

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
BAJA CALIFORNIA SUR  
AREA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS DEL MAR  
Departamento de Biología Marina

ESTRATEGIA REPRODUCTIVA DE LA GUITARRA  
*Rhinobatos productus* (AYRES 1856) EN LA COSTA  
OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

TESIS

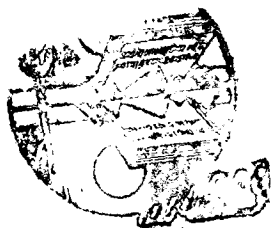
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

BIOLOGO MARINO

PRESENTA:

CAROLINE ANNE DOWNTON HOFFMANN

LA PAZ, B.C.S., MEXICO, JULIO DE 1996.



TE  
148  
Ej.2

036433 ✓

## DEDICATORIA

Por su apoyo, cariño y confianza

A mi mamá, Ruth.

A mi hermana, Alexandra.

A mis tíos, Genaro y Elizabeth.

A Juan Pedro, amigo y compañero.

A mis amigos.

A la memoria de mi papá y de mi tío Spencer.

## AGRADECIMIENTOS

A las autoridades de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo, financiamiento (PII 92-02-CM) y por permitirme usar su equipo e instalaciones.

A la Secretaría de Educación Pública por el financiamiento de la investigación convenio SEP/DGICSA-UABCS C91003-001-03.

A los pescadores del campo pesquero de Puerto Viejo: Jorge, Alejandro, Julián y Don Alejandro Escobar, así como a los hermanos Martín y Juan Sánchez Angulo, un sincero reconocimiento, ya que sin su ayuda y colaboración, hubiera resultado imposible el presente trabajo.

Al director de esta tesis Carlos J. Villavicencio Garayzar, por la orientación y las aportaciones para la realización del trabajo.

A los compañeros del laboratorio de elasmobranquios.

A los maestros y compañeros que me apoyaron en el trabajo de tesis, con revisiones y comentarios, así como el apoyo moral.

A la comisión revisora, ya que contribuyeron a dar forma final al documento con su experiencia y conocimiento.

Quisiera agradecer de manera muy especial a mi familia. A mi mamá y mis tíos Genaro y Elizabeth, porque sin su enseñanza, cariño, confianza y apoyo, no hubiera realizado una de las metas más importantes en mi vida.

A Juan Pedro por su amistad, cariño, paciencia y apoyo tanto moral, como en la elaboración del trabajo.

A mi amiga Cinthya Aldana y Familia, por su invaluable amistad.

## INDICE

Introducción	1
Objetivo	5
Area de estudio	6
Material y método	9
Resultados	
Distribución temporal	13
Composición de tallas	13
Relación peso longitud	14
Proporción de sexos	14
Madurez sexual	
Machos	15
Hembras	15
Crecimiento embrionario	16
Fecundidad	17
Desarrollo ovárico	17
Discusión	
Distribución temporal	18
Composición de tallas	18
Relación peso-longitud	19
Proporción de sexos	20
Madurez sexual	21
Crecimiento embrionario	22
Fecundidad	23
Desarrollo ovárico	24
Ciclo reproductivo	25
Literatura citada	28
Apéndice: tablas y figuras	

## Lista de tablas

- Tabla 1. Número de organismos observados por mes durante 1992 y julio-agosto(\*) de 1993, de la guitarra *R. productus* en la captura comercial de Bahía Almejas, B.C.S., México.

## Lista de figuras

- Fig. 2. Composición de tallas de machos y hembras de *Rhinobatos productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.
- Fig. 3. Composición de tallas para el mes de mayo de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.
- Fig. 4. Composición de tallas para el mes de junio de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.
- Fig. 5. Composición de tallas para el mes de julio de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.
- Fig. 6. Composición de tallas para el mes de julio-agosto de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.
- Fig. 7. Relación peso-longitud en hembras de *R. productus*. W= peso (Kg), LT= longitud total (cm).
- Fig. 8. Relación peso-longitud en machos de *R. productus*. W= peso (Kg), LT= longitud total (cm).
- Fig. 9. Crecimiento de los gonopterigios de *R. productus*.
- Fig. 10. Longitud total vs. diámetro de los ovocitos en *R. productus*, observándose la talla de madurez en hembras.

Fig. 11. Madurez sexual en hembras de *R. productus*.

Fig. 12. Condición del oviducto durante todo el año de *R. productus*, indicando la presencia de huevos o embriones.

Fig. 13. Promedio mensual de las longitudes totales embrionarias de *R. productus*.

Fig. 14. Frecuencia del número de embriones de *R. productus* por hembra

Fig. 15. Fecundidad en *R. productus* en relación a la talla materna.

Fig. 16. Incremento en diámetro de los ovocitos de *R. productus*. por mes.

Fig. 17. Desarrollo embrionario con respecto a la temperatura en *R. productus*.

Fig.18. Ciclo reproductivo de *Rhinobatos productus*.

## RESUMEN

Se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 1992 y un muestreo adicional en julio-agosto de 1993, de la captura comercial de la guitarra *Rhinobatos productus* en Bahía Almejas, costa occidental de la Península de Baja California. Se observaron 759 organismos, 119 machos y 640 hembras, con una talla promedio de 81.37 y 113.17 cm LT, respectivamente. Las hembras fueron 20% mayores en relación a la talla. La dominancia de hembras en la captura fue notoria, no así en embriones, en los que se encontró una relación de 1.04 hembras por machos (n=340). La madurez sexual es alcanzada en machos a los 80 cm y en hembras a los 99 cm LT. La fecundidad de *R. productus* varió entre cuatro y 18 embriones, siendo más común encontrar hembras con ocho o 10. Esta especie presenta una relación directa entre el número de embriones y la talla materna. Las hembras entran a la bahía a finales de mayo y los machos entran en julio, ambos sexos salen a principios de agosto. Durante la estancia de las hembras en la bahía, se observan dos eventos importantes dentro de su biología reproductiva: por un lado, el desarrollo de sus embriones (gestación) y por el otro, el crecimiento de los ovocitos. En éste mismo período los machos presentaron líquido seminal, llevando a cabo la cópula antes de abandonar la bahía. Por otro lado existe una diapausa o detenimiento en el desarrollo embrionario después de la fecundación, siendo observado de mediados de agosto a principios de mayo, tiempo durante el cual la guitarra permanece fuera de la bahía. *R. productus* presenta un ciclo reproductivo anual.



## INTRODUCCIÓN

Los peces cartilagosos (Clase Chondrichthyes), son un grupo muy antiguo y exitoso de peces mandibulados, con una gran diversidad morfológica durante su trayectoria evolutiva (Compagno, 1990). Este grupo se subdivide en las Subclases Holocephali (chimaeras) y Elasmobranchii (tiburones y rayas) (Nelson, 1994). Las rayas son un grupo derivado de los tiburones Neoselachii, presentando adaptaciones a la vida demersal (Compagno, 1990). La familia Rhinobatidae, comprendida en el suborden Rajoidei, se caracteriza por presentar un tronco grueso y un disco relativamente angosto. Esta familia comprende 7 géneros, de los cuales, una especie de *Zapterix*, una de *Platyrrhinoidea* y tres de *Rhinobatos* se distribuyen en el Pacífico mexicano (Castro-Aguirre, 1965; Nelson, 1994). Este último género se caracteriza por tener forma alargada y aplanada con torso grueso, dos aletas dorsales pequeñas y una aleta caudal, dentículos dérmicos en la parte media del dorso y un rostro angular (Eschmeyer *et al.*, 1983).

La guitarra, *Rhinobatos productus* (Ayres 1856), se distribuye desde San Francisco, California, hasta el Golfo de California (Beebe y Tee Van, 1941; Castro-Aguirre, 1965). En la bahía de Monterey, California, límite norte de su distribución, Talent (1985), registró un número mayor de organismos entre agosto y noviembre. En contraste, Herald *et al.*, (1960), en la misma zona encontraron que mayo y junio son los meses con una mayor abundancia. Por otra parte, Beltrán *et al.*, (1986), mencionan que el Estero de Punta Banda, Ensenada, Baja California, es utilizado por esta especie como lugar de reproducción, siendo más abundante durante el mes de agosto. Más al sur, en Bahía Almejas, Baja California Sur, Villavicencio-

Garayzar (1993c), observó mayores abundancias de mayo a agosto, con dominancia de las hembras sobre los machos, principalmente en junio. Sin embargo, en julio, al entrar los machos maduros, tal diferencia se redujo; así mismo, menciona que en relación a las tallas, las hembras son 40% mayores que los machos.

En la bahía de Monterey, California, *R. productus* obtiene la mayor parte de su alimento del fondo, consumiendo principalmente pequeños crustáceos, siendo el más importante *Hemigrapsus oregonensis* (Talent, 1982). Por otro lado, los peces y calamares forman una parte consistente, pero minoritaria en la dieta de la guitarra (Herald *et al.*, 1960; Talent, 1982).

La guitarra es una especie vivípara matotrófica de tipo trofonemata (Wourms, 1981), que presenta los dos ovarios y oviductos funcionales (Timmons, 1991), características que también se presentan en otras especies de *Rhinobatos* (Melouk, 1949; Rossouw, 1984; Lessa *et al.*, 1986; Wenbin y Shuyuan, 1993). Las estrategias reproductivas varían entre las diferentes especies de rayas. En *R. horkelli* se ha observado que de manera simultánea al desarrollo embrionario, crecen los ovocitos de la próxima progenie, los cuales son fecundados en los días subsecuentes a la expulsión de los neonatos, permaneciendo sin desarrollo embrionario por cerca de ocho meses, hasta que reinician su crecimiento el año siguiente; este fenómeno es conocido como diapausa embrionaria (Rossouw, 1984; Lessa *et al.*, 1986; Wenbin y Shuyuan, 1993). Timmons (1991), propuso un período de gestación para *R. productus* de 9 a 14 meses. Por otro lado, Villavicencio-Garayzar (1993c), planteó un período de gestación de 12 meses, aunque el

desarrollo embrionario activo se dé sólo en tres o cuatro meses, siendo que en el resto del año no se observan embriones a pesar de que los huevos se encuentran en los oviductos. Por otra parte, se ha sugerido una talla de nacimiento de 15 cm de longitud total (LT) (Eschmeyer *et al.*, 1983) para el Pacífico y las costas de Baja California, mientras que Timmons (1991) en bahía Monterey, California y Villavicencio-Garayzar (1993c) en bahía Almejas, Baja California Sur, plantean una talla de nacimiento entre 20 y 24 cm LT.

A pesar de que los resultados de Timmons (1991) y Villavicencio-Garayzar (1993c) son los más completos hasta ahora, el primer autor utilizó un tamaño de muestra pequeño de hembras con embriones, por lo que es difícil obtener el período de gestación y la talla de nacimiento. Por otro lado, el segundo autor no mantuvo una periodicidad mensual en los muestreos, faltando información para describir de manera completa el ciclo reproductivo, por lo que la mayoría de sus resultados son inferencias sobre el ciclo de *R. productus*.

Históricamente el manejo de las pesquerías de tiburón se han caracterizado como empresas de “explosión y quiebra”, debido a que las poblaciones y por ende las capturas han decaído rápidamente al aplicar esfuerzos de pesca que no podrían soportar las pesquerías (Ebert, 1986). En general, los elasmobranquios presentan un crecimiento individual lento y una tasa reproductiva baja (Ebert, 1986). Así mismo, presentan una relación stock-reclutamiento que es generalmente densodependiente (Branstetter, 1993), lo que los hace muy sensibles a la sobreexplotación, y en adición, la mayoría de las especies son capturadas durante su época reproductiva. Una población impactada por la pesquería, tiene una

recuperación lenta y en ocasiones se necesitan varias décadas para alcanzar sus niveles antiguos (Pratt y Casey, 1990). El conocer y comprender la biología reproductiva de los elasmobranquios es básico para un manejo adecuado de las pesquerías.

*Rhinobatos productus* es un recurso que se explota comercialmente en la costa occidental de la península de Baja California, y es la única especie de raya que se comercializa como tiburón, obteniendo un ingreso económico mayor. La carne es comercializada en fresco y principalmente en seco salado.

## **OBJETIVO**

Describir la biología reproductiva de la guitarra, *R. productus*, en la costa occidental de Baja California Sur, México.

Para alcanzar este objetivo es necesario abordar los aspectos de la distribución temporal, composición de tallas, peso-longitud y proporción de sexos, así como, la madurez sexual, crecimiento embrionario, fecundidad y el desarrollo ovárico.

## AREA DE ESTUDIO

El campo pesquero de Puerto Viejo, Bahía Almejas, B.C.S., México, se ubica dentro del Complejo Lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur (Wiggins, 1980) (Fig. 1). Esta se divide en tres zonas: la noreste, de forma irregular, compuesta por gran cantidad de esteros, lagunas y canales con profundidad promedio de 3.5 m; la zona central denominada propiamente Bahía Magdalena que está conectada al océano abierto por una boca ancha y profunda; y la zona sureste, Bahía Almejas, conectada con el mar abierto a través de una boca de baja profundidad que no permite la navegación. Ambas bahías están conectadas mediante un canal de 2.5 km de ancho y aproximadamente 3.0 m de profundidad (Alvarez *et al.*, 1976).

En Bahía Almejas se presentan temperaturas superficiales del agua desde los 14°C en abril, mayo y junio hasta los 29°C en septiembre y octubre; la temperatura ambiental varía aproximadamente de 12°C en los meses de diciembre y enero hasta los 30°C de julio y agosto (COADS, 1994). En general, en la bahía hay poca incidencia de ciclones o tormentas tropicales y escasa precipitación pluvial.

El complejo lagunar de Bahía Magdalena se encuentra influenciado en primavera y verano por la corriente de California (Gómez, 1990) y en otoño e invierno por la contracorriente costera de California (Lynn y Simpson, 1987). También está influenciado por surgencias durante todo el año, siendo de baja intensidad en febrero, con un máximo en verano (Bakun, 1973). Las surgencias proporcionan nutrientes a la superficie, quedando disponibles para ser

incorporados en el ciclo de la producción orgánica marina. Estos procesos pueden tener efectos importantes sobre los recursos pesqueros (Bakun, 1973; Bakun y Nelson, 1976).

Bahía Magdalena es un área interesante desde el punto de vista biológico, además de ser el polo de desarrollo portuario más importante del estado (De la Cruz-Agüero *et al.*, 1994). La actividad pesquera cobra importancia con la explotación de la sardina monterrey (*Sardinops sagax caerulea*), realizada casi exclusivamente en esta zona (Félix-Uraga, 1990), así como la de macarela del Pacífico (*Scomber japonicus*), que aparte de ser extraída comercialmente, utiliza la zona para la reproducción (Arcos-Huitrón y Torres-Villegas, 1990).

Zoogeográficamente, esta bahía representa el límite entre las provincias de San Diego y Mexicana (Briggs, 1974), lo que se refleja en la gran diversidad de especies que ahí confluyen, algunas de ellas de alto valor comercial (camarón, langosta, almeja y sardina). Por otra parte, durante el invierno, Bahía Magdalena es utilizada como zona de reproducción, crianza y/o refugio por la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y algunas especies de aves (De la Cruz-Aguero *et al.*, 1994). Asimismo, es ampliamente utilizada por los elasmobranquios para la reproducción y como refugio para neonatos durante parte del año: *Narcine brasiliensis*, *R. productus*, *Gymnura marmorata*, *Z. exasperata*, *Carcharhinus obscurus* y *Dasyatis longus* (Villavicencio-Garayzar, 1993 a,b,c; 1995; 1996; Villavicencio-Garayzar *et al.*, 1994). También hay especies residentes: *Dasyatis brevis* y *Heterodontus mexicanus* (Mathews y Druck, 1975; Mathews y Guardado, 1975).

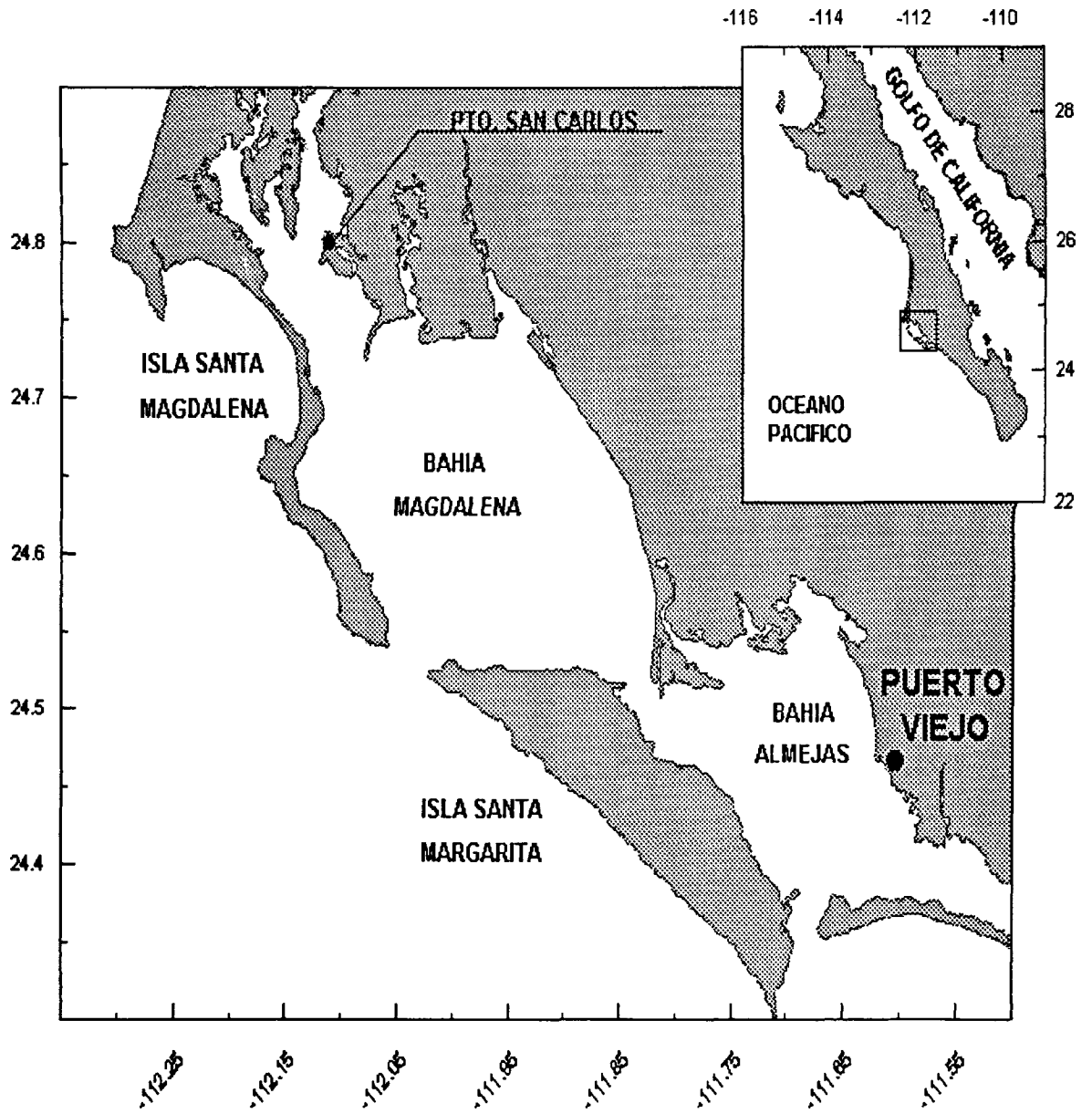


Fig. 1. Area de estudio. Puerto Viejo, Bahía Almejas, B.C.S., México.



## MATERIAL Y METODO

De enero a diciembre de 1992 se realizaron 12 salidas mensuales de cuatro a cinco días cada una, completando 57 días de muestreo. En ellos se revisó la captura de *R. productus* efectuada por los pescadores en el campo pesquero de Puerto Viejo en Bahía Almejas, (Fig.1). Además, se realizó una salida complementaria del 28 de julio al 2 de agosto de 1993.

La pesca de tipo ribereña se lleva a cabo principalmente con redes de multifilamento con una luz de malla variable (10-30 cm). Las redes son utilizadas de forma semipermanente, tendidas y posteriormente revisadas cada mañana por los pescadores, siendo retiradas del agua únicamente para limpiarlas. Los organismos capturados son transportados al área de trabajo para llevar a cabo el destazado y fileteado. En ese punto se tomaron los datos biológicos de todos los organismos de la captura.

A cada ejemplar se le determinó el sexo, la longitud total (LT) (utilizando un ictiómetro de una precisión de un mm) y el peso con una balanza de resorte (precisión un gr). La distribución temporal fue obtenida analizando el número de organismos capturados por los pescadores durante los días de trabajo de campo durante el lapso de estudio. Se realizaron histogramas de frecuencias para obtener la composición de tallas en la captura.

Con la información de peso y talla se estimó la relación peso-longitud para ambos sexos. Esta función presenta una importancia fundamental, puesto que sirve como un mecanismo de transformación de los modelos de crecimiento de longitud a peso.

La función que describe la relación peso-longitud es de tipo potencial, expresada mediante la fórmula  $W = qL^b$  (Bagenal y Tesch, 1978) donde:

W = peso del organismo (gr)

L = longitud total del organismo (cm)

q = constante de proporcionalidad

b = exponente

a = constante

En el caso de que b sea igual a tres, significa que los organismos presentan un crecimiento isométrico, esto es, que los individuos bajo este modelo crecen sin cambiar sus proporciones corporales. Los parámetros a y b de la relación se estimaron mediante el ajuste de una línea de regresión a los datos transformados logarítmicamente de la siguiente manera (Bagenal y Tesch, 1978):

$$\log W = \log a + b \log L$$

Siendo los parámetros de la función peso-longitud estimados como:

q = antilog a

b = constante b

Se aplicó la prueba estadística de dos o más pendientes para comprobar si las curvas de peso-longitud de las hembras y de los machos eran significativamente diferentes (Zar, 1984).

La proporción de sexos en la captura se determinó contando los organismos obtenidos por sexo y dividiendo el número de hembras entre el de machos.

En los machos, la madurez sexual se determinó utilizando el criterio de Pratt (1979), en donde se comparó el largo del gonopterigio a diferentes longitudes

totales, así como el grado de calcificación y la presencia de semen. Los gonopterigios se midieron desde la parte posterior de la cloaca hasta su parte distal, y se observó la presencia de líquido seminal en los ductos deferentes al presionar la cintura pélvica.

En las hembras se realizó una incisión en la cavidad abdominal para revisar los ovarios y oviductos, midiendo el diámetro de los mismos con un vernier (precisión de 0.1 mm). El grado de madurez sexual se estimó con base al desarrollo de los ovocitos y la condición del oviducto (Lessa, 1982; Simpfendorfer, 1992). Se consideraron como inmaduras aquellas que presentaron ovocitos no visibles o pequeños y los oviductos no diferenciados; y como maduras aquellas que tuvieron los ovocitos grandes y los oviductos con huevos o embriones en desarrollo. La talla de primera madurez en las hembras se estimó cuando el 50% de los individuos son sexualmente maduros en la frecuencia de clase (Pratt y Otake, 1990).

En las ocasiones en que presentaron crías, éstas se midieron, pesaron con una balanza granataria (precisión de 0.1 gr), y se les determinó el sexo. La fecundidad uterina se determinó por medio del conteo de embriones o huevos fecundados por hembra. Para comprobar la relación entre la talla materna y el número de embriones se realizó una regresión lineal simple,  $y=a+bx$  (Lessa *et al.*, 1986; Simpfendorfer, 1992), donde:

$y$  = Diámetro de los ovocitos (mm)

$x$  = Longitud total (cm)

$a$  y  $b$  = constantes

La actividad ovárica fue establecida al analizar la variación mensual promedio de los ovocitos más grandes en los ovarios.

## RESULTADOS

### DISTRIBUCION TEMPORAL

Durante los muestreos de campo de la captura comercial se observaron 759 organismos; 119 machos y 640 hembras (Tabla I). En el transcurso de este tiempo, *R. productus* presentó un período de mayor abundancia de mayo hasta agosto, obteniéndose el 89.1% de la captura anual. En este lapso las hembras fueron más abundantes que los machos, principalmente en junio; esta diferencia fue menos marcada a finales de julio y principios de agosto. Todas las hembras fueron maduras; sólo en mayo se observaron algunas inmaduras. El número mayor de machos se presentó a finales de julio y principios de agosto, siendo todos maduros. Los inmaduros sólo se observaron en mayo. Durante el resto del año se capturaron muy pocos organismos y de manera ocasional. Observando que la distribución temporal de la guitarra es estacional.

### COMPOSICION DE TALLAS

Los datos se distribuyeron en intervalos de tallas de 10 cm encontrando que las hembras de 95 a 135 cm de longitud total (LT) dominaron en la captura anual, siendo más abundantes aquellas entre 115 y 125 cm LT (Fig. 2). Esta composición de tallas es similar en los meses de mayor abundancia de junio, julio y agosto (Figs. 4, 5 y 6). Para los machos, las tallas más abundantes fluctuaron entre 75 y 95 cm LT (Fig. 2), excepto en mayo, cuando fueron más comunes las tallas entre 55 y 85 cm LT (Fig. 3). Las longitudes totales máximas para hembras y machos fueron de 141.5 y 114 cm LT, respectivamente. Así, podemos observar que existe

una diferencia marcada en cuanto a tallas, siendo las hembras un 20% más grandes que los machos.

## **RELACION PESO-LONGITUD**

En la relación peso-longitud, las hembras y machos presentaron un comportamiento potencial con valores de las pendientes de 3.14 y 3.04, respectivamente (Figs. 7 y 8), siendo para la relación global  $\text{LogW} = -5.8388 + 3.20 \text{LogLT}$ . El valor de la pendiente cercano o igual a tres indicó que esta especie crece isométricamente. La desviación estándar de la ecuación para las hembras fue de 0.109 y en machos de 0.07, con un nivel de probabilidad de 0.05. El resultado obtenido de la prueba estadística de dos o más pendientes fue de 1.9, indicando que no hay diferencia entre los valores de las pendientes, por lo tanto, las hembras y los machos no presentan una diferencia significativa en cuanto al crecimiento.

## **PROPORCION DE SEXOS**

Durante todo el año las hembras fueron más abundantes que los machos, presentando una proporción de sexos anual de 5.63:1 (Tabla I). En mayo, la proporción fue de 3.88 hembras por macho; de estos últimos la mayoría fueron inmaduros (87.5%), y por el contrario, las hembras maduras dominaron en este mes con el 75.9%. En junio, no se observaron machos y todas las hembras fueron maduras. Para julio, la proporción de hembras se incrementó a 8.66:1 en relación a los machos. Durante este mes, tanto machos como hembras se observaron

maduros. En el muestreo realizado en julio-agosto, la proporción de sexos bajó, siendo 1.69 hembras por macho, observando que estos últimos en su mayoría eran maduros; las hembras en su totalidad se encontraron maduras. Finalmente, en agosto sólo se capturaron tres hembras maduras y ningún macho.

## **MADUREZ SEXUAL**

### **Machos**

Los machos con una longitud total menor a los 60 cm fueron inmaduros, presentando gonopterigios con una longitud inferior a los 5 cm y sin calcificar (Fig. 9). A partir de los 60 cm LT se observa que los gonopterigios inician su desarrollo, aumentando en talla y calcificación, continuando hasta los 80 cm LT. A partir de esta talla los órganos copuladores alcanzaron una longitud de 14 cm, además de estar calcificados y con semen en los ductos deferentes. Por lo tanto, es posible afirmar que la talla de primera madurez en los machos ocurre a los 80 cm LT, talla equivalente al 70.9% de la longitud total máxima observada en los machos.

### **Hembras**

El grado de madurez en hembras se encuentra directamente relacionado con el desarrollo de los ovarios y oviductos. La presencia de ovocitos y oviductos de diámetros pequeños indicaron que las hembras son inmaduras. Estas predominaron en las tallas por debajo de los 99 cm LT. Las hembras maduras, con ovocitos grandes y oviductos ya sea con huevos o con embriones, dominaron a partir de los 99 cm (Fig. 10). En hembras con tallas menores a los 99 cm LT no se

observaron ovocitos con un diámetro mayor a 21 mm y tampoco un desarrollo de los oviductos, lo que permite suponer que aún se encuentran en proceso de maduración. Las hembras con tallas superiores a los 99 cm LT tenían ovocitos con un diámetro mayor, llegando hasta los 43 mm (Fig. 11). El 50% de madurez se determinó a los 99 cm LT. Sin embargo, una hembra de 87 cm LT presentó embriones. La longitud de madurez para las hembras equivale al 72.7% de la longitud total máxima observada.

## **CRECIMIENTO EMBRIONARIO**

Durante el período agosto-abril las hembras presentaron únicamente huevos en los oviductos. Los embriones empezaron a ser visibles, en una inspección macroscópica, de mayo hasta los primeros días de agosto. Solamente en agosto fue posible encontrar hembras maduras con los oviductos vacíos (Fig. 12). Los embriones más pequeños se colectaron en mayo, siendo posible observar el tubo neural y el cerebro poco diferenciados. En junio los embriones estaban casi totalmente formados, pero aún con tallas pequeñas y con filamentos branquiales externos. Para julio, las crías se encontraban bien formadas, es decir, con un gran parecido al adulto; los filamentos branquiales dejaron de ser visibles en embriones con tallas mayores a los 95 mm LT (Fig. 13). La talla máxima embrionaria encontrada fue de 191.7 mm LT. Con los datos de junio y julio fue posible obtener la tasa de desarrollo embrionario, observando que en junio el promedio fue de 41.66 mm y para julio de 111.35 mm LT; la diferencia entre estos promedios nos indica que los embriones aumentaron en longitud 2.143 mm por día.



En los muestreos de junio y julio, se obtuvieron 340 embriones de 66 hembras. La proporción de sexos en embriones fue de 1.04 hembras por macho, sin una diferencia significativa entre sexos.

## **FECUNDIDAD**

En julio-agosto de 1993 se muestrearon 36 hembras, a cada una de ellas les fue contado el número de embriones, el cual fluctuó entre cuatro y 18, predominando aquellas que contenían entre ocho y 10 (Fig. 14). El menor número de embriones los presentaban las hembras de tallas más pequeñas y las hembras más grandes presentaron un número mayor de embriones. Con estos resultados, se infiere que existe una tendencia a incrementar el número de embriones conforme aumenta la talla materna (Fig. 15).

## **DESARROLLO OVARICO**

El diámetro promedio mensual de los ovocitos tuvo una notable variación de abril hasta agosto. En abril los ovocitos midieron 15 mm, incrementándose para mayo, junio y julio. En este último los ovocitos midieron 31 mm con un máximo de 42 mm. En agosto, el promedio de los ovocitos fue de 20 mm ( $\pm 13$ ) de diámetro con valores mínimos de siete mm (Fig. 16). El resto del año el diámetro de los ovocitos fue reducido.

## DISCUSION

### DISTRIBUCION TEMPORAL

En el muestreo de mayo, de los machos capturados sólo tres portaron semen, mientras que en julio todos fueron maduros. El mayor número de hembras maduras se presentó de mayo a julio y los primeros días de agosto. Considerando ésta información y el número de organismos capturados por mes, se deduce que la guitarra entra a Bahía Almejas a finales de abril y principios de mayo y sale a finales de julio y principios de agosto. El resto del año la guitarra es una especie visitante ocasional en la bahía. Este comportamiento difiere al registrado por Beltrán *et al.*, (1986) en el Estero de Punta Banda, donde el período de abundancia es en agosto. Así mismo, Talent (1985) menciona que en el Estero de Elkhorn (California), la guitarra fue encontrada sólo de agosto a noviembre, confirmando así la distribución estacional de *R. productus*. Estos movimientos muy probablemente se deban a migraciones hacia aguas más profundas o de menores temperaturas. Migraciones similares también se han descrito en *R. horkelii* (Lessa, 1982; Lessa *et al.*, 1986) y *Z. exasperata* (Villavicencio-Garayzar, 1995).

### COMPOSICION DE TALLAS

La talla máxima encontrada fue de 141.5 y 114 cm LT, para hembras y machos, respectivamente. Por otro lado, Talent (1985) y Timmons (1991) analizaron organismos de 90 a 150 cm LT para la bahía de Monterey, California, mientras que Villavicencio-Garayzar (1993c), registró machos y hembras con tallas hasta de 98 y 137 cm LT, respectivamente para bahía Almejas, longitudes que

coinciden en gran medida con lo obtenido en esta investigación. Sin embargo, Castro-Aguirre (1965), menciona que la talla máxima de la guitarra es de 80 cm LT, de San Francisco a Isla de Cedros y Golfo de California; difiriendo en gran medida con los resultados de éste trabajo y con lo propuesto por los autores antes mencionados.

En los elasmobranquios y en otros grupos es común encontrar que las hembras sean de longitudes mayores que los machos. Este es el caso de *R. productus*, en donde las hembras fueron un 20% más grandes; difiriendo con respecto a lo señalado por Villavicencio-Garayzar (1993c) para la misma zona, quien menciona que las hembras fueron un 40% mayores que los machos. Esto probablemente se deba a que la intensidad del muestreo realizado fue mucho menor al del presente estudio. Esta diferencia en longitudes entre sexos ha sido observada en otras rayas; *Rhinoptera bonasus*, *Myliobatis californica*, *N. brasiliensis* y *G. marmorata* (Smith y Merriner, 1987; Martin y Cailliet, 1988; Villavicencio-Garayzar, 1993a,b).

## RELACION PESO-LONGITUD

La guitarra presenta un crecimiento isométrico con valor del exponente de 3.14 y 3.04 en hembras y machos, respectivamente. Sin embargo, la prueba estadística de dos o más pendientes indicó que el crecimiento isométrico en *R. productus*, no difiere entre machos y hembras, a pesar de que estas últimas son más grandes. Por otro lado, es posible que la presencia de embriones afecte el peso de las hembras. A pesar de ésto, los valores calculados tanto para machos

como para hembras son similares a los obtenidos para otros rhinobatidos: hembras de *Z. brevirostris* con un valor de 2.94 (Da Silva, 1987); hembras y machos de *R. horkelii* con 3.06 (Lessa, 1982) y en *N. braliliensis* de 3.04 (Villavicencio-Garayzar, 1993 a).

## PROPORCION DE SEXOS

En el período de mayor abundancia estacional, de mayo a principios de agosto, la proporción de sexos estuvo dominada por las hembras. Sin embargo, con la llegada de los machos en julio esta proporción se redujo. Esta diferencia tan marcada en la proporción de sexos en los adultos de *R. productus* en Bahía Almejas, indica que existe una segregación por sexos, la cual disminuye al momento en que llegan los machos a la bahía para llevar a cabo la cópula. Wourms (1977) señaló que en los elasmobranquios hay una tendencia a segregarse cuando alcanzan la madurez sexual, excepto en la época reproductiva. Tal segregación se ha observado en California (Herald y Dempster, 1952; Herald, 1952; y Herald et al., 1960) y en Bahía Almejas (Villavicencio-Garayzar, 1993 c) para esta especie. Por otro lado, la selectividad del arte de pesca podría ser otro factor por el cual la proporción de sexos se encuentre sesgado hacia las hembras, capturando únicamente a los organismos grandes, quedando libres los machos de tallas medianas y pequeñas y las hembras pequeñas.

Dada esta segregación, Pratt y Otake (1990) recomiendan obtener la proporción de sexos con base en las crías intrauterinas. Los muestreos de embriones en junio y julio de 1992, indicaron que existe una proporción de sexos

de 1.04 hembras por macho (n=340), con lo que se puede afirmar que en la guitarra no hay una producción diferencial a favor de un sexo, deduciendo que la segregación por sexos se da en organismos adultos. Este comportamiento se ha observado en *R. hynnicephalus* en el mar de China y en *Z. exasperata* en Bahía Almejas (Wenbin y Shuyuan, 1993; Villavicencio-Garayzar, 1995). Sin embargo, en algunas especies es posible observar diferencias en la proporción de sexos en embriones; por ejemplo, en *G. marmorata* se registró una proporción de 1.9 machos por hembra (Villavicencio-Garayzar, 1993 b).

## MADUREZ SEXUAL

Las diferentes especies de elasmobranquios presentan una gran variación en cuanto a la talla de primera madurez en machos y hembras (Pratt y Otake, 1990). En *R. productus* los machos maduran a los 80 cm y las hembras a una talla mayor. Tal es el caso de machos y hembras de *R. rhinobatos*, los cuales maduran a los 75 cm y 85 cm LT, respectivamente. Mientras que en *R. cemiculus*, los machos maduran a los 100 cm y las hembras a 110 cm LT (Capapé y Zaouali, 1979). Resultados similares se han obtenido en *Dasyatis sabina* y *D. sayi*, en donde los machos maduran a los 20 y 38 cm y las hembras a los 25 y 55 cm de ancho de disco (AD) (Snelson *et al.*, 1988 y 1989).

En general, los elasmobranquios presentan la madurez sexual una vez que han cubierto entre el 60 y el 90% de su longitud total (Holden, 1974), siendo este el caso de *R. productus*, donde los machos y hembras alcanzan la talla de primera madurez al 70.9 y 72.7% de su LT máxima observada, respectivamente. Estos

036433

porcentajes de la talla alcanzada en la primera madurez, son comparables con los obtenidos para *Rhinoptera bonasus* (Smith y Merriner, 1987), *R. horkeli* (Lessa, 1982; Lessa *et al.*, 1986), *N. brasiliensis* (Villavicencio-Garayzar, 1993 a) y *Z. exasperata* (Villavicencio-Garayzar, 1995).

## CRECIMIENTO EMBRIONARIO

Durante la mayor parte del año *R. productus* presenta huevos en los oviductos, a excepción de 3 meses y medio (Fig. 12), de los cuales, en los 3 primeros (mayo a julio) se encuentran embriones en los oviductos, y en el medio mes restante (principios a mediados de agosto) los oviductos están vacíos; esto es debido a que las hembras acaban de expulsar a las crías y están listas para iniciar de nuevo el ciclo reproductivo con la cópula. Este mismo comportamiento se ha observado en otras rayas: *Dasyatis sayi* (Snelson *et al.*, 1989), *R. horkelii* (Lessa, 1982), *R. hynnicephalus* (Wenbin y Shuyuan, 1993), *Narcine brasiliensis* (Villavicencio-Garayzar, 1993a) y *Rizoprionodon taylori* (Simpfendorfer, 1992).

El desarrollo embrionario de *R. productus* inicia aproximadamente a los 8.5 meses después de haberse llevado a cabo la cópula. De los tres meses en los que se observan los embriones, éstos no presentan una relación directa con el oviducto de la madre, es decir no presentan análogos de placenta o separaciones por compartimientos, sino que se alimentan principalmente del vitelo y de forma complementaria de líquido uterino. La sustancia lechosa se produce en unos pliegues longitudinales del oviducto, y proporciona de manera complementaria nutrientes al embrión. La alimentación principal se da mediante el vitelo, observado

en casi todo el tiempo que dura el desarrollo embrionario. Este comportamiento es similar al de *R. hynnicephalus*, que al final del desarrollo reabsorven la yema y están listos para ser expulsados. Se cree que la reabsorción de la yema sin una degradación inmediata del material pueda ser con el fin de que los neonatos tengan alimento en los primeros días de vida libre (Wenbin y Shuyuan, 1993).

Con respecto a la talla máxima embrionaria y la longitud total más pequeña de un organismo de vida libre, es posible deducir la talla de nacimiento. En julio se encontró al embrión más grande, que midió 191.7 mm LT, y debido a que la expulsión de los embriones se lleva a cabo a finales de este mes y principios de agosto, es posible que la talla de nacimiento sea alrededor de los 20 cm LT. Esta es una talla muy similar a la propuesta por Timmons (1991) y Villavicencio-Garayzar (1993 c), quienes proponen una talla de expulsión entre 20 y 24 cm LT. Así mismo, Timmons (1991) registró un organismo capturado de vida libre de 23 cm LT. Por otro lado, los resultados obtenidos difieren en gran medida a lo planteado por Eschmeyer *et al.*, (1983), quien menciona que la talla de nacimiento es de 15 cm LT.

## **FECUNDIDAD**

El número de embriones por hembra en la guitarra fue variable, entre cuatro y 18, siendo más común encontrar hembras con ocho a 10 embriones, ésto pudo deberse a que las hembras más abundantes en las capturas fueron de tallas entre 110 y 120 cm LT. Las tallas mayores a los 130 cm presentaron de 16 a 18 embriones (Fig. 15). Esto también fue observado en *R. horkelii* (Lessa *et al.*, 1986)

y en *R. annulatus* (Rousouw, 1984), en las cuales, las hembras pequeñas presentaron dos embriones y las grandes tuvieron 11. De igual forma, en *R. hynnicephalus* se contaron entre dos y nueve embriones por hembra (Wenbin y Shuyuan, 1993). Sin embargo, de todas las especies del género, *R. productus* es la más fecunda.

En algunas especies de elasmobranquios, existe una tendencia en la cual las hembras más grandes son más fecundas (Pratt y Casey, 1990). En *R. productus* se observó una relación directa entre el número de embriones y la talla materna, al igual que en *R. hynnicephalus* (Wenbin y Shuyuan, 1993). Simpfendorfer (1992) y Ketchen (1972), mencionan que los tiburones *Rhizoprionodon taylori* y *Squalus acanthias* presentan una relación significativa entre el número de embriones y la talla materna.

## **DESARROLLO OVÁRICO**

De agosto hasta abril la guitarra presentó ovocitos con un diámetro pequeño, pero, de mayo a julio, los ovocitos aumentaron en diámetro hasta alcanzar un máximo en julio, siendo a principios de agosto cuando la guitarra lleva a cabo la ovulación. Por ello, existe una alta probabilidad de que en agosto se realice la expulsión de las crías, seguido de la cópula. Posteriormente las hembras ovulan, fecundan los ovocitos e inician un nuevo ciclo embrionario, que se prolonga hasta abril. Esto nos indica que el desarrollo ovárico de *R. productus* es estacional. Esta estrategia reproductiva se ha detectado en *R. horkelii*, *Dasyatis sayi*, *R. taylori*, *N. brasiliensis* y *R. hynnicephalus*, (Lessa, 1982; Lessa et al., 1986; Snelson et al.,



1989; Simpfendorfer, 1992; Villavicencio-Garayzar, 1993a; Wenbin y Shuyuan, 1993).

## CICLO REPRODUCTIVO

Con base en el crecimiento de los ovocitos, el nacimiento de las crías y por la presencia de huevos en los oviductos de las hembras a mediados de agosto, permiten suponer que la época de apareamiento es a finales de julio y principios de agosto. En este mes se obtuvieron pocas hembras, las cuales tuvieron los oviductos vacíos y en algunos casos con huevos en los oviductos, pero sin un desarrollo embrionario visible. En las figuras 13 y 16, se observa que tanto el desarrollo embrionario como el crecimiento de los ovocitos son simultáneos. Esto nos indica, que la expulsión se llevó a cabo a finales del mes de julio y principios de agosto, seguida por la ovulación, por lo que la guitarra presenta un único ciclo reproductivo anual.

Debido al carácter migratorio de la mayoría de las especies de elasmobranquios (Holden, 1974), es difícil determinar los períodos de gestación, ya que en algunas etapas del ciclo reproductivo no son capturados. Si bien la guitarra no es accesible a la pesquería entre agosto y abril, es posible describir el ciclo reproductivo de *R. productus*, el cual presenta dos fases: el desarrollo embrionario activo (mayo-agosto) y el aletargamiento del desarrollo embrionario o diapausa (agosto-abril), en este período se da la emigración, para regresar a la bahía hasta el próximo año, completando de ésta manera el ciclo reproductivo (Fig. 18).

En Bahía Almejas la temperatura superficial varía desde los 14°C en abril y mayo hasta los 29°C en septiembre (COADS, 1994). El desarrollo embrionario de *R. productus* inicia con los valores mínimos de temperatura, llevando a cabo la expulsión de las crías cuando se presentan las temperaturas máximas (Fig. 17). El desarrollo embrionario es dependiente de la temperatura y también de la especie. La tasa reproductiva es más rápida en organismos de aguas cálidas que en los de aguas más frías, y su vulnerabilidad puede deberse a un incremento en la temperatura por períodos cortos (Wourms, 1977). Las crías nacen cuando la temperatura del mar es elevada, con ello se activa la tasa de crecimiento rápido, y lo contrario ocurriría si nacieran a temperaturas bajas (Simpfendorfer, 1992). Como una generalización, existe una tendencia en el crecimiento postembrionario a ser casi exponencial (Wourms, 1977). Esto es de particular importancia para especies que presentan una talla embrionaria pequeña porque un crecimiento rápido reduce el riesgo a la depredación (Branstetter, 1993).

En la Bahía de Monterey, California, la variación estacional de la temperatura afectó la distribución de algunos elasmobranquios, de los cuales la guitarra fue más abundante cuando las temperaturas se encontraban arriba de los 14°C (Talent, 1985). Herald (1952), menciona que durante los torneos de 1952 en la misma zona, fue común observar que *R. productus* aumentaba en las capturas durante cierta parte del año (junio-julio), debido a que la guitarra se desplazaba de mayor a menor profundidad a intervalos irregulares. Las diferentes etapas del ciclo reproductivo en *R. annulatus* (Rossouw, 1984) y *R. horkelii* (Lessa, 1982; Lessa et al., 1986) son acompañadas por migraciones en dirección a la costa, para la

gestación y en dirección al mar abierto después de la cópula. Estas migraciones están estrictamente relacionadas con la temperatura, la cual está ligada a las profundidades, acelerando o retardando las diversas etapas del ciclo reproductivo (Lessa *et al.*, 1986).

En general, los elasmobranquios utilizan las bahías para su reproducción ya que son lugares protegidos con una alta productividad (Talent, 1985; Herald *et al.*, 1960; Beltrán *et al.*, 1986; Lessa *et al.*, 1986), siendo éste el caso del Complejo Lagunar de Bahía Magdalena. Dicha bahía se encuentra influenciada por surgencias prácticamente todo el año (Bakun, 1973), proporcionando así suficientes fuentes de alimento para los organismos que habitan en éstas zonas. Una vez que han expulsado a las crías, salen de la bahía, quedando solo los neonatos. Asegurando que los organismos recién expulsados puedan encontrar alimento en la etapa exponencial de su desarrollo (Simpfendorfer, 1992).

Como se mencionó anteriormente, *R. productus* entra a las bahías únicamente con el fin de llevar a cabo la gestación y reproducción. En éste momento los pescadores la capturan, ya que en el resto del año la guitarra se encuentra fuera de la bahía y en aguas más profundas, lo que hace incosteable su captura.

La importancia de este estudio radicó en describir el ciclo reproductivo y así utilizar esta información en un futuro como la base para establecer un plan de manejo sobre la pesquería de esta especie. Un primer paso en ésta dirección sería la talla de primera madurez, la cual aporta bases para un posible plan de manejo con respecto a los límites en cuanto a la talla mínima de captura.

## LITERATURA CITADA:

Alvarez, B.S., A. Galindo & A. Chee. 1976. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, B.C.S. Ciencias Marinas, 2(2):94-110.

Arcos-Huitrón, N.E. & J.R. Torres-Villegas. 1990. Ciclo reproductivo de la macarela del Pacífico *Scomber japonicus* Houttuyn (Pisces: Scombridae) en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. Inv. Mar. CICIMAR., 5(1):37-45.

Bagenal, T.B. & F.W. Tesch. 1978. Methods for assessment of fish production in fresh waters. Third edition. Blackwell Scientific Publications. 365 pp.

Bakun A. 1973. Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946-71. NOAA Tech. Rep., NMFS SSRF-671. 103 pp.

Bakun A. & C.S. Nelson. 1976. Climatology of upwelling related processes off Baja California. CalCOFI Rep., 19: 107-127

Bebee, W. & J. Tee-Van. 1941. Eastern Pacific exploitation of the New York Zoological Society. XXVIII. Fishes From the Tropical Eastern Pacific. From Cedros Island, Lower California, South to the Galapagos. Part 3, Rays, Mantas and Chimaeras. Zoological, N.Y. 26(2):245-282.

Beltrán-Félix, J.L., M.G. Hammann, A. Chagoya G. & 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.

Branstetter, S. 1993. Conservation of Elasmobranchs. NOAA Tech. Rep. NMFS 115., 99 pp.

Briggs, J.C. 1974. Marine Zoogeography. Mc Graw-Hill. New York, 475 pp.

Capapé, C. & J. Zouali. 1979. Etude du régime alimentaire de deux selaciens communs dans le Golfe de Gabes (Tunisie): *Rhinobatos rhinobatos* (Linne, 1758) y *Rhinobatos cemiculus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817). Achs. Inst. Pasteur Tunis, 56(3):285-306.

Castro-Aguirre, J.L. 1965. Peces sierras, rayas, mantas y peces afines de México. Anal. Inst. Nac. Invest. Biol. Pesq., 1:171-256.

COADS data on CD-ROM. 1994. Eastern Pacific Ocean. NOAA/NMFS and

ORSTOM. Monterey, California, Vol. 5.

- Compagno, L.J.V. 1990. Shark Exploitation and Conservation. pp. 391-414 In H.L. Pratt, S.H. Gruber & T. Taniuchi (Eds.) Elasmobranchs as living resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service. Tech. Rep., 90.
- Cruz-Agüero, J., F. Galván-Magaña, L.A. Abitia-Cárdenas, J. Rodríguez-Romero & F.J. Gutiérrez-Sánchez. 1994. Lista sistemática de los peces marinos de Bahía Magdalena, Baja California Sur (México). *Ciencias Marinas*, 20(1): 17-31.
- Da Silva, B.V. 1987. Length-weight relationship of the little guitarfish, *Zapterix brevirostris* (Chondrichthyes: Rhinobatidae), from Itaipu Inlet, Rio de Janeiro, Brazil. *Copeia*, 3: 787-789.
- Ebert, D.A. 1986. Observations on the elasmobranch assemblage of San Francisco Bay, California. *Dept. Fish and Game*, 72(4):244-249.
- Eschmeyer, W.N., E.S. Herald & H. Hammann. 1983. A field guide to Pacific coast fishes of North America from the Gulf of Alaska to Baja California. Peterson Field Guide Series. Houghton Mifflin Co. Boston., 336 pp.
- Félix-Uraga, R. 1990. Crecimiento de *Sardinops sagax caerulea* en Bahía Magdalena, México. *Inv.Mar. CICIMAR*, 5(1):27-31.
- Francis, M.P. & J.T. Mace. 1980. Reproductive biology of *Mustelus lenticulatus* from Kaikoura and Nelson. *N.Z.J. Mar. Freshwat. Res.*, 14: 303-311.
- Gómez, C.J. 1990. Variación de la distribución y abundancia de los estadios planctónicos de *Pleuroncodes planipes* (Crustacea: Galatheida) en la Costa Occidental de Baja California Sur, México (1986). Tesis Profesional. UABCS, 86 pp.
- Herald, E.S. 1952. The 1952 Shark derbies at Elkhorn slough, Monterey Bay, and at Coyote Point, San Francisco Bay. *Calif. Dept. Fish and Game*, 2:237-243.
- Herald, E.S. & R.P. Dempster. 1952. The 1951 Shark derby at Elkhorn Slough, California. *Dept. Fish and Game*, 38(1):133-134.
- Herald, E.S., W. Schneebeli, N. Green & K. Innes. 1960. Catch records for seventeen shark derbies held at Elkhorne Slough. Monterey Bay, California. *Calif.Dept. Fish Game*, 1:59-67.

- Holden, M.J. 1974. Problems in the Rational Exploitation of Elasmobranchs Populations and Some Suggested Solutions. pp. 117-137. In: Sea Fisheries Research. F.R.H. Jones (eds.) John Willey & Sons. New York 510 pp.
- Ketchen, K.S. 1972. Size at maturity, fecundity and embrionic growth of the spiny dogfish (*Squalus acanthias*) in British Columbia waters. J. Fish. Res. Bd. Canada, 29:1717-1723.
- Lessa, R.T. 1982. Biologie et Dynamiques des populations de *Rhinobatos horkelii*, du plateau continental du Río Grande de Sul (Bresil). Universidad do Bretagne Occidentale, (Brasil). Tesis Doctoral, 238 pp.
- Lessa, R.T., C.M. Vooren & J. Lahaye. 1986. Desenvolvimento e ciclo sexual das Fêmeas, migrações e fecundidade de viola *Rhinobatos horkelii* (Müler y Henle, 1841) Do Sul Do Brasil. Atlântica, Río Grande, 8:5-34.
- Lynn, R.J. & J.J. Simpson. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. Geophysical Reserch, 92 (12): 12947-12966.
- Martin, L.K. & G.M. Cailliet. 1988. Age and Growth determination of the bat ray *Myliobatis californica* Gill, in central California. Copeia, 3:762-773.
- Mathews, C.P. & J. Druck. 1975. Potencial pesquero y estudios ecológicos de Bahía Magdalena III. Las existencias de rayas con especial interés a las ya aprovechadas. Ciencias Marinas, 2(1): 67-72.
- Mathews, C.P. & V. Guardado. 1975. Potencial pesquero y estudios ecológicos de Bahía Magdalena II. Las existencias de gatas Heterodontidae. Ciencias Marinas, 2(1): 60-66
- Melouk, M.A. 1949. The external features in the development of the Rhinobatidae In: Publications of the Marine Biological Station Ghardaqa (Red Sea). No.7, Univ. Press, 98 pp.
- Nelson, S. 1994. Fishes of the World. 3rd. ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA, 600 pp.
- Pratt, L.H. 1979. Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. Fish.Bull., 77(2):445-470.
- Pratt, L.H. & 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, sistematics, and the status of

the fisheries. NOAA Thec. Rep. NMFS 90.

Pratt, H.L. & T. Otake. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to Fishery management. pp. 509-510. In: Elasmobranchs as Living Resources: Advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Thec. Rep. NMFS 90.

Rossouw, G.J. 1984. Age and growth of the sand shark *Rhinobatos annulatus*, in Algoa Bay, South Africa. J. Fish. Biol., 25(2):213-222.

Simpfendorfer, C.A. 1992. Reproductive strategy of the australian sharpnose shark, *Rhizoprionodon taylori* (Elasmobranchii: Carcharhinidae), from Cleveland Bay, Northern Queensland. Aust. J. Mar. Freshwater Res., 43: 67-75.

Smith, J.W. & J.V. Merriner. 1987. Age and Growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Estuaries, 10(2):153-164.

Snelson, F.F., Jr.S.E. Williams-Hooper & T.H. Schmid. 1988. Reproduction and ecology of the atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. Copeia, 3: 729-739.

Snelson, F.F., Jr.S.E. Williams-Hooper & T.H. Schmid. 1989. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida coastal lagoons. Bull. Mar. Sci., 45(1): 15-25.

Talent, L.G. 1982. Food habits of the gray smoothhound *Mustelus californicus*, the brown smoothhound *Mustelus henlei*, the sholvenose guitarfish *Rhinobatos productus*, and the bat ray *Myliobatis californica*, in Elkhorn slough, California. Calif. Fish and Game, 68(4): 224-234.

Talent, L.G. 1985. The occurrence seasonal distribution and reproductive condition of elasmobranchs fishes in Elkhorne Slough, California, Calif. Fish Game, 71(4):210-219.

Timmons, M. 1991. Age, growth and sexual maturity of the sholvenose guitarfish, *Rhinobatos productus* (Ayres). Calif. State University. Masters Thesis. Long Beach. Calif., 84 pp.

Villavicencio-Garayzar, C.J. 1993 a. Observaciones sobre la biología reproductiva de *Narcine brasiliensis* (Olfers)(Pisces: Narcinidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Inv. Cient., 4(1):95-99.

Villavicencio-Garayzar, C.J. 1993 b. Notas sobre *Gymnura marmorata* (Cooper)

- (Pisces: Dasyatidae), Bahía Almejas, B.C.S., México. Rev. Inv. Cient., 4(1):91-94.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1993 c. Biología reproductiva de *Rhinobatos productus* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop., 41(3):441-446.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1995. Biología reproductiva de la guitarra pinta *Zapterix exasperata* (Pisces: Rhinobatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Ciencias Marinas, 21(2): 141-153.
- Villavicencio-Garayzar, C.J. 1996 Reproducción de *Carcharhinus obscurus*. (Pisces: Carcharhinidae), en el Pacífico Nororiental. Rev. Biol. Trop., 44(1):287-289
- Villavicencio-Garayzar, C.J., C. Downton-Hoffmann & E. Mariano-Melendez 1994. Tamaño y reproducción de *Dasyatis longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, México. Rev. Biol. Trop., 42 (1/2): 375-377.
- Wenbin, Z. & Q. Shuyuan. 1993. Reproductive biology of the guitarfish, *Rhinobatos hynnicephalus*. Env. Biol. of Fish., 38:81-39.
- Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Standford, University Press, 1025 pp.
- Wourms, J.P. 1977. Reproduction and development in Chondrichthyan fishes. Amer.Zool., 17: 379-410.
- Wourms, J.P. 1981. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. Amer. Zool., 21: 473-515.
- Zar, H. J. 1984. Biostatistical Analysis. 2º de. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 718 pp.



**APENDICE UNICO: TABLAS Y FIGURAS**

	M E S													N
	E	F	M	A	M	J	J	J-A*	A	S	O	N	D	
<b>MACHOS</b>	1	1	1	1	18	0	6	82	0	3	2	4	0	<b>119</b>
<b>HEMBRAS</b>	3	1	0	21	70	336	52	139	3	4	5	3	3	<b>640</b>
<b>NN</b>	4	2	1	22	88	336	58	221	3	7	7	7	3	<b>759</b>

Tabla I. Número de organismos observados por mes durante 1992 y julio-agosto(\*) de 1993, de la guitarra *R. productus* en la captura comercial de Bahía Almejas, B.C.S., México.

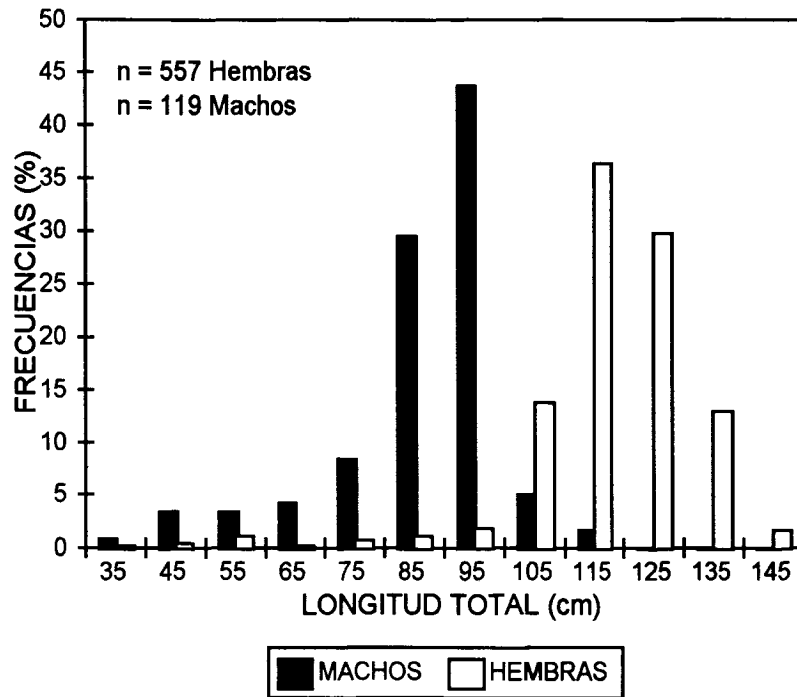


Fig. 2. Composición de tallas de machos y hembras de *Rhinobatos productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.

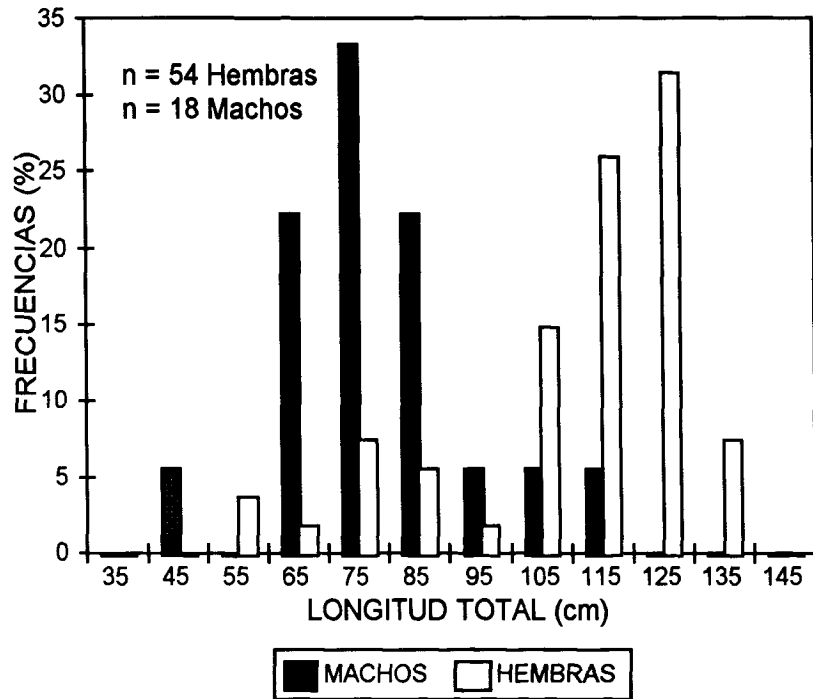


Fig. 3. Composición de tallas para el mes de mayo de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.

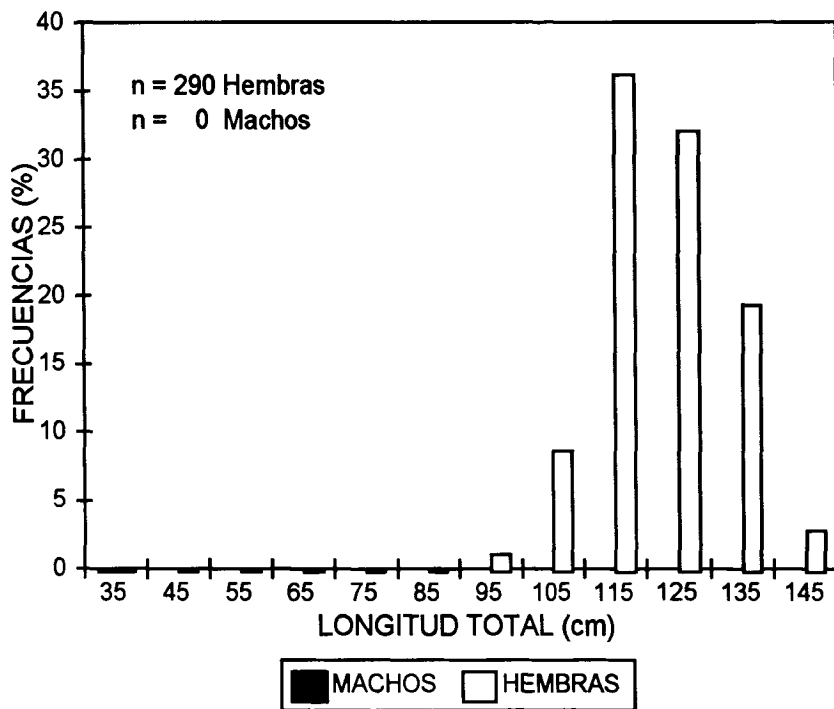


Fig. 4. Composición de tallas para el mes de junio de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.

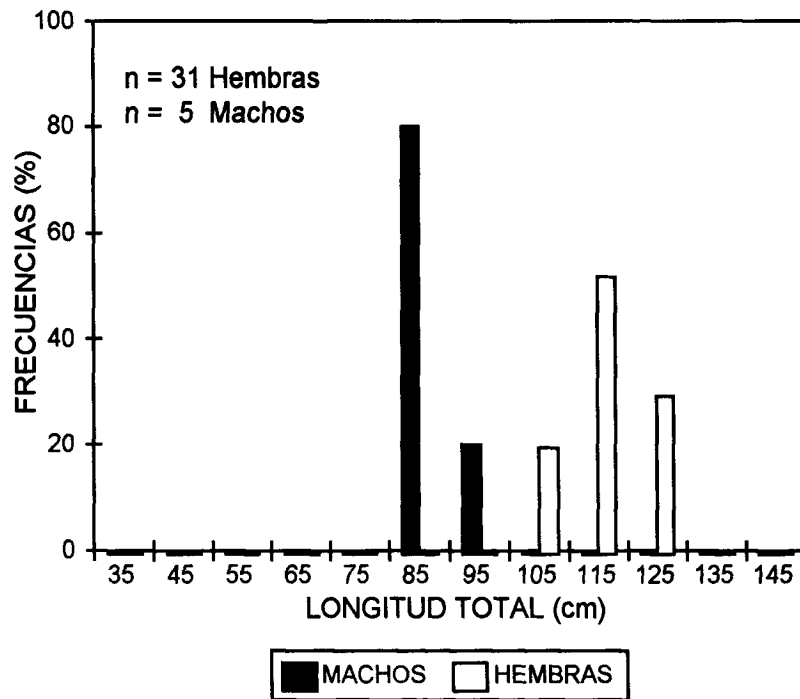


Fig. 5. Composición de tallas para el mes de julio de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.

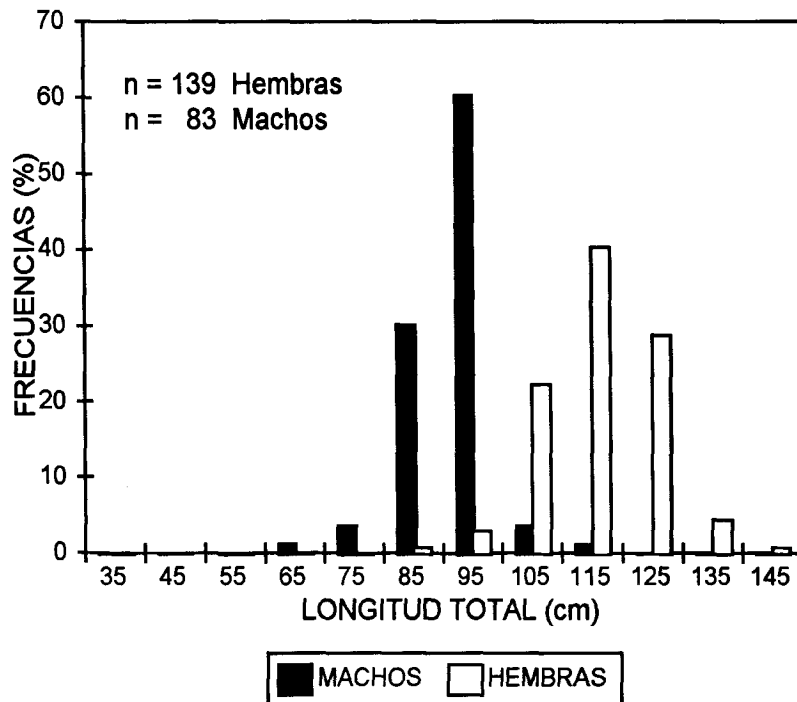


Fig. 6. Composición de tallas para el mes de julio-agosto de hembras y machos de *R. productus* en Bahía Almejas, B.C.S., México.

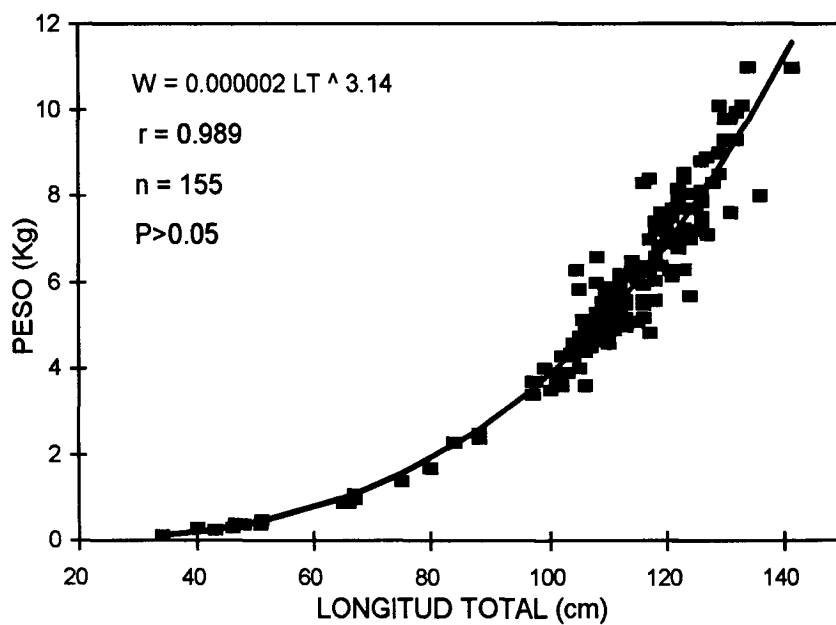


Fig. 7. Relación peso-longitud en hembras de *R. productus*  
W= peso (Kg), LT= longitud total (cm).



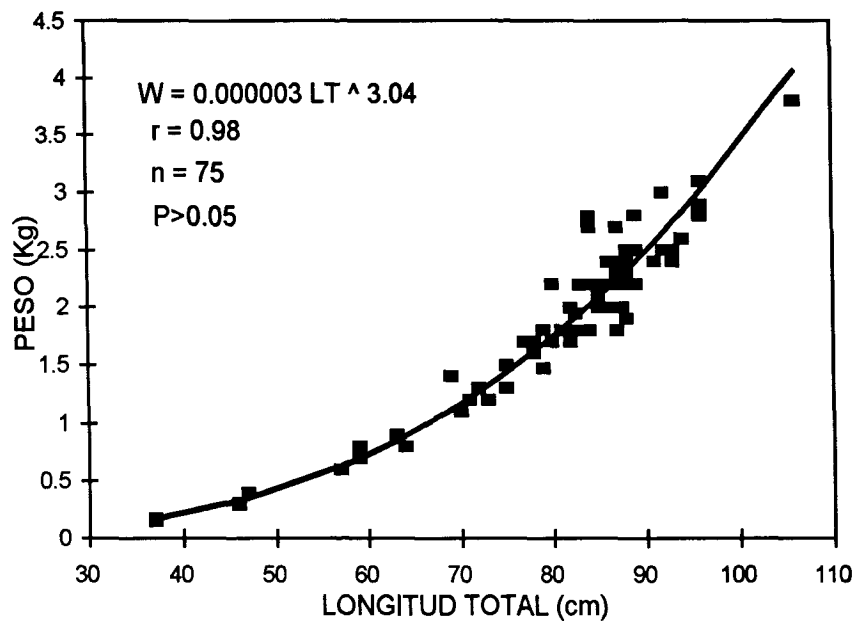


Fig. 8. Relación peso-longitud en machos de *R. productus*  
W= peso (Kg), LT= longitud total (cm).

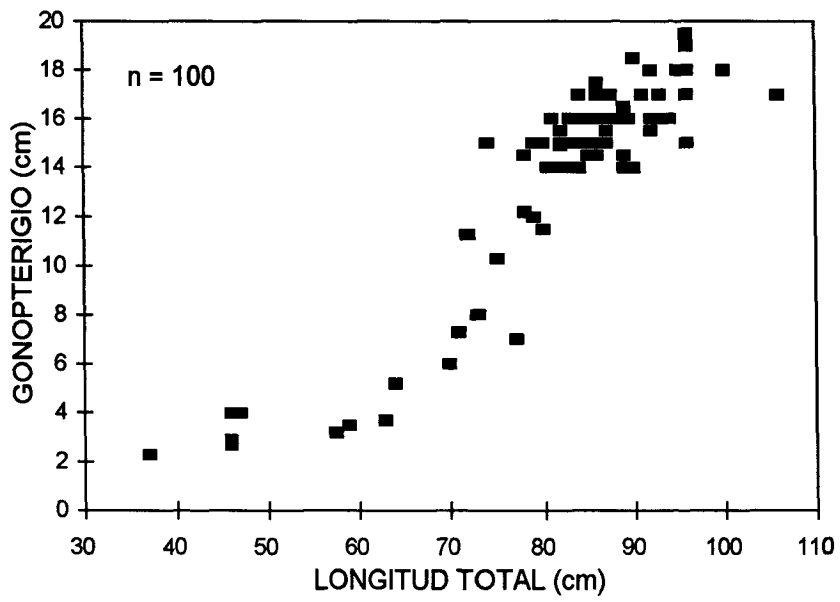


Fig. 9. Crecimiento de los gonopterigios de *R. productus*.

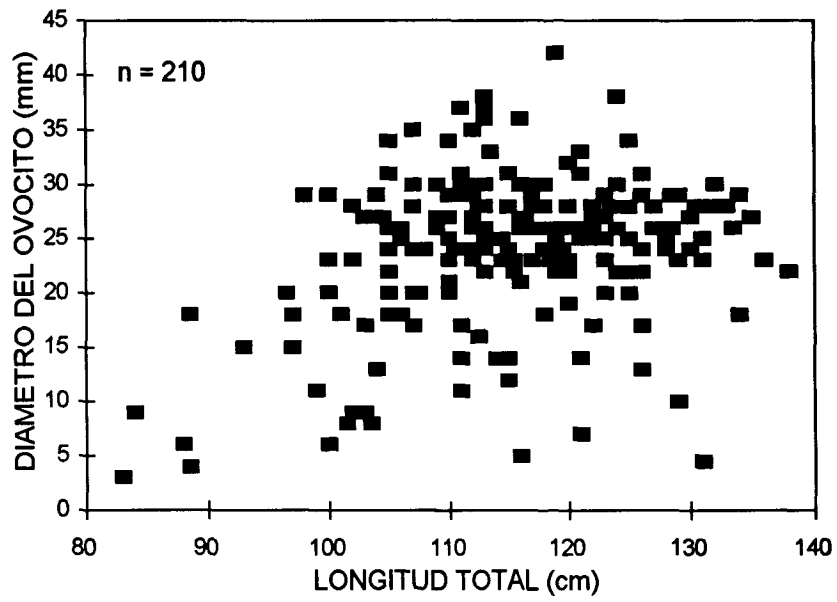


Fig. 10. Longitud total vs. diámetro de los ovocitos en *R. productus*, observándose la talla de madurez en hembras.

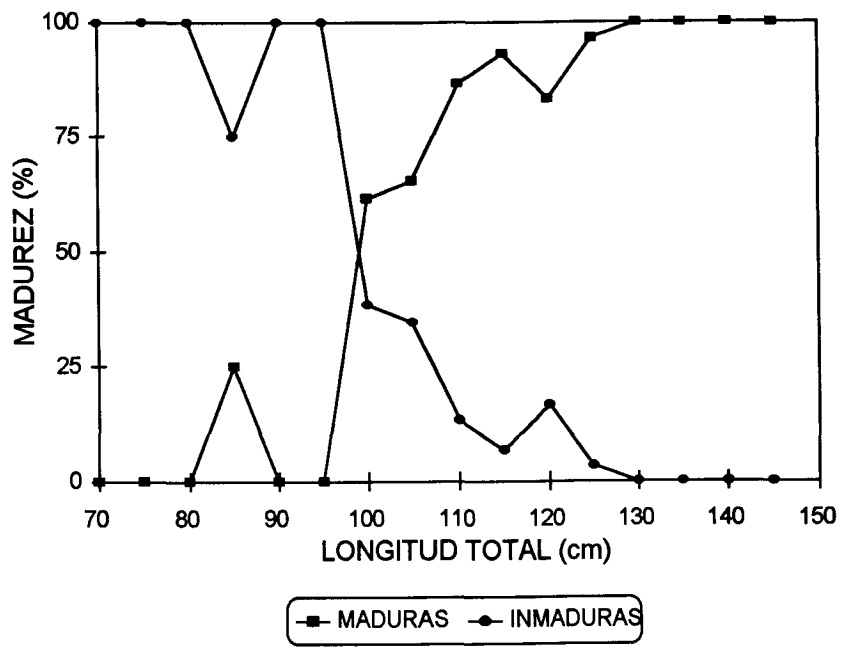


Fig. 11. Madurez sexual en hembras de *R. productus*.

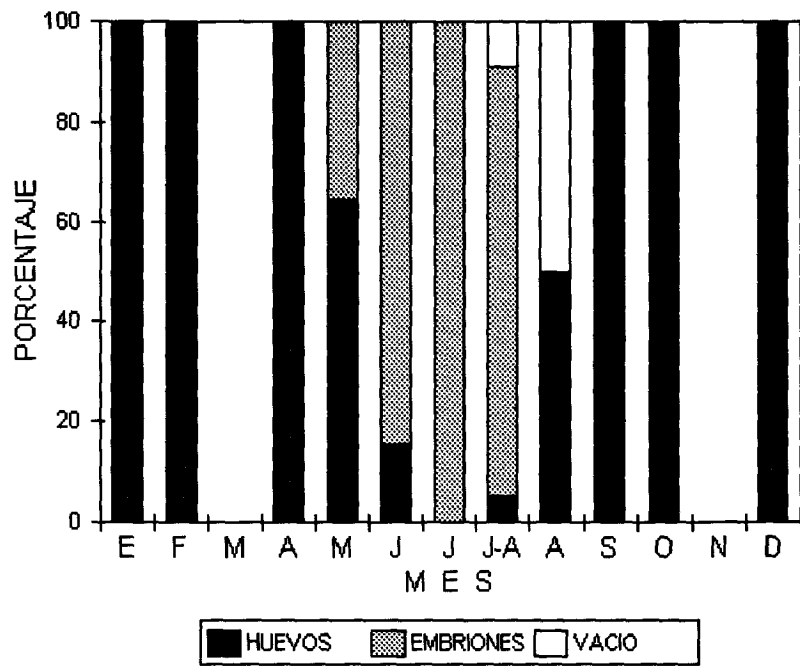


Fig. 12. Condición del oviducto durante todo el año de *R. productus*, indicando la presencia de huevos o embriones.

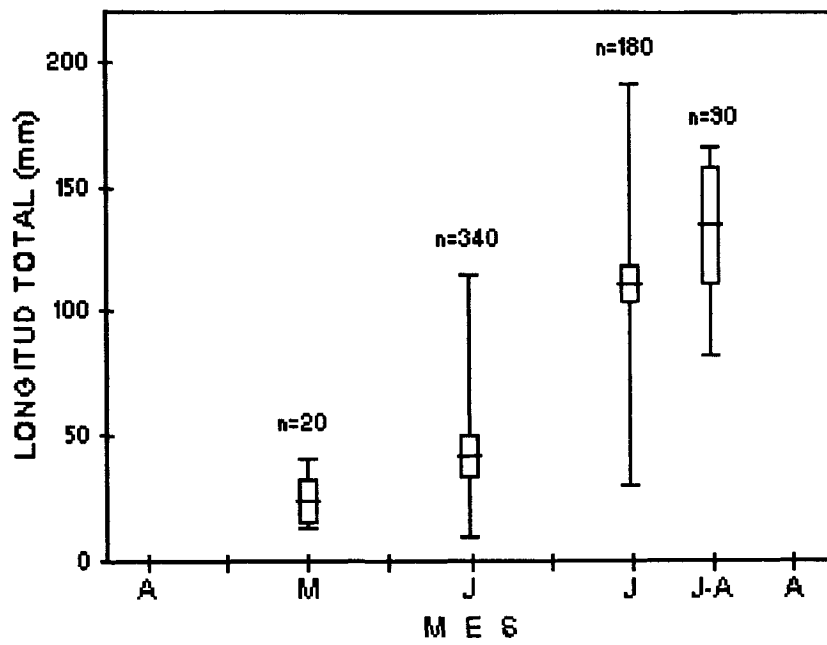


Fig. 13. Promedio mensual de las longitudes totales embrionarias de *R. productus*.

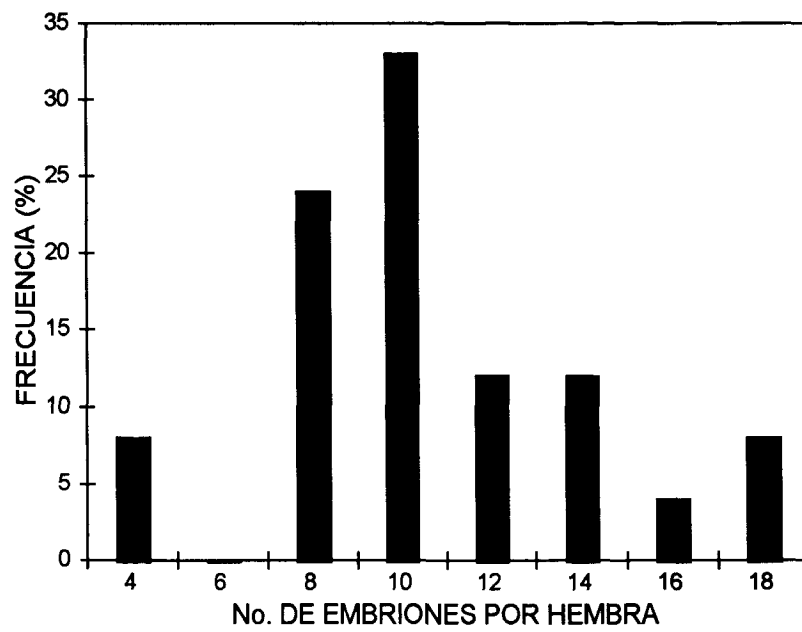


Fig. 14. Frecuencia del número de embriones de *R. productus* por hembra

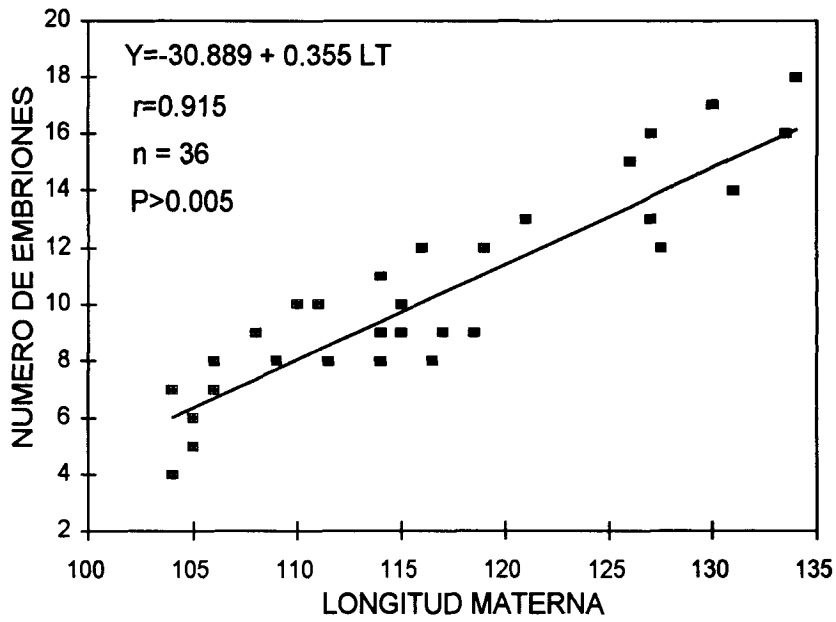


Fig. 15. Fecundidad en *R. productus* en relación a la talla materna.



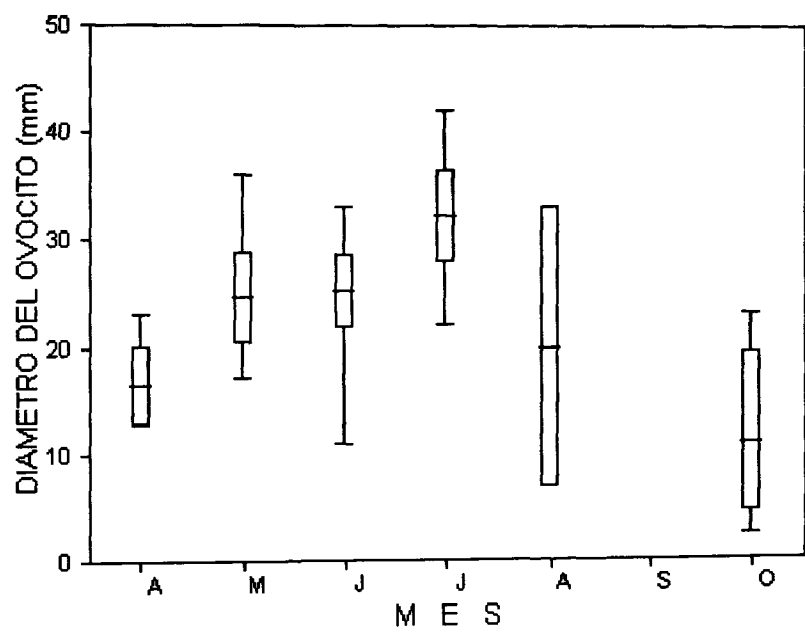


Fig. 16. Incremento en diámetro de los ovocitos de *R. productus*. por mes.

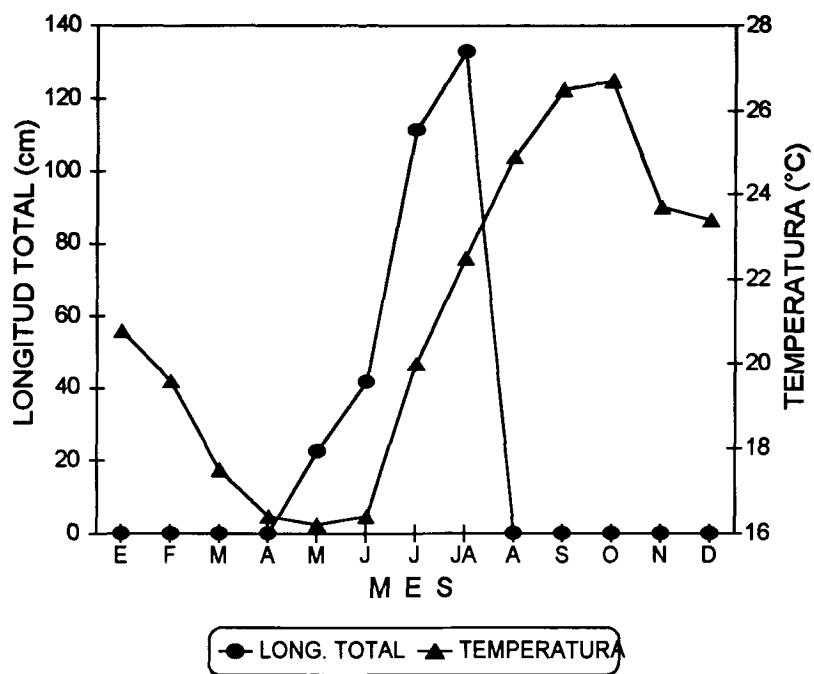


Fig. 17. Desarrollo embrionario con respecto a la temperatura en *R. productus*.

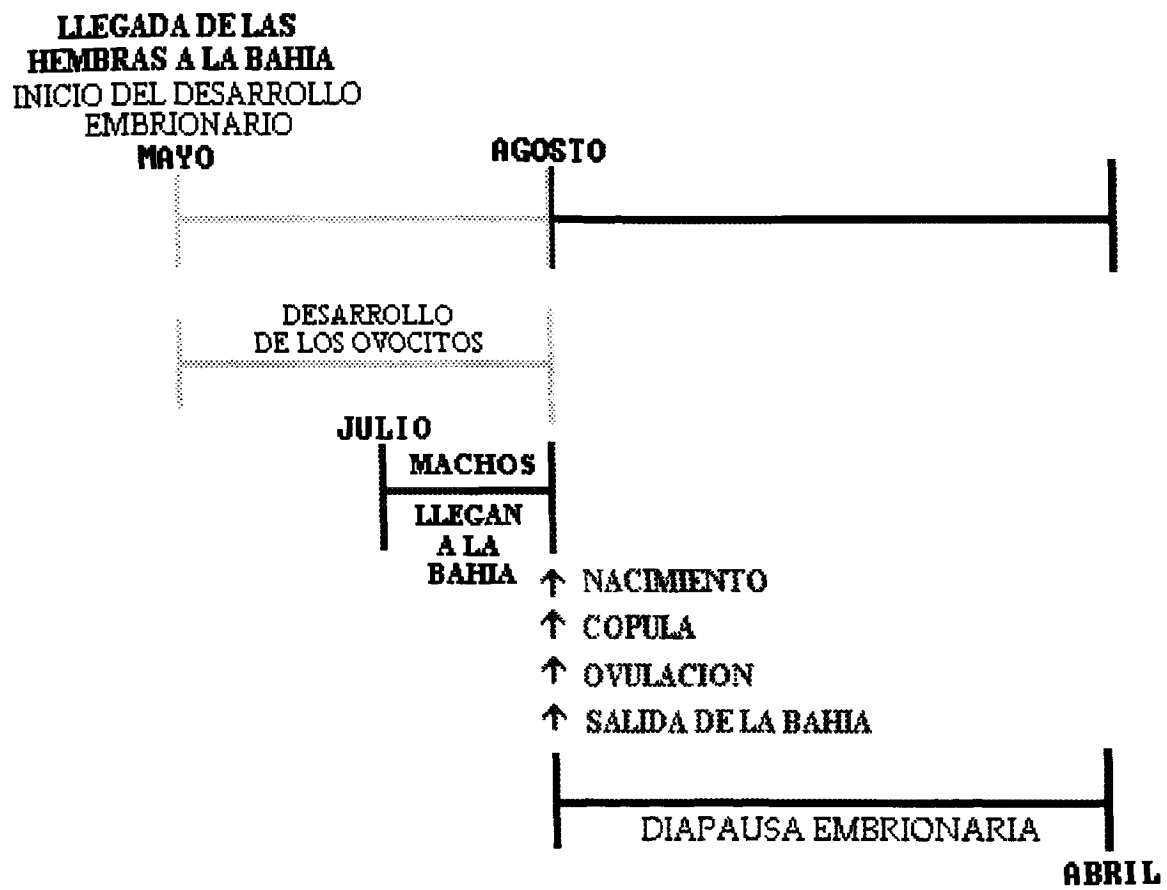


Fig.18. Ciclo reproductivo de *Rhinobatos productus*.