentes los de talla de 287 y 302 mm (Figura 22), mientras que en 2005 se presentó un rango de 137 a 557 mm (Figura 23). En los apéndices del 9 al 17 se muestran las estructuras de tallas por mes.



***Rhinobatos glaucostigma* 2004**

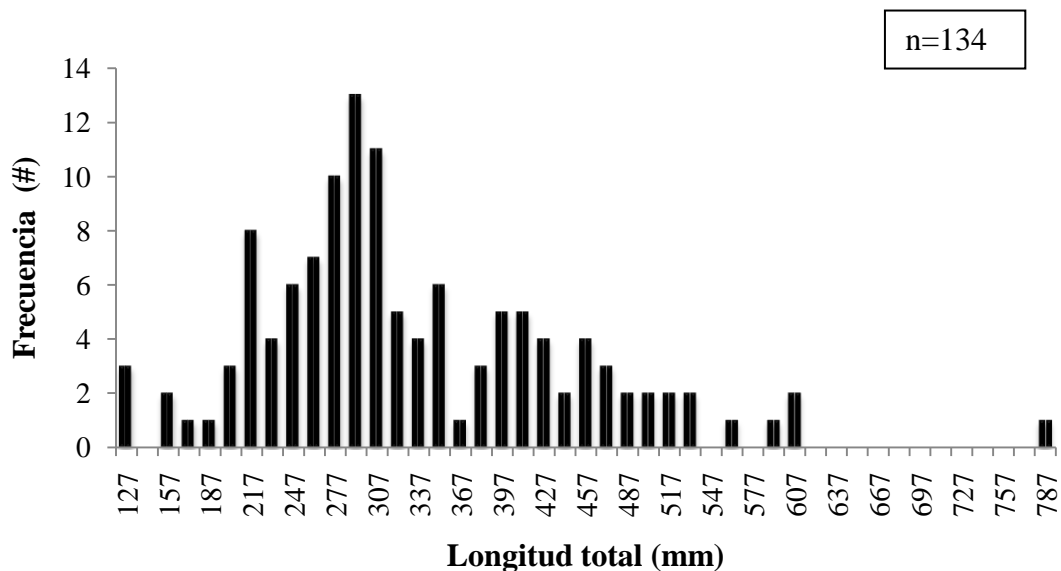


Figura 20. Estructura de talla de *Rhinobatos glaucostigma* de los organismos obtenidos en el año 2004.

***Rhinobatos glaucostigma* 2005**

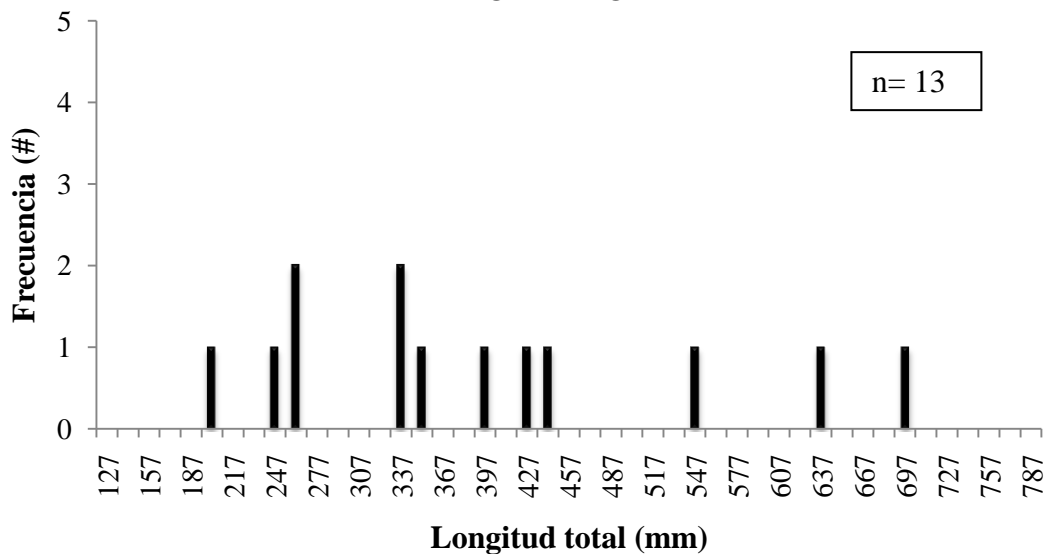


Figura 21. Estructura de talla de *Rhinobatos glaucostigma* de los organismos obtenidos en el año 2005.

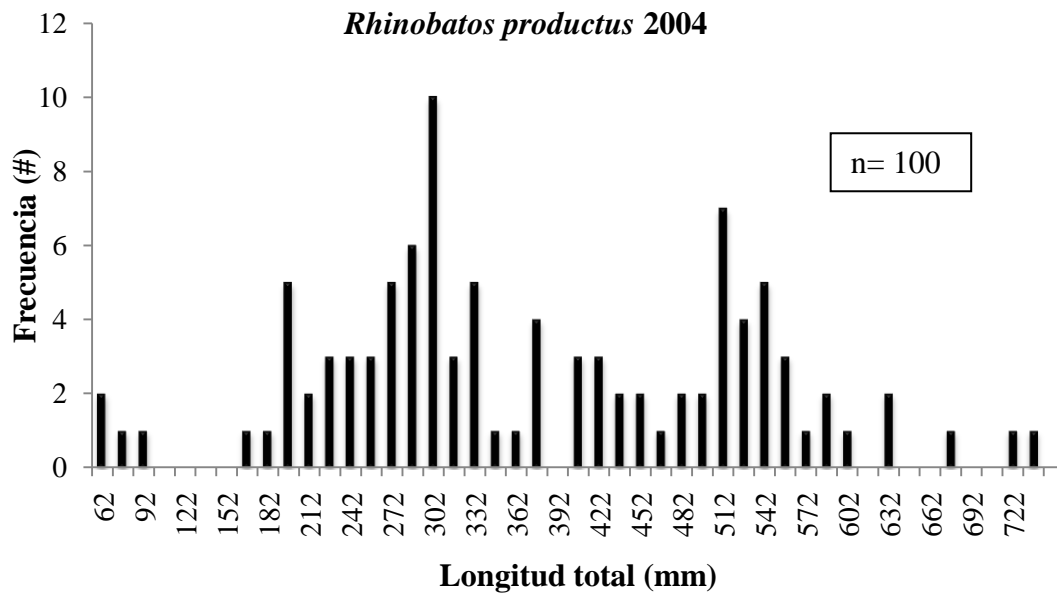


Figura 22. Estructura de talla de *Rhinobatos productus* de los organismos obtenidos en el año 2004.

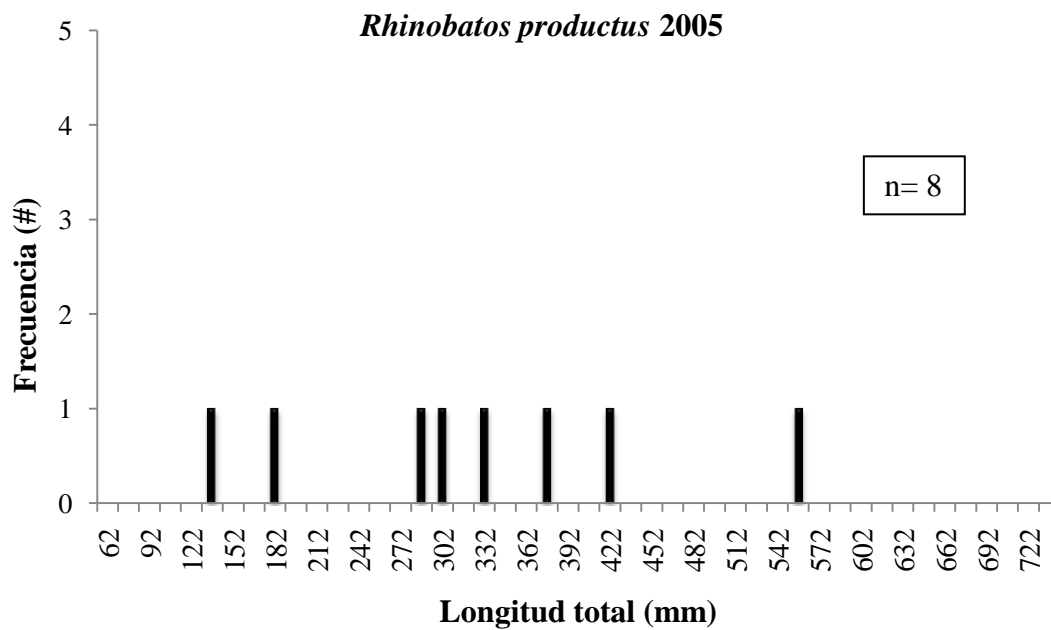


Figura 23. Estructura de talla de *Rhinobatos productus* de los organismos obtenidos en el año 2005.

Las cohortes o grupos modales encontrados en las poblaciones para cada una de las especies de pez guitarra durante el año 2004 se presentan a continuación en la Tabla III y Figura 24 para *R. glaucostigma* y tabla IV y Figura 25 para *R. productus*, para separar una cohorte de otra, el índice de separación debe de ser mayor de 2, esto se puede observar en las respectivas tablas. Debido a que en el año 2005 se contaron con una poca cantidad de organismos para ambas especies, este tipo de análisis solo se realizó en 2004.

Tabla III. Grupos modales o cohortes para *Rhinobatos glaucostigma* mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.

Grupo	Media estimada	Desviación estándar	Tamaño de la población	Índice de separación
1	217.64	8.970	15.00	0.000
2	288.74	19.130	46.00	5.060
3	345.68	11.370	11.00	3.730
4	405.52	17.080	19.00	4.210
5	473.00	14.620	11.00	4.260

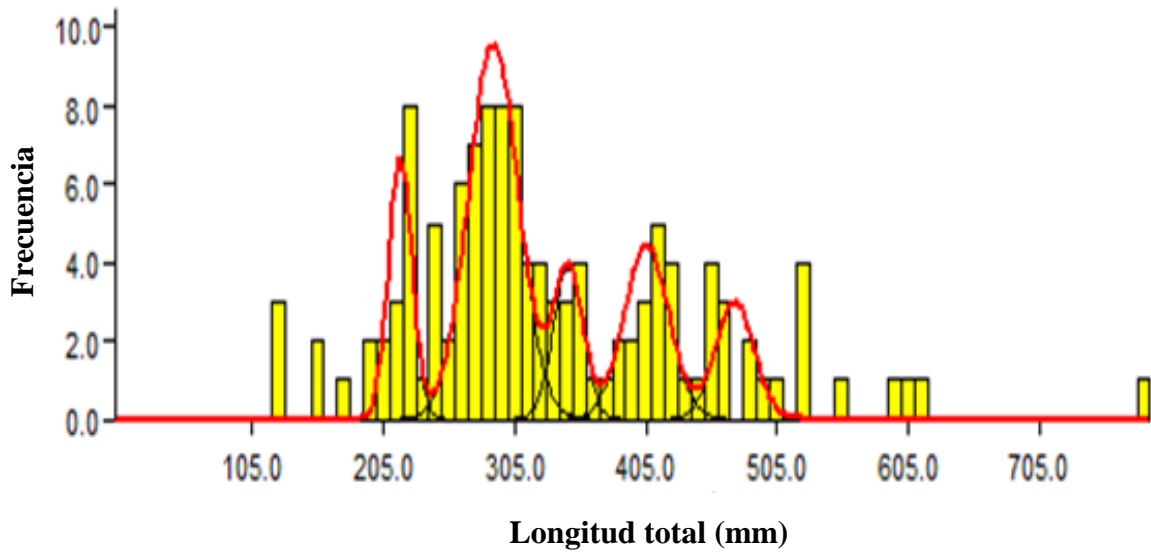


Figura 24. Cohortes para *R. glaucostigma* mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.

Tabla IV. Grupos modales o cohortes para *R. productus* mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.

Grupo	Media estimada	Desviación estándar	Tamaño de la población	Índice de separación
1	229.50	8.490	4.00	0.000
2	291.83	13.880	25.00	5.570
3	397.83	26.860	12.00	5.200
4	510.70	5.880	9.00	6.890
5	546.22	7.730	9.00	5.220
6	584.50	12.010	3.00	3.880

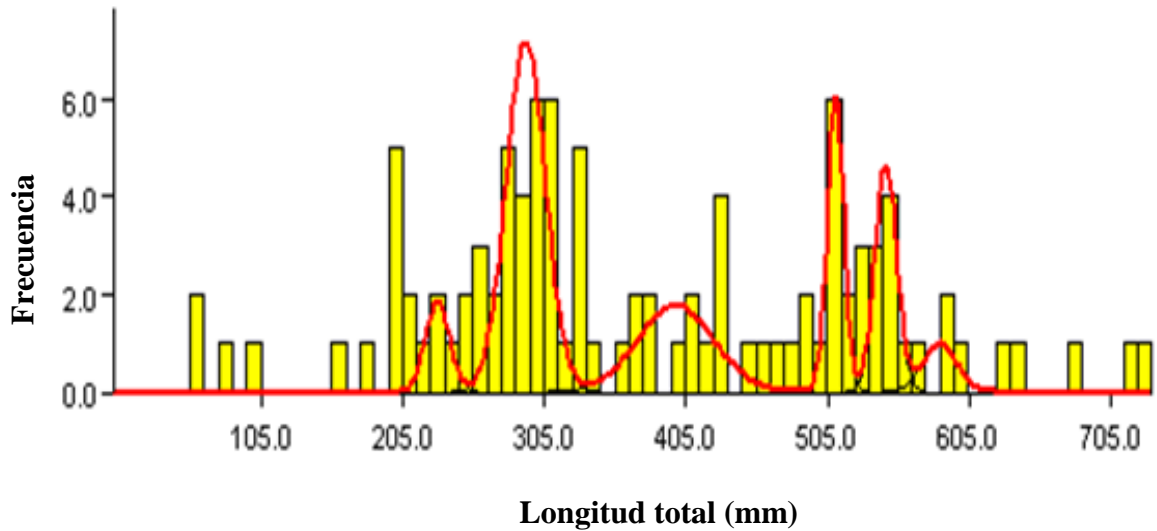


Figura 25. Cohortes para *R. glaucostigma* mediante la aplicación del método Bhattacharya para el año 2004.

### VIII.7. Estimación del crecimiento y sus parámetros

Los parámetros de crecimiento obtenidos para los especies de pez guitarras durante este estudio, se muestran en las tablas V y VI.

Tabla V. Parámetros de crecimiento de pez guitarra para el año 2004. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza),  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

Espece	K	$L_{\infty}$	$t_0$
<i>R. glaucostigma</i>	0.15	796 mm	-0.87073
<i>R. productus</i>	0.24	1003 mm	-0.5165

En el año 2004 la especie *R. glaucostigma* presentó un valor  $K= 0.15$  y *R. productus* presentó un valor  $K= 0.24$ .

Tabla VI. Parámetros de crecimiento del pez guitarra para el año 2005. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $L_{\infty}$ : Longitud asintótica (longitud máxima que alcanza),  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero.

Especie	K	$L_{\infty}$	$t_0$
<i>R. glaucostigma</i>	0.12	788 mm	-1.3307
<i>R. productus</i>	0.24	1003 mm	-0.5165

En el año 2005 la especie *R. glaucostigma* presentó un valor  $K= 0.12$  y *R. productus* presentó un valor  $K= 0.24$ .

Los parámetros de crecimiento obtenidos para ambas especies en los dos años son valores similares, estos muestran un crecimiento lento de las especies. Las curvas de crecimiento ajustadas de ambas especies se presentan en las figuras 26 a 29.

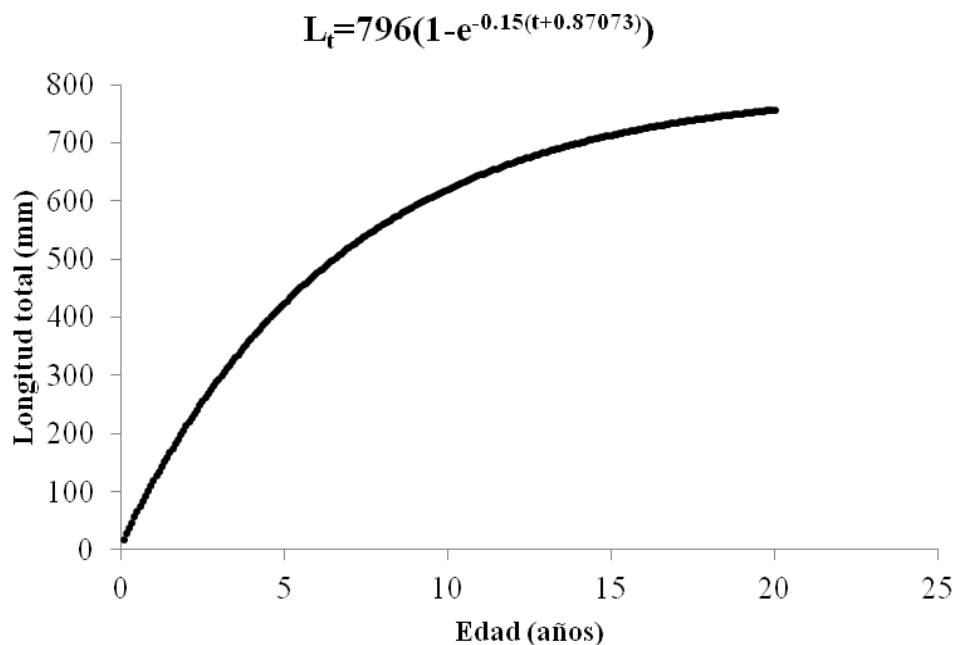


Figura 26. Curva de crecimiento de *Rhinobatos glaucostigma* durante 2004 en el Golfo de California.

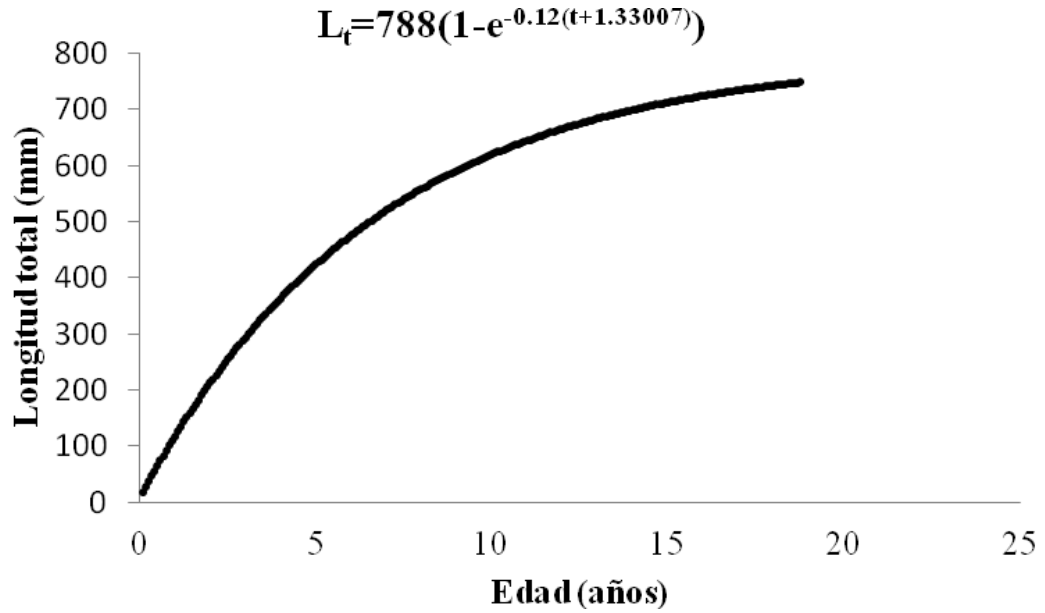


Figura 27. Curva de crecimiento de *Rhinobatos glaucostigma* durante 2005 en el Golfo de California.

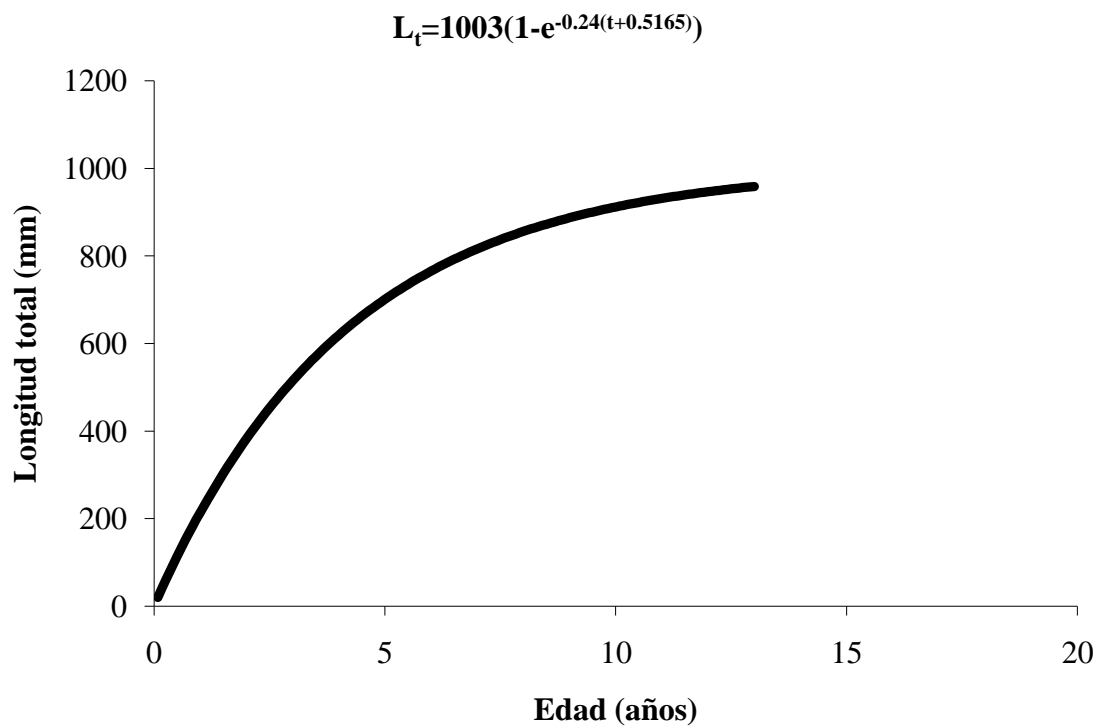


Figura 28. Curva de crecimiento de *Rhinobatos productus* durante 2004 en el Golfo de California.

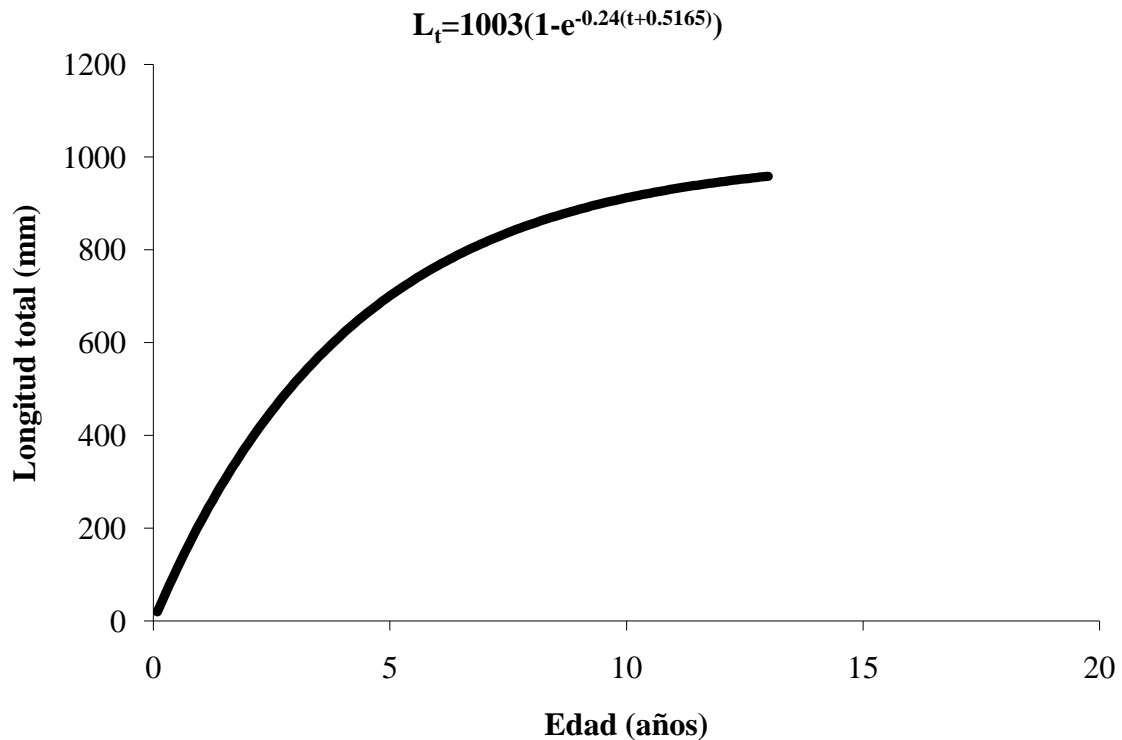


Figura 29 Curva de crecimiento de *Rhinobatos productus* durante 2005 en el Golfo de California.

En el caso de *R. productus* los valores de  $L_{\infty}$  utilizado para los dos años fueron el mismo, dado que los valores reportados para esta especie son valores más altos que los que se encontraron en el presente trabajo.

En los apéndices 18 y 19 se muestran la comparación entre las curvas de crecimiento para las dos especies de pez guitarra en ambos años.

### VIII.8. Longevidad

La longevidad obtenida para estas dos especies durante los dos años de este estudio (2004 y 2005) se muestra en la Tabla VII.



Tabla VII. Longevidad estimada del pez guitarra. K: Coeficiente instantáneo de crecimiento,  $t_0$ : tiempo hipotético donde el organismo tiene una longitud igual a cero,  $3/K + t_0 =$  Longevidad

<b>Especie</b>	<b>K</b>	<b><math>t_0</math></b>	<b><math>3/K + t_0</math></b>
<i>R. glaucostigma</i>	0.12	-1.3307	25 años
<i>R. productus</i>	0.24	-0.5165	12.5 años

### VIII.9. Mortalidad natural, por pesca y total

Los coeficientes instantáneos de mortalidad natural M y por pesca F obtenidos para las especies en los dos años del estudio se muestran en las tablas VIII y IX.

Tabla VIII. Coeficiente instantáneos de mortalidad y tasa de explotación del pez guitarra, 2004. M: Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F: Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación

<b>Especie</b>	<b>M/anual</b>	<b>Z/anual</b>	<b>F/anual</b>	<b>E/anual</b>
<i>R. glaucostigma</i>	0.18856	0.39	0.20	0.51
<i>R. productus</i>	0.28982	0.65	0.36	0.55

Tabla IX. Coeficiente instantáneos de mortalidad y tasa de explotación del pez guitarra, 2005. M: Mortalidad natural, Z= Mortalidad total, F: Mortalidad por pesca, E = Tasa de explotación

<b>Especie</b>	<b>M / anual</b>	<b>Z/ anual</b>	<b>F/ anual</b>	<b>E/anual</b>
<i>R. glaucostigma</i>	0.14503	0.32	0.17	0.54
<i>R. productus</i>	0.29	0.70	0.41	0.59

### VIII.10. Patrón de reclutamiento

En el caso del patrón de reclutamiento de *R. glaucostigma* para el año 2004 presentó un reclutamiento continuo a lo largo del año, con un máximo en los meses de abril a julio (Figura 30, Tabla X) y para el 2005 en los meses de abril a octubre (Figura 31, Tabla XI).

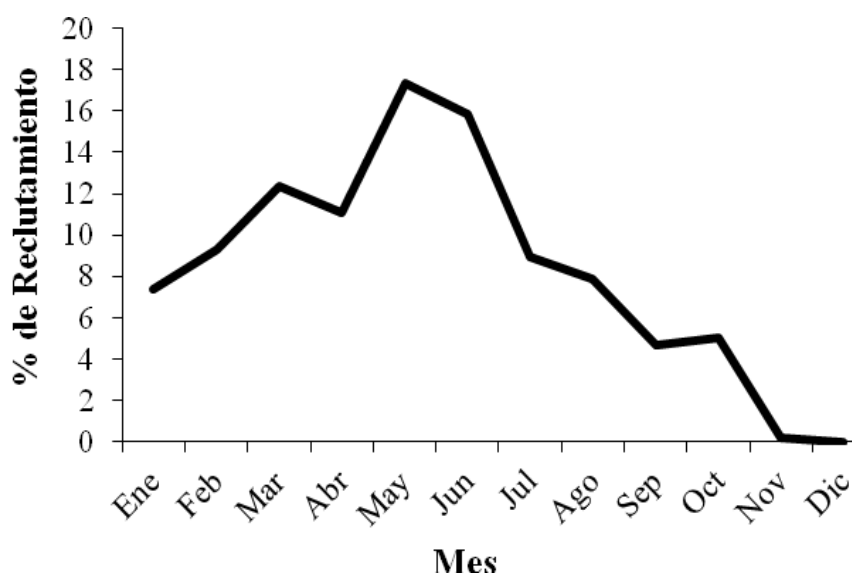


Figura 30. Patrón de reclutamiento de *R. glaucostigma* para el año 2004 en el Golfo de California.

Tabla X. Patrón de reclutamiento de *R. glaucostigma* para el año 2004 en el Golfo de California.

Mes	% reclutamiento
Ene	7.39
Feb	9.27
Mar	12.35
Abr	11.09
May	17.35
Jun	15.81
Jul	8.92
Ago	7.86
Sep	4.7
Oct	5.05
Nov	0.2
Dic	0

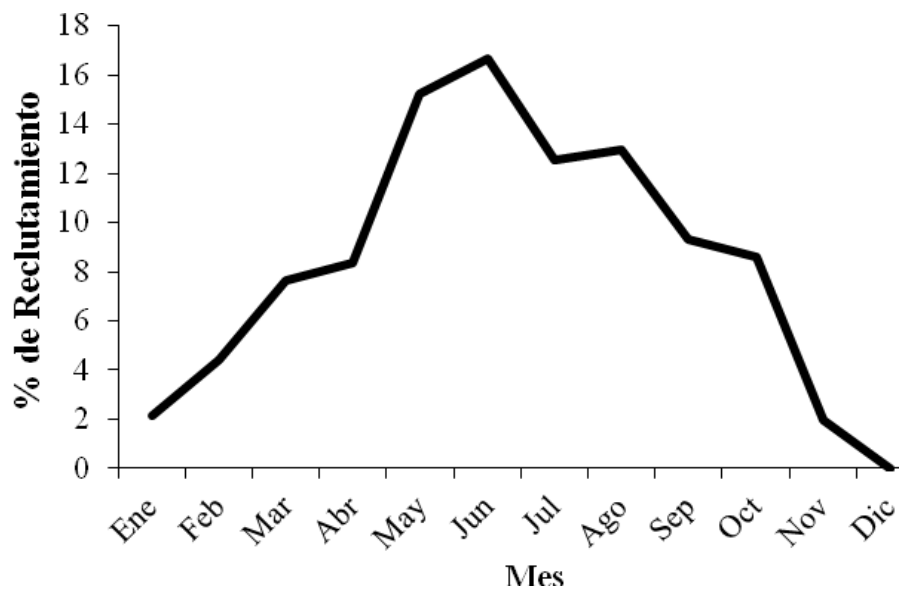


Figura 31. Patrón de reclutamiento de *R. glaucostigma* para el año 2005 en el Golfo de California.

Tabla XI. Patrón de reclutamiento de *R. glaucostigma* para el año 2005 en el Golfo de California.

Mes	% reclutamiento
Ene	2.17
Feb	4.44
Mar	7.63
Abr	8.38
May	15.24
Jun	16.67
Jul	12.54
Ago	12.98
Sep	9.34
Oct	8.62
Nov	1.99
Dic	0

Para *R. productus* se presentó un reclutamiento continuo en ambos años, para el 2004 teniendo el máximo en los meses de abril a agosto (Figura 32, Tabla XII), y para el 2005 en los meses de abril a septiembre (Figura 33, Tabla XIII).

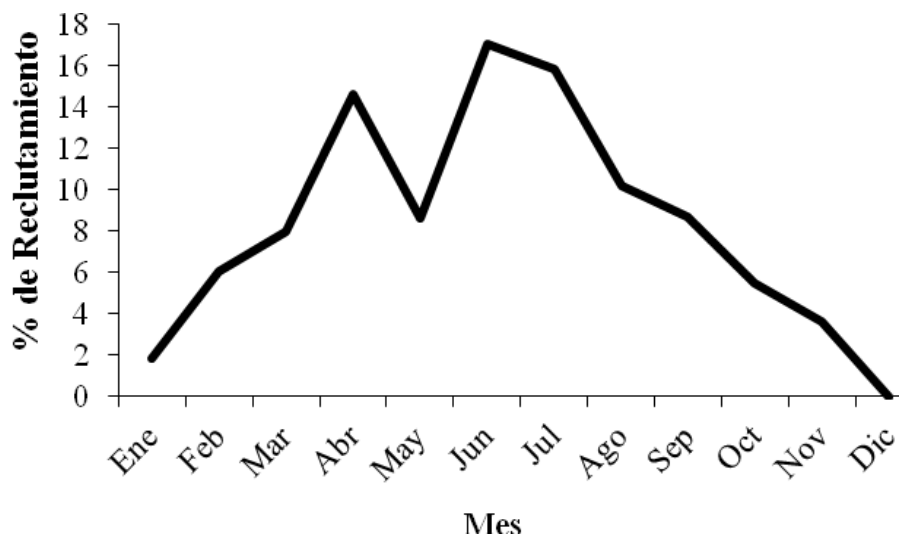


Figura 32. Patrón de reclutamiento de *R. productus* para el año 2004 en el Golfo de California.

Tabla XII. Patrón de reclutamiento de *R. productus* para el año 2004 en el Golfo de California.

Mes	% reclutamiento
Ene	1.83
Feb	6.07
Mar	8
Abr	14.61
May	8.63
Jun	17.04
Jul	15.84
Ago	10.19
Sep	8.72
Oct	5.45
Nov	3.64
Dic	0

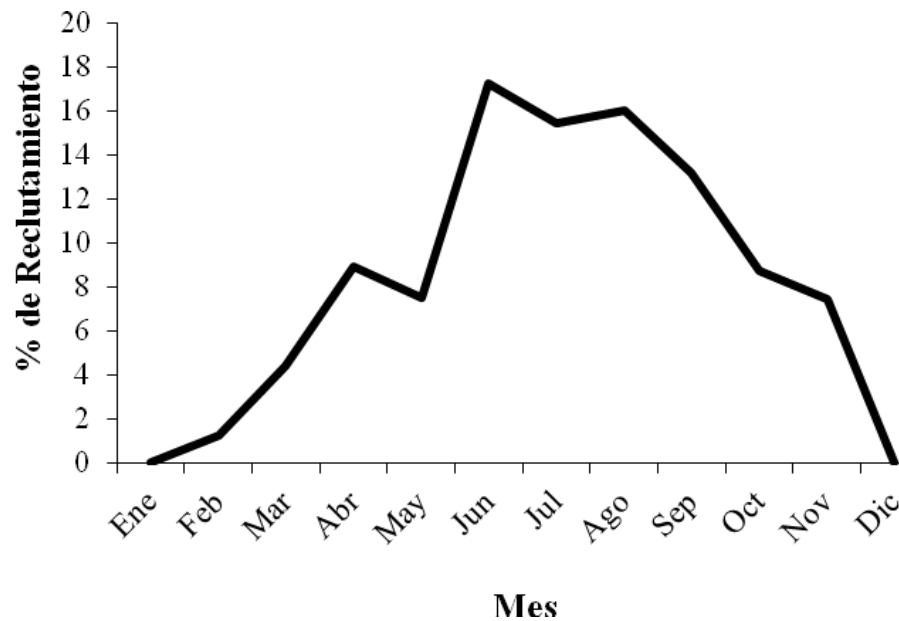


Figura 33. Patrón de reclutamiento de *R. productus* para el año 2005 en el Golfo de California.

Tabla XIII. Patrón de reclutamiento de *R. productus* para el año 2005 en el Golfo de California.

Mes	% reclutamiento
Ene	0
Feb	1.24
Mar	4.41
Abr	8.92
May	7.49
Jun	17.23
Jul	15.43
Ago	15.99
Sep	13.18
Oct	8.7
Nov	7.41
Dic	0

En los apéndices 20 y 21 se muestra un comparativo del patrón de reclutamiento para ambas especies y en ambos años.

**VIII. 11. Comparación de las estructuras de tallas obtenidas de la flota de altamar con las obtenidas en la pesca ribereña.**

Para la comparación de las estructuras de tallas de los diferentes tipos de pesca, se utilizaron los datos de longitud total de *R. productus*, dado que esta es la única especie que se explota de manera comercial y con estos datos se realizó una estructura de tallas general para cada uno de los diferentes tipos de artes, para después realizar una comparación por medio del método estadístico de la bondad de ajuste de ji cuadrada. La estructura de tallas para *R. productus* de altamar presentó una longitud total de los 59.5-753 mm y para la pesca ribereña presentó una longitud total de los 445-860 mm (Figura 34).

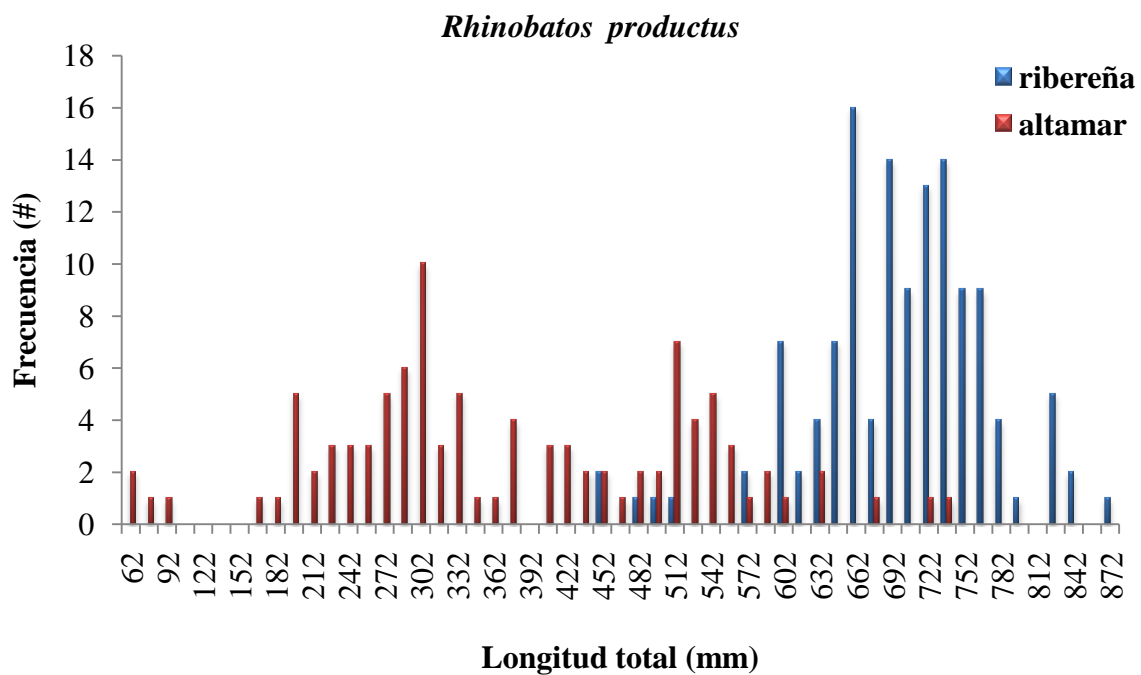


Figura 34. Comparación de las estructuras de tallas para *R. productus* obtenidas por los dos diferentes artes de pesca.

Aplicando el método estadístico de la  $\chi$  cuadrada, se obtuvo que hay diferencias significativas entre las tallas obtenidas de la pesca de altamar con las tallas obtenidas de la pesca ribereña ( $\chi^2 = 67.505$ ;  $p < 0.05$ ;  $n = 233$ , g.l. = 54).

## IX. DISCUSIÓN

En el Océano Pacífico Mexicano, se encuentra reportada la presencia de tres especies de pez guitarra del género *Rhinobatos* spp: *R. productus*, *R. glaucostigma* y *R. leucorhynchus* (FAO, 1995). En este trabajo solo se encontraron dos de las tres especies reportadas, siendo *R. productus* y *R. glaucostigma*.

*Rhinobatos productus* mostró una distribución latitudinal diferente en ambos años, sin embargo las dos distribuciones se encuentran dentro del área reportada por FAO (1995), en la que se especifica que esta especie se encuentra distribuida desde San Francisco, California, E.U.A. hasta el Golfo de California y siendo considerado como endémico de la región biogeográfica del Pacífico Tropical Este (PET) en la provincia de California

(<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+productus&l=spanish>). Para el año 2004 esta especie apareció tanto en la costa este de Baja California donde se encontró con mayor abundancia, así como también apareció en el Alto Golfo y en el centro del Golfo de California. Mientras que para el año 2005 esta especie apareció en el centro del Golfo de California y con la diferencia de que también se encontró al sur del Golfo de California pero con menor abundancia que en el centro; la diferencia entre los dos años se puede deber a que en el año 2005 no se realizaron lances en la costa este de Baja California, donde se sabe que estos organismos se encuentran con mayor abundancia.

Por otra parte, *R. glaucostigma*, presentó una distribución latitudinal similar, ya que tanto en el 2004 como en el 2005 la especie apareció en el centro del Golfo de California, presentando abundancia similar ya que en este caso para los dos años se encontró mayor números de organismos de esta especie en las zonas cercanas a Guaymas y Yavaros; esto

coincide con lo reportado en FAO (1995), ya que esta especie tiene una distribución que va desde el sur de la península de Baja California, el centro de Golfo de California y llegando hasta Ecuador; es importante decir que *R. glaucostigma* está considerada como una especie endémica del Pacífico Oriental Tropical (POT) (<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+glaucostigma&l=spanish>).

En el caso de *R. leucorhynchus*, la otra especie reportada para el Pacífico, su distribución se ha reportado desde Mazatlán, Sinaloa hasta Ecuador, si bien no es una especie común (FAO, 1995, Madrid Vera *et al.*, 2010), por lo que su no aparición en este trabajo puede ser debido a que los muestreos se realizaron en diversas zonas que cubrieron el litoral de Sonora, parte de Sinaloa y norte de Nayarit, y también a que esta especie se puede encontrar en áreas muy cercanas a la costa, donde no se realizan arrastres. (<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+leucorhynchus>).

La distribución batimétrica de las dos especies estudiadas se ajusta a los rangos de profundidad en los que se llevaron a cabo los lances en los muestreos. La especie *R. productus* en el año 2004 se presentó en profundidades medias de los 12 a 57 metros, presentando su mayor abundancia entre los 17 y 37 metros, estos rangos de profundidad concuerdan con lo que ha sido reportado para la especie, ya que estos organismos se pueden encontrar en un rango de 0-91 m de profundidad, siendo comúnmente encontrados alrededor de los 25 metros (FAO, 1995). En el caso de *R. glaucostigma* apareció en profundidades de 12 a los 27 metros y apareciendo esporádicamente a los 47 metros; estos resultados concuerdan con lo que se tiene reportado para esta especie, la cual se puede encontrar en profundidades que van de los 0 a los 50 metros (<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+glaucostigma>), por lo que las



profundidades a las que se encontraron estas dos especies en los muestreos del presente trabajo están dentro de los rangos que han sido reportados para ellas.

Las cantidades de organismos colectados entre los dos años fue diferente, ya que para el año 2004 se colectaron un total de 224, mientras que para el año 2005 fueron un total de 21; esta diferencia pudo ser debida a que los muestreos del 2005 en su mayoría fueron en los meses de invierno (enero-marzo) y estos organismos son de aguas cálidas por lo que en estos meses es poco probable que se encuentren en aguas someras. Esto necesariamente implicaría un potencial movimiento migratorio hacia aguas más profundas (Villavicencio-Garayzar, 1993; Downton-Hoffmann, 1996), algo que deberá ser corroborado con mayor información de la aquí disponible.

En lo que se refiere a las estructuras de tallas para *R. productus*, se encontró una longitud total máxima de 753 mm, siendo una talla menor a la reportada por otros autores como, Villavicencio-Garayzar en 1993 (Lt= 1370mm); Downton-Hoffmann en 2001 (Lt=1420 mm) y Márquez-Farías (2007) el cual también abarca el litoral de Sonora como en el presente trabajo, reportó una longitud total máxima de 1050 mm. Esta diferencia puede ser debida al arte de pesca utilizado para su captura, ya que en el caso del presente trabajo se realizó con muestras obtenidas con redes de arrastres camaroneras, mientras que en los trabajos de Villavicencio-Garayzar (1993), Downton-Hoffmann (2001) y Márquez-Farías (2007) son muestras obtenidas por la pesca artesanal dirigida a las rayas que utilizan redes de enmalle que van de las 4'' a las 14'', por lo que en el presente trabajo se encontró una talla máxima de 753 mm de longitud total.

En el caso de *R. glaucostigma* la talla máxima encontrada fue de 817 mm, por lo que se encontraron organismos de tallas mayores a las que han sido reportadas; la talla máxima reportada según FAO (1995) es de 770 mm de longitud total y de 763 mm según

encyclopedia of life ([http://www.eol.org/pages/258473?category\\_id=17](http://www.eol.org/pages/258473?category_id=17)); haciendo notar que *R. glaucostigma* fue la especie que presentó mayor longitud total. Con estos valores de talla máxima de captura se puede inferir que la pesca artesanal se enfoca en capturar con las redes de enmalle a organismos de mayor longitud total, mientras que en la pesca de camarón por ser un arte totalmente diferente, el cual es arrastrado a velocidad promedio de 3 nudos, esto es, lentamente, solo se atrapan organismos de tallas pequeñas, ya que son los que no pueden escapar o evadir la red en su recorrido, hay que recordar que el pez guitarra es un organismo bentónico, esto es, la selectividad de la red de arrastre debe ser mucho menor que la del chinchorro de línea o red agallera que usan las embarcaciones menores.

En cuanto a los datos obtenidos de peso de los organismos colectados en el presente trabajo, se encontraron valores desde los 7 g hasta 1016 g para *R. productus*, y valores de los 14.3 g hasta 1130 g para *R. glaucostigma*, mostrando así que al igual que en el caso de las tallas, *R. glaucostigma* presentó mayores valores de peso que *R. productus*. Con los resultados obtenidos en este trabajo se obtuvo una relación peso contra longitud total, estas relaciones se ajustaron al modelo potencial con un crecimiento de tipo alométrico negativo. El crecimiento proporcionado de un objeto se denomina isometría o semejanza geométrica. Si la forma permanece constante pero cambia el tamaño, las relaciones entre longitud, superficie, volumen y masa cambian. Esto es lo que se conoce con el nombre de principio de similitud geométrica. Es como una ampliación de una fotografía. Para mantener un diseño funcionalmente equilibrado, la forma, o sea, las proporciones entre las distintas partes del cuerpo, cambia con el tamaño. Los animales tratan de minimizar las diferentes velocidades de crecimiento entre superficie y volumen con diseños que compensen esas diferencias. Este cambio de forma correlacionado con un cambio de tamaño se denomina

alometría. Lo que determina si hay isometría o alometría, y, en su caso, si la alometría es positiva o negativa, es el exponente (b) de la relación longitud vs peso. Es fácil comprobar que cuando  $b = 3$ , la forma se mantiene (isometría), cuando  $b > 3$  la variable dependiente crece más deprisa que la estructura de referencia (alometría positiva), y cuando  $b < 3$  la variable dependiente crece más despacio que la estructura de referencia (alometría negativa). Cuando existe alometría negativa, existen partes del cuerpo que crecen menos o más despacio que otras (Pérez-Zaballos *et al.*, 2009). Ambas especies de *Rhinobatos* presentaron crecimiento alométrico negativo, esto es, hay un crecimiento diferencial, con áreas del cuerpo creciendo más lentas que otras.

En lo que se refiere a los parámetros de crecimiento, se hizo un análisis general tanto para hembras como para machos, para *R. productus* se obtuvieron valores de:  $L_{\infty 2004} = 1003$  mm de Lt y  $L_{\infty 2005} = 1003$  mm de Lt., así como valores de  $k_{2004} = 0.24/\text{año}$  y  $k_{2005} = 0.24/\text{año}$ , estos valores son diferentes a los reportados por Downton-Hoffmann (2001) para la zona de la costa occidental de Baja California Sur en el cual reporta valores de  $L_{\infty} = 1360$  mm de Lt para hembras y de 1050 mm de Lt para machos, así como una  $k$  de 0.16/año en hembras y 0.24/año en machos; mientras que en otro trabajo realizado para las costas de California, EUA por Timmons y Bray (1997) reportaron una  $L_{\infty}$  de 2540 mm de Lt para hembras y 2280 mm de Lt para machos reportan para hembras y machos, así como un valor de  $k = 0.016/\text{año}$  y  $0.095/\text{año}$ , respectivamente; mientras que en el trabajo de Márquez-Farías (2007) se reportó una  $L_{\infty} = 904$  mm para hembras y 629 mm para machos así como un valor de  $k = 0.18/\text{año}$  para hembras y de  $0.44/\text{año}$  para machos. Para el caso de *R. glaucostigma* se obtuvieron valores de  $L_{\infty 2004} = 796$  mm de Lt y  $L_{\infty 2005} = 788$  mm de Lt. y valores de  $k_{2004} = 0.15/\text{año}$  y  $k_{2005} = 0.12/\text{año}$ , comparándolos con los trabajos antes citados se puede observar que en el presente trabajo se obtuvieron valores por debajo de lo

reportado por los otros autores en lo que se refiere a  $L_{\infty}$ , ahora bien en cuanto a los valores del coeficiente de crecimiento ( $k$ ) los encontrados en este trabajo no son tan diferentes a los reportados por los otros autores, si bien es importante decir que en un trabajo realizado por Caillet y Goldman (2004) en el cual se reportó que el intervalo de  $k$  para pez guitarras, torpedos y rayas es de 0.2 a 0.5, por lo que los valores obtenidos para *R. productus* en ambos años se encuentran dentro del rango de valores obtenidos para la especie este intervalo, mientras que el de *R. glaucostigma* como se puede observar son valores por debajo de 0.2 por lo que no están dentro del intervalo. Los valores aquí obtenidos muestran que las especies tienen un crecimiento lento y son longevas, rasgo característico de muchos elasmobranchios.

En cuanto a la longevidad de *R. productus* para ambos años de análisis fue de 10.7 años, mientras que en el caso de *R. glaucostigma* se encontró una longevidad de 20 a 25 años de acuerdo a los análisis de ambos años, por lo que con estos resultados se sabe que las especies de pez guitarra son longevas y en este caso se puede ver claramente que *R. glaucostigma* vive más años que *R. productus*; los datos de longevidad de *R. productus* coinciden con los reportados con otros autores como Dowton-Hoffman (2001) que fue de 16 años para hembras y 11 años para machos, mientras que Timmons y Bray (1997) reportaron una longevidad de 11 años para ambos sexos y en el trabajo de Márquez-Farías (2007) reportó una longevidad de 10 años para hembras y 8 años para machos. Sin embargo, en el caso de *R. glaucostigma* es difícil compararlos ya que este es el primer estimado de crecimiento que se efectúa para la especie.

En cuanto a los índices de mortalidad se obtuvo el de mortalidad natural (M), mortalidad por pesca (F) y mortalidad total (Z). El coeficiente instantáneo de mortalidad natural M obtenido en el presente trabajo para *R. productus* fue:  $M_{2004} = 0.29$  año,  $M_{2005} =$

0.29 año, la mortalidad por pesca  $F$  obtenido fue:  $F_{2004} = 0.36$  año y  $F_{2005} = 0.41$  año y la mortalidad total  $Z$  de:  $Z_{2004} = 0.65$  año y,  $Z_{2005} = 0.70$ ; teniendo  $Z$  y  $F$  se puede obtener la tasa de explotación ( $E$ ), el cual se calcula dividiendo  $F/Z$ , dando como resultado para esta especie:  $E_{2004} = 0.55$  y  $E_{2005} = 0.58$ , con estos valores de  $E$  se puede concluir que esta especie se encuentra ligeramente sobreexplotada, ya que valores de  $E$  mayores a 0.5 son indicativo de sobreexplotación. Ahora bien para el caso de *R. glaucostigma*  $M$  fue:  $M_{2004} = 0.19$  año,  $M_{2005} = 0.15$  año,  $F$  fue:  $F_{2004} = 0.20$  año y  $F_{2005} = 0.17$  año y  $Z$  de:  $Z_{2004} = 0.39$  año y,  $Z_{2005} = 0.32$ ; y al igual que en el caso anterior se obtuvo la tasa de explotación ( $E$ ), el cual en el presente estudio dio como resultado:  $E_{2004} = 0.51$  y  $E_{2005} = 0.55$ , estos valores indican que la especie no muestra señales de sobreexplotación.

En el caso de *R. productus* es importante mencionar que esta especie fue propuesta para entrar en la lista roja de UICN (*Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza*) como especie vulnerable y dados los resultados obtenidos de mortalidad en el presente trabajo en el cual la tasa de explotación ( $E$ ) es superior a 0.5, se recomienda hacer un análisis minuciosos sobre estos organismos que son capturados por la pesca ribereña, combinando el efecto de la mortalidad generado por ambas flotas.

En el caso del análisis del patrón de reclutamiento para los dos especies y en ambos años se mostró un reclutamiento continuo durante todo el año, en el caso de *R. productus* en el presente estudio dio como resultado que esta especie presenta el mayor número de reclutas en los meses de abril a agosto para el 2004 y de abril a septiembre para el 2005; mientras que *R. glaucostigma* fue en los meses de abril a julio en el 2004 y de abril a octubre en el 2005; como se puede notar en el caso para las dos especies presentan el mayor número de reclutas en los meses de verano, coincidiendo con lo reportado por Downton-Hoffmann (2007) para los organismos de la costa occidental de Baja California Sur, en el

cual reportó para *R. productus* que las crías nacen cuando hay un aumento de temperatura (julio y agosto).

También es importante mencionar que para el caso de las dos especies y en ambos años dieron valores bajos o nulos de reclutas en los meses donde las temperaturas son bajas (noviembre-enero), en estos meses se cree que es cuando los organismos emigran hacia aguas profundas, y según lo reportado por Dowton-Hoffmann (2007) en el ciclo reproductivo del pez guitarra, esta etapa es conocida como el aletargamiento del desarrollo embrionario y va de agosto a abril y para cuando la temperatura aumenta se da la otra etapa del desarrollo, conocida como desarrollo embrionario activo que va de los meses de mayo a agosto.

Por último en la comparación de tallas de organismos obtenidos por pesca de altamar como fueron los obtenidos en el presente trabajo, con los datos de tallas de organismos obtenidos de la pesca ribereña, este solo se realizó para especie *R. productus*, dado que de las dos especies objetos del presente estudio, esta es la única especie que es considerada como comercial, por lo que es la única que se obtiene de la pesca ribereña. Al realizar el análisis de la ji cuadrada por bondad de ajuste, está se realizó para ver si las distribuciones de tallas de organismos capturados por los dos diferentes artes de pesca son diferentes entre sí, por lo que al aplicar esta prueba y su resultado, se puede decir que no hay competencia aparente alguna entre las dos diferentes pesquerías (diferentes artes de pesca, diferentes áreas, diferente estacionalidad), ya que se puede observar que en la pesca ribereña se capturan organismos de talla más grande, esto coincide con las tallas que han sido reportados en otros trabajos como Villavicencio-Garayzar (1993), Dowton-Hoffmann (2001) y Márquez-Farías (2007) por mencionar algunos; mientras que en el caso de los

organismos obtenidos como fauna incidental de la pesca de altamar se capturan organismos de tallas más pequeñas como se pudieron observar en el presente trabajo.

El hecho de capturar tallas pequeñas pudiera tener sus implicaciones en la tasa sobrevivencia futura de la población, pero ese aspecto, deberá ser abordado mediante un estimado de biomasa del total de la población y evaluando la fracción poblacional específica a tallas que está siendo sujeta a extracción por la pesca de altamar de camarón, del total de la abundancia a tallas chicas.

## X. CONCLUSIONES

Se recolectaron organismos de pez guitarra, pertenecientes a las especies: *Rhinobatos productus* y *R. glaucostigma*.

En abundancias porcentuales de pez guitarra, se encontró a *Rhinobatos glaucostigma* con un 53.02% y *Rhinobatos productus* con un 46.98%.

La especie que se encontró con mayor distribución latitudinal fue *Rhinobatos productus*.

*Rhinobatos productus* presentó mayor abundancia en la zona centro y norte del Golfo de California.

*Rhinobatos glaucostigma* presentó mayor abundancia en la zona centro del Golfo de California.

En cuanto al análisis biométrico para los dos años, *R. glaucostigma* presentó una longitud total de 120-817 mm y un peso total de 14.3-1130 g, y para *R. productus* con una longitud total de 59.5-753 mm y un peso total de 7-1016 g.

La especie *R. glaucostigma* se encontró en un rango de profundidad que va de los 12- 47 m, mientras que para *R. productus* se encontró en un rango de profundidad que va de los 12 -57 m.

En cuanto al crecimiento ambas especies se ajustaron al modelo de von Bertalanffy, siendo *R. glaucostigma* la especies más longeva (25 años) y *R. productus* con una longevidad de 10.7 años.

Para el estimado de mortalidad de las dos especies, *R. productus* presentó una mayor mortalidad tanto natural como por pesca que *R. glaucostigma*, y en el caso de la tasa de explotación (E) indicó que para *R. glaucostigma* es explotada sustentablemente (valor



cercano a 0.5) y *R. productus* que presentó un valor cercano a 0.6 mostrando que esta especie está siendo más afectada por la pesca de altamar que *R. glaucostigma*.

En cuanto al patrón de reclutamiento, *R. glaucostigma* presentó mayor porcentaje de reclutas en los meses de abril a julio en el 2004 y de abril a octubre en el 2005. Mientras que para *R. productus* fue en los meses de abril a agosto para el 2004 y de abril a septiembre para el 2005.

En cuanto a la comparación de tallas entre las obtenidas de la pesca de altamar con las pesca ribereñas, estas solo se realizaron con *R. productus* y utilizando en el método de la ji cuadrada se pudo concluir que si hay diferencia significativa entre los rangos de tallas estas dos actividades, capturando organismos de tallas más grandes en la pesca ribereña que en la de altamar.

## XI. LITERATURA CITADA

- Alverson, D. L., M. H. Freeberg, J. G. Pope y S. A. Murawski. 1994. A global assessment of fisheries by-catch and discards. FAO Fisheries Technical Papers T 339. Rome, 233 p.
- Beltrán- Félix, J. L., M.G. Hammann, A. Chagoya G. y S. Alvarez. 1986. Ictiofauna del Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, México, antes de una operación de dragado. *Ciencias Marinas*, 12 (1):79-92
- Beverton, R. J. H. y S. J. Holt. 1959. A review of the lifespans and mortality rates of fish in nature and their relation to growth and other physiological characteristics. *In: The Lifespan of Animals* Wolstenholme, G. E. W. and M. O'Connor, editors. eds. Ciba Foundation Colloquia on Aging. Churchill, London. pp. 142-177
- Branstetter, S. 1993. Conservation of Elasmobranchs. NOAA Tech. Rep. NMFS 115. 99p
- Cailliet, G. M., L. J. Natanson y B. A. Welden. 1986. Elasmobranch age determination and verification : a review, pp345-360. In: Indo-Pacific fish biology: Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Indo-Pacific Fishes. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura (Eds). Ichthyological Society of Japan, Tokyo, Japan.
- Carrier, J. C. y C. A. Luer. 1990 Growth rates in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Copeia* 3:686-692.
- 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. *Environ. Bio. Fish.* 38:37-48.
- Castro-Aguirre, J. L. 1965. Peces sierra, rayas, mantas y especies afines de México. *Anal. Inst. Nac. Inv. Biol. Pes.*, pp. 170-258.

- Compagno, L. J. V. 1990. Shark Exploitation and Conservation. pp. 391-414 *In*: H.L. Pratt, S.H. Gruber y T. Taniuchi (Eds.) Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematic, and the status of the fisheries. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Serv. Tech. Rep. 90p.
- Cortés, E. 1999. A stochastic stage-based population model of the sandbar shark in the Western North Atlantic. pp. 115-136 . *In*: Life in the slow lane: Ecology and conservation of long-lived marine animals. Musick, J.A. (Ed.). Symposium 23 Ame. Fish. Soc. Bethesda, Maryland.
- Cortés E. 2002. Incorporating uncertainty into demographic modeling: application to shark populations and their conservation. *Cons. Biol.* 16:1048–1062.
- Cortés, E. 2004. Life history patterns, demography, and population dynamics. *In*. Biology of sharks and their relatives. (Carrier, J. C., J A. Musick, M.R. Heithaus, eds.) CRC Press. pp. 49–469.
- Downton-Hoffmann, C. A. 1996. Estrategia reproductiva de la guitarra *Rhinobatos productus* (Aires, 1856) en la costa Occidental de Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 51p.
- Downton-Hoffmann, C. A. 2001. Edad y crecimiento del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Aires, 1856), en la costa occidental de Baja California Sur, México. IPN Tesis de Maestría. 72p.
- Downton-Hoffmann, C. A. 2007. Biología del pez guitarra *Rhinobatos productus* (Aires, 1856), en Baja California Sur, México. IPN Tesis Doctoral. 213p.
- Ebert, D. A. 1986. Observations on the elasmobranch assemblage of San Francisco Bay, California. *Dep. Fish and Game* 72 (4):244-249.

- Ebert, D. A y P. D. Cowley. 2003. Diet, feeding behavior and habit utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Marine Freshwater Resources* 54.
- Everett, J. T. 1995. Fisheries. En: R. T. Watson, M. C. Zinyowera y R. H. Moss (eds.) *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses*. Contribution of Working Group II to the Second Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 513-537.
- Fogarty, M. J. y S. A. Murawski. 1998. Large-scale disturbance and structure of marine systems: fishery impacts on Georges bank. *Ecological Applications* 8, S6-S22.
- García-Caudillo, J. M. y J. V. Gómez-Palafox. 2005. La pesca industrial de camarón en el Golfo de California: situación económico-financiera e impactos socio-ambientales. Conservation International.
- García-Juárez, A. R. 2009. Bases para el manejo y ordenamiento del recurso camarón en el alto Golfo de California. Doctorado en evaluación y manejo de Recursos Naturales. CIBNOR.
- Gulland, J. A. 1971. Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces. Zaragoza, España, Editorial Acribia por la FAO. 164p.
- Herald, E. S., W. Schneebeil, N. Green y K. Innes. 1960 Catch records for seventeen shark derbies held at Elkhorne Slough, Monterey Bay, California. *Calif. Dept. Fish and Game* 1:59-67.
- Kaiser, J. M., J. S. Collie, S. J. Hall, S. Jennings y I. R. Poiner. 2001. Efectos de la pesca en los habitats bentónicos marinos. *In: Memorias de la Conferencia de Reykjavik sobre la pesca responsable en el ecosistema marino*. 1-4 de Octubre de 2001. Reykjavik, Islandia.

- Kelleher, K. 2005. *Discarding in the world's fisheries: an update*. FAO Fisheries Technical Paper 470. 131p.
- Link, J.S., L.P. Garrison y F.P. Almeida. 2002. Ecological interactions between elasmobranchs and groundfish species on the Northeastern U.S. Continental Shelf. I. Evaluating predation. *North American Journal of Fisheries Management* 22:550-562.
- López-Martínez, J., E. Morales, F. Paredes, D. Lluch-Belda y C. Cervantes 2000. La pesquería de camarón de alta mar en Sonora. En: D. Lluch-Belda, J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz (eds.). Centro de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano. CIBNOR-CICIMAR-CONACYT, México (en prensa).
- López-Martínez, J., S. Hernández-Vázquez, C. Rábago-Quiroz, E. Herrera-Valdivia y R. Morales-Azpeitia. 2008. Efectos ecológicos de la pesca de arrastre de camarón en el Golfo de California. Estado del arte del desarrollo tecnológico de las artes de pesca. En: La situación del Sector Pesquero en México. Editado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria-CEDRSSA.
- López-Martínez, J., E. Herrera-Valdivia, J. Rodríguez-Romero y S. Hernández-Vázquez. 2010. Composición taxonómica de peces integrantes de la fauna de acompañamiento de la pesca industrial de camarón del Golfo de California, México. *Biol. Trop.* 58 (3):925-942.
- MacArthur, R. H. y E. O. Wilson. 1967. *The theory of Island Biogeography*, Princeton University Press, Princeton. pp 133-136.
- Márquez-Farías, J. F. 2002. The artisanal ray fishery in the Gulf of California: Development, fisheries research and management issues. *Shark News* (Newsletter on the IUCN Shark Specialist Group) 14:12-13

- Márquez-Farías, J. F. 2005. Gillnet mesh selectivity for the shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) from fishery-dependent data in the artisanal ray fishery of the Gulf of California, Mexico. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.*, 35:443–452
- Márquez-Farías J. F. 2007. Demografía del Pez Guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres, 1856) del Golfo de California. Doctorado en evaluación y manejo de Recursos Naturales. CIBNOR.
- Mayo, R. K., Fogarty, M. J. y Serchuk, F. M. 1992. Aggregate fish biomass and yield on Georges Bank. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 14:59-78.
- Murawski, S. A. 1991. Can we manage our multispecies fisheries? *Fisheries* 16:5-13
- Musick, J. A y J. K. Ellis. 2005. Reproductive evolution of chondrichthyans. pp 45-79. *In*. W.C. Hamlett (ed.), *Reproductive biology and phylogeny of chondrichthyes: Sharks, batoids and chimaeras*. Science Publishers, Inc.
- Nava-Romo, J. M. 1995. Impactos a corto, mediano y largo plazo, en la biodiversidad y otras características ecológicas en la comunidad béntico-demersal capturada por la pesquería del camarón en el norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas. 84 pp.
- Nelson Joseph S. 2009. *Fishes of the world*. 4ed . Editorial John Wiley & Sons Inc.
- Orlov, A.M. 2004. Trophic interrelationships in predatory fishes of Pacific waters circumambient the northern Kuril Islands and southeastern Kamchatka. *Hydrobiology Journal* 40:106-123.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM*, 39(2):175-192
- Pauly, D. y N. David. 1981. ELEFAN I. a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length frequency data. *Meeresforsch.* 28(4):205-211

- Pauly D., J. Ingles y R. Neal. 1984. Application to shrimp stocks of objective methods for the estimation of growth, mortality and recruitment-related parameters from length-frequency data (ELEFAN I and II). En: Penaeid shrimps their biology and management. Gulland, J.A. and Rothschild, Brian J. (Ed.). Fishing News Books Ltd. 1984
- Pauly, D. 1987. A review of the ELEFAN system for the analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. ICLARM Conf Proc., (13):7-34
- Pratt, L. H. y J. G. Casey. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth parameters. pp. 97-110. *In: Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the biology, ecology, systematic, and the status of the fisheries.* NOAA Tech. Rep. NMFS 90.
- Pérez-Mellado, J. y L. T. Findley. 1985. Evaluación de la ictiofauna acompañante del camarón capturado en las costas de Sonora y norte de Sinaloa, México. pp. 201-254, *en: Yañez-Arancibia, A. (ed.), Recursos Pesqueros Potenciales de México: La Pesca Acompañante del Camarón.* Progr. Univ. Alimentos, Inst. Cienc. Mar y Limno., y Inst. Nal. Pesca, Univ. Nal. Auton. México, México, D.F. 748p.
- Pérez-Zaballos, J., J. A. Díaz y A. García-Moreno. 2009. Modelos adaptativos en Zoología (Manual de prácticas) 2. Tamaño, forma y alometría. Reduca (Biología). Serie Zoología. 2(2):20-30.
- Rábago-Quiroz C. H., J. López-Martínez, M. O. Nevárez-Martínez y J. Rodríguez-Romero. 2008. Specific composition, spatial distribution, and population dynamics of flatfish species in the shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Hidrobiológica.* 18(2):193-202

- Rábago-Quiroz C. H., J. López-Martínez, E. Herrera-Valdivia, M. O. Nevárez-Martínez y J. Rodríguez-Romero. 2008. Population dynamics and spatial distribution of flatfish species in shrimp trawl bycatch in the Gulf of California. *Biol. Trop.* 59 (1): 255-267.
- Rábago-Quiroz C. H., J. López-Martínez, J. E. Valdez-Holguín y M. O. Nevárez-Martínez. 2011. Distribución latitudinal y batimétrica de las especies más abundantes y frecuentes en la fauna de acompañamiento del camarón del Golfo de California, México. *Hidrobiológica.* 18(3):177-188
- Ramírez, E. N., R. Vásquez y C. Guerra. 1965. Investigaciones ictiológicas en las costas de Sinaloa, I. Lista de peces colectados en las capturas camaroneras. Inst. Nal. De Pesca, México, D.F. 36p.
- Robertson D. R. y G. R. Allen. 2002. Peces costeros del pacífico oriental tropical: un sistema de información. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Roden, G. I. 1954. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: *Marine geology of the Gulf of California.* Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 3:20-38
- Rossouw, G. J. 1983. The biology of the lesser sandshark: *Rhinobatos annulatus* in Algoa Bay with notes on other elasmobranchs. University of Port Elizabeth, South Africa.
- Salazar-Hermoso, F. y C. Villavicencio-Garayzar. 1999. Abundancia relativa de la guitarra *Rhinobatos productus* (Ayres 1856) (Pises: Rhinobatidae) en Bahía Almejas, Baja California Sur, de 1991 a 1995. *Cienc. Mar.* 25: 401-422
- Sandoval - Castillo, J., A. Rocha-Olivares, C. Villavicencio-Garayzar y E. Balart. 2004. Cryptic isolation of Gulf of California shovelnose guitarfish evidenced by mitochondrial DNA. *Mar. Biol.* 145(5):938-988.



- Simpfendorfer, C. A. 2004. Demographic models: Lifes tables, matrix models and rebound potential. *In*: Musick J.A. y R. Bonfil ( Eds.) Elasmobranchs fisheries management techniques. APEC. Singapore. pp. 187-204.
- Talent, L.G.1982. Food habits of the gray smoothhound *Mustelus californicus*, the brown smoothhound *Mustelus henlei* , the shovelnose guitarfish *Rhinobatos productus*, and the bat ray *Myliobatis californica*, in Elkhorne Slough, California. Calif. Fish and Game 68 (4):224-234.
- Talent, L.G. 1985. The occurrence seasonal distribution and reproductive condition of elasmobranch fishes in Elkhorne Slough, California, Calif. Fish and Game 71(4):210-219.
- Timmons, M. y N. Bray. 1997. Age, growth and sexual maturity of the shovelnose guitarfish, *Rhinobatos productus* (Ayres). Fish. Bull. 94:349-359
- Valenzuela Quiñonez Fausto. 2009. Hábitos alimenticios del pez guitarra *Rhinobatos productus* en el alto Golfo de California.
- VanBlaircom, G. R. 1982. Experimental analyses of structural regulation in a marine sand community exposed to oceanic swell. Ecology Monography 52, 283-305.
- Villavicencio-Garayzar, C. J. 1993. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop., 41(3):441-446.
- Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in Chondrichthyan fishes. Amer. Zool. 17: 379-410.
- <http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+leucorhynchus>. Consultado el día 25 de enero del 2011.
- <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/60171/0>. Consultado el día 25 de enero del 2011.

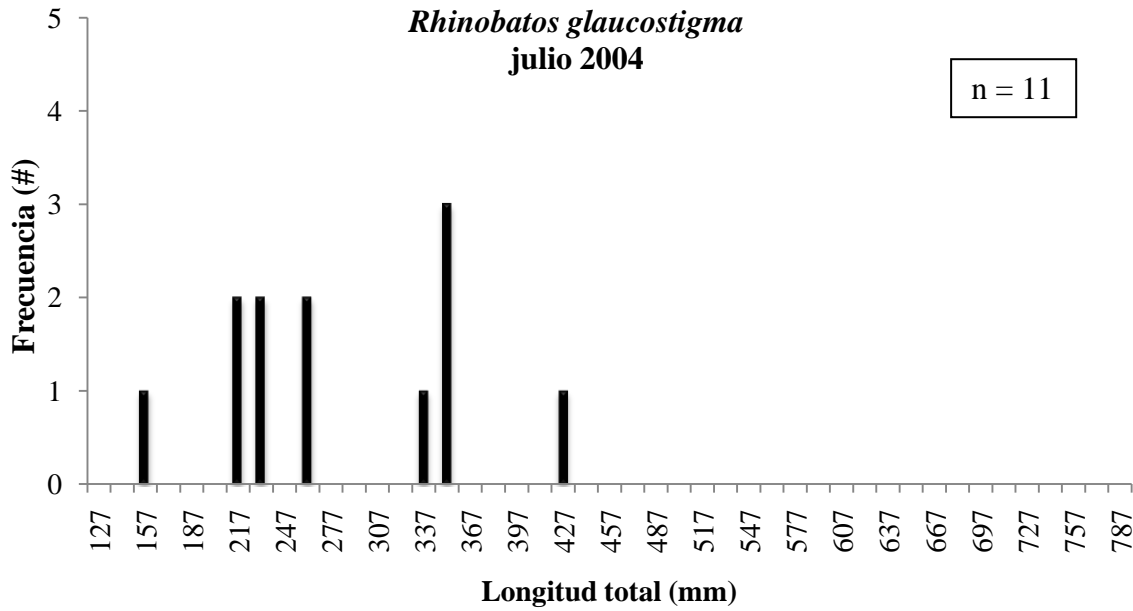
<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+glaucostigma>. Consultado el día 26 de febrero del 2011.

<http://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Rhinobatos+productus>. Consultado el día 26 de febrero del 2011.

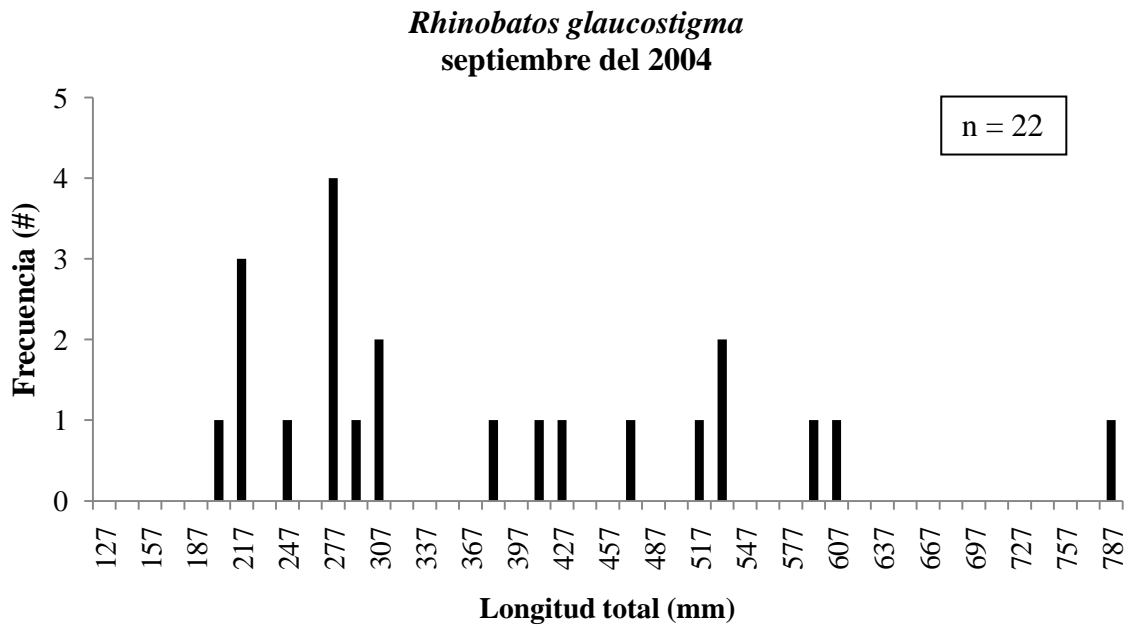
[http://www.eol.org/pages/258473?category\\_id=17](http://www.eol.org/pages/258473?category_id=17). Consultado el día 07 de abril del 2011.

## XII. APÉNDICES

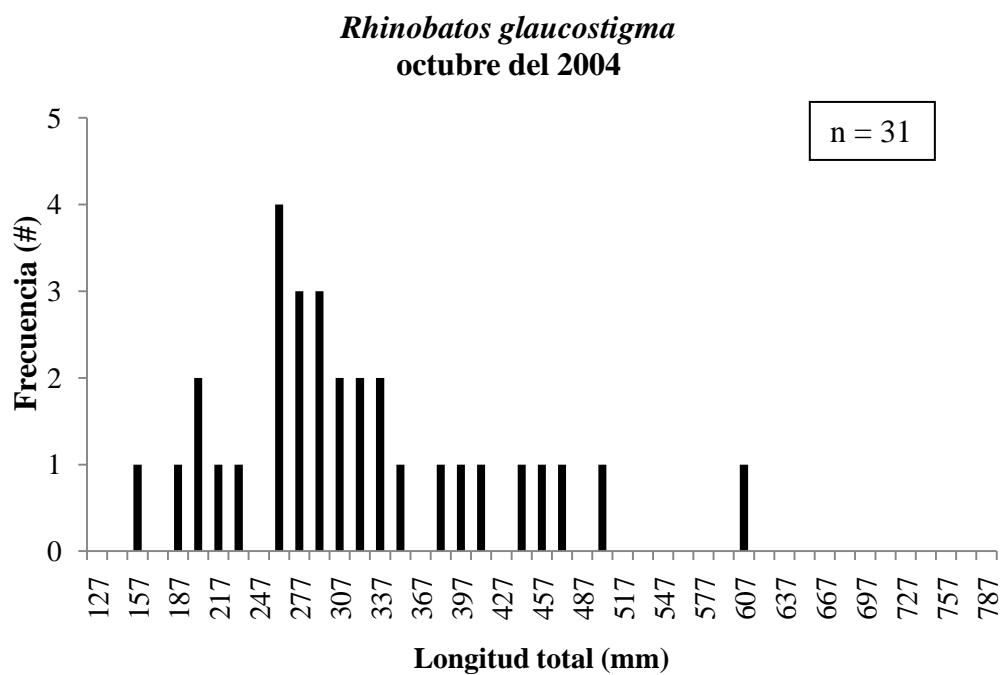
Apéndice 1. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de julio del 2004.



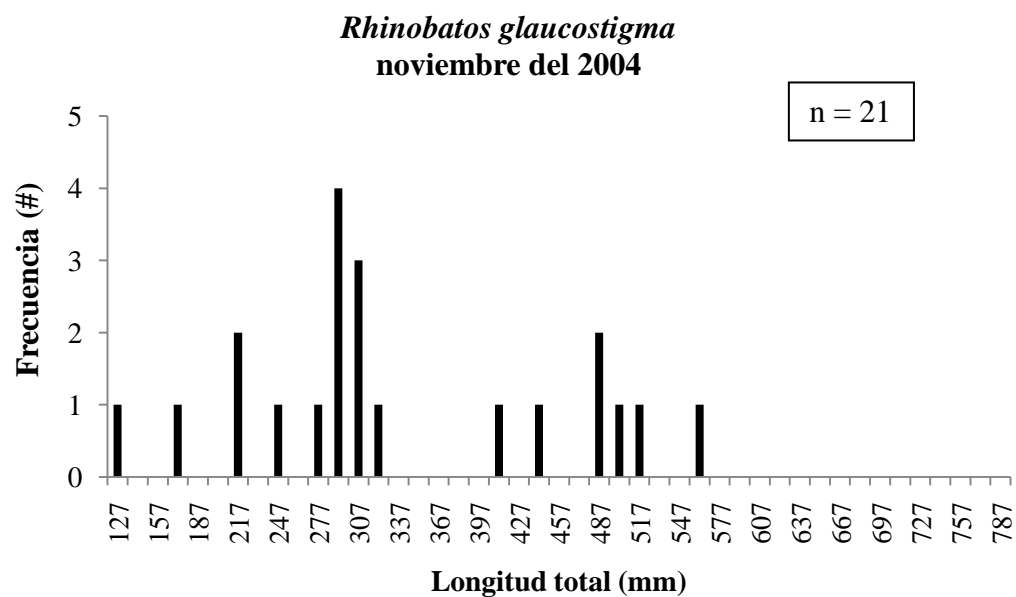
Apéndice 2. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de septiembre del 2004.



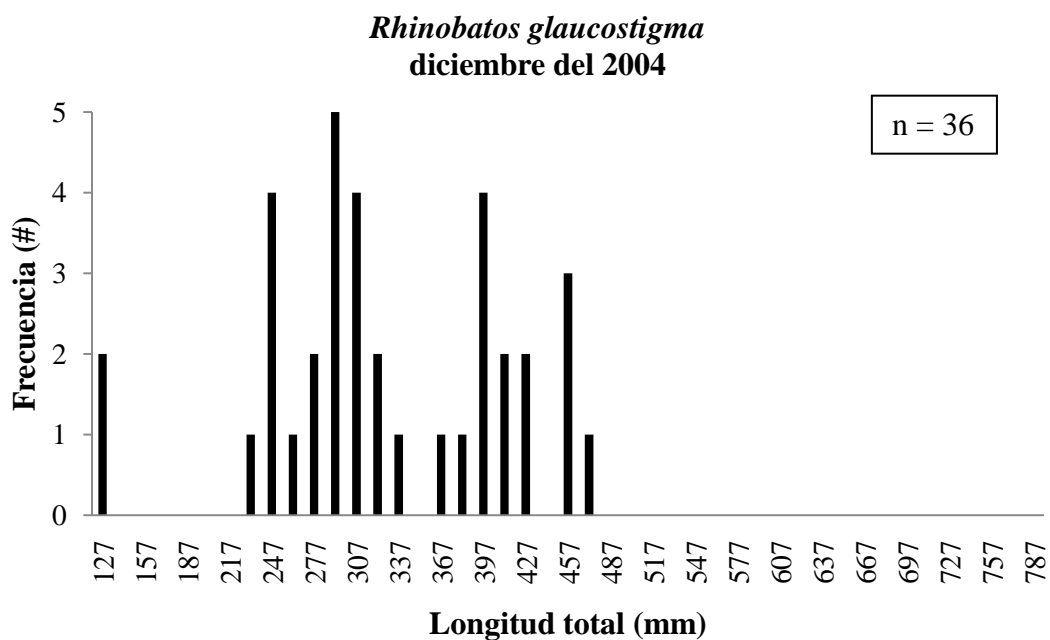
Apéndice 3. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de octubre del 2004.



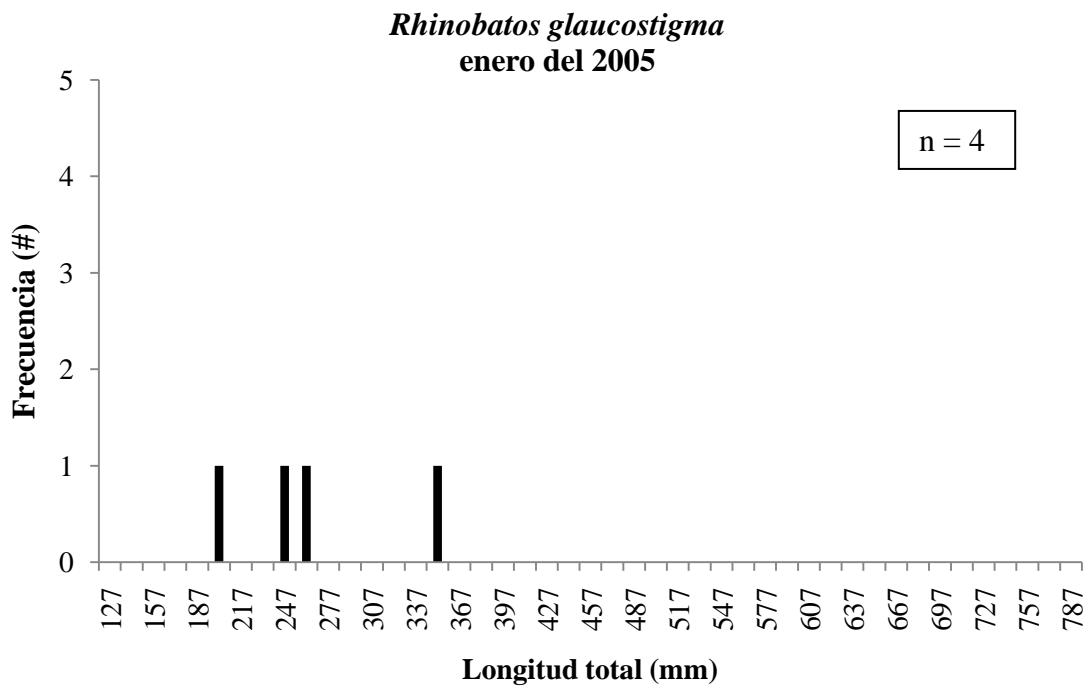
Apéndice 4. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de noviembre del 2004.



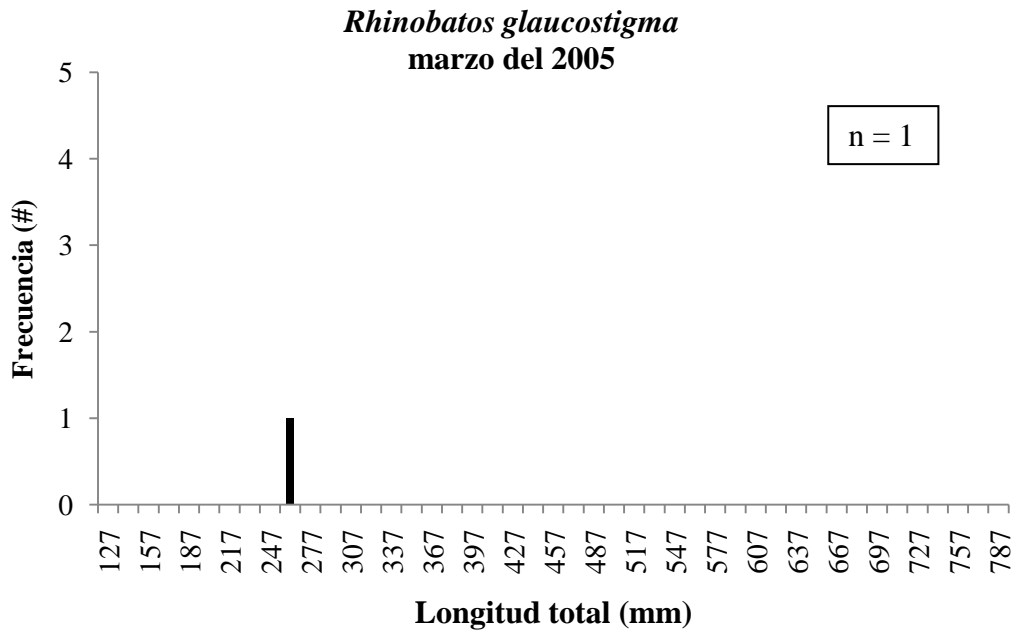
Apéndice 5. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de diciembre del 2004.



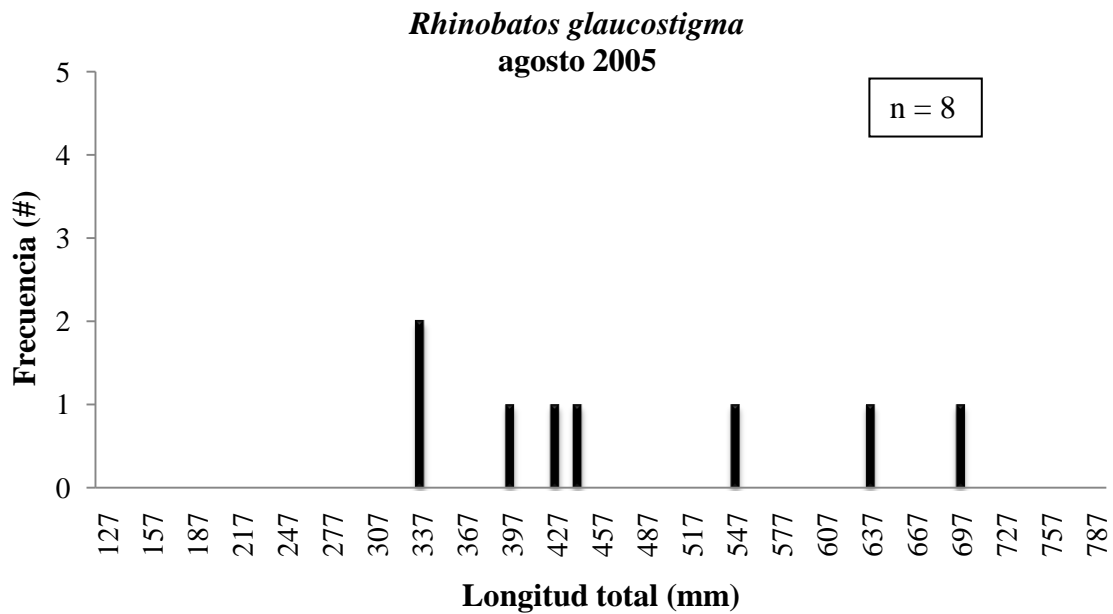
Apéndice 6. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de enero del 2005.



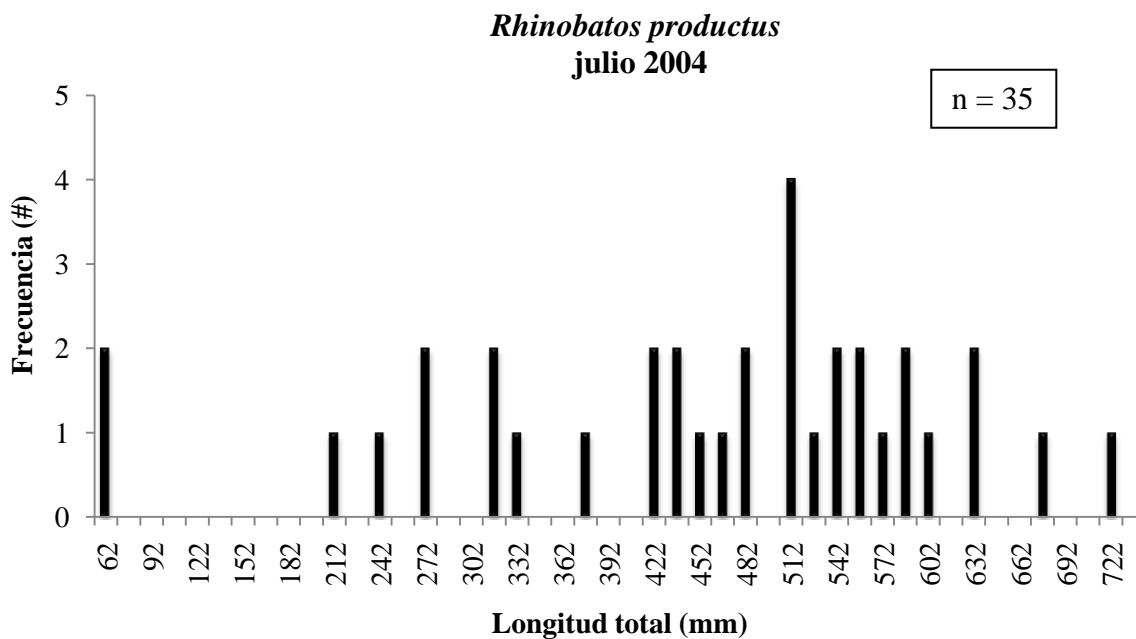
Apéndice 7. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de marzo del 2005.



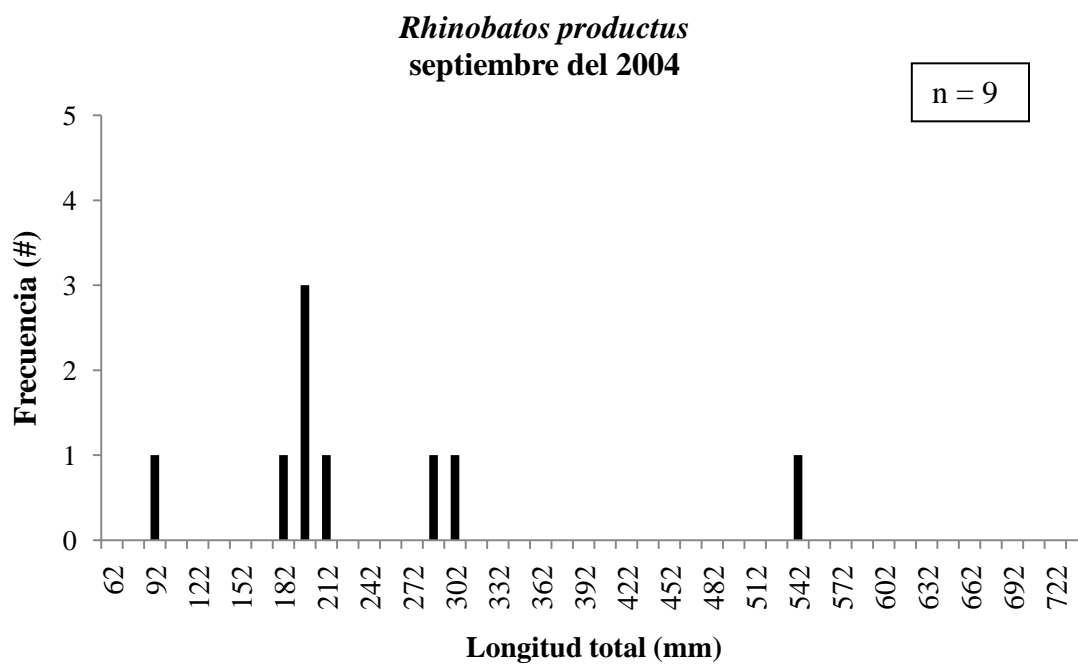
Apéndice 8. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos glaucostigma* para el mes de agosto del 2005.



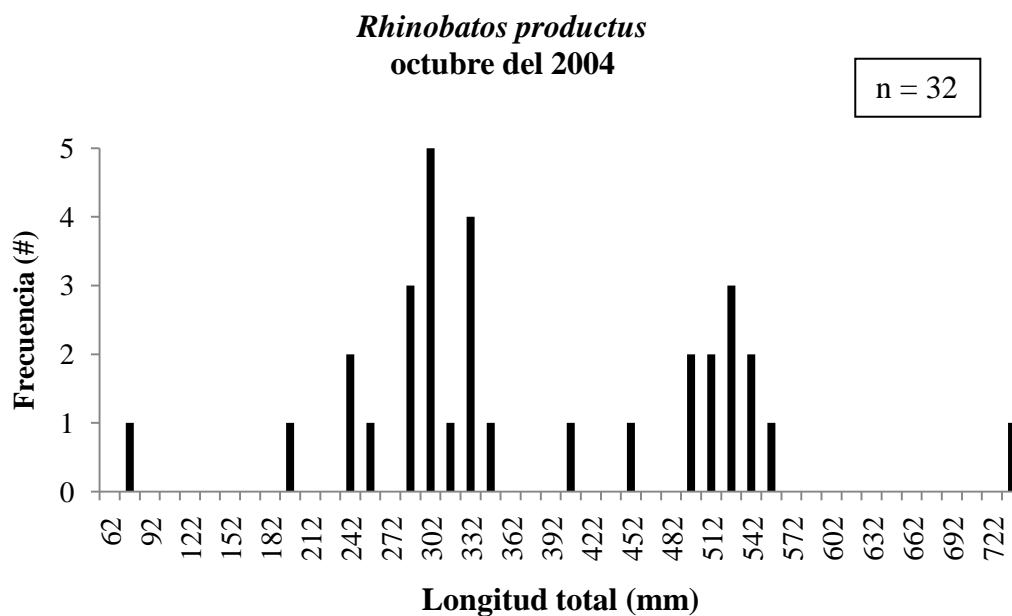
Apéndice 9. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de julio del 2004.



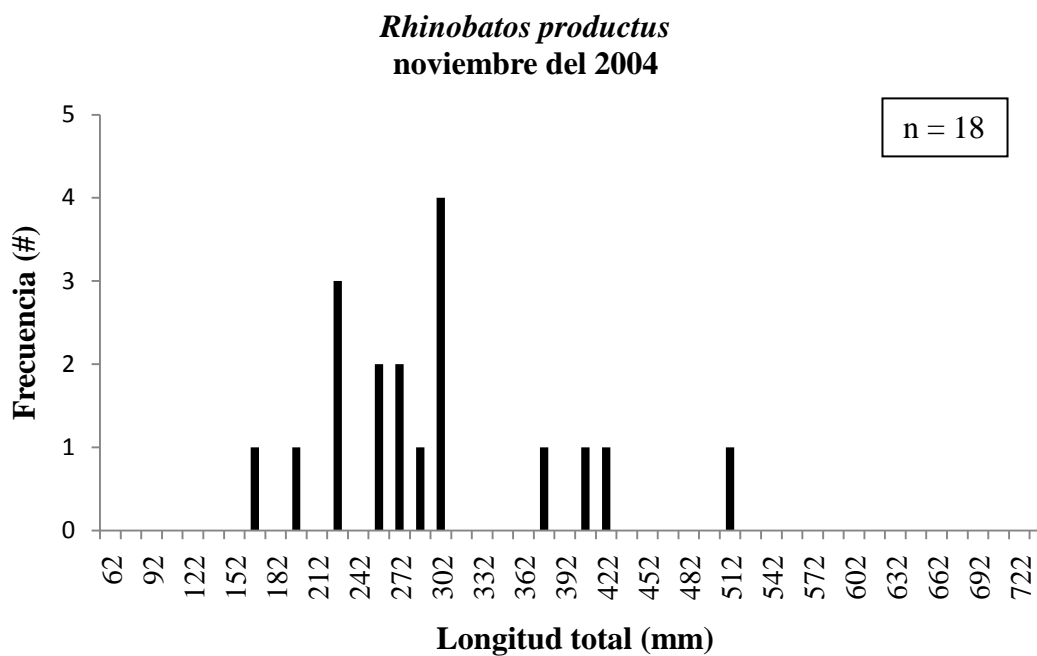
Apéndice 10. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de septiembre del 2004.



Apéndice 11. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de octubre del 2004.

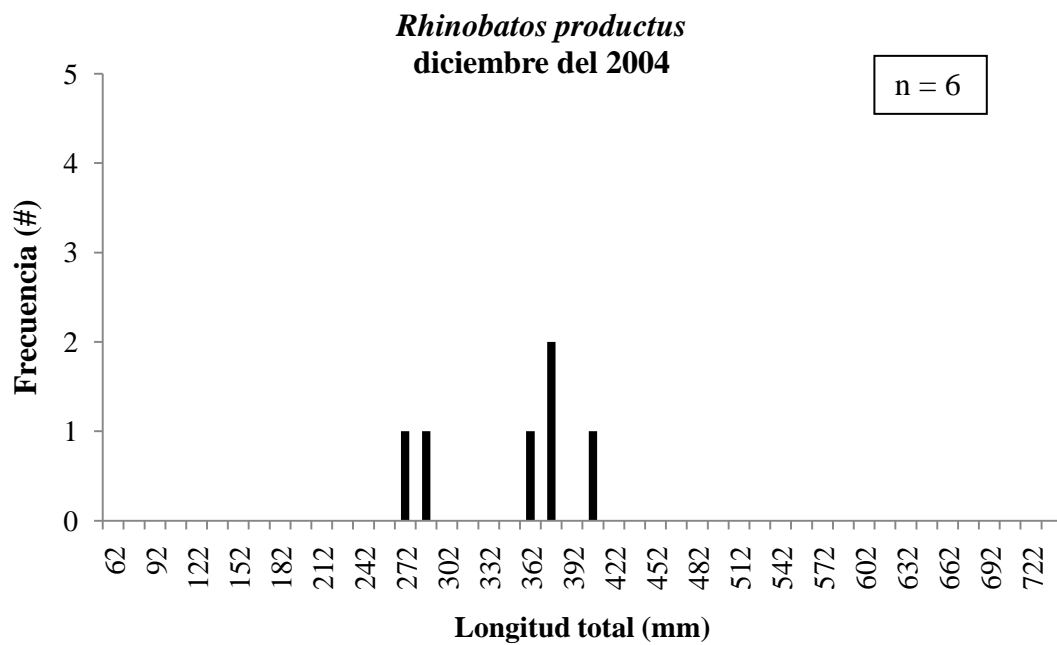


Apéndice 12. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de noviembre del 2004.

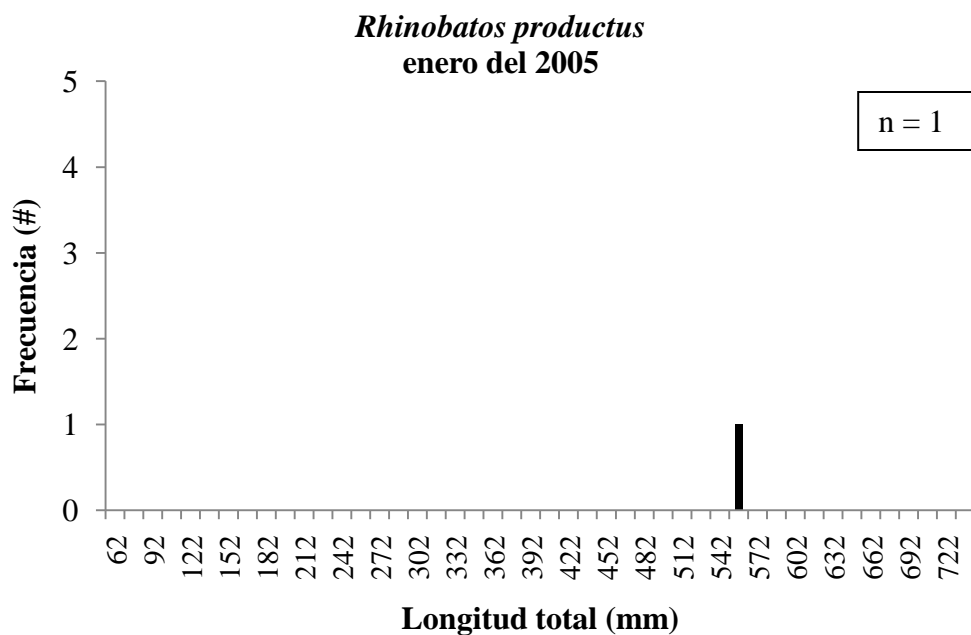




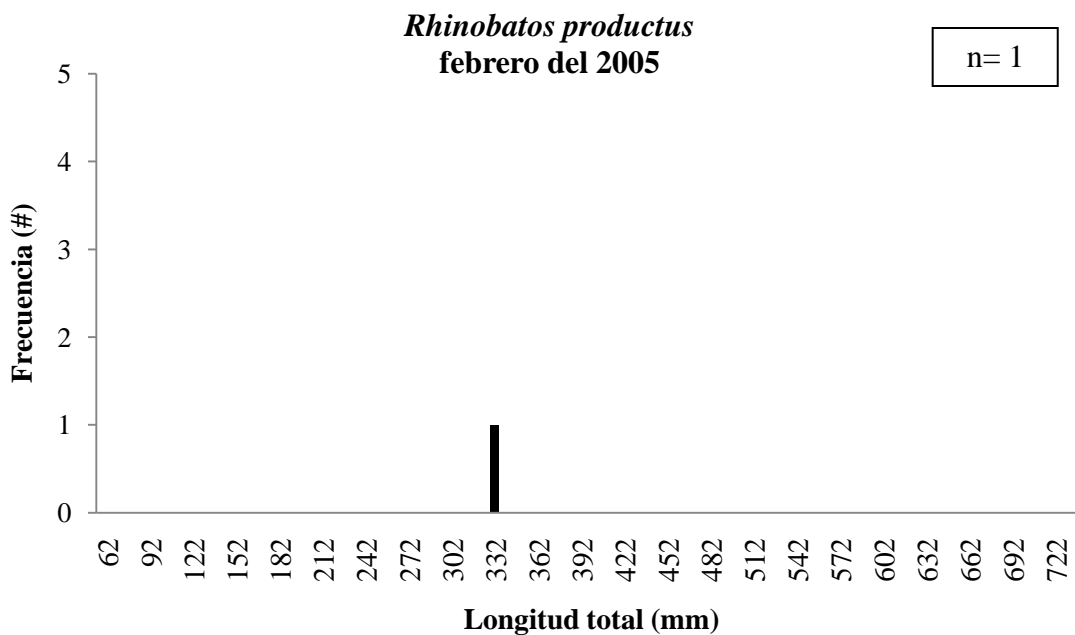
Apéndice 13. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de diciembre del 2004.



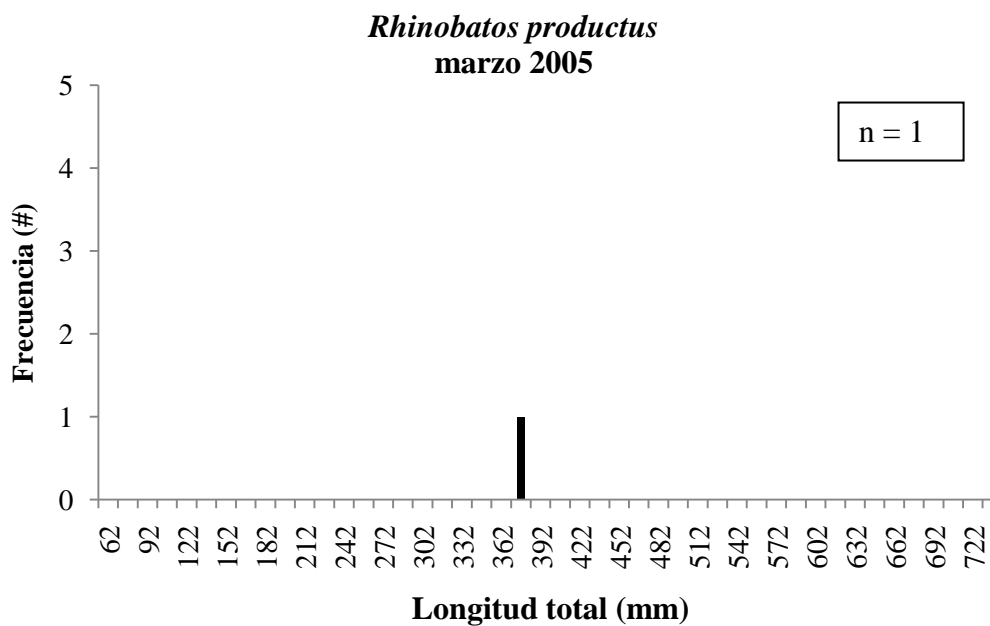
Apéndice 14. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de enero del 2005.



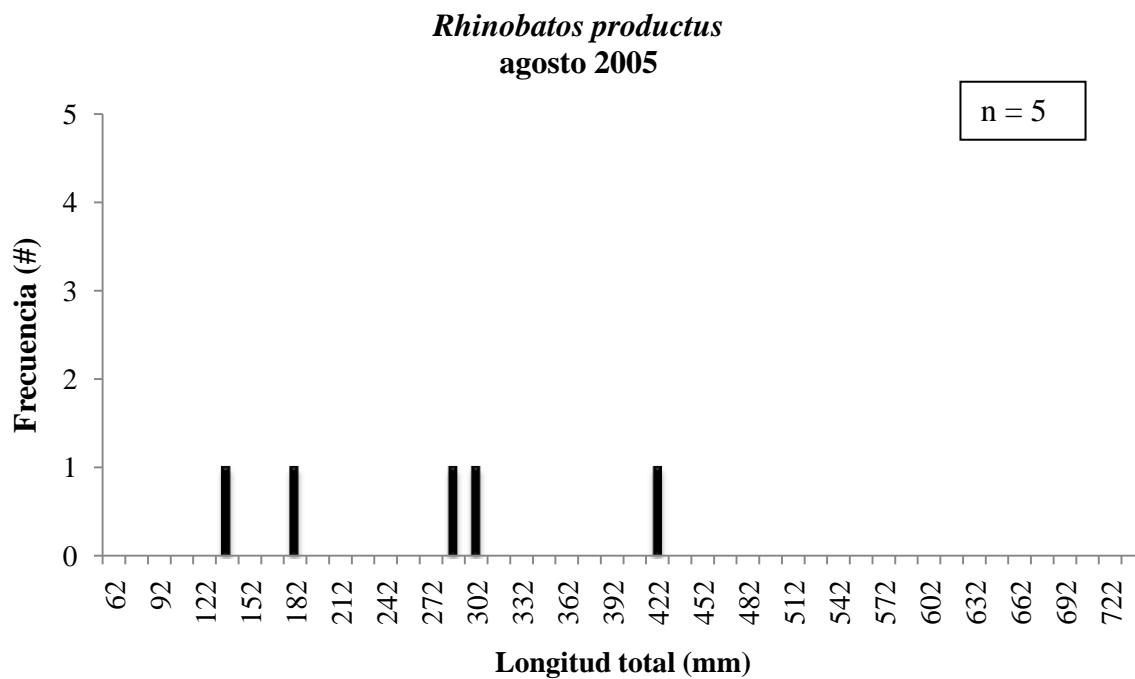
Apéndice 15. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de febrero del 2005.



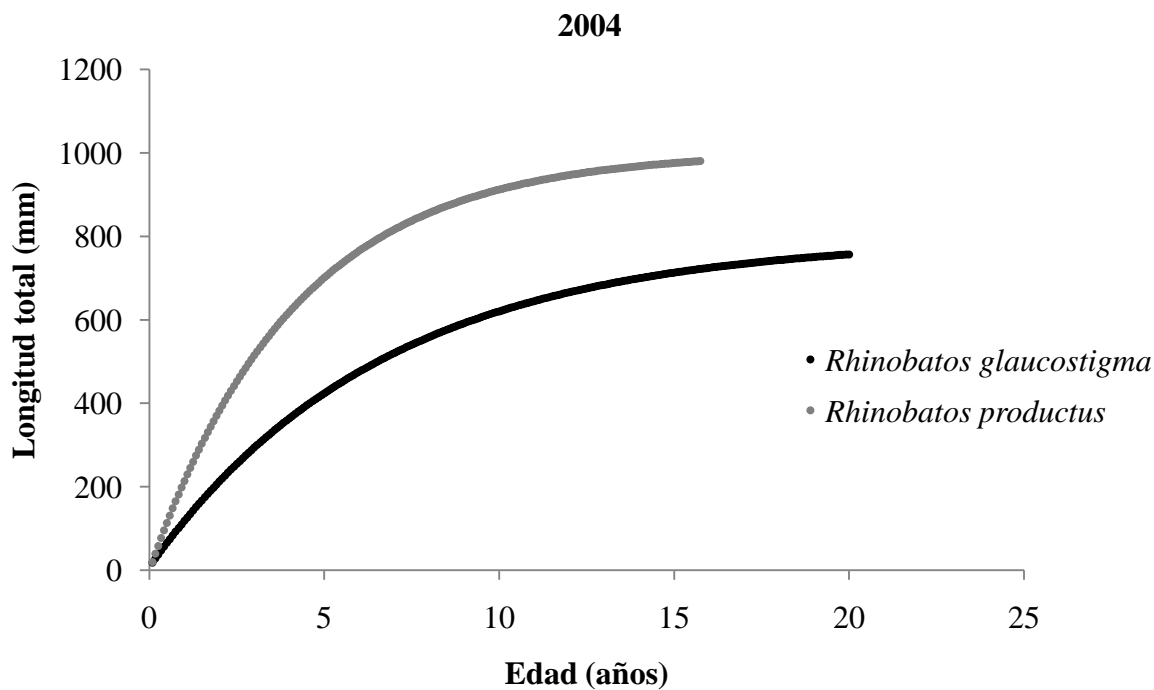
Apéndice 16. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de marzo del 2005.



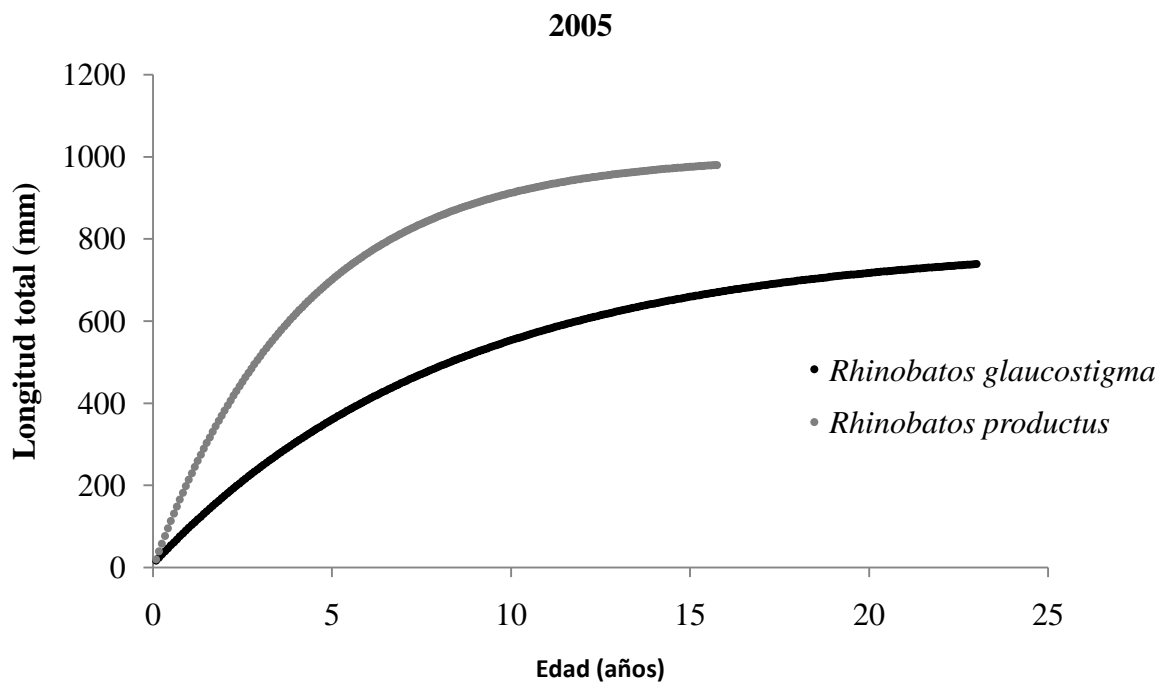
Apéndice 17. Estructura de talla de la especie *Rhinobatos productus* para el mes de agosto del 2005.



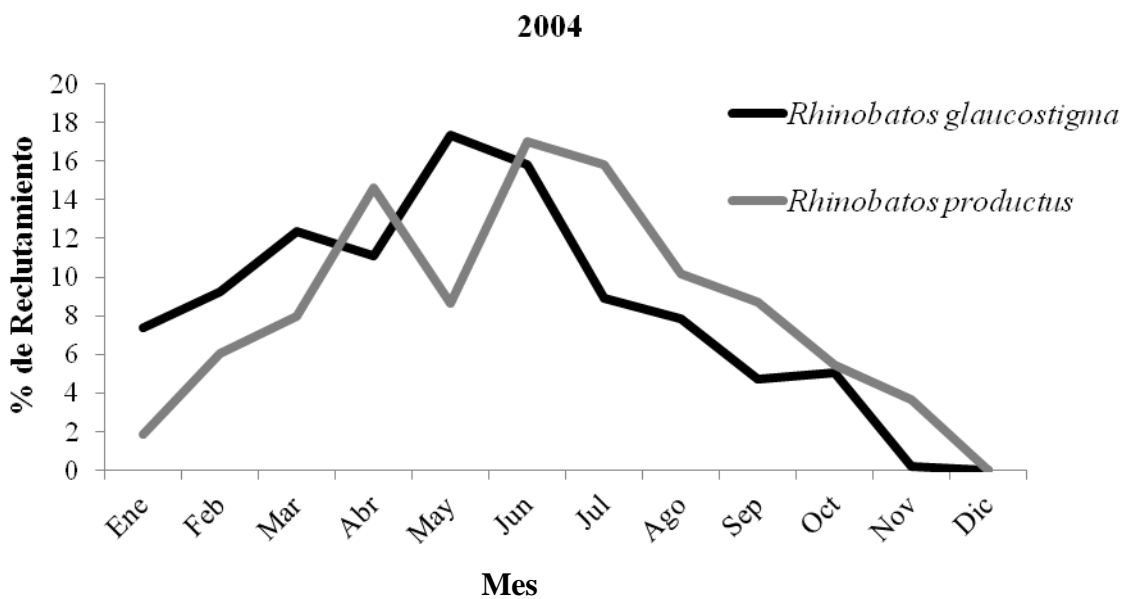
Apéndice 18. Comparativo de las curvas de crecimiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2004.



Apéndice 19. Comparativo de las curvas de crecimiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2005.



Apéndice 20. Comparativo del patrón de reclutamiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2004.



Apéndice 21. Comparativo del patrón de reclutamiento entre las dos especies de pez guitarra para el año 2005.

